

Energiamurroksen vaikutukset Suomen elintarviketeollisuudessa

Jaakko Perälä

Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden korkeakoulu
Energia- ja ympäristötekniikka

Jaakko Perälä

Energiamurroksen vaikutukset Suomen elintarviketeollisuudessa

Kandidaatintyö

30.8.2022

Työn ohjaajat:

Vanhempi yliopistonlehtori, TkT. Henrik Holmberg
TkT. Jaakko Ketomäki, Motiva Oy

Tekijä: Jaakko Perälä

Työn nimi: Energiamurroksen vaikutukset Suomen elintarviketeollisuudessa

Tutkinto-ohjelma: Energia- ja ympäristötekniikka

Päiväys: 30.8.2022

Sivumäärä: 21

Vastuupettaja: TkT. Kari Alanne

Ohjaaja(t): TkT. Henrik Holmberg, TkT. Jaakko Ketomäki

Kieli: suomi

Energiamurroksella tarkoitetaan sitä, että energiantuotannossa pyritään aktiivisesti pois fossiilisista energianlähteistä ja panostetaan päästöttömään ja uusiutuvaan energiantuotantoon. Esimerkiksi lämmöntuotanto fossiilisilla polttoaineilla pyritään korvaamaan tuottamalla lämpöä uusiutuvalla ja päästöttömällä sähköenergialla, eli energiantuotanto sähköistyy. Tässä kandidaatintyössä perehdytään energiamurrokseen ja sen vaikutuksiin Suomen elintarviketeollisuudessa. Tämän lisäksi tutkitaan, mitä mahdollisuuksia energiamurroksen kehittymiselle on tulevaisuudessa. Tutkimusmateriaalina toimii aiheesta saatavilla oleva tutkimustieto, -raportit sekä erilaiset artikkelit. Lisäksi energiamurroksen aikaansaamiin toimenpiteisiin perehdytään lyhyesti tutkimalla konkreettisia esimerkkejä.

Suomessa elintarviketeollisuus kuluttaa teollisuudenaloista neljänneksi eniten energiaa. Suhteessa kulutus on kuitenkin pientä verrattuna kolmeen suurempaan teollisuudenalaan (noin 3 %). Elintarviketeollisuudessa energiamurros tarkoittaa konkreettisemmin energiantuotannon sähköistymistä sekä energiatehokkuuden lisäämistä. Keinoja näihin ovat esimerkiksi prosessien hukkalämpöjen hyödyntäminen sekä lämmöntuotannon sähköistäminen fossiilisten polttoaineiden polttamisen sijaan. Tällä hetkellä merkittävimmät näitä tavoitteita edesauttavat teknologiat ovat mm. lämpöpumput, sähkö- ja lämpövarastot sekä kysyntäjoustonratkaisut.

Suurin osa käytettävästä energiasta menee juuri lämmitystä vaativiin osaprosesseihin. Merkittävimpiä hukkalämmönlähteitä elintarviketeollisuudessa ovat esimerkiksi termiset kuivausprosessit, uunien poistohöyryt sekä kattiloiden keittöhöyryt. Näiden hukkalämpöjen lämpötilat liikkuvat noin 100 asteen paikkeilla.

Energiantuotannon sähköistymisen edistyminen on elintarviketeollisuudessa ollut melko maltillista, eikä huomattavia harppauksia ole viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana juuri ilmennyt. Tämä liittyy luultavasti juuri teollisuudenalan luontaisesti vähäisiin päästöihin ja alhaiseen energiankulutukseen isompiin teollisuudenaloihin verrattuna. Merkittävämpiä edistysaskeleita varten alueella tarvittaisiin lisäselvityksiä- ja tutkimuksia liittyen esimerkiksi elintarviketeollisuuden toimialakohtaisiin eroavaisuuksiin energiankulutuksessa.

Avainsanat: energiamurros, sähköistyminen, elintarviketeollisuus, energiatehokkuus,
hukkalämpö

Sisällysluettelo

	Tiivistelmä	ii
1	Johdanto.....	v
2	Elintarviketeollisuuden nykytilanne	3
	2.1 Perustietoa alasta	3
	2.2 Energiankulutus.....	4
	2.3 Kulutusjakauma.....	5
	2.4 Energiankulutuksen kehitys	6
	2.5 Tiekartta hiilineutraaliuuteen	8
	2.6 Energiatehokkuussopimukset.....	9
3	Sähköistämisen teknologiat	10
	3.1 Lämpöpumput	11
	3.2 Lämpö/kylmäakuratkaisut.....	13
	3.3 Kysyntäjoustoratkaisut	13
	3.4 Hyödyntämisvalmiudet	14
4	Hukkalämmönlähteet ja niiden hyödyntäminen.....	15
	4.1 Hukkalämmönlähteiden luokittelu	16
	4.2 Esimerkkiratkaisuja.....	17
5	Esimerkkejä	19
	5.1 Sinebrychoffin sähkövarasto	19
	5.2 Elosen aurinkopuisto	20
6	Johtopäätökset	21
7	Viitteet	22

Lyhenteet

ETL	Suomen Elintarviketeollisuusliitto
TOL	toimialaluokitus (2008)
NEI	ei-energiaintensiivinen teollisuudenala (non-intensive energy industry)
TWh	terawattitunti, energiayksikkö
GWh	gigawattitunti, energiayksikkö
MWh	megawattitunti, energiayksikkö
MW	megawatti, tehon yksikkö
LVI	lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtotekniikka
CO ₂	hiilidioksidi

1 Johdanto

Kiihtyvän ilmastonmuutoksen johdosta Suomessa ja muualla maailmassa teollisuusalan piirissä pyritään ripeästi hiilineutraaliuuteen. Suomen hallitus on linjannut, että Suomen tulee olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä [1]. Teollisuudessa tämä koskee erityisesti teollisuuden tarvitseman energian tuottamisen muuttamista päästöttömäksi tai hiilineutraaliksi. Yleisellä tasolla tätä siirtymisvaihetta fossiilisista energianlähteistä uusiutuviin kutsutaan energiamurrokseksi, ja se on olennaisessa osassa ilmastonmuutoksen torjunnassa. Suomalaisessa teollisuudessa energiamurros näkyy erityisesti energiankäytön sähköistymisessä, mikä tarkoittaa sitä, että aikaisemmin polttamalla tuotettu lämpöenergia tulee jatkossa tuottaa sähköisesti. Lisäksi energiamurros ajaa teollisuudenaloja toimimaan yhä energiatehokkaammin esimerkiksi hyödyntämällä kattavammin teollisuusprosesseissa syntyvää hukkalämpöä.

Elintarviketeollisuus käyttää Suomen teollisuudenaloista neljänneksi eniten energiaa, mikä vastaa noin 3 % koko Suomen teollisuuden energiankulutuksesta. Suomessa elintarviketeollisuus on sitoutunut pyrkimään hiilineutraaliuuteen vuoteen 2035 mennessä. Elintarviketeollisuus itsessään on melko vähäpäästöinen teollisuudenala: Suomessa elintarviketeollisuuden päästöt olivat 221 383 tonnia vuonna 2017, eli noin 0,3 % koko Suomen kokonaispäästöistä. [1]

Tässä kandidaatintyössä perehdytään siihen, millaisia muutoksia energiamurros saa aikaan elintarviketeollisuuden energiankulutuksessa. Tämän lisäksi tutkitaan, mitä mahdollisuuksia energiamurroksen kehittymiselle on tulevaisuudessa. Työn pääasiallisena tutkimusmenetelmänä on kattava perehtyminen aiheesta saatavilla oleviin tilastoihin, tieteellisiin julkaisuihin, artikkeleihin ja muihin aineistoihin, sekä oma pohdinta. Lisäksi työssä tehdään lyhyt katsaus kahteen käytännön esimerkkiteutukseen.

