

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto
LUT School of Engineering Science
Kemiantekniikka

Jukka-Pekka Nieminen

Energiatehokkuus biojalostamolla

2020

75 sivua, 16 kuvaa, 5 taulukkoa ja 2 liitettä

Työn tarkastajat: Professori Tuomas Koironen
 DI Kaisa Vaskinen

Hakusanat: Energiatehokkuus, Biopolttoaineet, ETJ⁺, ISO 50001

Diplomityön tavoitteena oli todentaa energiatehokkuusvelvollisuuksien täytyminen uusiutuvia polttoaineita valmistavalla biojalostamolla. Ympäristö- ja energiatehokkuuslainsäädäntö asettaa energiatehokkuusvelvoitteita suurille energiavaltaisen teollisuuden yrityksille, joihin biojalostamo kuuluu. Velvoitteet voidaan tiivistää kahteen kohtaan: parhaan käyttökelpoisen teknologian käyttäminen sekä energiatehokkuustavoitteiden määrittäminen ja niiden seuranta.

Parhaan käyttökelpoisen teknologian käytön määrittävä energiatehokkuusvelvollisuus pohjautuu BAT-asiakirjoihin. Suomessa näiden asiakirjojen noudattamista valvotaan ympäristölupien avulla. Työn kokeellisessa osassa käydään läpi BAT-asiakirjojen energiatehokkuusvelvollisuuksien noudattaminen biojalostamolla.

Energiatehokkuustavoitteiden määrittäminen ja niiden seuranta pohjautuu Suomessa energiatehokkuuslakiin, joka velvoittaa suuria yrityksiä katselmoimaan energiatehokkuutensa määräajoin. Katselmuksia voidaan suorittaa itsenäisinä kokonaisuuksina tai osana energiatehokkuusjärjestelmää. Osana työn kokeellista osaa biojalostamolle suoritetaan velvollisuuden mukainen energiankäytön kohdekatselmointi.

Energiatehokkuusjärjestelmillä voidaan systemaattisesti parantaa yritysten energiatehokkuutta. Kirjallisuudessa vertaillaan kahta energiatehokkuusjärjestelmää, jotka ovat ISO 50001 ja ETJ⁺ ja perustellaan, kumpi järjestelmä olisi biojalostamolle sopivampi. Lisäksi kokeellisessa osassa suoritetaan puuteanalyysi biojalostamon valmiudesta käyttöönottaa sopivampi energiatehokkuusjärjestelmä.

Vertailun perusteella biojalostamolle tällä hetkellä soveltuvampi energiatehokkuusjärjestelmä olisi ETJ⁺. Puuteanalyysin mukaan biojalostamolla on hyvät lähtökohdat järjestelmän käyttöönottoa varten, koska biojalostamolla on valmiiksi käytössään toimintansa eri osat kattava johtamisjärjestelmä, johon myös energiatehokkuus sisältyy. ETJ⁺:saa ei tarvitse sertifioida biojalostamolla pakollisen energiakatselmointivelvoitteen täyttämiseksi, sillä yritys kuuluu konsernitasolla elinkeinoelämän energiatehokkuusjärjestelmään. Suurimmat puutteet järjestelmän käyttöönottoa ajatellen ovat organisaation energiatehokkuustoiminnan energia-asioiden koulutuksessa ja viestinnässä. Korjaavat toimenpiteet ovat kuitenkin toteutettavissa ilman merkittäviä muutoksia.

ABSTRACT

Lappeenranta-Lahti University of Technology
LUT School of Engineering Science
Chemical Engineering

Jukka-Pekka Nieminen

Energy efficiency in a biorefinery

Master's thesis

2020

75 Pages, 16 Figures, 5 Tables and 2 Appendices

Inspectors: Professor Tuomas Koiranen
Ms.S. (Tech.) Kaisa Vaskinen

Keywords: Energy efficiency, Biofuels, ETJ⁺, ISO 50001

The aim of this thesis was to verify that energy efficiency duties are carried out in a biorefinery producing renewable biofuels. Legislation on environmental and energy efficiency issues appoints energy efficiency duties for energy-intensive industrial sector, which includes the biorefinery under the scope. These duties can be summarized into two parts that are the use of best available technology and the requirement to determine energy efficiency targets and to follow up on the progress of the targets.

