

Prizztech

Satakunnan hukkalämpöjen hyödyntämisen tiekartta 2030

Osana Hukkalämmöstä hyötyenergiaa -hanketta
30.8.2023

Minna Haavisto ja
Julia Pihlavisto-Hakala

SISÄLLYSLUETTELO

1.	Johdanto	2
2.	Energian kulutus ja säästötavoitteet	2
3.	Hukkalämmön lähteet ja hyödyntämispotentiaali	4
	3.1. Metsäteollisuus	6
	3.2. Metalli- ja kemianteollisuus.....	7
	3.3. Elintarviketeollisuus.....	8
	3.4. Palveluliiketoiminta	8
	3.5. Yhteiskunnalliset toiminnot	8
	3.6. Energiantuotanto	9
	3.7. Datakeskukset	9
4.	Hukkalämpöjen hyödyntämisen nykytila Satakunnassa	9
	4.1. Energiatehokkuustoimet.....	10
	4.2. Hyödyntäminen kaukolämmön tuotannossa.....	11
	4.3. Muut hyödyntämistavat	13
5.	Satakunnan hukkalämpöjen hyödyntämisen tiekartta vuoteen 2030	14
	5.1. Tavoitetila 2030.....	14
	5.2. Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi	16

1. Johdanto

Yhteiskunnassamme käytetään paljon polttoaineita tuottamaan lämpöä erilaisiin tarpeisiin, kuten rakennusten ja käyttöveden lämmittämiseen, materiaalien kuivaamiseen sekä prosessihöyryn tuottamiseen. Samalla yhteiskunnassa käytetään paljon energiaa prosesseihin, joissa sivutuotteena syntyvä lämpö aiheuttaa voimakkaan jäähdystarpeen. Näissä prosesseissa ylimääräisestä lämmöstä on päästävä eroon ja se johdetaan ympäristöön, esimerkiksi höyrynä taivaalle tai jäähdytysveden mukana vesistöön. Sekä lämmön tuottaminen polttoaineilla että jäähdytyksessä syntyvän ylijäämlämmön johtaminen ympäristöön aiheuttavat ympäristökuormitusta. Tätä kuormitusta voidaan merkittävästi vähentää korvaamalla polttamalla tuotettua lämpöenergiaa erilaisilla hukkalämmöillä aina kun se on mahdollista.

Ilmastonmuutos on globaali kriisi, jonka hillitseminen edellyttää merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä. Suomi on asettanut kunnianhimoisen tavoitteen olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteen saavuttaminen vaatii hiilidioksidipäästöjen voimakasta vähentämistä energiatehokkuutta parantamalla ja siirtymällä uusiutuvien energialähteiden käyttöön. Valtio ohjaa erilaisilla toimilla yhteiskuntaa kohti tavoitetta. Ohjausta energiatehokkuuden parantamiseen tulee myös EU-tasolta.

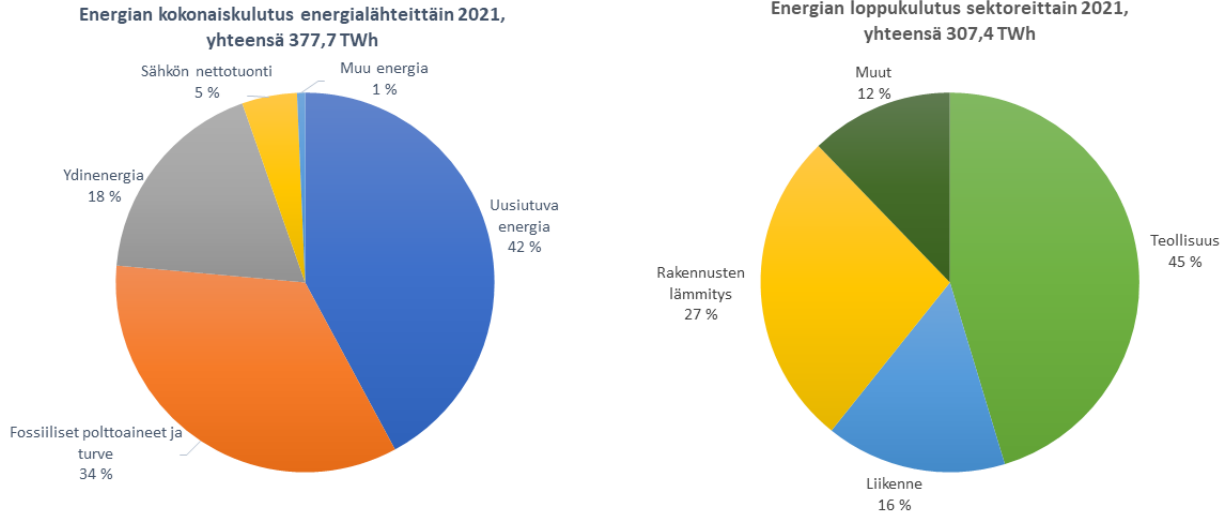
Teollisuus on yksi merkittävä energian kuluttaja ja samalla hukkalämpöjen tuottaja. Käynnissä oleva energiamurros, jossa fossiilienergian käytöstä siirrytään uusiutuvan energian käyttöön, sekä Venäjän hyökkäyssodan seurauksena syntynyt Euroopan energiakriisi ovat herättäneet yrityksissä kiinnostusta energiatehokkuuden parantamista ja hukkaan menevän energian vähentämistä kohtaan. Samaan aikaan tekniikka hukkalämpöjen hyödyntämiseksi kehittyi vauhdilla ja erilaisia hyödyntämiskäytäntöjä tarjoavien yritysten määrä kasvaa. Mahdollisuudet hukkalämpöjen hyödyntämiseksi lisääntyvät siis jatkuvasti.

Tässä tiekartassa tarkastellaan erityisesti satakuntalaisessa teollisuudessa muodostuvia hukkalämpöjä, kuten poistohöyryjä, jäte- ja jäähdytysvesiä sekä jäähdytyksen lauhdelämpöjä. Tarkasteluun on sisällytetty muutakin yritystoimintaa sekä yhteiskunnallisia toimia, joihin on havaittu liittyvän selkeää hukkalämpöpotentiaalia. Tässä raportissa hukkalämmöllä ja ylijäämlämmöllä tarkoitetaan kaikkea sellaista veteen, ilmaan tai muuhun väliaineeseen sitoutunutta lämpöä, joka muodostuu jonkun prosessin sivutuotteena ja vapautuu hyödyntämättömänä ympäristöönsä. Tiekarttaan on koottu tärkeimmät havainnot hukkalämpöjen hyödyntämisen nykytilasta ja tarvittavista toiminnoista hyödyntämisen tehostamiseksi vuoteen 2030 mennessä.

Tämä raportti on tuotettu osana Prizztech Oy:n *Hukkalämmöstä hyötyenergiaa* -hanketta, jota ovat rahoittaneet Satakuntaliitto EAKR-rahoituksella sekä Porin seudun kunnat.

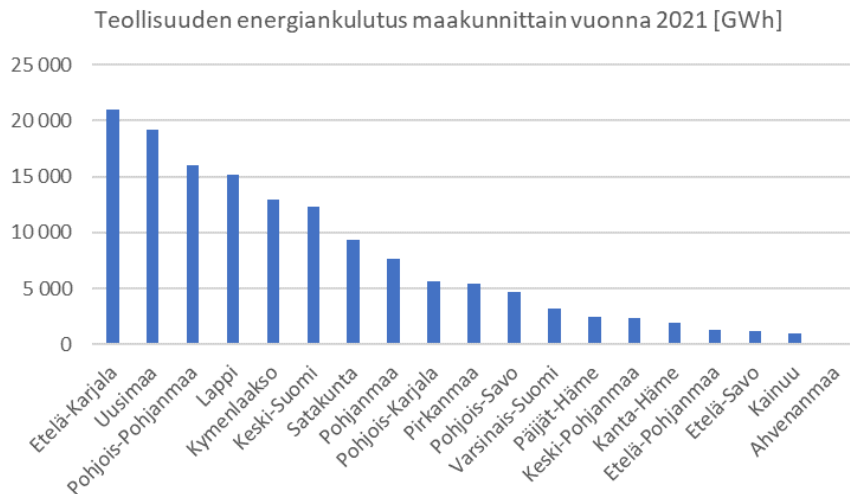
2. Energian kulutus ja säästötavoitteet

Energian kokonaiskulutus oli Suomessa 337,3 TWh ja loppukulutus 307,4 TWh vuonna 2021. Näiden lukujen erotus kuvaa energiajärjestelmissä syntyviä häviöitä. Uusiutuvien energialähteiden osuus energiantuotannosta on ollut kasvussa, mutta fossiilisten polttoaineiden osuus on yhä merkittävä. Sektoreista teollisuus on merkittävin energiankuluttaja. Suuri osa teollisuuden käyttämästä energiasta muuttuu prosesseissa lämmöksi, joka yleisimmin johdetaan ympäristöön. Toisaalta rakennusten lämmittäminen nielee yli neljänneksen tuotetusta energiasta. Energian kokonaiskulutus Suomessa energialähteittäin sekä energian loppukulutus sektoreittain on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Energian kokonaiskulutus energialähteittäin ja energian loppukulutus sektoreittain Suomessa vuonna 2021. Lähde: Tilastokeskus

Satakunta on vahva teollisuusmaakunta. Osa alueen teollisuudesta on varsin energiantensiivistä. Tilastokeskuksen mukaan Satakunnan teollisuus kulutti vuonna 2021 energiaa 9 360 GWh. Maakuntien välisessä vertailussa Satakunnan teollisuus kulutti seitsemänneksi eniten energiaa. Maakuntien vertailu on esitetty kuvasta 2. Teollisuuden energiankulutus on suurinta ennen kaikkea maakunnissa, joissa on suuria metsäteollisuuden ja metallien jalostuksen keskittymiä. Jos teollisuuden energiankulutus suhteutetaan maakunnan asukaslukuun, sijoittuu Satakunta viidenneksi suurimmaksi energiankuluttajaksi Etelä-Karjalan, Lapin, Kymenlaakson ja Keski-Suomen jälkeen.