Tarkasteltavaksi teollisuudenalaksi työssä on valikoitunut elintarviketeollisuus, koska kyseisestä aiheesta on aiemmin julkaistu suhteellisen vähän tieteellistä materiaalia. Yksi syy tähän on se, että elintarviketeollisuus luokitellaan yleisesti ns. ei-

energiaintensiiviseksi teollisuudenalaksi (engl. non-energy intensive industry, NEI) [2]. Ollessaan siis nimensä mukaisesti ei-energiaintensiivinen verrattuna muihin teollisuusaloihin, elintarviketeollisuudesta on tehty suhteellisen vähän kattavia energia-analyyseja verrattuna energiantensiivisiin aloihin. Elintarviketeollisuusteollisuusalan odotetaan kuitenkin olevan tulevaisuudessa merkittävässä roolissa vähennettäessä teollisuuden energiantensiivisyyttä pitkällä tähtäimellä johtuen mm. alan taloudellisesta merkittävydestä sekä suhteellisen nopeasta kasvusta [2]. Esimerkiksi EU-alueella kaikista teollisuudenaloista eniten työllistävä teollisuudenala on juuri ruoka- ja juomateollisuus [3].

Työn alussa eritellään tilastollisia perustietoja Suomen elintarviketeollisuudesta, jonka jälkeen perehdytään tarkemmin elintarviketeollisuuden rakenteeseen ja energiankulutukseen sekä sen viimeaikaiseen kehitykseen. Lisäksi tutkitaan erilaisia hallinnollisia ja sopimuksellisia järjestelyjä, joilla energiamurrosta ajetaan elintarvikealan yrityksissä. Näitä ovat esimerkiksi Elinkeinoelämän lanseeraamat energiatehokkuussopimukset sekä Suomen elintarviketeollisuusliiton ETL:n asettamat ilmastotavoitteet sekä niiden saavuttamiseksi laadittu tiekartta. Tämän jälkeen tutkitaan, millä tavoin energiankäytön sähköistymistä ja energiatehokkuuden lisäämistä elintarviketeollisuudessa voisi vielä edistää ja lisätä nykyisestä. Tämä toteutetaan muun muassa siten, että työssä käydään läpi potentiaalisimpia edellä mainittuja tavoitteita edistäviä teknologioita, ja kuinka niitä pystytään hyödyntämään. Lisäksi työssä listataan merkittävimpiä elintarviketeollisuuden hukkalämmönlähteitä, niiden lämpötilatasoja ja hyödyntämismahdollisuuksia ja tutustutaan joihinkin konkreettisiin esimerkkeihin siitä, kuinka hyödyntäminen voisi käytännössä tapahtua. Tämän jälkeen työssä selostetaan lyhyet tietopaketit kahdesta esimerkkitapauksesta energiamurrosta edistävien investointien tiimoilta tosielämässä. Lopuksi kootaan yhteenveto ja johtopäätökset työn olennaisimmista ylös nousseista teemoista ja pohditaan muun muassa, millaisia haasteita alalla on jatkokehityksen kannalta.

2 Elintarviketeollisuuden nykytilanne

Tässä luvussa perehdytään elintarviketeollisuuden rakenteeseen sekä tämänhetkiseen energiankulutukseen Suomessa. Lisäksi tutkitaan, miten energiankulutus on elintarviketeollisuudessa kehittynyt näihin päiviin saakka, ja nostetaan aiheen kannalta olennaisia lukuja ja faktatietoja.

2.1 Perustietoa alasta

Elintarviketeollisuuden alan yrityksiä oli vuonna 2020 Suomessa yhteensä 1793, ja elintarviketeollisuus työllistää suoraan yli 34 000 henkilöä. Välillisesti se työllistää noin 300 000 henkilöä maatalous, elintarviketeollisuus ja päivittäistavarakauppa huomioon ottaen. [3] Koko EU:n alueella elintarviketeollisuuden ilmastopäästöt vähenivät vuoteen 2012 mennessä noin 22 % (vertailuvuotena vuosi 1990). Tuolloin EU-maiden kaikista kasvihuonepäästöistä elintarviketeollisuuden osuus oli noin 0,9 %. [4]

Suomessa Tilastokeskus luokittelee toimialat käyttäen kansallista Toimialaluokitus 2008 -nimistä luokkajakoa (lyh. TOL) [5]. Tähän luokkajakoon pohjautuen elintarviketeollisuus koostuu kahdesta päätoimialasta, jotka ovat elintarvikkeiden valmistus (TOL 10) sekä juomien valmistus (TOL 11). Nämä kaksi päätoimialaa jakaantuvat siten, että elintarvikkeiden valmistus koostuu yhdeksästä ja juomateollisuus seitsemästä alatoimialasta. Alatoimialat on eritelty seuraavasti [3]:

TOL 10 Elintarvikkeiden valmistus

- **101** Teurastus, lihan säilyvyyskäsittely ja lihatuotteiden valmistus
- **102** Kalan, äyriäisten ja nilviäisten jalostus ja säilöntä
- **103** Hedelmien ja kasvien jalostus ja säilöntä
- **104** Kasvi- ja eläinöljyjen ja -rasvojen valmistus
- **105** Maitotuotteiden valmistus

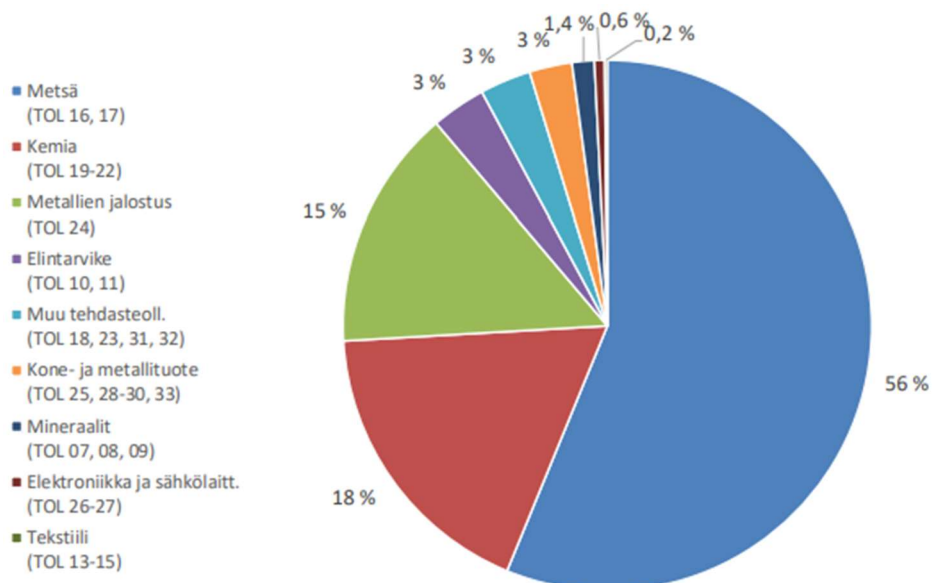
- **106** Mylly- ja tärkkelystuotteiden valmistus
- **107** Leipomotuotteiden makaronien yms. valmistus
- **108** Muiden elintarvikkeiden valmistus
- **109** Eläinten ruokien valmistus

TOL 11 Juomien valmistus

- **1101** Alkoholijuomien tislauk ja sekoittaminen
- **1102** Viinin valmistus rypäleistä (Huom. Suomessa ei voida tuottaa)
- **1103** Siiderin, hedelmä- ja marjaviinien valmistus
- **1104** Muiden tislaamattomien juomien valmistus käymisteitse
- **1105** Oluen valmistus
- **1106** Maltaiden valmistus
- **1107** Virvoitusjuomien valmistus; kivennäisvesien ja muiden pullotettujen vesien tuotanto

2.2 Energiankulutus

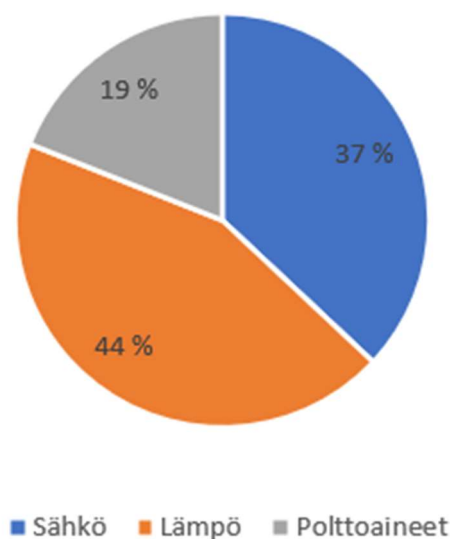
Kuvassa 1 on esitetty Suomen kaikkien teollisuusalojen energiankulutuksen jakautuminen vuonna 2017 TOL-luokittain. Kuvasta voidaan selkeästi havaita, että vaikka elintarviketeollisuus on energiankulutukseltaan neljänneksi suurin teollisuudenala, kolmeen suurempaan verrattuna sen kulutus on suhteellisen pieni.