The use of best available technology is based on BAT reference documents. In Finland observance of these documents is regulated with environmental permits. In the experimental part of the thesis the observance of the energy efficiency duties from BAT reference documents in the biorefinery are reviewed.

Determination of energy efficiency targets and the follow up is based on Energy Efficiency Act in Finland. The Act lays down mandatory energy surveys for large enterprises. The surveys can be done as independent analysis, or they can be implemented into energy efficiency systems. In the experimental part a mandatory energy survey is conducted for the biorefinery.

Energy efficiency systems can be used to continually improve energy efficiency in businesses. In the literature part of the thesis a comparison between two energy efficiency systems, which are ETJ⁺ and ISO 5000, is conducted in order to figure out the more suitable option for the biorefinery. In the experimental part, a GAP-analysis is conducted to specify the readiness of the biorefinery to deploy the more suitable system.

Based on the comparison, ETJ⁺ is the more suitable energy efficiency system for the biorefinery. According to the GAP-analysis, the biorefinery has a good baseline to deploy the system. This is mainly because the biorefinery already has a management system that includes all its sector of actions. Energy efficiency is one of the sectors included. In order to fulfill the mandatory energy survey duty, the biorefinery does not need to certify ETJ⁺, since the company has signed Energy efficiency agreements in corporation level. The main deficiencies found in the GAP-analysis regarding the readiness to deploy the system where in documentation and education of energy efficiency actions. However, remedial measures can be conducted without notable changes.

Alkusanat

Tämä diplomityö tehtiin UPM Biopolttoaineiden Lappeenrannan biojalostamolla 1.10.2019 – 31.3.2020 välisenä aikana. Työn laaja aihealue tarjosi monipuolisesti haasteita, jotka biojalostamon henkilöstön avustuksella saatiin voitettua. Kiitos siis kaikille biojalostamolaisille.

Haluan kiittää työni ohjaajaa Kaisa Vaskista kaikesta avusta työn parissa. Kiitos myös koulun puolelta työn ohjaajana toimineelle Tuomas Koiraselle.

Kiitos vanhemmilleni, opiskelutovereille ja ystäväilleni tsemppauksesta. Opiskelijaelämä on kulunut nopeasti, vaikka pitkiäkin päiviä on ollut.

Erityisesti haluan kiittää Ainoa tuesta kotipuolella ja motivaation puuttuessa potkuista eteenpäin.

Jukka-Pekka Nieminen

31.3.2020 Lappeenranta

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

I	Energiaintensiteetti, J/lkm.
S	Tuotantomäärä, lkm.
Q	Energiankulutus, J
BAT	Paras käyttökelpoinen teknologia
BAT-AEL	BAT-päästörajat
EII	Energiätehokkuuden mittari (Energy Intensity Index)
ETJ ⁺	Energiätehokkuusjärjestelmä
FCC	Leijukatalyyttinen krakkausyksikkö
GAP	Puuteanalyysi
GHG	Kasvihuonekaasu
ISO 14001	Ympäristönhallintajärjestelmä
ISO 50001	Energiätehokkuusjärjestelmä
KPI	Tehokkuuden avainluku (Key Performance Indicator)
MOP	Pieninvestointi (Minor Operative Investment)
Pinch	Menetelmä lämmitystarpeen analysointiin
TWh	Terawattitunti