Kuva 2. Teollisuuden energiankulutus maakunnittain vuonna 2021. Lähde: Tilastokeskus

Pariisin ilmastopimuksen tavoite rajata ilmaston lämpeneminen 1,5 asteeseen ohjaa EU:n energiapolitiikkaa. Ilmastotavoitteeseen pääsemiseksi EU on kiristänyt CO₂ päästövähennystavoitettaan 55 %:iin vuoden 1990 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Uusien päästövähennysten saavuttamiseksi komissio on valmistellut ns. Fit for 55-lakipaketin, joka sisältää mm. uudelleenkirjoitetun energiatehokkuusdirektiivin. Energiatehokkuusdirektiivillä pyritään vähentämään energian kulutusta EU:n jäsenvaltioissa. Direktiivi hyväksyttiin parlamentissa kesällä 2023 ja voimaan astumisensa jälkeen jäsenvaltioilla on 2 vuotta aikaa valmistella kansallinen lainsäädäntö sen toteuttamiseksi. Direktiivin mukaan Suomessa energian loppukulutus saa olla enää noin 240 TWh vuonna 2030. Vuosittain tulisi saavuttaa uusia säästöjä 2,3-5,5 TWh siten, että tavoite kiristyy aina kahden vuoden välein.

Suomessa energiansäästöä on tähän asti tavoiteltu mm. vapaaehtoisilla yritysten ja valtion välisillä energiansäästösopimuksilla, joihin on liittynyt lähes kaikki suurimmat ja energiantensiivisimmät teollisuusyritykset. Energiatehokkuussopimusten avulla Suomi on saavuttanut EU:n asettamia säästötavoitteita jopa etuajassa. Tavoitteiden edelleen kiristyessä, tarvittavat toimenpiteet muuttuvat kuitenkin vaativammiksi, kun helpoimmat ratkaisut on jo toteutettu.

Uudistetun energiatehokkuusdirektiivin mukaan energiaa käyttäville yrityksille tulee lisää velvoitteita. Keskimäärin yli 24 GWh energiaa vuodessa käyttävien yritysten on toteutettava standardin mukainen energianhallintajärjestelmä ja keskimäärin yli 2,8 GWh kuluttavien on tehtävä energiakatselmus neljän vuoden välein. Energiakatselmukselta tulee siis pakolliseksi myös melko pienille teollisuusyrityksille. Energiatehokkuusdirektiivi asettaa vaatimuksia myös lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmille. Niissä portaittaisen energiatehokkuuden paranemisen tulisi johtaa vuonna 2050 järjestelmään, jonka energia tuotetaan ainoastaan uusiutuvilla polttoaineilla ja hukkalämmöllä.

Satakunnassa ilmastotavoitteita on lähestytty tuottamalla Satakunnan ilmasto- ja energiastrategia 2030, joka julkaistiin vuonna 2021. Sen tavoitteisiin on kirjattu lämmöntuotannon päästöjen vähentäminen sekä yritysten energiatehokkuuden parantaminen. Maakunnallisen hukkalämpöpotentiaalin selvittäminen on kirjattu yhdeksi strategiseksi toimenpide-ehdotukseksi. Tämä selvitys toteuttaa osittain tätä strategian kohtaa tuottamalla tietoa maakunnan teollisuuden hukkalämpöpotentiaalista.

3. Hukkalämmön lähteet ja hyödyntämispotentiaali

Hukkalämpöjä muodostuu käytännössä kaikessa toiminnassa, jossa energiaa käytetään. Tässä raportissa keskitytään teollisen mittaluokan hukkalämmönlähteisiin eri sektoreilla. Kuvassa 3 on esitetty keskeisiä hukkalämpöä tuottavia aloja ja toimintoja sekä niiden tyypillisiä hukkalämmönlähteitä, joita Hukkalämmöstä hyötyenergiaa-hankkeessa havainnoitiin.

Työ- ja elinkeinoministeriön arvion mukaan Suomessa syntyy vuosittain hukkalämpöä noin 130 TWh. Tästä hyödynnetään kaukolämmön tuotannossa noin 3 TWh. Teknisesti hyödynnettävissä arvioidaan olevan noin 35 TWh. Teollisuuden osuus tästä teknisestä hukkalämpöpotentiaalista on noin 15 TWh. Suurin osa muodostuvasta hukkalämmöstä on siis teknisesti mahdotonta hyödyntää kaukolämpönä esimerkiksi sijaintinsa vuoksi. Teknisesti hyödynnettävissä olevasta määrästä kaikki ei kuitenkaan ole taloudellisesti kannattavasti hyödynnettävissä, esimerkiksi matalan lämpötilan ja sen edellyttämän lämpöpumppuinvestoinnin vuoksi. Teollisuuden hukkalämpöpotentiaalin määrä on kuitenkin merkittävä. Mittaluokaltaan 15 TWh vastaa yli 35 % koko Suomen kaukolämmön kulutuksesta vuonna 2021.

Motivan vuonna 2019 tekemän *ylijäämälämmön potentiaaliselvityksen* mukaan Suomen teollisuuden ylijäämälämmön tekninen hyödyntämispotentiaali kaukolämmön tuotannossa arvioitiin olevan n. 11 % teollisuuden energiankulutuksesta. Samalla suhteella laskettuna Satakunnan teollisuuden teknisen hukkalämpöpotentiaalin voisi arvioida olevan noin 1 000 GWh. Vertailun vuoksi mainittakoon, että

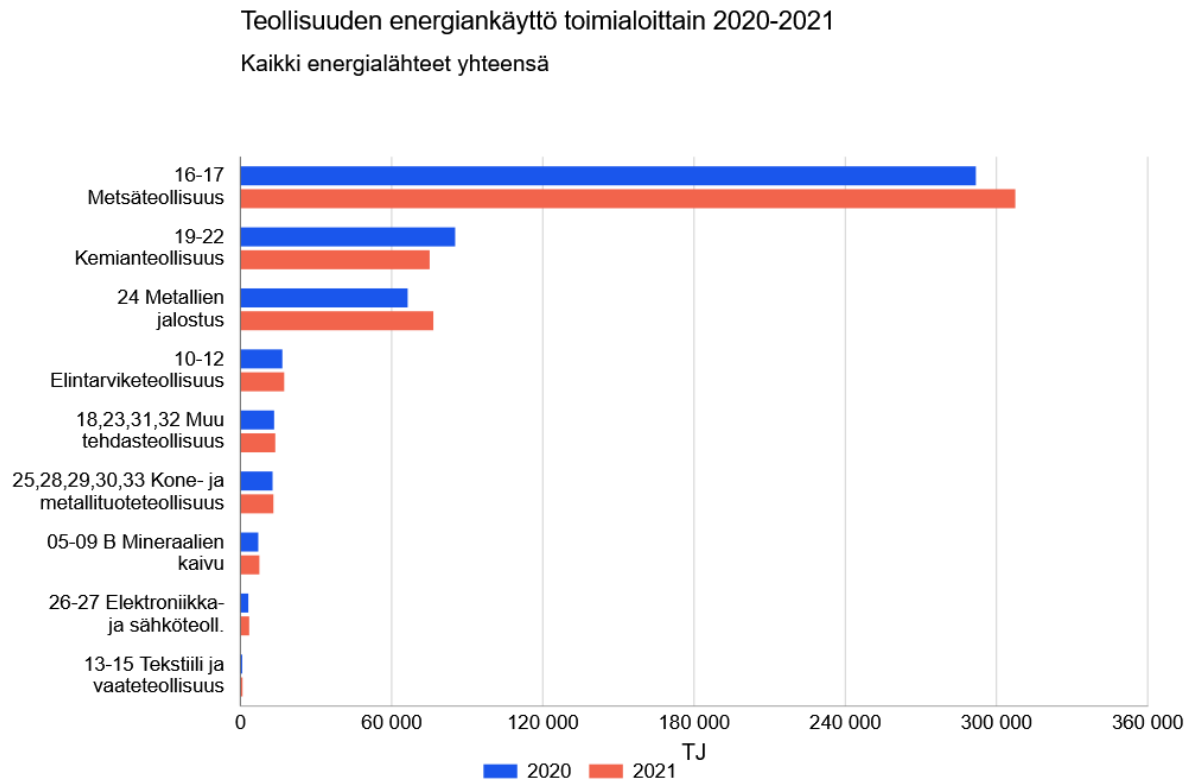
Satakunnassa tuotettiin kaukolämpöä vuonna 2021 noin 1 300 GWh, joten tällaisen arvion mukaan teollisuuden hukkalämmöt voisivat kattaa jopa kaksi kolmasosaa koko maakunnan kaukolämmön tuotannosta. Satakunnassa hyödyntämispotentiaali kaukolämmön tuotannossa ei todennäköisesti ole näin suuri, sillä syntyvä hukkalämpö ei aina sijaitse lämpöä tarvitsevan kaukolämpöverkon varrella. Sen sijaan kaukolämpöverkon ulkopuolella hukkalämmöillä voisi korvata muita rakennusten lämmitysmuotoja, erityisesti fossiilisiin polttoaineisiin perustuvia lämmitysjärjestelmiä.



Kuva 3. Raportissa tarkastellut hukkalämmön lähteet eri toimialoilla.

Hukkalämpöjen lähteet ja niiden hyödyntämismahdollisuudet ovat erilaisia eri toimialoilla. Teollisuuden prosesseissa syntyvän ylijäämälämmön määrä on verrannollinen energian kokonaiskulutukseen ja energiakulutus puolestaan on hyvin erilaista eri toimialojen tuotantolaitoksissa. Kuvassa 4 on esitetty Suomen teollisuuden suurimmat energiankäyttäjät toimialat vuonna 2021. Energiaintensiivisimmät toimialat ovat metsäteollisuus, metallien jalostus ja kemianteollisuus. Metsäteollisuus ja metallien jalostus ovat vahvoja aloja myös Satakunnassa. Kemianteollisuutta on Satakunnassa jonkin verran, mutta suuria yksiköitä, kuten öljynjalostamoita tai lääketehaita ei ole. Myös elintarviketeollisuus on Satakunnassa vahvaa, ja sen toimintaan liittyy merkittävää hukkalämpöpotentiaalia.