Kuva 1: Koko Suomen teollisuuden energiankäytön jakautuminen TOL-luokittain vuonna 2017 [6]

2.3 Kulutusjakauma

Elintarviketeollisuuden energiankäytön kulutusjakauma on esitetty kuvassa 2. Eniten energiaa kuluu lämmöntuottamiseen, toiseksi eniten sähköllä käyviin toimintoihin ja kolmanneksi eniten polttoaineita vaativiin [7].



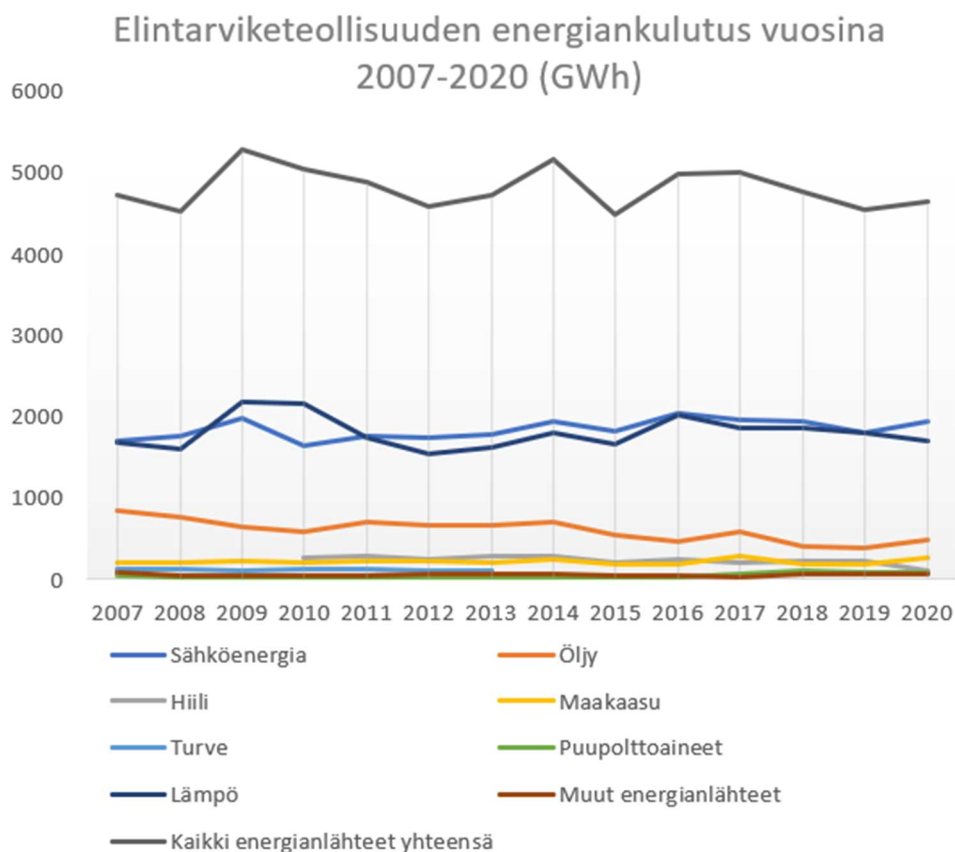
Kuva 2: Elintarviketeollisuuden energiankäytön kulutusjakauma. [7]

Kuten kuvasta 2 nähdään, lämpöenergia on elintarviketeollisuuden merkittävin energiankulutuksen muoto. Lämpöä tarvitaan moniin eri prosesseihin, kuten keittämiseen, paistamiseen, pastöroimiseen, pesuvesien lämmitykseen, kuivaamisprosesseihin sekä haihduttamiseen [14]. Tämä avaa monia mahdollisuuksia niin sähköistämisen ja energiatehokkuuden lisäämiseen, kuin myös hukkalämpöjen hyödyntämiseen. Näitä mahdollisuuksia käsitellään tarkemmin myöhemmissä luvuissa. Toiseksi suurin energiamuoto elintarviketeollisuudessa on sähkö. Sähköenergiaa käytetään myös tuotteiden valmistamisessa ja esimerkiksi toimitilojen ilmanvaihdossa, mutta eniten sähköenergiaa kuluu jäähdytykseen ja pakastamiseen [8].

2.4 Energiankulutuksen kehitys

Uusiutuvan energian käyttö on elintarviketeollisuudessa kasvussa ja tasaisesti kasvava osa elintarvikealan yrityksistä ostaa sähkönsä yli 80 % uusiutuvista energianlähteistä. Ostetun sähkön lisäksi uusiutuvia energianlähteitä käytetään myös omassa lämmöntuotannossa. Yleisimpiä uusiutuvan energian lähteitä ovat vesivoima, puuenergia, tuulivoima, aurinkoenergia sekä biomassa. [4]

Pääasiallisesti elintarviketeollisuuden energianlähteet on ainakin vuodesta 2007 lähtien luokiteltu öljyyn, hiileen, maakaasuun, turpeeseen, puupolttoaineisiin, sähköenergiaan, ulkoisesti tuotuun lämpöenergiaan sekä muihin energianlähteisiin [5].



Kuva 3: Elintarviketeollisuuden energiankulutus vuosina 2007-2020 (GWh) [5]

Kuvassa 3 on esitelty elintarviketeollisuuden käyttämien energianlähteiden energiamäärät vuosina 2007-2020. Kuvassa nimikkeen ”lämpö” oletetaan tarkoittavan tässä tapauksessa ulkoisesti tuotua lämpöenergiaa, kuten kaukolämpöä. Lisäksi kuvassa on piirretty erikseen sähköenergia, sekä kaikki tilastoidut energianlähteet yhteensä. Kuvasta 3 nähdään, että sähköenergia ja ulkoinen lämpöenergia ovat tärkeimmät energianlähteet. Kuvasta voidaan myös havaita, että sähköenergian osuus energiankulutuksessa on lievästi kasvussa, ja muiden energianlähteiden, kuten öljyn,

osuus miltei samassa suhteessa laskussa kokonaisenergiankulutuksen pysyessä miltei samana. Muutos on kuitenkin maltillista, eikä elintarviketeollisuuden energiankulutuksesta ole vuoteen 2020 asti ollut hahmotettavissa merkittävää kehitystä energiamurroksen kannalta.

2.5 Tiekartta hiilineutraaliuuteen

Kuten edellä on mainittu, vuoteen 2035 mennessä Suomen elintarviketeollisuus pyrkii olemaan hiilineutraali ja tavoittelee lisäksi toimintatasolla 75 % kasvihuonekaasupäästöjen vähenemää liikevaihtoon suhteutettuna. Kasvihuonekaasupäästöjen vähenemällä tarkoitetaan oletettavasti elintarviketeollisuuden yritysten kokonaisliikevaihdon muodostamaa kokonaisuutta, johon sisältynee elintarviketeollisuuden lisäksi myös muut elintarvikealan yritysten arvoa tuottavat mekanismit, kuten logistiikka ja jälleenmyyjät. Kuvassa 4 on eriteltyinä toimet, jotka Elintarviketeollisuusliiton (ETL) mukaan parhaiten edistävät elintarviketeollisuuden hiilineutraalisuustavoitteita.