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoite	8
1.3 Työn rakenne ja rajaus	9
KIRJALLISUUSOSA	10
2 UPM LAPPEENRANNAN BIOJALOSTAMO	10
3 ENERGIATEHOKKUUDEN MÄÄRITELMÄ	11
3.1 Energiatehokkuuden ympäristönäkökulma	13
4 TEOLLISUUDEN PÄÄSTÖDIREKTIIVIN ENERGIATEHOKKUUSMÄÄRÄYKSET ..	15
4.1 Ympäristönsuojelulain energiatehokkuusmääräykset	15
4.2 Paras käyttökelpoinen tekniikka BAT	16
4.3 Ympäristöluvut	17
5 EUROOPAN UNIONIN ENERGIATEHOKKUUSDIREKTIIVI	19
5.1 Energiatehokkuuslaki	20
5.1.1 Energiakatselmuksset	21
5.2 Elinkeinoelämän energiatehokkuussopimukset	21
6 ENERGIA- JA YMPÄRISTÖNHALLINTAJÄRJESTELMÄ	22
6.1 ISO 14001	22
6.2 ISO 50001	24
6.3 ETJ+	25
6.5 Pakollisista katselmuksista vapautuminen	29
6.6 Energiatehokkuuden hallintajärjestelmän valinta	30
KOKEELLINEN OSA	31
7 Ympäristölainsäädännön energiatehokkuusvaateiden toteutuminen biojalostamolla	32
8 Biojalostamon prosessikuvaus ja energiankäyttö	34
8.1 Kuumaöljylaitoksen energiankäyttö	36
8.2 Esikäsitteilyn energiankäyttö	37
8.3 Vetykäsitteilyn energiankäyttö	38
8.4 Hiilivetyjen erotuksen energiankäyttö	39
8.5 Vetylaitoksen energiankäyttö	40
8.6 Energiakatselmuksessa selvitettävät energiavirrat	41
9 BIOJALOSTAMON ENERGIAKATSELMOINTI	42
9.1 Energiakatselmoinnin suoritustapa	43
9.2 Biojalostamon energiankäyttö	44

9.2.1 Maakaasun kulutus.....	45
9.2.2 Höyryn kulutus.....	46
9.2.3 Sähkön kulutus.....	46
9.2.4 Sekundäärienergioiden kulutus.....	47
9.2.5 Hyödyntämättömät energiavirrat.....	47
9.3 Biojalostamon energiatehokkuuden laskenta.....	49
9.4 Uusiutuvan energian käyttö biojalostamolla.....	51
9.5 Henkilöstön haastattelu.....	51
9.5.1 Johdon haastattelu.....	52
9.5.2 Projektisuunnittelijan haastattelu.....	52
9.5.3 Tuotannon henkilöstön haastattelut.....	53
9.6 Tunnistetut energiatehokkuustoimenpiteet.....	53
9.6.1 Energiatehokkuustoimenpiteiden energiansäästöjen laskenta.....	54
10 BIOJALOSTAMON VALMIUS ETJ ⁺ :N KÄYTTÖÖNOTTOON.....	57
10.1 Yleistä.....	57
10.3 Energiapolitiikka.....	59
10.4 Suunnittelu.....	60
10.5 Järjestelmän toteuttaminen ja toiminta.....	63
10.6 Arviointi.....	65
10.7 Johdon katselmus.....	67
10.8 GAP-analyysin yhteenveto.....	68
JOHTOPÄÄTÖKSET.....	70
13 LÄHTEET.....	73
14 LIITTEET.....	76

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Kasvanut ympäristötietoisuus ja fossiilisten polttoaineiden raaka-aineiden ehtyminen lisäävät merkittävästi uusiutuvien polttoaineiden kehittämisen ja tuotannon tarvetta sekä tarvetta kehittää energiaa kuluttavien tuotantolaitosten energiatehokkuutta.