Teollisuuden lisäksi tarkastelemme tässä luvussa lyhyesti myös palveluliiketoimintaa, yhteiskunnallisia toimintoja, energiantuotantoa ja datakeskuksia, vaikka nämä eivät varsinaisesti kuuluakaan tämän tiekartan ytimeen. Näihin liittyy kuitenkin sellaista hukkalämpöpotentiaalia, mikä katsotaan tarpeelliseksi nostaa esiin.



Kuva 4. Teollisuuden energiankäyttö toimialoittain vuosina 2020 ja 2021. Lähde: Tilastokeskus.

3.1. Metsäteollisuus

Metsäteollisuus on Suomen suurin energiankäyttäjä. Suomessa metsäteollisuus kuluttaa keskimäärin 85 000 GWh energiaa vuodessa. Satakunnassa on metsäteollisuustoimialaan kuuluvia sellu-, paperi- ja kartonkitehtaita sekä suuria sahoja. Satakunnan osuus Suomen metsäteollisuudesta on toimipaikkojen määrän ja niiden liikevaihdon perusteella arvioituna n. 5 %. Vuotuisena energiankulutuksena tämä tarkoittaisi karkeasti arvioiden reilua 4 000 GWh Satakunnan metsäteollisuudessa.

Sellu- ja paperiteollisuudessa hukkalämpöä muodostuu merkittäviä määriä kemikaalien kierrätysprosesseissa sekä paperimassan kuivauksessa. Sahoilla hukkalämpöä syntyy puutavaran kuivausprosesseissa. Osa paperitehtaiden hukkalämmöistä kulkeutuu jätevesien mukana kunnallisille jätevedenpuhdistamoille, osa päästetään höyrynä taivaalle. Hukkalämpöpotentiaalia on metsäteollisuudessa paljon. Uudet sellu- ja paperitehtaat suunnitellaan ja rakennetaan yleensä varsin energiatehokkaiksi, mutta vanhemmissa laitoksissa energiatehokkuus ei välttämättä ole niin hyvä. Sahateollisuus on valtakunnallisessa *hiilitiekartassaan* asettanut tavoitteita päästövähennyksille ja yhtenä osatavoitteena on sahatavaran kuivauksessa käytettävän lämpöenergian määrän vähentäminen 15 % vuoden 2019 tasosta vuoteen 2030 mennessä.

Raumalla sijaitsee suuri ja suhteellisen uusi ja moderni metsäteollisuuden keskittymä, jossa toimivat 1996 käynnistynyt Metsä Fibre Oy:n sellutehdas, 2002 käynnistynyt UPM:n paperitehdas sekä Metsä Fibre Oy:n vuonna 2022 käynnistynyt saha. Euran Kauttualla sijaitsee Jujo Thermal Oy:n erikoispapereita valmistava tehdas ja Porissa Corex Finland Oy:n kartonkitehdas. Euran ja Porin laitosten historia lähtee jo viime

vuosisadan alkupuolelta. Porissa sijaitsee kaksi merkittävää sahaa: UPM:n saha Aittaluodossa sekä Westas Oy:n saha Pihlavassa. Muita sahoja Satakunnassa ovat mm. Luvian saha Oy Eurajoella ja Metsä Fibre Oy:n saha Merikarvialla.

Metsäteollisuuden lähelle on usein sijoittunut myös lämmöntuotantolaitoksia, jotka hyödyntävät metsäteollisuuden sivuvirtoja tuottaen samalla teollisuudelle sen tarvitsemaa höyryä ja prosessilämpöä. Näin on myös Porissa, Raumalla ja Eurassa. Esimerkiksi Porin Aittaluodossa sijaitsee Pori Energian lämpölaite, joka käyttää polttoaineenaan viereisellä tontilla toimivan UPM:n sahan kuorijätettä. Pori Energia puolestaan toimittaa höyryä ja prosessilämpöä sekä sahalle että Corexin kartonkitehtaalle. Käytettyä prosessilämpöä ei kuitenkaan enää kierrätetä.

3.2. Metall- ja kemianteollisuus

Metallien jalostus ja kemianteollisuus ovat toiseksi ja kolmanneksi suurimmat teolliset energiankäyttäjät Suomessa. Vuonna 2021 molemmat alat käyttivät lähes yhtä paljon energiaa, noin 21 000 GWh. Satakunnassa sijaitsee valtakunnantason mittakaavassa merkittävää metallien jalostusteollisuutta. Toimipaikkojen määrän ja liikevaihdon perusteella arvioituna Satakunnassa on n. 15 % alan teollisuudesta Suomessa. Karkeasti arvioiden tämä tarkoittaisi vuotuisena energiankulutuksena reilua 3 000 GWh Satakunnan metalliteollisuudessa. Valtaosa kemianteollisuuden valtakunnallisesta energiankulutuksesta syntyy Neste Oy:n Porvoon öljynjalostamolla ja tämän vuoksi satakuntalaisen kemianteollisuuden energiankulutusta on vaikea arvioida valtakunnallisten lukujen pohjalta. Kemianteollisuus on usein linkittynyt metallinjalostuksen kanssa ja siksi niitä tarkastellaan tässä yhdessä.

Metalliteollisuuden sulatoissa ja valimoissa metalleja sulatetaan korkean lämpötilan uuneissa, joita täytyy jäähdyttää. Jäähdytysvesiin siirtyy merkittäviä määriä lämpöä. Myös monissa metallien muokausprosesseissa tarvitaan jäähdytystä, joka siirtää prosessissa käytetyn tai syntyvän lämmön pois kohteesta. Kemianteollisuuden prosesseissa on eksotermisiä reaktioita, joissa vapautuu lämpöä. Reaktioissa syntyvä lämpö on jäähdytyksen avulla siirrettävä pois, jotta prosessit pysyvät hallinnassa. Metall- ja kemianteollisuudessa hukkalämpö on useimmin sitoutunut jäähdytysveteen, joissakin tapauksissa myös höyryyn, lämpimään poistoilmaan ja savukaasuihin.

Suuria metalliteollisuuden toimijoita löytyy Harjavallan Suurteollisuuspuistosta ja Porin Kupariteollisuuspuistosta. Suurteollisuuspuistossa on Boliden Harjavalta Oy:n kupari- ja nikkelsulatot sekä Nornickel Harjavalta Oy:n nikkelin jalostamo. Kupariteollisuuspuistossa sijaitsevat Boliden Harjavalta Oy:n kuparielektrolyysi sekä Aurubis Finland Oy:n ja Luvata Pori Oy:n kuparivalimot. Muita metallivalimoita löytyy eri puolilta Satakuntaa, mm. Componenta Castings Oy Porissa ja Peiron Oy Kokemäellä. Kemianteollisuuden toimijoita kuten kemikaalien ja muovituotteiden valmistajia löytyy myös eri puolilta maakuntaa. Berner Chemicals Oy Kokemäellä tuottaa magnesiumkemikaaleja prosesseilla, joissa syntyy paljon lämpöä.

Harjavallan Suurteollisuuspuistossa, joka on maakunnan suurin metalli- ja kemianteollisuuden keskittymä, syntyy hukkalämpöä niin paljon, että vaikka koko Harjavallan kaupungin kaukolämpö tuotetaan prosessien hukkalämmöllä, lämpöä joudutaan edelleenkin ajamaan kymmenien jäähdytystornien kautta taivaalle ja jäähdytysvesikierron kautta jokeen satoja gigavattitunteja vuodessa. Hukkalämmön kokonaismäärää ei tiedetä, sillä sitä ei seurata. Ylijäämälämpöä syntyy useissa alueella toimivissa yrityksissä.

3.3. Elintarviketeollisuus

Elintarviketeollisuus käyttää Suomessa energiaa keskimäärin 4 800 GWh vuodessa. Satakunnan osuus Suomen elintarviketuotannosta arvioidaan olevan n. 6-7 %, mikä karkeasti arvioituna tarkoittaa vuotuista 300 GWh energiankulutusta.

Elintarviketeollisuudessa hukkalämpöä vapautuu esimerkiksi paistouunien ja tilojen poistoilman mukana sekä kylmälaitteiden lauhdelämpönä. Elintarviketuotannossa hygieniä on erityisen tärkeää ja lämmintä pesuvettä käytetään paljon. Pesuvesien mukana lämpö kulkeutuu viemäriin ja sieltä jätevedenpuhdistamolle. Monet elintarviketeollisuuden prosessit sisältävät sekä lämmitys- että jäähdytysvaiheita.

Satakunnassa on runsaasti elintarviketeollisuutta. Eri kokoisia elintarvikealan toimijoita löytyy ympäri maakuntaa ja suuria toimijoita löytyy esimerkiksi Huittisista, Säköstä ja Raumalta.

3.4. Palveluliiketoiminta

Hukkalämpöpotentiaalia sisältävään palveluliiketoimintaan voidaan laskea muun muassa kaupan ala sekä pesulatoiminta. Satakunnassa tällaista palveluliiketoimintaa löytyy jokaisesta kunnasta.

Kaupan alalla hukkalämpöä muodostuu pääasiassa kylmäkoneiden lauhteeseen sitoutuneena. Lauhde-energiasta otetaan talteen keskimäärin 10–15 % ja sitä hyödynnetään lähinnä rakennusten ilmanvaihdon kautta sisään otettavan ilman esilämmitykseen. Suomalaisissa päivittäistavarakaupoissa lauhde-energiaa on laskettu jäävän hyödyntämättä 797 GWh vuodessa. Hukkalämpöä muodostuu enemmän kesäkuukausina kuin talvella. Suurinta hukkalämmön muodostuminen on keskikokoisissa supermarketeissa.