Kuva 4: Elintarviketeollisuuden mahdolliset toimenpiteet ja niiden arvioidut tehokkuudet hiilineutraalisuustavoitteiden edistämiseksi [1].

Kuvasta 4 nähdään, että toiminnan sähköistamisellä nykyistä vahvemmin on elintarviketeollisuuden osalta suhteellisen pieni rooli päästöjen vähentämisessä. On kuitenkin hyvä pitää mielessä, että tässä kontekstissa toiminnan sähköistamisellä viitataan

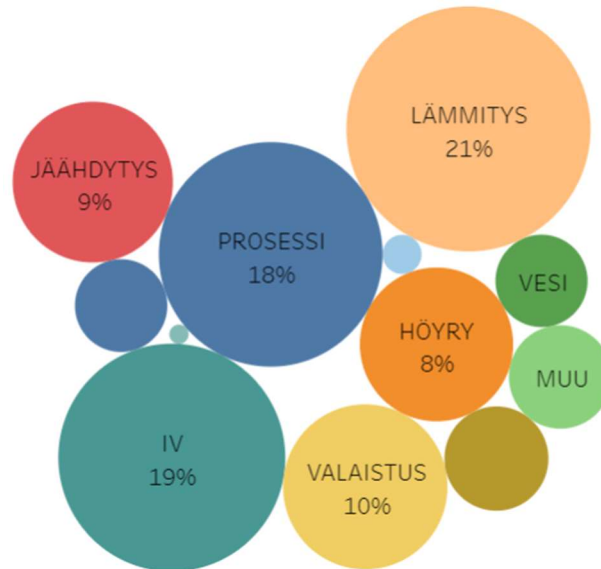
enemmänkin mekaanisten toimintojen, kuten liukuhihnojen sähköistämiseen. Suurimmat energiamurroksen tuomat vaikuttimet päästöjen vähentämisessä elintarviketeollisuuteen liittyen ovat juuri energiatehokkuuden lisääminen sekä tuontienergian päästöttömyys/hiilineutraalisuus. Yhtenä merkittävänä tekijänä pidettiin myös omien energiantuotantolaitosten tai vierilaitosten päästöjen vähentämistä. [1] Energiatehokkuudella tarkoitetaan yleisesti sitä, että pyritään saamaan energiankulutuksessa mahdollisimman hyvä hyötysuhde, tuotetaan mahdollisimman vähän hukkaenergiaa, kuten hukkalämpöä ja pyritään hyödyntämään syntyvä hukkalämpö mahdollisimman kattavasti.

2.6 Energiatehokkuussopimukset

Suomen hallituksen asettaman päästötavoitteen saavuttamisen tueksi on yrityksille lanseerattu energiatehokkuussopimuksia. Näin voidaan velvoittaa yrityksiä toimiin kohti päästöttömämpiä toimintamekanismeja käytännöllisesti ilman erillisiä lakimuutoksia. Työ- ja elinkeinoministeriön vuonna 2019 julkaiseman energiatehokkuustyöryhmän väliraportin mukaan suurimmat energiasäästöt Suomessa saavutetaan juuri näiden sopimusten avulla, arvioiden säästetyn kokonaisenergiamäärän olevan 12,5 TWh vuonna 2020. Elintarviketeollisuudesta energiatehokkuussopimuksen piiriin on liittynyt elintarvikealan yrityksiä yhteensä 35. Energiatehokkuussopimusten velvoittamien toimien ansiosta energiaa säästyy 73,3 GWh, ja CO₂-päästöjä syntyy 16 000 tonnia vähemmän. Tämä on merkittävä saavutus, kun sitä vertaa toimialan vuosittaisiin kasvihuonekaasupäästöihin. [1]

Energiatehokkuussopimukset sisältävät lukuisia toimenpideohjelmiä, joiden kautta energiatehokkuutta lisätään. Näiden toimenpideohjelmien avulla energiaa säästettiin elintarviketeollisuudessa vuonna 2021 yhteensä noin 200 GWh. [9] Elintarviketeollisuudelle olennaiset toimenpideohjelmat liittyvät lämmitysjärjestelmiin, ilmanvaihtojärjestelmiin, käyttö- ja prosessivesijärjestelmiin, jäähdytykseen, höyryn ja lauhteen käyttöön, prosesseihin ja prosessilaitteisiin sekä omaan energiantuotantoon. Eri toimenpideohjelmien säästötoimien suhteelliset vaikutukset vuoden 2021

energiansäästöihin on eritelty kuvassa 5. Eniten säästöjä saatiin aikaan toimitilojen lämmityksessä, prosesseihin kuluvaan energiassa sekä ilmanvaihto- ja vesijärjestelmissä.



Kuva 5: Energiansäästötoimenpiteiden kohdistuminen vuonna 2021 [9].

Energiatehokkuussopimusten pääasiallinen tavoite on kannustaa alan yrityksiä energiatehokkuutta lisääviin, eli käytännössä energiaa säästäviin investointeihin, riippumatta säästetyn energian tuotantotavoista. Tämä tarkoittaa, että energiantuotannon sähköistyminen ei aina ole suoraviivaisesti yhteydessä energiatehokkuuteen.

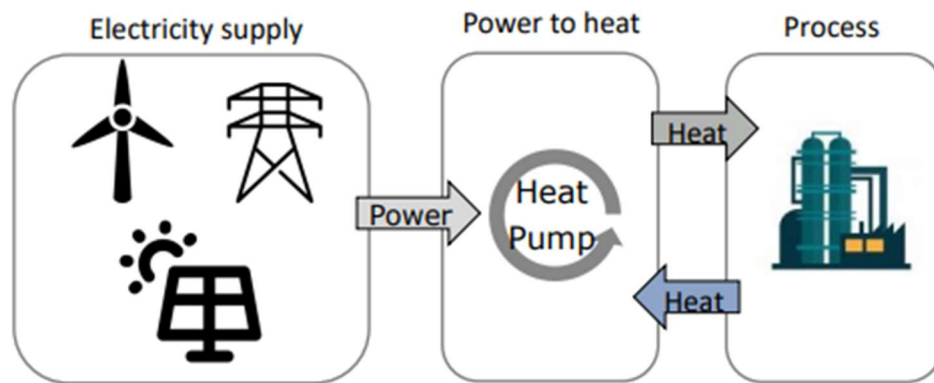
3 Sähköistämisen teknologiat

Suunnittelutoimisto Elomatic Oy:n teettämän selvityksen mukaan potentiaalisia sähköistämisteknologioita elintarviketeollisuudessa ovat sähkölämmitys, lämpöpumput, sähkökattilat, lämpö- ja kylmäakukuratkaisut, älykkäät kysyntäjoustoratkaisut, vetyratkaisut ja polttokennot sekä ORC-teknologia [7]. Tässä luvussa perehdytään tarkemmin lämpöpumppujen, kysyntäjoustoratkaisujen sekä lämpö- ja kylmäakkujen toimintaan ja potentiaaliin, koska niiden katsotaan olevan olennaisimmassa roolissa energiamurroksen edistämiseksi tällä hetkellä. Lisäksi tarkastellaan, millä tavoilla ne

soveltuisivat juuri elintarviketeollisuuden tarpeisiin energiamurroksen aikaansaamien vaatimusten tiimoilta.

3.1 Lämpöpumput

Lämpöpumppu on laite, joka kerää lämpöä matalalämpöisestä lämmönlähteestä ja nostaa sen lämpötilaa sähköisen kompressorijärjestelmän avulla. Lämpöpumput ovat keskeisessä roolissa teollisuuden energiankäytön sähköistymisessä. Perusajatuksena on, että voimalaitokselta saapuva sähköenergia muutetaan tehtaalla lämpöenergiaksi tehtaan prosesseihin kuvan 6 mukaan.