Tämä työ perustuu Lappeenrannan biojalostamon tuotantolaitokseen, joka tuottaa toisen sukupolven uusiutuvia polttoaineita, pääasiassa uusiutuvaa dieseliä ja naftaa. Biomassa on uusiutuva raaka-aine, jota oikein käsiteltynä voidaan hyödyntää raakaöljypohjaisten neste-mäisten polttoaineiden korvaajana. Biomassapohjaiset polttoaineet voidaan jakaa neljään eri sukupolveen perustuen prosessiteknologiaan, raaka-aine hinnoitteluun ja kestävän kehityksen tasoon. (Patel & Kumar 2016) Energiatehokkuuslainsäädäntö velvoittaa suuria yrityksiä, joihin biojalostamo kuuluu, määrittämään energiatehokkuuden parantamiseen tavoitteet ja seuraamaan niiden toteutumista energiakatselmuksilla määräajoin. Energiakatselmuksia voidaan suorittaa itsenäisinä kokonaisuuksina tai velvollisuus voidaan täyttää riittäväillä ympäristön- ja energianhallintajärjestelmillä (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, § 7).

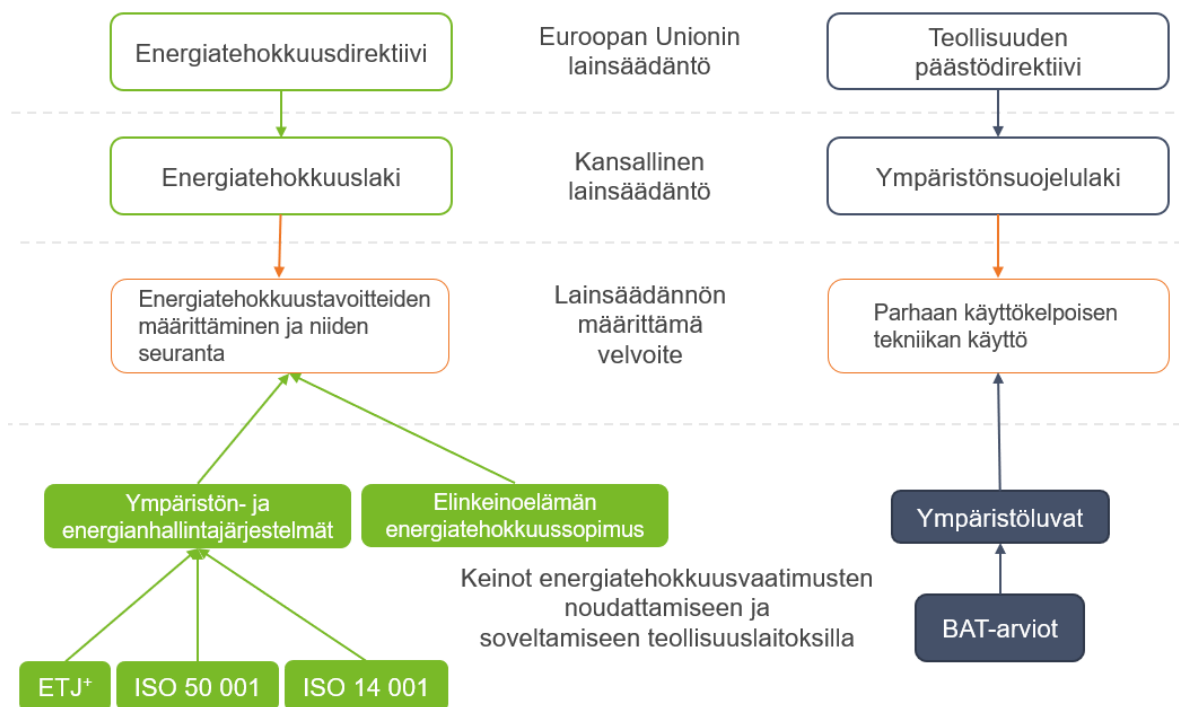
1.2 Työn tavoite

Diplomityön tavoitteena on todentaa energiatehokkuusvelvollisuuksien toteutuminen biojalostamolla ja havainnollistaa biojalostamon energiankulutusta ja energiatehokkuutta sekä selvittää kannattavia energiatehokkuustoimenpiteitä biojalostamolle. Osana työtä biojalostamolla suunnitellaan ja toteutetaan vuoden 2019 pakollinen energiankäytön kohdekatselmointi.