Pesuloissa syntyy runsaasti lämpimiä pesuvesiä sekä lämmintä höyryä kuivauksessa. Porissa sijaitsee Lindström-konserniin kuuluva Lännen tekstiilihuolto Oy, joka pesee mm. sairaalatekstiilejä. Pienempiä pesuloita löytyy eri puolilta Satakuntaa.

3.5. Yhteiskunnalliset toiminnot

Yhteiskunnallisia toimintoja, joissa nähdään hyödyntämätöntä hukkalämpöpotentiaalia, ovat muun muassa jätevedenpuhdistamot ja liikuntapaikat.

Satakunnassa on viisi suurta kunnallista jätevedenpuhdistamoita, Kankaanpäässä, Porissa, Eurassa, Raumalla sekä Huittisissa. Pienempiä puhdistamoita on kymmenkunta ympäri maakuntaa. Lisäksi joillakin runsaasti jätevettä tuottavilla yrityksillä on omia jätevedenpuhdistamoita toimintansa välittömässä läheisyydessä. Kunnallisista jätevedenpuhdistamoista erityisesti Porin, Rauman ja Euran hukkalämpöpotentiaali on merkittävä, sillä niihin johdetaan paperiteollisuuden lämpimiä jätevesiä, jotka nostavat jäteveden lämpötilaa. Puhdistetun jäteveden sisältämää lämpöä hyödynnetään jo puhdistamoiden omien rakennusten lämmittämisessä Porissa, Raumalla, Kankaanpäässä ja Huittisissa. Tähän kuuluu vain osa jäteveden sisältämästä lämmöstä. Esimerkiksi Porin Luotsinmäen puhdistamolle tulevan jäteveden sisältämä lämpömäärä on vuositasolla yli 100 GWh.

Urheilupaikosta erityisesti jäähallit ja tekojääradat tuottavat hukkalämpöä kylmäkoneiden lauhdelämpönä. Satakunnassa on useita jäähalleja. Porin Isomäen urheilukeskuksessa on kolme jäähallia ja tekojäärata. Pelkän tekojääradan jääkoneiden lauhtetehto on 2,7 MW.

3.6. Energiantuotanto

Sähkön ja lämmön tuotannossa syntyy myös hukkalämpöä. Laitteet tarvitsevat jäähdytystä, jolloin ylimääräistä lämpöä siirretään jäähdytysjärjestelmän avulla ympäristöön. Myös polttolaitosten savukaasuissa on runsaasti lämpöä, jota nykyisin otetaan jo varsin laajasti talteen savukaasupesureissa. Energian tuottajat pyrkivät yleensä hyödyntämään hukkalämmöt tehokkaasti, jotta toiminta olisi mahdollisimman energiatehokasta. Kaikkien hukkalämpöjen hyödyntäminen ei kuitenkaan ole yksinkertaista. Esimerkiksi ydinvoimaloissa syntyy runsaasti hukkalämpöä. Osa korkealämpöisestä ylijäämälämmöstä voidaan hyödyntää voimalaitoksen omien tilojen sekä käyttöveden lämmitykseen, mutta jäähdytysjärjestelmän merivesikierron mukana mereen siirtyä suuria määriä matalalämpöistä hukkalämpöä, jonka hyödyntäminen on haastavaa. Olkiluodossa matalalämpöisen jäähdytysveden mukana mereen kulkeutuu vuosittain jopa 30 TWh hukkalämpöä, mikä on moninkertainen määrä koko maakunnan teollisuuden hukkalämpöihin verrattuna.

Sääriippuvaisen uusiutuvan energian tuotannon lisääntyessä tarve sähköenergian ylituotannon muuttamiseksi esim. vedyksi kasvaa. Vedyn tuotanto elektrolyysillä vapauttaa runsaasti lämpöä. Lämpö olisi suoraan hyödynnettävissä kaukolämpöverkossa, mikäli laitokset sijoittuisivat kaukolämpöverkkojen varrelle. Jos vetyä tuotetaan pääasiassa vain halvan pörssisähkön tunteina, vaatii se rinnalleen muuta säädettävää lämmön tuotantoa. Se sopii erinomaisesti pariksi sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitosten kanssa. Lämpölaitosten tuotantoa voi ajaa alas matalan sähkön hinnan aikoina, jolloin lämpö saadaan vedyntuotannosta ja vastaavasti lämpölaitos voidaan ajaa ylös, kun sähkön tarve kasvaa ja hinta nousee. Suomessa on tällä hetkellä käynnissä yli 20 vihreän vedyn laitosprojektia ja ensimmäinen laitos käynnistyy Harjavallassa vuoden 2024 aikana. Myös Poriin on tarkoitus rakentaa laitos vuosien 2024 ja 2026 välillä.

3.7. Datakeskukset

Datakeskukset kuluttavat suuren määrän sähköä, josta suurin osa muuttuu konesaleissa lämmöksi. Lämpö on jäähdytyksellä siirrettävä ulos tilasta, jotta serverit eivät ylikuumene. Jäähdytysvesi on matalalämpöistä ja vaatii usein lämpöpumppua lämpötilan nostamiseen hyödynnettävälle lämpötilatasolle. Datakeskusten hukkalämpöjen hyödyntäminen yleistyy jatkuvasti ja uudet keskukset suunnitellaan siten, että hukkalämpöjen hyödyntäminen olisi mahdollisimman tehokasta. Vuonna 2020 datalämpöä arvioitiin hyödynnettävän kaukolämpöverkostoissa noin 200 GWh. Teknisen hyödyntämispotentiaalin arveltiin olevan noin 2 TWh ja lisääntyvän jatkuvasti sektorin kasvaessa voimakkaasti. Satakunnan ainoa suuri datakeskus sijaitsee Ulvilan Harjunpäässä. Datakeskuksen n. 350 GWh vuotuista hukkalämpömäärää on hankala hyödyntää, sillä lähistöllä ei ole suurta lämmön tarvisijaa, kuten kaukolämpöverkkoa.

4. Hukkalämpöjen hyödyntämisen nykytila Satakunnassa

Satakunnan teollisuuden ja muiden toimialojen hukkalämpövirtoja ja niiden hyödyntämisen nykytilaa selvitettiin kohdekohtaisilla kyselyillä ja yritysvierailuilla sekä etsimällä tietoa julkisista lähteistä. Yleinen havainto oli, että toimijat ovat kovin eri tasolla hukkalämpövirtojensa tunnistamisessa ja niiden hyödyntämisessä. Joukossa on hyvinkin tarkkaan ylijäämälämpövirtansa tuntevia ja niiden hyötykäyttöä suunnittelevia yrityksiä, mutta myös yrityksiä, joissa ei olla tietoisia hukkaan menevän lämmön määrästä ja sen hyötykäyttömahdollisuuksista. Tässä kappaleessa käsitellään havaintoja toteutuneista hukkalämmön hyödyntämistoimista. Ne keskittyvät pääasiassa yritysten ja organisaatioiden

energiatehokkuustoiimiin sekä hukkalämmön hyödyntämiseen kaukolämmön tuotannossa. Lopuksi tarkastellaan joitakin muitakin yksittäisiä hyötykäyttöesimerkkejä.

4.1. Energiatehokkuustoimet

Kun teollisuuden prosesseissa syntyviä ylijäämälämpöjä hyödynnetään yrityksen omassa toiminnassa eli korvataan niillä muuta lämmöntuotantoa, puhutaan energiatehokkuustoimista. Energiatehokkuuden järjestelmällinen parantaminen toteutui vain harvassa yrityksessä. Yksittäisiä hukkalämmön hyödyntämistoimia sen sijaan oli tehty useissa yrityksissä. Yleisin ja ehkä helpoimmin toteutettavissa oleva toimi oli prosessin jäähdytysveden lämmön hyödyntäminen rakennuksen sisään tulevan ilman esilämmittämisessä. Jäähdytysvesien lämpöä käytettiin usein myös raaka-aineiden tai prosessissa käytetyn veden esilämmittämiseen. Rakennusten lämmitysjärjestelmiin ylijäämälämpövirtoja oli kytketty hyvin harvoin, vaikka ylijäämälämmöt olisivat määrältään riittäneet korvaamaan yrityksen käyttämän kaukolämmön lähes kokonaan. Joissakin yrityksissä havahduttiin energiatehokkuuteen ja hukkalämpöjen hyödyntämisen mahdollisuuksiin vasta hankehenkilöstön yhteydenoton jälkeen.

Suurimmat satakuntalaiset yritykset ovat mukana energiatehokkuussopimuksissa, mutta aina se ei näkynyt järjestelmällisenä energiatehokkuuden parantamisena, vaan enemmänkin yksittäisinä toimina. Järjestelmällisemmän toiminnan esteenä on usein resurssien puute. Kehittämistoiminta keskitetään tuotekehitykseen ja tuotannon tehostamiseen, eikä energian käytön optimointiin jää aikaa, osaamista eikä investointivarojakaan.

Jos teollisuusyrityksen kiinteistöt ja laitteistot ovat vanhoja, eikä niitä ole suunniteltu energiatehokkuutta ajatellen, hukkalämmön talteenotto voi olla haastavaa. Lämmön siirtäminen kohteeseen, jossa lämpöä tarvitaan, voi myös olla vaikeaa, jos lämpö syntyy aivan toisessa päässä vanhaa sokkeloista rakennusta. Lämmön tuotanto ei välttämättä kohtaa myöskään ajallisesti sen tarpeen kanssa. Tällöin hukkalämmön hyödyntäminen edellyttäisi lämmön varastointia esimerkiksi vesivaraajassa. Mitä monimutkaisempaa järjestelmää hukkalämmön hyödyntäminen on edellyttänyt, sitä varmemmin se on yleensä jäänyt toteuttamatta.