Kuva 6: Voimalaitokselta tulevan sähköenergian muuntaminen lämmöksi tehtaan prosesseihin lämpöpumpun avulla. [10]

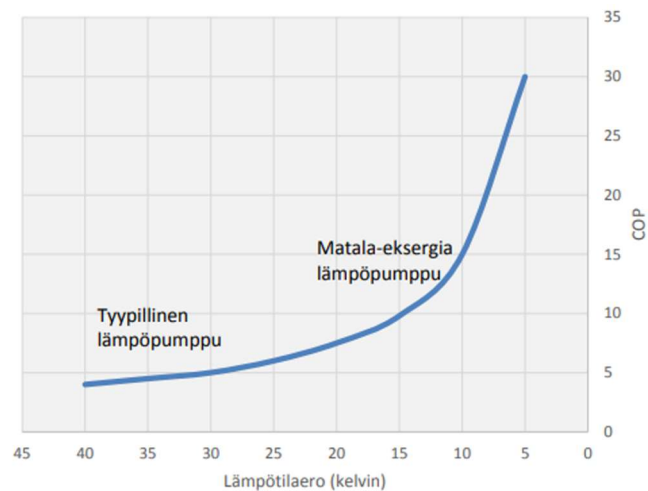
Lämpöpumppujen tehokkuutta käyttää sähköenergiaa lämmittämiseen, eli tarkemmin hyötysuhdetta, kuvataan COP-luvulla (engl. coefficient of performance). Mitä korkeampi lämpöpumpun hyötysuhde on, sitä tehokkaammin se toimii. Teoreettisesti suurimman mahdollisen COP-luvun laskemiseen voidaan käyttää seuraavaa kaavaa:

$$COP = \frac{T_H}{T_H - T_C}$$

jossa T_H on lämmitettävän kohteen tarkoitettu loppulämpötila

T_C on lämmönlähteen alkulämpötila.

Kannattava hyötysuhde, eli tarpeeksi suuri COP-luku on lämpöpumppujen suurin haaste. Yllä olevasta yhtälöstä nähdään, että mitä pienempi ero alku- ja loppulämpötiloilla on, sitä parempi hyötysuhde lämpöpumpulla on. [11] Jos esimerkiksi alkulämpötila on liian alhainen, voi lämpötilan nostaminen teollisuuden tarpeita vastaavaan lämpötilatasoon olla taloudellisesti kannattamatonta. Tämän takia teollisuudessa voitaisiin lämpöpumppujen lähtölämpötilana hyödyntää erilaisia hukkalämpövirtoja, joiden lämpötila on valmiiksi korkea. Tällöin myös hyötysuhde paranee. Lämpöpumppujen todellinen COP-luku riippuu alku- ja loppulämpötilojen lisäksi myös pumpun itsensä tehokkuudesta, ja esimerkiksi pumpun käyttämän kiertoaineen ominaisuuksista. Kuvassa 7 on havainnollistettu tyypillisten lämpöpumppujen COP-lukuja, ja kuinka alku- ja loppulämpötilojen ero vaikuttaa siihen. Tyypillisten lämpöpumppujen COP-luku on noin 4-6, kun taas lämpötilaeron kaventuessa niin sanotuilla matala-eksbergisillä lämpöpumpuilla COP-luku voi olla huomattavasti korkeampi. [11]



Kuva 7: Lämpöpumpun COP-luvun riippuvuus lämpötilaerosta [11]

Elintarviketeollisuuden energiankäytössä lämpöpumpuilla on olennainen rooli niin sähköistymisen kuin energiatehokkuuden lisäämisessä. Kun huomioidaan elintarviketeollisuuden prosessien tarvitsemat enimmäislämpötilat sekä hukkalämmönlähteiden lämpötila-alueet, on mahdollisuuksia lämpöpumppujen

hyödyntämiselle runsaasti. Hukkalämmönlähteitä ja niiden lämpötiloja elintarviketeollisuudessa käsitellään tarkemmin luvussa 4.

3.2 Lämpö/kylmäakkuratkaisut

Lämpö- ja kylmäakkuratkaisuissa ideana on varastoida lämpöä/kylmää eristettyyn tilaan, josta sitä voidaan tarpeen mukaan tuoda ja käyttää. Lämpö- ja kylmäakkuja on monenlaisia, ja yleisin tapa varastoida lämpöä on hyvin eristetyt vesisäiliöt. Vastaavasti myös kylmää voidaan varastoida, jolloin varastoitavana aineena toimii esimerkiksi kylmä vesi tai jää. Muita keinoja voivat olla esimerkiksi lämmön varastointi kallioon tai sulasuola. Käytännön esimerkkinä voidaan mainita vaikkapa kodin lämminvesivaraaja, joita voidaan myös hyödyntää isommalla mittakaavalla lämpölaitosten yhteydessä. Koska lämmöntuotanto tulee tulevaisuudessa perustumaan niin teollisuudessa kuin muillakin yhteiskunnan osa-alueilla yhä enemmän sähköllä toimiviin teollisen suuruusluokan lämpöpumppeihin, on lämpövarastoilla yhä tärkeämpi rooli lämmöntuotannon energiatehokkaassa toteutuksessa. [12] Esimerkiksi yksi tapa hyödyntää elintarviketeollisuuden hukkalämpövirtoja olisi ohjata niistä saatava lämpö lämpövarastoon, josta lämpöä voitaisiin myöhemmin hyödyntää tarpeen mukaan.

Lämpö- ja kylmävarastojen lisäksi on myös niin sanottuja epäsuoria sähkövarastoja, joissa perinteisten suorien sähkövarastojen, kuten kemiallisten akkujen tai kondensaattorien sijaan sähkö täytyy tuottaa erikseen varaston sisältämästä lämpö- tai potentiaalienergiasta. Tällaisia epäsuoria sähkövarastoja ovat esimerkiksi erilaiset pato- ja pumppualtaat, ja tietysti vesivoima. [12]

3.3 Kysyntäjoustoratkaisut

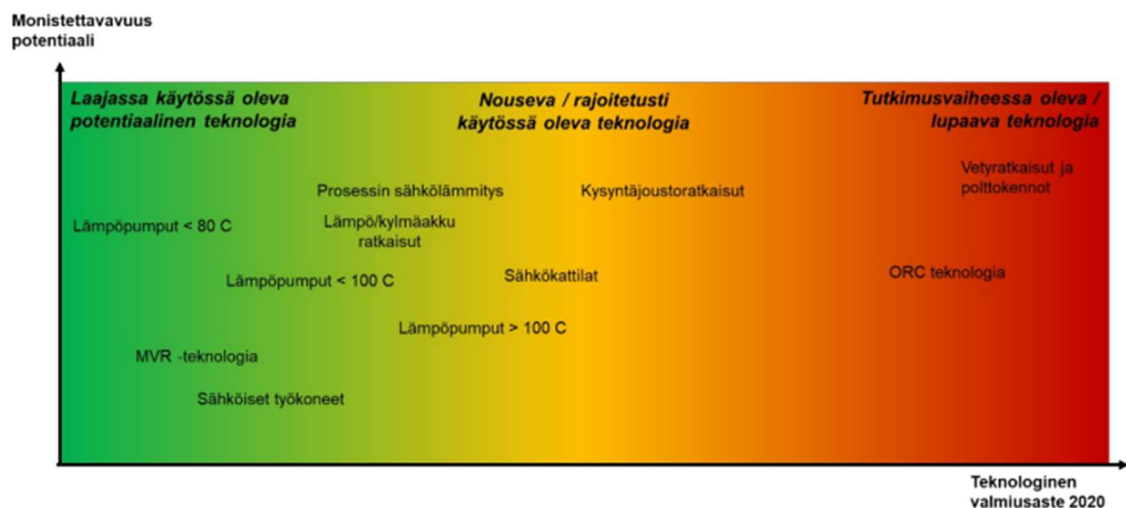
Kysyntäjoustoratkaisuilla tarkoitetaan sähköverkon tehotasapainon vakauttamista vähentämällä tai lisäämällä sähkönkäyttöä ja siirtämällä sähkönkäyttöä korkean hinnan ja sähkönkulutuksen tunneilta edullisempaan ajankohtaan. Teollisuusaloilla yleensä on

merkittävä potentiaali sähkön kysyntäjouaston edistämässä, koska teollisuus on merkittävä sähköenergian käyttäjä niin Suomessa kuin ympäri maailmaa. [8]