Yritysten energiatehokkuutta voidaan systemaattisesti parantaa energiatehokkuusjärjestelmillä. Työssä vertaillaan kahta energiatehokkuusjärjestelmää, jotka ovat ISO 50001 ja ETJ⁺. Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ on suomalainen vaihtoehto kansainvälisille ISO standardeille. Suoritettuna vertailun perusteella esitetään biojalostamolle käyttöönotettavaksi sopivampi energiatehokkuusjärjestelmä. Työn kokeellisessa suoritetaan puuteanalyysi (GAP) biojalostamon valmiudesta käyttöönottaa sille sopivampi energiatehokkuusjärjestelmä. GAP-analyysin tarkoituksena on löytää tarvittavat korjaavat toimenpiteet, joiden jälkeen biojalostamo on valmis ottamaan energiatehokkuusjärjestelmän käyttöön.

1.3 Työn rakenne ja rajaus

Tämä diplomityö on jaettu kahteen osaan: kirjallisuusosaan ja kokeelliseen osaan. Työn kirjallisuusosassa selvitetään ympäristö- ja energiatehokkuuslainsäädännön asettamat energiatehokkuusvelvollisuudet biojalostamolle ja esitetään lainsäädäntö, johon nämä velvollisuudet pohjautuvat. Kuvassa 1 on esitelty yhteenveto energiatehokkuusvelvollisuudet määrittävästä lainsäädännöstä ja velvoitteiden noudattamiseen tarkoitettuja pakollisia ja vapaaehtoisia keinoja.



Kuva 1 Energiatehokkuuslainsäädännön yhteenveto.

Kuvasta 1 havaitaan energiatehokkuusvelvoitteiden perustuvan kahteen lainsäädännön osaluueeseen, jotka ovat ympäristö- ja energiatehokkuuslainsäädäntö. Velvollisuus parhaan käyttökelpoisen teknologian (BAT) noudattamisesta perustuu ympäristölainsäädäntöön. Velvollisuus pohjautuu Euroopan Unionin teollisuuden päästödirektiiviin, joka on implementoitu Suomen lainsäädäntöön ympäristölakina. Sen noudattaminen varmistetaan ympäristölupamenettelyllä, jonka energiatehokkuusohjeistus perustuu toimialakohtaisiin BAT-päätelmiin.

Velvollisuus energiatehokkuustavoitteiden määrittämisestä ja seurannasta perustuu EU:n energiatehokkuuslainsäädäntöön. Velvollisuus pohjautuu EU:n energiatehokkuusdirektiiviin, joka on implementoitu Suomen lainsäädäntöön energiatehokkuuslakina. Se velvoittaa

yrittäjiä katselmoimaan energiankäyttönsä tietyin väliajoin ja jatkuvasti parantamaan energiatehokkuuttaan. Velvoitteen toteuttamiseen on luotu vapaaehtoisia sopimuksia ja järjestelmiä, jotka on esitetty kuvassa 1.

Työn kokeellisessa osassa todennetaan biojalostamon ympäristölainsäädännön energiatehokkuusvelvoitteen noudattaminen. Todennus tapahtuu käymällä läpi öljynjalostuksen BAT-asiakirjan energiatehokkuusvelvoitteet ja niiden toteutuminen biojalostamolla.