Positiivisena esimerkkinä siitä, kuinka teollisessa toiminnassa voidaan optimoida lämmön käyttöä, nostamme esiin perunajauhotehdas Finnamyl Oy:n Kokemäellä. Tehdas hyödyntää perunan kokonaan ja tuottaa siitä perunatärkkelyksen lisäksi perunaproteiinia, kuitupitoista eläinrehua sekä lannoitekäyttöön väkevöityä solunestettä. Prosessissa syntyvää lämmintä kondensaattivettä käytetään prosessin jatkovaiheissa ensin esilämmittämään ja sen jälkeen jäähdyttämään käsiteltävää solunestettä. Lopuksi lämmin kondensaatti esilämmittää vielä kuivurissa käytettävää ilmaa ennen jäteveden puhdistamolle siirtymistä. Tehdas suunnittelee lopunkin kondensaatin ja sen sisältämän lämmön hyödyntämistä suodatuksen jälkeen talousveden korvaajana laitteiston pesuissa.

Esimerkki, jossa ylijäämälämpöä hyödynnetään rakennusten lämmittämisessä, löytyy Porin Luotsinmäen jätevedenpuhdistamolta. Siellä puhdistetusta jätevedestä otetaan talteen lämpöä ja lämpöpumpun avulla sen lämpötilaa nostetaan rakennusten lämmittämiseen tarvittavalle tasolle. Puhdistetusta jätevedestä saatava lämpö kattaa yli 80 % puhdistamorakennusten kuluttamasta lämpöenergiasta. Puhdistamon vanha öljylämmitys jätettiin varajärjestelmäksi ja sen käyttö on vähentynyt merkittävästi lämpöpumpuinvestoinnin jälkeen. Hukkalämpöön perustuva lämmitysjärjestelmä otettiin käyttöön vuonna 2014 ja investoinnin takaisinmaksuajaksi laskettiin 10 vuotta. Todellisuudessa investointi maksoi itsensä takaisin nopeammin.

4.2. Hyödyntäminen kaukolämmön tuotannossa

Satakunnassa tuotetusta kaukolämmöstä vain alle 8 % tuotetiin hukkalämmöillä tai lämpöpumpuilla vuonna 2021. Suurin osa tästä hukkalämmöstä on energiantuotannon savukaasupesureista talteen otettua lämpöä. Teollisuuden hukkalämpöjä hyödynnetään vielä melko vähän. Harjavallan kaupunki on tässä poikkeus, sillä lähes koko sen kaukolämpöverkko lämpiää Suurteollisuuspuiston hukkalämmöllä. Kankaanpäässä alettiin hyödyntää Knauf Oy:n kipsilevytehtaan hukkalämpöä kaukolämmön tuotannossa vuonna 2021. Kokemäelle on rakennettu matalalämpöverkko, johon kerättävää hukka- ja ympäristölämpöä pumpataan lämpöpumppulaitoksen avulla kaukolämpöverkkoon. Porissa hyödynnetään Kupariteollisuuspuistossa sijaitsevan kuparivalimon jäähdytysvesien lämpöä kaukolämmön tuotannossa.

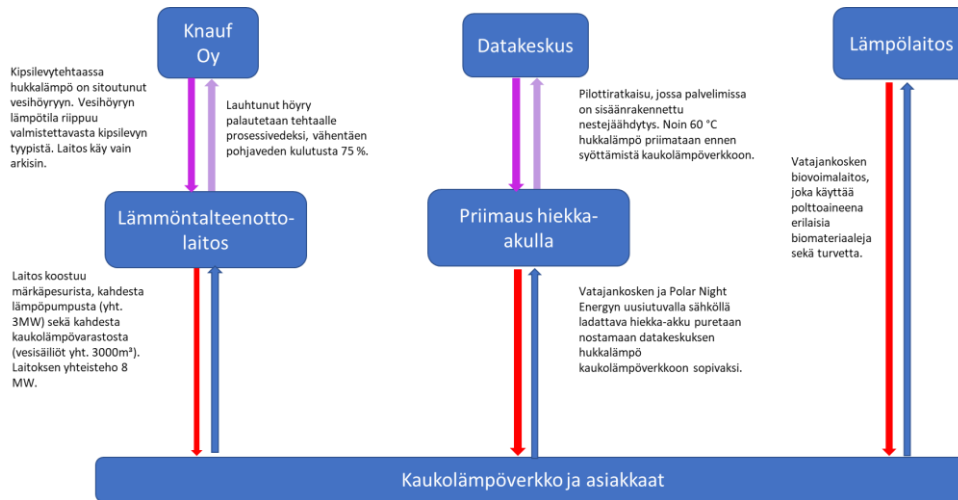
Tässä raportissa tarkastellaan tarkemmin näiden neljän kaupungin kaukolämpöverkkoja sekä niiden tapaa hyödyntää hukkalämpöjä.

Harjavalta

Harjavallan kaukolämpöverkko on prosentuaalisesti eniten teollisuuden hukkalämpöjä hyödyntävä kaukolämpöverkko Suomessa. Harjavallan Suurteollisuuspuistossa rikkihapon valmistuksessa syntyvä lämpö on sekä lämpötilaltaan että lämpömäärältään niin suurta, että se voidaan syöttää sellaisenaan kaukolämpöverkkoon ja se kattaa yli 90 % koko kaupungin kaukolämmön kulutuksesta. Ainoastaan vuoden kylmimpinä päivinä eli huippukulutuksen aikana kaukolämpöverkko tarvitsee pellettikattilalla tuotettua lisälämmitystä. Varalämpölaitoksia tarvitaan myös rikkihappotehtaan mahdollisten huolto- ja tuotantokatkosten varalta.

Kankaanpää

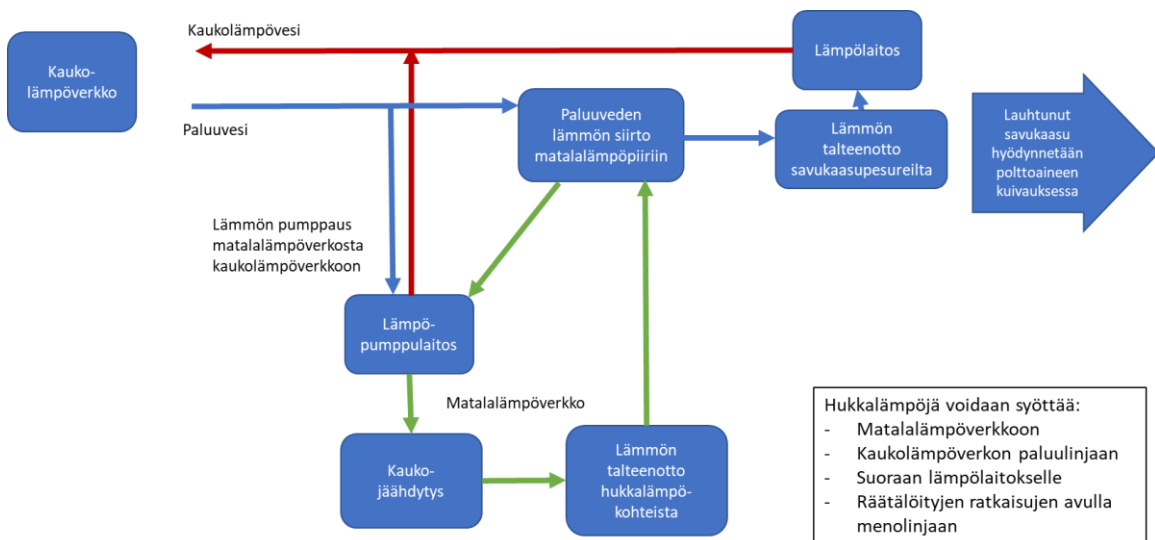
Kankaanpäässä kaukolämpöä tuotetaan kahdessa erillisessä hukkalämpökohteessa. Peruskuorman verkkoon tuottaa biolämpölaitos. Vuonna 2020 kaukolämpöverkkoa operoiva Vatajankoski Oy rakensi lämpölaitoksensa viereen pienimuotoisen datakeskuksen, jonka hukkalämpöä se syöttää kaukolämpöverkkoon. Datakeskuksen matalalämpöistä hukkalämpöä priimataan eli sen lämpötilaa nostetaan kaukolämpöverkon vaatimalle tasolle hiekka-akusta saatavan lämmön avulla. Hiekka-akku voidaan lämmittää jopa 500°C lämpötilaan ja sitä ladataan sähköllä, silloin kun sähköstä on ylituotantoa. Vuonna 2021 Vatajankoski avasi Knauf Oy:n kipsilevytehtaan hukkalämpöjä hyödyntävän lämpölaitoksen. Se tuottaa kaukolämpöä kipsilevyjen valmistuksessa syntyvän vesihöyryn lämmöstä. Hukkalämpöä myös varastoidaan vesisäiliöön ja sitä hyödynnetään viikonloppuisin, jolloin tehdas ei ole käynnissä. Kankaanpään kaukolämmön tuotantojärjestelmää on hahmoteltu kuvassa 5.



Kuva 5. Kuvaus Kankaanpään kaukolämpöverkon lämmöntuotannosta.

Kokemäki

Kokemäen kaukolämpöverkossa peruskuorman tuottaa Kokemäen Lämmön biolämpölaitos, jossa poltetaan paljon jättepuuta. Muutama vuosi sitten kaupungin keskustaan rakennettiin lämpöpumppulaitos ja matalalämpöverkko. Sen avulla kerätään ympäristö- ja hukkalämpöjä sekä hyödynnetään kaukolämpöverkon paluuveden lämpöä siirtämällä näitä kaukolämpöverkon menopuolelle. Paluuveden laskeva lämpötila parantaa biovoimalaitoksen savukaasupesurin lämmön talteenoton tehokkuutta. Matalalämpöverkkoa voi hyödyntää myös kaukojäähdytyksessä. Kokemäen kaukolämpöverkon lämmöntuotantoa ja hukkalämpöjen hyödyntämistä on hahmoteltu kuvassa 6.