Elintarviketeollisuudessa parhaita kysyntäjouastoon soveltuvia kohteita ovatkin juuri erilaiset kylmälaitokset- ja varastot johtuen niiden erinomaisesta säädettävyydestä ja nopeasta vasteajasta. Myös kasvihuoneista löytyy potentiaalia kysyntäjouaston toteuttamiseen, koska niiden sähkönkäyttö muodostuu lähes kokonaan valaistuksesta. Tämä perustuu siihen, että kasvihuoneen valotusaikaa on mahdollista muuttaa ja siirtää sähköverkon tasapainottamisen mukaan. Kasvihuoneista potentiaalisimpia tähän tarkoitukseen ovat vihannesviljelmät, kuten kurkku- ja tomaattiviljelmät johtuen niiden runsaasta valon tarpeesta. [8]

3.4 Hyödyntämisvalmiudet

Kuvassa 8 on suunnittelutoimisto Elomatic Oy:n selvityksen arvio eri sähköistämistä edistävien teknologioiden hyödyntämismahdollisuuksista. Kuvassa pystyakseli kuvaa teknologian monistettavuutta ja vaaka-akseli hyödyntämis- ja valmiusastetta.



Kuva 8: Sähköistymisen ja hukkalämmön hyödyntämisen teknologiat – Teknologinen valmius- ja monistettavuuspotentiaali [7]

Kuvasta 8 nähdään, että tällä hetkellä olennaisimmassa roolissa energiamurroksen edistämiseksi elintarviketeollisuudessa ovat esimerkiksi lämpöpumput, lämpö- ja kylmäakukuratkaisut sekä sähkökattilat, kun taas ORC- sekä vetyteknologialla katsotaan olevan vähemmän potentiaalia johtuen teknologian kehittymättömyydestä.

4 Hukkalämmönlähteet ja niiden hyödyntäminen

Tässä työssä hukkalämmöksi määritellään kaikki tehtaan prosesseissa syntyvä ylimääräinen lämpöenergia, joka johdetaan pois tehtaan prosessista sellaisenaan. Koska elintarviketeollisuuden energiankulutuksessa lämmönkäytöllä on yleisesti merkittävä rooli, on prosesseista syntyvän hukkalämmön hyödyntäminen avainasemassa energiatehokkuuden lisäämisessä. Aalborgin yliopiston julkaiseman tutkimusraportin mukaan teollisuudessa syntyvän hukkalämmön hyödyntäminen on mahdollista, jos se ylittää 25 °C rajan [13]. Näin matalan lämpötilan hukkalämmön hyödyntäminen voi kuitenkin olla teknisesti haastavaa ja hyötyihin verrattuna investointina kallista. Joka tapauksessa tähän verrattuna elintarviketeollisuudessa on lupaava potentiaali hukkalämpöjen hyödyntämiselle.

Elintarviketeollisuudessa yleisesti hukkalämpöä syntyy eniten keittämisessä, paistamisessa, pastöroimisessa, pesuvesien lämmityksessä, kuivausprosesseissa sekä haihdutuksessa. Näistä prosesseista syntyvää hukkalämpöä voisi hyödyntää monissa jäähdytystä vaativissa prosesseissa sekä esimerkiksi tuotantotilojen lämmityksessä. Suurin haaste hukkalämpöjen hyödyntämisessä on, että lämmönkäyttö on elintarviketeollisuudessa suhteellisen hajautettua: elintarviketeollisuus kokonaisuutena sisältää runsaasti erilaisia osaprosesseja, joiden yksittäinen lämmönkulutus on pieniä. [7] Myös alatoimialojen välillä on merkittäviä eroja prosesseissa ja vaatimissa lämpötiloissa, ja yhtenäisten teknologisten ratkaisujen luominen sähköistämisen ja energiatehokkuuden lisäämiseksi voi olla haastavaa.

4.1 Hukkalämmönlähteiden luokittelu

Taulukoihin 1 ja 2 on koottu potentiaalisimpia hukkalämmönlähteitä sekä niiden arvioituja lämpötiloja elintarvike- ja juomateollisuudessa. Elintarviketeollisuudessa näitä lähteitä ovat kylmäaineiden jäädytys ja nesteytys, erilaiset termiset kuivausprosessit sekä uunien poistohöyry. Juomateollisuudessa potentiaalisia hukkalämmönlähteitä ovat prosessien hönkähöyryt, pesuvedet, keittokattiloiden keittohöyryt sekä panimopuolella vierteen jäädytysvesi. [14] Vierteestä sekä muista oluen valmistukseen liittyvistä prosesseista kerrotaan seuraavassa luvussa.

Taulukko 1: Elintarviketeollisuuden hukkalämmönlähteet ja niiden lämpötilat [14].

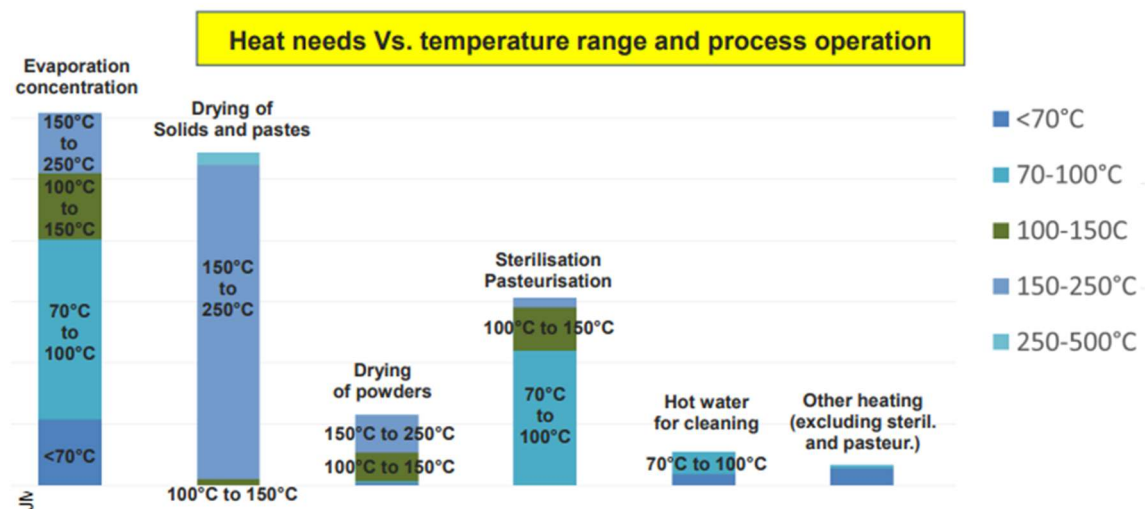
Hukkalämmönlähde	Lämpötila
Kylmäainehöyryn jäädytys	60-90 °C
Kylmäainehöyryn nesteytys	30-40 °C
Termiset kuivausprosessit	n. 100 °C
Uunien poistohöyry	150-200 °C

Taulukko 2: Juomateollisuuden hukkalämmönlähteet ja niiden lämpötilat [14].

Hukkalämmönlähde	Lämpötila
Vierteen jäädytysvesi	n. 80 °C
Hönkähöyryt	n. 30-75 °C
Pesuvesi	n. 30-75 °C
Keittokattiloiden keittohöyry	n. 100 °C

Suurin osa elintarviketeollisuuden hukkalämmöistä siirtyy veden tai vesihöyryn mukana. Haasteena etenkin höyryn talteenotossa on höyryn mukana kulkeutuva mahdollinen pöly tai rasva, joka voi haitata esimerkiksi lämmönvaihtimen toimintaa.