Kuva 6. Kuvaus Kokemäen kaukolämpöverkon lämmöntuotannosta.

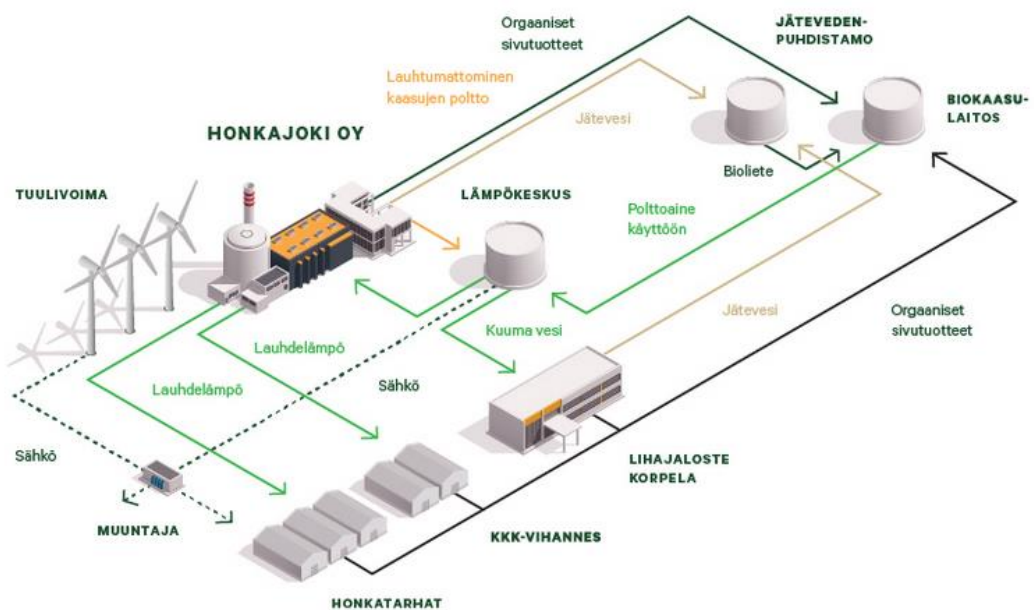
Pori

Porin kaukolämpöverkon peruskuorma tuotetaan kahdella voimalaitoksella, jotka sijaitsevat Aittaluodossa ja Kaanaassa. Lisäksi lämpöä saadaan Aittaluodon voimalaitoksen savukaasupesureiden lämmön talteenotosta sekä Kupariteollisuuspuistossa sijaitsevan Aurubis Finland Oy:n kuparivalimon jäähdytysvedestä talteen otetusta lämmöstä. Pori Energia on rakentanut Porin Tiilimäelle 1700 kuutiota vettä sisältävän energiavaraston, johon varastoidaan talvella lämpöä ja kesällä kylmää. Varastot on tarkoitettu lähinnä tasaamaan kylmän tarpeen vuorokausivaihtelua kesäaikana. Talvella varasto mahdollistaa lämmön tuottamisen sähköllä silloin kun sähköstä on ylitarjontaa.

4.3. Muut hyödyntämistavat

Jokin verran ylijäämälämpöä hyödynnetään myös teollisuusalueilla yhteistyössä muiden yritysten kanssa, jolloin muodostuu energiataloudellisia symbiooseja. Esimerkiksi Honkajoella sijaitseva *Honkatarhat Oy* hyödyntää yrttien ja salaattien tuotannossaan samalla alueella toimivan Honkajoki Oy:n lauhdelämpöä. Lämpö toimitetaan kasvihuoneille paikallisen aluelämpöverkon kautta. Kuvassa 7 on esitetty Honkajoen ekopuiston energian ja lämmön kiertokulku.

Teollisuuden ylijäämälämpöä hyödyntäviä alueellisia lämpöverkkoja on myös mm. Harjavallan Suurteollisuuspuistossa. Suurteollisuuspuistossa hukkalämpöä hyödyntävää alueellista prosessilämpöverkkoa operoi Suomen teollisuuden energiapalvelut STEP Oy.



Kuva 7. Lämmön kierrättäminen Honkajoen ekopuiston alueella. Lähde: Honkajoki Oy

5. Satakunnan hukkalämpöjen hyödyntämisen tiekartta vuoteen 2030

Satakunnassa hyödyntämätöntä hukkalämpöpotentiaalia on runsaasti ja sen hyödyntämisen eteen tulisi tehdä toimenpiteitä, jotta maakunta voi hoitaa oman osuutensa energiansäästö tavoitteista. Suurimmat hukkalämpöpotentiaalit ovat energiankulutuksen keskittymissä eli teollisuuspuistoissa, joissa toimii useita tuotannollisia yrityksiä. Teollisuuspuistot ovat monimutkaisia toiminnallisia kokonaisuuksia, joissa energiavirtojen ja -taseiden hahmottaminen ei ole helppoa. Suuren hukkalämpöpotentiaalın hyödyntäminen vaatii myös kokoluokaltaan suuria toimenpiteitä. Pienemmissä yrityksissä hukkalämmön hyödyntämiskeinot ovat usein suoraviisaisempia ja helpommin toteutettavissa. Energiaviisaassa Satakunnassa hukkalämpöjen hyödyntämistä edistetään kaikilla tasoilla ja kaikilla toimialoilla. Tällä tiekartalla tavoitellaan hukkalämpöjen tehokkaampaa hyödyntämistä kaikenkokoisissa teollisuusyrityksissä.

5.1. Tavoitetila 2030

Energiaviisaassa Satakunnassa teollisuuslaitokset seuraavat ja mittaavat energiavirtojaan ja selvittelevät ylijäämälämpövirtojensa hyödyntämismahdollisuuksia aktiivisesti. Yritykset tekevät yhteistyötä alueen oppilaitosten ja toistensa kanssa löytääkseen optimaalisia ratkaisuja lämpötehokkuuteen. Vuonna 2030 Satakunnassa ei enää tuoteta lämpöä turpeella tai fossiililla polttoaineilla, vaan ne on korvattu uusiutuvilla polttoaineilla ja teollisuuden hukkalämmöillä. Teollisuuden hukkalämpöjen hyödyntämisen edistämiseksi ainakin seuraavat seitsemän tavoitetta tulisi saavuttaa.

1. Tiedostaminen
Jokaisessa yrityksessä, jonka energiankulutus on MW-luokkaa, tiedostetaan syntyvät hukkalämpövirrat, niiden määrät, lämpötilatasot ja hyödyntämispotentiaali.
2. Selvittäminen
Teollisuudessa syntyviä, yli 50°C jäähditysvesiä ei johdeta ympäristöön ennen kuin on selvitetty, voidaanko lämpö hyödyntää yrityksen omissa prosesseissa tai omien rakennusten lämmittämisessä.
3. Kaukolämmön tuotanto
Kuumimmat hukkalämpövirrat hyödynnetään kaukolämmön tuotannossa aina kun se on mahdollista. Matalalämpöisten hukkalämpövirtojen hyödyntämisen taloudellisia edellytyksiä seurataan aktiivisesti ja lämpöpumppuinvestointeja tehdään mahdollisuuksien mukaan.
4. Teollisuuspuistot
Teollisuuspuistojen yhteiset lämpövirrat ja -taseet on selvitetty ja aluekohtaiset energiansäästösuunnitelmat lämpötalouden optimointineen tehty.
5. Suurteollisuuspuisto
Harjavallan Suurteollisuuspuiston valtava potentiaali tuottaa kaukolämpöä nykyistä huomattavasti laajemmalle kaukolämpöverkolle on tiedostettu. Lämmön laajemmalle hyödyntämiselle on tehty suunnitelma.
6. Uudet investoinnit
Jokaisen uuden teollisuusinvestoinnin kohdalla prosesseissa syntyvien ylijäämälämpöjen tehokas hyödyntäminen on otettu yhdeksi suunnittelun lähtökohdaksi. Uudet vihreän vedyn tuotantolaitokset rakennetaan kaukolämpöverkkojen yhteyteen ja syntyvä lämpö hyödynnetään kaukolämmön tuotannossa. Kaukolämpöverkkojen ulkopuolella syntyvien hukkalämmön lähteiden

ympärille on syntynyt uutta, lämpöä hyödyntävää liiketoimintaa.

7. Hukkalämpömarkkinat

Ylijäämälämmöillä on sivuvirtamarkkinat ja markkinapaikka avoimessa järjestelmässä, jossa voi tarjota ja hakea ylijäämälämpöä hyödynnettäväksi.

Hukkalämpöjen tehokkaampi hyödyntäminen lähtee aina siitä, että tunnistetaan hukkalämpövirrat ja niiden hyödyntämispotentiaali. Hukkalämmöstä hyötyenergiaa-hankkeessa tunnistettiin useita erilaisia hyödyntämiskelpoisia hukkalämpövirtoja, mutta samalla todettiin niiden olevan vain pieni osa kokonaisuutta. Matalalämpöisten hukkalämpövirtojen hyödyntäminen edellyttäisi yleensä lämpöpumpun, jolla lämpötilaa voidaan nostaa käyttökelpoisemmalle tasolle. Vuosina 2022-2023 sähkön hinta on ollut korkealla Venäjän hyökkäyssotaa seuranneen energiakriisin vuoksi, eikä sähkökulutusta kasvattavat lämpöpumpuinvestoinnit ole juurikaan laskelmissa vaikuttaneet taloudellisesti kannattavilta. Kannattavuus todennäköisesti tulee kasvamaan, kun sähkön hinta esimerkiksi tuulivoimantuotannon lisääntyessä laskee. Teollisuudessa syntyy kuitenkin paljon myös jäähdytysvesiä, höyryä tai savukaasuja, joiden lämpötila on yli 50 °C. Tällainen lämpötilataso useimmiten riittää jo rakennusten lämpimänä pitämiseen joko omassa yrityksessä tai sen välittömässä läheisyydessä. Sitä voidaan käyttää sellaisenaan myös erilaisissa prosessien esilämmitys ja kuivausvaiheissa. Ylijäämälämpövirrat, joiden lämpötila on yli 80°C, soveltuvat jo sellaisenaan myös kaukolämmön tuotantoon, mikäli ne syntyvät kaukolämpöverkon alueella.