Elintarviketeollisuuden lämpöä vaativissa prosesseissa eniten tarvittavat lämpötila-alueet liikkuvat suunnilleen 70-100 sekä 150-250 celsiusasteen tienoilla. Esimerkkinä tästä on Tanskan maitoteollisuuden vaatimat lämpötila-alueet (kuva 9).

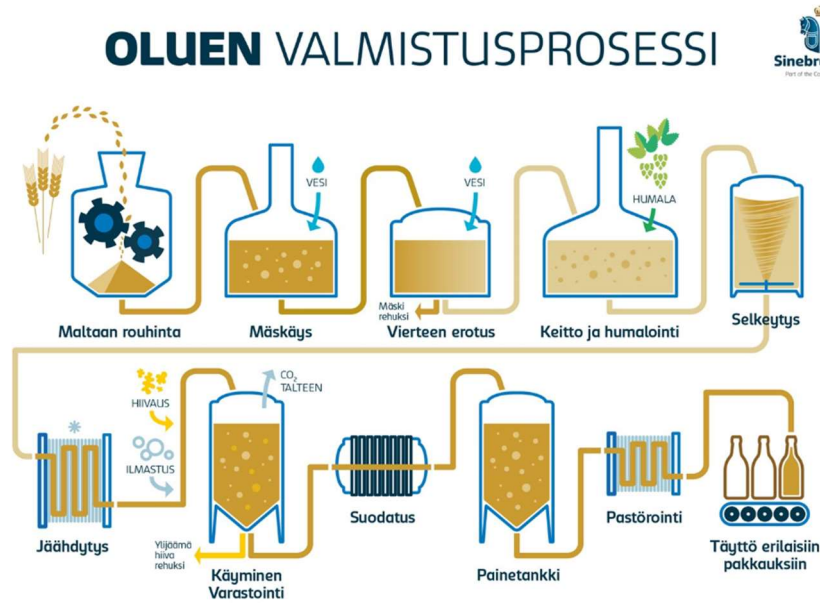


Kuva 9: Maitoteollisuuden osaprosessien vaatimat lämpötila-alueet Tanskassa [10].

4.2 Esimerkkiratkaisuja

Juomatehtaissa käytettävä energia tuotetaan usein lämpökattiloissa. Tuotettu kokonaisenergia vaihtelee panimoiden koon mukaan. Moderneissa juomatehtaissa syntyvä hukkalämpö pyritään jo kierrättämään ja hyödyntämään tehtaan omilla prosesseilla ja LVI-järjestelmissä. [14] Juomateollisuudessa myös höyryverkoston paisuntahöyryt sekä kattiloiden savukaasut ovat potentiaalisia hukkalämmönlähteitä, mutta niiden lämpötiloista ei ole saatavilla tarkkaa tietoa.

Oluen valmistamisprosessissa lämpöenergia on olennaisessa roolissa, ja panimoteollisuudessa energiatehokkuutta voidaankin lisätä monin tavoin. Kuvassa 10 on havainnollistettuna oluen valmistusprosessi.



Kuva 10: Oluen valmistusprosessi [15].

Taulukossa 3 on eritelty oluen valmistuksen eri vaiheiden energiankulutukset. Taulukosta nähdään, että oluen valmistuksessa eniten lämpöenergiaa kuluu mäskäykseen, vierteen keittämiseen, jäähdytykseen sekä pastöroimiseen.

Taulukko 3: Oluen valmistuksen eri prosessivaiheiden energiankulutukset [16].

Tapahtuma	Energiankulutus, kWh
Rouhinta	1,1
Mäskäys	86,7
Mäskäyskattilan kierrätyspumppu	9
Keittäminen	46,7
Jäähdytys	127
Pastörointi	80
Yhteensä	350,5

Kun vierrettä jäädytetään esimerkiksi kylmällä vedellä, saattaa veden lämpötila nousta jopa 78-82 asteeseen. Esimerkiksi höyrystyvästä vedestä voidaan ottaa hukkalämpöä talteen hönkälämmönvaihtimilla, ja parhaimmillaan niillä voidaan tuottaa 78-82 -asteista vettä. Tämä vesi voidaan jälleen lauhduttaa kuumalla vedellä 95-97 asteeseen, jonka jälkeen se voidaan varastoida vaikkapa lämpöakkuun. Toinen tapa ottaa hönkähöyryjä talteen on niin sanottu höyryn komprimointi, jossa höyry paineistetaan aluksi kompressorilla ja syötetään keittokattilan lämpövaippoihin käytettäväksi lämpöenergiaksi. [16]

5 Esimerkkejä

5.1 Sinebrychoffin sähkövarasto

Sinebrychoff on Pohjoismaiden vanhin panimo sekä Suomen vanhin elintarvikealan yritys. Lisäksi juomaliiketoiminnan osalta Sinebrychoffilla on Suomessa suurin osuus, noin 47 %. [17] Sinebrychoff on myös tunnettu panoksestaan ilmastotoimiensa ja energiatehokkuutensa parantamisen osalta. Sinebrychoff on mukana ETL:n energiatehokkuussopimuksessa, ja on mm. saavuttanut hiilineutraalisuustavoitteen jo vuonna 2021, eli jopa 9 vuotta tavoiteaikaa aiemmin. [18]

Vuonna 2021 Sinebrychoff rakensi yhteistyössä Siemensin kanssa Keravan tehtaalleen puolen jalkapallokentän kokoisen sähkövaraston. Varaston kapasiteetti on 20 MWh ja teho 20 MW, ja se koostuu sähköakuista. Sähkövaraston tarkoituksena on sekä hallita Keravan tehdaskiinteistön huipputehoa ja energiankäyttöä, kuin myös mahdollistaa sähkön kulutusjoustoja säätömarkkinoilla. Jälkimmäinen saadaan toteutettua liittämällä kiinteistöt ja sähkövarasto Siemensin virtuaalivoimalaitospalveluun. [18]



Kuva 11: Sinebrychoffin sähkövarasto Keravan tehtaalla. [18]

5.2 Elosen aurinkopuisto

Elonen Oy on keski-suomalainen leipomotuotteita valmistava yritys, joka työllistää vakituisesti 250 henkilöä ja 20 eri toimipaikkaa ympäri maata. Tuotantolaitoksia Elosella on 5, joista suurin sijaitsee Jämsässä. [19] Elonen Oy on mukana Elinkeinoelämän energiatehokkuussopimuksissa.

Vuonna 2021 Elonen rakennutti Jämsän tehtaansa yhteyteen Keski-Suomen suurimman aurinkopuiston. Puisto koostuu 2268 aurinkopaneelista, joista jokaisessa paneelissa on 120 aurinkokennoa. Puisto tuottaa Eloselle sähköä 770 kW teholla noin 833 MWh vuodessa, mikä vastaa noin viidesosaa Elosen sähkönkulutuksesta. Valoisampina, eli tuottavimpina aikoina puisto tuottaa jopa puolet Elosen tarvitsemasta sähköenergiasta, mikä vastaa noin 200 sähkölämmitteisen omakotitalon vuotuista sähkönkulutusta. [20] Lisäksi aurinkopuiston on laskettu vähentävän Elosen vuotuisia CO₂-päästöjä noin 118 000 kilogrammalla, mikä vastaa noin 400 henkilön edestakaista lentomatkaa Münchenistä Suomeen. Aurinkopuisto on rakennettu osana Elosen energiatehokkuuden

lisäämistä sekä investointeja päästöttömiin ja vihreisiin energianlähteisiin. Aurinkopuiston rakennuttajana toimi Solarigo Systems. [21]



Kuva 12: Elon Oy:n aurinkopuisto [21].

6 Johtopäätökset

Energiantuotannon sähköistymisen sekä energiatehokkuutta lisäävien toimien edistyminen on elintarviketeollisuudessa ollut isompiin teollisuudenaloihin verrattuna suhteellisen maltillista, eikä huomattavia harppauksia ole viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana juuri ilmennyt, vaikka kehityssuunta on kuitenkin oikea. Siksi tässäkin työssä on keskitytty enemmän tutkimaan, millaisia mahdollisuuksia energiamurroksen edistämiseksi elintarviketeollisuuden piirissä vielä olisi. Motivaation puute näihin toimenpiteisiin on kuitenkin ymmärrettävää, kun ottaa huomioon, kuinka pieni vaikutus elintarviketeollisuudella ei-energiaintensiivisenä teollisuudenalana kokonaisuudessaan on Suomen energiankulutukseen ja päästöihin. Luultavasti samoista syistä myös kattavia tutkimuksia ja analyysejä aihealueelta on melko vähän, mikä myös itsessään hankaloittaa näihin toimenpiteisiin ryhtymistä yrityksillä. Suurin osa alalla tehdyistä selvityksistä ja raporteista ovat vain pintaraapaisuja tutkittavaan aiheeseen, ja niiden pohjalta yrityksillä

voikin olla haa ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin ja investointeihin. Energiamurroksen edistämistä varten aihealueella tarvittaisiinkin enemmän yksityiskohtaisia selvityksiä- ja tutkimuksia liittyen esimerkiksi hukkalämmönlähteisiin ja niiden hyödyntämismahdollisuuksiin. Elintarviketeollisuus on alana niin laaja ja monimuotoinen, että kaikkia näitä aloja kattavaa perustutkimusta on vaikea toteuttaa. Toimiva jatkotoimenpide olisi myös, että eriteltäisiin kattavammin energiankulutusta elintarviketeollisuuden eri alatoimialojen välillä, jotta saataisiin parempi käsitys elintarviketeollisuuden sisäisestä energiankäytön jakautumisesta.

7 Viitteet

1. **Elintarviketeollisuusliitto.** *Elintarviketeollisuuden tiekartta vähähiilisyteen.* Tiekartta, ETL, 2020. Saatavissa: <https://www.etl.fi/media/aineistot/nettisisaltojenliitteet/elintarviketeollisuuden-tiekartta-vahahiilisyteen.pdf>
2. **Seck, G. S; Guerassimoff, G ja Maizi, N.** *Heat recovery with heat pumps in non-energy intensive industry: A detailed bottom-up model analysis in the French food & drink industry.* Tutkimusraportti, Elsevier Ltd, 2013. Osa/vuosik. 111. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.05.035>
3. **Hyrylä, L.** *Elintärkeä, monimuotoinen elintarviketeollisuus.* Toimialaraportti. Työ- ja elinkeinoministeriö, 2020. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-159-3>
4. **Tilastokeskus.** *Teollisuuden energiankäyttö toimialoittain (TOL 2008).* Tilastokeskuksen maksuttomat tilastotietokannat, 2020. Saatavissa: https://pxweb2.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__tene/statfin_tene_pxt_11wy.px/table/tableViewLayout1/
5. **Hellman, I; Simola, I.** *Elintarviketeollisuusliiton ympäristövastuun katsaus 2016.* Raportti. ETL, 2016. Saatavissa: <https://www.etl.fi/media/aineistot/ymparistovastuun->

katsaukset/elintarviketeollisuusliiton-ymparistovastuun-katsaus-2016.pdf

6. **Tirkkonen, J.** *Energiatehokkuustyöryhmän väliraportti*. Raportti. Työ- ja elinkeinoministeriö, 2019. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-422-8>
7. **Turunen, T; Jääskeläinen, J.** *Suomen teollisuuden sähköistyminen ja sen vaikutus energiatehokkuuteen ja hukkalämpöjen hyödyntämiseen*. Raportti. Elomatic Oy, 2021. Saatavissa: https://www.motiva.fi/files/19644/Suomen_teollisuuden_sahkoistyminen_ja_se_n_vaikutus_energiatehokkuuteen_ja_hukkalampojen_hyodyntamiseen_-_raportti_2021.pdf
8. **Ahti, A.** *Sähkön kysyntäjouaston hyödyntäminen teollisuuden LVIA-suunnittelussa*. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, 2022. Saatavissa: https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/114471/master_Ahti_Atte_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
9. **Elinkeinoelämä.** *Energiatehokkuussopimukset: toimenpideohjelmat (www-sivut)*. Viitattu elokuussa 2022. Saatavissa: <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/tulokset/elinkeinoelama/toimenpideohjelmat/>
10. **Zühlsdorf, B; Bantle, M; Elmegaard, B.** *Book of presentations of the 2nd Symposium on High-Temperature Heat Pumps*. SINTEF, 2019. Saatavissa: https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/195359652/Book_of_Presentations_HTHP2019
11. **Jalas, M; Ahonen, T.** *Energiaturroksen ennakoituvat vaikutukset 2030: Lämpöpumput, aurinkolämpö ja lämmön varastointi*. Raportti. Aalto-yliopisto, Department of Management Studies, 2016. Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/23513/isbn9789526071473.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
12. **Sihvonen, V.** *Suomen energiajärjestelmän joustotarpeet ja -mahdollisuudet 2035*. Diplomityö. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT, School of

- Energy Systems, 2020. Saatavissa: https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/160988/Ville_Sihvonen_Diplomityo_Suomen_Energiajarjestelman_Joustotarpeet_ja_mahdollisuudet_2035.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 13. Fleiter, T. et al.** *Documentation on excess heat potentials of industrial sites including open data file with selected potentials.* Tutkimusraportti. Aalborg Universitet, Tanska, 2020. Saatavissa: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4785411>
- 14. Porkka, A.** *Matalalämpötilaisen hukkalämmön hyödyntäminen kaukolämmön tuotannossa.* Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 2013. Saatavissa: <https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/97025/nbnfi-fe201306144032.pdf?sequence=2>
- 15. Sinebrychoff.** *Oluen valmistus Sinebrychoffilla (www-sivut).* Viitattu elokuussa 2022. Saatavissa: <https://www.sinebrychoff.fi/olut/oluen-valmistus-sinebrychoffilla/>
- 16. Malmi, J.** *BISHOP CITY BREWERY; Prosessi- ja kustannuskartoitus olutpanimon suunnittelun tueksi.* Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu, Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma, 2017. Saatavissa: <https://core.ac.uk/download/pdf/84793206.pdf>
- 17. Peltoniemi, J.** *Kuljetinosuuden modernisointi ja energiatehokkuuden parantaminen.* Opinnäytetyö. Metropolia University of Applied Sciences, Helsinki, 2016. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/113674/Peltoniemi_Jani.pdf?sequence=1.pdf
- 18. Siemens.** *Keravalta löytyy nyt puoli jalkapallokentällistä akkuja – näin Siemens ja Sinebrychoff tasapainottavat Suomen sähköverkkoa.* Uutisartikkeli. Kauppalehti, 2022. Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/kumppanisallot/siemens/keravalta-loytyy-nyt-puoli-jalkapallokentallista-akkuja-nain-siemens-ja-sinebrychoff-tasapainottavat-suomen-sahkoverkkoa/>

- 19. Ketolainen, P.** *Elosen leipomon aurinkopuisto Jämsässä on viittä vaille valmis.* Uutisartikkeli. Suur-Jyväskylän lehti, 2021. Saatavissa: <https://www.sjl.fi/paikalliset/4251855>
- 20. Solarigo Systems.** *Elosen leipomon aurinkokenttää tarkastetaan dronejen avulla.* Uutisteksti. Solarigo Systems Oy, 2022. Saatavissa: <https://www.solarigo.fi/post/elosen-leipomon-aurinkokenttaa-tarkastetaan-dronejen-avulla>
- 21. Elonen.** *Elosen leipomo panostaa uusiutuvaan aurinkoenergiaan.* Uutisteksti. Elonen Oy, 2021. Saatavissa: <https://elonen.fi/aurinkoenergia/>