Teollisuuspuistoissa on paljon energiankulutusta, ja samalla myös paljon hukkalämmön tuotantoa. Yritysten väliset organisaatorajat tekevät monesti energiavirtojen alueellisen optimoinnin haastavaksi. Yhden yrityksen tekemillä ratkaisuilla voi olla vaikutuksia myös muiden alueella toimivien yritysten toimintaan, erityisesti, jos alueella on yhteisiä lämmitys- tai jäähdytysvesivirtoja. Yritykset tukeutuvat monesti lämpöenergiatarpeen tyydyttämisessä ulkoa tuotuihin ratkaisuihin, vaikka naapurirakennuksessa voisi olla toisen yrityksen prosessissa syntyvää hukkalämpöä käytettäväksi. Siitä ei kuitenkaan tiedetä tai sen varaan ei voida mitään suunnitella, kun se ei ole omassa hallinnassa. Sopimustekniset kysymykset ovatkin mahdollisuuksien tiedostamisen lisäksi merkittävässä roolissa teollisuuspuistojen yhteisessä hukkalämpöjen hyödyntämisessä.

Harjavalan Suurteollisuuspuisto tunnistettiin alueeksi, jolla on valtava määrä hukkalämpöpotentiaalia. Suurteollisuuspuiston hukkalämmöille on aktiivisesti etsitty käyttökohteita viime vuosina. Hukkalämmöstä hyötyenergiaa-hankkeessa tarkasteltiin mahdollisuutta hyödyntää ylijäämälämpöä viilennyksen tuottamiseen absorptiolämpöpumpun avulla. Viilennyksen tuottaminen vaikuttaisi selvityksen mukaan varsin houkuttelevalta käyttömuodolta. Monenlaisia muitakin hukkalämmön hyödyntämistapoja on ollut esillä ja joitakin niistä on selvitetty myös tarkemmin, kuten ylijäämälämmön muuttamista sähköksi. Järjestelmällisenä hukkalämpöjen hyödyntämiskeinojen etsijänä Suurteollisuuspuisto voisi näyttää esimerkkiä muille vastaaville teollisuuspuistoille Satakunnassa ja muualla Suomessa.

Vanhoissa teollisuuskiinteistöissä on yleensä aina haasteita hukkalämpöjen hyödyntämiseen liittyen, mutta uutta rakennettaessa hukkalämpöjen hyödyntäminen voidaan jo suunnitteluvaiheessa tehdä mahdollisimman helpoksi. Satakunnan teknologiametalliklusteri laajenee metallien kysynnän kasvaessa ja myös energiantuotantojärjestelmässä tehdään uusia laitosinvestointeja kuten vedyntuotantolaitoksia. Hukkalämpöjen hyödyntämisen näkökulma on näissä myös kannattavuuskysymys. Jotta vedyn tuotanto olisi taloudellisesti kannattavaa, tulisi myös prosessissa muodostuva lämpö tuotteistaa.

Kiertotaloudessa pyritään tehostamaan materiaalien käyttöä ja säilyttämään niiden arvo mahdollisimman pitkään. Sama ajatus tulisi laajentaa koskemaan myös energiaa ja erityisesti lämpöä. Lämpö tulisi säilyttää kierrossa mahdollisimman pitkään. Teollisuuden materiaalisille sivuvirroille on luotu nettipohjaisia alustoja, joiden avulla ylijäämämateriaaleille voidaan etsiä hyödyntäjiä, mutta samanlaista alustaa ei löydy

ylijäämälämmöille. Jotta yritykset ymmärtäisivät ylijäämälämpöjensä arvon, olisi niille luotava sähköinen kauppapaikka. Lämpö on kulutettava melko paikallisesti ja se rajoittaa markkinaa oleellisesti. Paikallistenkin lämpöekosysteemien syntyminen edellyttää kuitenkin sitä, että toimijat tietävät toistensa ylijäämälämpövirrat ja lämmöntarpeet.

5.2. Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi

Tavoitteiden saavuttaminen edellyttää aktiivisuutta ja toimenpiteitä niin yrityksiltä, oppilaitoksilta kuin hanketoimijoiltakin. Tässä kappaleessa jokainen asetettu tavoite käydään läpi ehdottaen samalla toimenpiteitä niiden saavuttamiseksi.

1. Tiedostaminen

Yritysten tulisi aktiivisesti selvittää toiminnassaan syntyviä hukkalämpövirtoja sekä mitata ja kerätä niitä koskevaa dataa hyödyntämismahdollisuuksien arviointia varten. Yrityksiä voidaan kannustaa tähän tuomalla heille tietoa hyvistä käytännöistä ja nostamalla esimerkkejä hukkalämmön hyödyntämiskokemuksista esiin mediassa. Valtakunnallisesti näitä esimerkkejä on ollut jonkin verran luettavissa, mutta paikallisia satakuntalaisia esimerkkejä on näkynyt varsin vähän. Hukkalämmön hyödyntämisinvestointeja tehneitä yrityksiä tulisikin kannustaa kertomaan julkisesti ratkaisuisistaan ja niiden tuomista hyödyistä. Pientenkin hyödyntämiskokemusten julki tuominen lisää positiivista yritysmielikuvaa. Tiedon välittämistä ja yritysten kannustamista voidaan toteuttaa osana tulevaisuuden hanketoimintaa.

Yrityksille tulisi myös tarjota konkreettista apua tiedon keräämiseen prosesseissa syntyvistä hukkalämpövirroista sekä apua kerätyn tiedon analysointiin. Uudistettu energiategohkkuusdirektiivi tulee edellyttämään energiakatselmuksia paljon nykyistä laajemmin, myös pienemmissä yrityksissä. Katselmuksat tulevatkin olemaan avainasemassa tässä työssä tulevaisuudessa. Energiakatselmuksia tekemään tarvitaan päteviä henkilöitä, jotka osaavat hahmottaa yritysten hukkalämpöpotentiaaleja ja lämmön potentiaalisia hyödyntämiskohteita. Satakunnassa SAMK kouluttaa energia- ja ympäristötekniikan insinöörejä, jotka ovat potentiaalisia työntekijöitä alueella toimiviin energiakatselmuksia tekeviin yrityksiin. Insinööriopintoluksessa olisi hyvä painottaa lämmön kiertotalouden näkökulmaa, jota tulevaisuuden työelämässä tullaan yhä enemmän tarvitsemaan.

2. Selvittäminen

Kaikkien määrältään vähänkin suurempien hukkalämpövirtojen hyötykäyttömahdollisuuksia tulisi selvittää, mutta erityisesti yli 50°C lämpöisten virtojen hyödyntämismahdollisuudet tulisi käydä läpi järjestelmällisesti. Yli 50°C veden käyttö rakennusten lämmittämisessä tai jonkin prosessivaiheen esilämmityksessä on melko suoraviivaista, kun lämpöä voidaan siirtää lämmönvaihtimien avulla ilman monimutkaisempaa tekniikkaa. Kysymys on tällöin lähinnä lämmön riittävydestä, teknisen toteutuksen vaatimien putkivetojen ja varaajien tilantarpeesta sekä kustannuslaskennasta. Jos hukkalämmöllä voidaan korvata fossiilisilla polttoaineilla tuotettavaa lämpöä, on investointi todennäköisesti kannattava pitkällä aikavälillä. Jos hukkalämmöllä korvataan kaukolämpöä, riippuu kannattavuus kaukolämmön hinnoittelusta. Kaukolämmön hinnoittelun tulisikin olla mahdollisimman pitkälti kulutusperustaista ja siten kannustaa yrityksiä säästämään lämpöä omia hukkalämpöjään hyödyntämällä.

3. Kaukolämmön tuotanto

Yli 80°C lämpöiset hukkalämmöt, erityisesti veteen sitoutunut lämpö, voidaan hyödyntää suoraan kaukolämmön tuotannossa, jos teollisuuslaitoksella ei itsellään ole sille käyttöä ja laitos sijaitsee kaukolämpöverkon varrella. Tällaisia hukkalämpöjä esiintyy esimerkiksi joissakin metalli- ja kemioteollisuuden prosessien jäähdytysvesissä sekä höyryissä. Kaukolämpöverkon kyky ottaa vastaan hukkalämpöjä määrittelee useimmiten näiden talteenoton ja hyödyntämisen kannattavuuden. Tällaisten yli 80°C hukkalämpövirtojen hyödyntämisen kannattavuus tulisi aina selvittää yhteistyössä paikallisen kaukolämpöyhtiön kanssa.

Hukkalämmöstä hyötyenergiaa-hankkeessa tuotettujen selvitysten perusteella matalalämpöisten hukkalämpöjen hyödyntäminen kaukolämmön tuotannossa ei näyttäisi olevan taloudellisesti kannattavaa, jos sillä korvataan jo olemassa olevaa, puupohjaiseen raaka-aineeseen perustuvaa lämmöntuotantoa. Uusien lämpöpumpuinvestointien kustannukset ja lämpöpumpun käyttöön vaadittavan sähkön hinta muodostavat kokonaiskustannuksen, jonka takaisinmaksuaika venyy helposti useisiin kymmeneen vuosiin. Kannattavuus paranee, jos poltettavan puun hinta nousee ja vastaavasti sähkön hinta laskee. Kannattavuus paranee myös, jos prosessimuutosten avulla hukkalämpövirran lämpötilatasoa saadaan nostettua. Matalalämpöisten hukkalämpöjen hyödyntämiseksi kaukolämmön tuotannossa olisi hyvä olla suunnitelmia olemassa, jotta niitä voidaan lähteä toteuttamaan, mikäli energianlähteiden hintakehitys menee kannattavuutta tukevaa suuntaan. Hankkeessa havaittuja potentiaalisia kohteita kaukolämmön tuotannon näkökulmasta ovat Kupariteollisuuspuisto Porissa ja Berner Chemicals Oy:n tehdas Kokemäellä.

Myös lämpöpumpuille vaihtoehtoisten, hukkalämmön lämpötilatason nostamiseen tähtäävien menetelmien kehittymistä on syytä seurata. Esimerkiksi Vatajankoski Oy:n Kankaanpäässä pilotoima hiekka-akku voisi olla lämpöpumpua korvaava menetelmä matalalämpöisten hukkalämpöjen priimaamiseen. Hiekka-akun etuna on se, että sitä voidaan ladata silloin, kun sähköä on esimerkiksi voimakkaasti lisääntyneen tuulivoimatuotannon seurauksena edullisesti tarjolla ja vastaavasti käyttää silloin kun lämmölle on tarve. Näiden ei tarvitse ajallisesti kohdata.

Matalalämpöisten hukkalämpöjen hyödyntäminen kaukolämmön tuotannossa saattaa olla kannattavaa myös silloin, jos lämpöä on suuria määriä tarjolla ja sen hyödyntäminen on vaihtoehtoista jollekin muulle lämmöntuotannon investoinnille. Esimerkiksi Olkiluodon ydinvoimaloissa syntyvä valtava määrä matalalämpöistä hukkalämpöä. Se hyödyntämismahdollisuus Rauman kaupungin kaukolämpöverkossa kannattaisi selvittää. Jos pitkiä putkivetoja vaativa hyödyntäminen ei nykyisellään ole taloudellisesti kannattavaa, saattaa se muuttua kannattavaksi siinä vaiheessa, kun lämmöntuotantojärjestelmä vaatii joka tapauksessa jonkinlaisia uusia investointeja. Koko Rauman kaupungin kaukolämpöverkko voisi nimittäin lämmitä Olkiluodon ydinvoimaloiden hukkalämmöllä.

Monissa satakuntalaisissa kaukolämpöverkoissa jaettava lämpö syntyy lämpölaitoksella ikään kuin höyryn tuotannon sivutuotteena. Voimalaitokset on perustettu tuottamaan höyryä teollisuuden tarpeisiin ja tämä höyryn tarve määrittelee laitosten käynnin ja siten myös lämmön tuotannon minimimäärän. Tämä rajaa mahdollisuuksia hyödyntää teollisuuden hukkalämpöjä näissä kaukolämpöverkoissa. Hukkalämpöjen hyödyntäminen edellyttäisi kaukolämpöverkkojen laajentamista tai hukkalämpöjen hyödyntämistä myös höyryn tuotannossa. Lauhtuneen höyryn kierrättämistä uudelleenkäyttöön höyrynä priimaamalla sitä esimerkiksi hiekka-akun tapaisesta energiavarastosta saatavalla lämmöllä kannattaisi ehkä tutkia. Satakunnan ammattikorkeakoulu voisi käynnistää hukkalämpöjen hyödyntämiseen liittyvää tutkimus- ja kehitystoimintaa.

4. Teollisuuspuistot

Teollisuuspuistojen ja tiiviiden teollisuusalueiden energiakulutusta ja lämpötaseita tulisi tarkastella kokonaisuutena, jotta hukkalämpövirtojen alueelliset hyödyntämismahdollisuudet saataisiin paremmin esiin. Teollisuuspuistojen lämpötaseiden optimointia voisi tehdä esimerkiksi opinnäytetöinä SAMKissa tai Yliopistokeskuksessa. Tarkasteluun sopivia teollisuuspuistoja ovat ainakin Harjavallan Suurteollisuuspuisto, Rauman metsäteollisuuden keskittymä, Porin Kupariteollisuuspuisto, Aittaluodon teollisuusalue ja Kaanaankorven teollisuuspuisto.

Kaukolämpöverkkoa matalammalla lämpötilatasolla toimivien aluelämpöverkkojen perustaminen, erityisesti teollisuuspuistoihin ja muille tiiviille teollisuusalueille, parantaisi alueen toimijoiden mahdollisuuksia hukkalämpöjensä talteenottoon ja hyödyntämiseen.

5. Suurteollisuuspuisto

Harjavallan Suurteollisuuspuiston valtavan hukkalämpöpotentiaaloin hyödyntämismahdollisuuksia tulisi edelleen selvittää. Lämmölle voisi yrittää löytää hyödyntäjiä lähialueille sijoittumista suunnittelevista yrityksistä. Jos useissa eri yrityksissä syntyvää hukkalämpöä toimitettaisiin yhteisen aluelämpöverkon kautta, parantaisi se lämmön toimitusvarmuutta. Hukkalämmön saatavuuden varaan toimintansa perustava yritys, kuten esimerkiksi kasvihuone, tarvitsee varmuuden siitä, että lämpöä on saatavissa tasaisesti ympäri vuoden. Useiden yritysten hukkalämpöjä yhteen kokoava verkko pystyisi turvaamaan lämmön toimituksen, vaikka yhdessä teollisuuslaitoksessa tulisi tuotantokatkos. Aluelämpöverkko voisi toimittaa lämpöä matalammassa lämpötilassa kuin kaukolämpöverkko ja se voisi hyödyntää laajasti teollisuusalueen hukkalämpöjä ilman lämpöpumppuinvestointeja, jolloin lämmön hinta olisi helpompi pitää maltillisena.

Kaukolämmön tuotannossakin Suurteollisuuspuisto voisi hukkalämmöillään palvella nykyistä huomattavasti laajempaa kaukolämpöverkkoa. Kaukolämpöverkon laajentamismahdollisuuksia tulisi myös selvittää, erityisesti verkon laajentamista uudelle Sievarin teollisuusalueelle tulisi tarkastella. Kaukokylmäverkon perustamisen mahdollisuuksia Suurteollisuuspuistoon ja sen lähialueille olisi myös hyvä selvittää. Kaukokylmäverkon viilennyksestä osan voisi tuottaa absorptiolämpöpumpulla Suurteollisuuspuiston hukkalämpöä hyödyntäen.

Mikäli Suurteollisuuspuistossa ryhdytään ottamaan polttoprosesseissa syntyvää hiilidioksidia talteen, hukkalämmön hyödyntämismahdollisuus tuossa prosessissa tulisi huomioida.

Suurteollisuuspuiston hukkalämpöjen hyödyntämismahdollisuuksien selvittäminen tulisi hankkeistaa ihan omaksi kokonaisuudekseen ja toteuttaa tiiviissä yhteistyössä alueen yritysten ja Harjavallan kaupungin kanssa.

6. Uudet investoinnit

Satakuntaan nousee uusia tuotannollisia teollisuuslaitoksia jatkuvasti ja vanhoja laitoksia modernisoidaan sekä tuotantoa laajennetaan. Näiden investointien suunnittelussa tulisi huomioida myös lämmön kierrättämisenäkökulma. Kaukolämpöyhtiöiden olisi hyvä profiloitua jo heti asiakasneuvottelujen alkuvaiheessa sekä lämmön myyjänä, että mahdollisena ostajana ja kannustaa asiakkaitaan lämpötalouden optimointiin. Myös elinkeinopalveluja tarjoavat tahot, kuten Prizztech Oy, voivat kannustaa investointeja suunnittelevia tahoja huomioimaan hukkalämpöjen hyödyntämisen hankkeissaan.

Siirtyminen vetytalouteen tulee muuttamaan merkittävästi energijärjestelmäämme, mikä on huomioitava lämmön tuotannon tulevaisuutta suunniteltaessa. Vihreän vedyn kannattava tuotanto edellyttää prosessissa syntyvän lämmön tehokasta hyödyntämistä esimerkiksi kaukolämpöverkossa. Kaukolämpöyhtiöiden on syytä huomioida mahdollisen vetytalouteen siirtymisen vaikutukset lämmöntuotantoon tulevaisuudessa. Vedyn tuotannon potentiaalinen sijoittuminen lämmön hyödyntämisen näkökulmasta Satakunnassa tulisi selvittää erillisenä hankkeena.

Hukkalämpöjen hyödyntämisen ympärille on mahdollista synnyttää myös uutta liiketoimintaa uusine investointeineen. Lämpöekosysteemien syntymistä ja uusien yritysten houkuttelemista niiden osaksi voidaan edistää Prizztechin kehittämishankkeissa. Potentiaalisia uusia toimijoita voisivat olla esimerkiksi kasvihuoneet, kuivaustoiminnot tai vaikkapa biokaasun tuotanto.

7. Hukkalämpömarkkinat

Hukkalämmölle tulee kehittää markkinointikanava joko paikallisesti tai valtakunnallisesti. Valtakunnalliseen Materiaalitoriin voisi lisätä oma osionsa, joka toimisi hukkalämpöjen markkina-alustana. Mikäli valtakunnan tason kanavaa ei saada syntymään, olisi sellainen luotava paikallisin voimin. Pelkän kanavan luominen ei kuitenkaan vielä riitä, vaan yrityksiä tulee myös kannustaa ja opastaa sen käyttöönottoon. Kaukolämpöverkon ulkopuolella sijaitsevia hukkalämpövirtoja voisi hyödyntää esimerkiksi erilaisissa kuivausprosesseissa, mutta se edellyttää, että kuivauspalvelua tarjoava yritys tietää, mistä on saatavissa ja minkälaista lämpöä. Nettipohjaisen markkinapaikan syntymistä ja käyttöönottoa tulisi edistää hanketoiminnalla.

Hukkalämpöjen hyödyntämisen edistäminen vaatii aktiivista otetta ja yhteistyötä monelta taholta. Tärkeintä on tietysti, että yrityksissä ryhdytään toimiin, mutta kokonaisuudessa on roolinsa monella muullakin taholla. Kuvaan 8 on vielä tiivistetty eri tahojen roolit.



Kuva 8. Eri tahojen roolit hukkalämpöjen hyödyntämisen edistämisessä Satakunnassa.