Osana työn kokeellista osaa biojalostamolla suunnitellaan ja toteutetaan energialainsäädännön velvoittama energiankäytön kohdekatselmointi. Kohdekatselmoinnissa biojalostamolle luodaan energiankulutusprofiili, josta selviää energiavirtojen lajit ja suuruudet. Katselmuksessa haastatellaan biojalostamon henkilöstöä johdon, tuotannon ja projektisuunnittelun osalta. Haastattelujen perusteella katselmuksessa pyritään tunnistamaan kannattavimmat energiansäästötoimenpiteet ja -toimintamallit. Katselmointi suoritetaan itsenäisenä kokonaisuutena.

Työn kokeellisessa osassa suoritetaan lisäksi GAP-analyysi biojalostamon valmiudelle käyttöönottaa laitokselle sopivin energiatehokkuusjärjestelmä. Analyysissä käydään läpi kaikki järjestelmän asiakirjassa esitetyt vaatimukset. Löydettyihin puutteisiin esitetään korjaavat toimenpiteet.

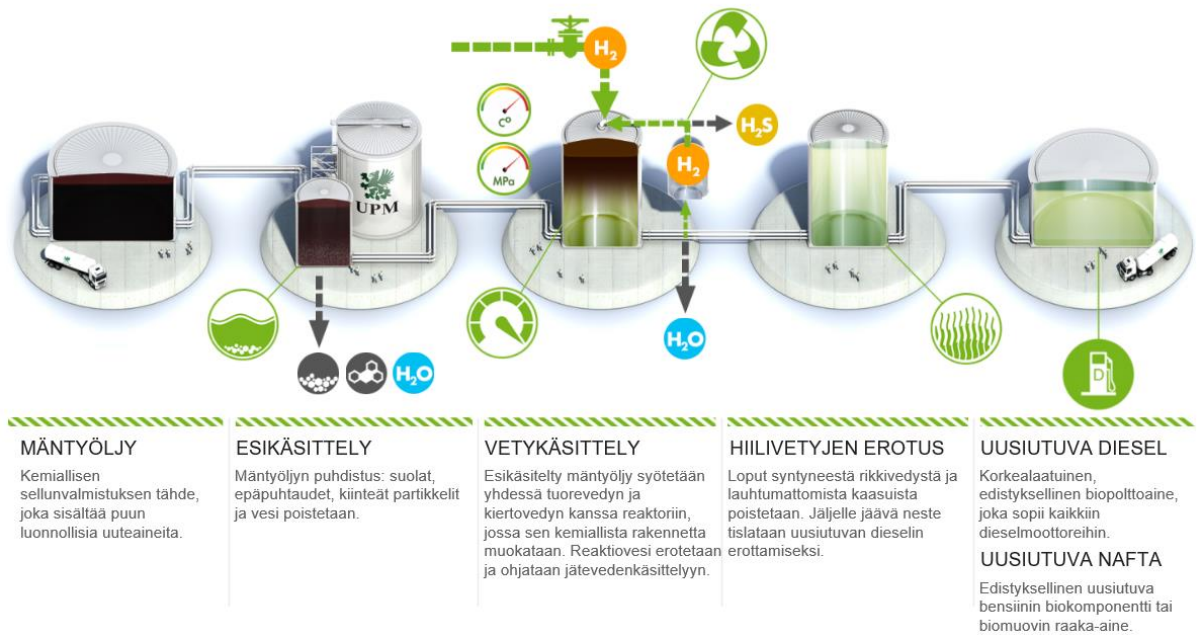
KIRJALLISUUSOSA

2 UPM LAPPEENRANNAN BIOJALOSTAMO

UPM:n Lappeenrannan biojalostamo on vuonna 2015 käyttöön otettu ensimmäinen kaupallisen mittakaavan laitos, joka käyttää raakamäntyöljyä uusiutuvan dieselin ja naftan valmistukseen. Biojalostamo on osa Kaukaan tehdasintegraattia Lappeenrannassa. Biojalostamon tuotantokapasiteetti on 130 000 tonnia uusiutuvia polttoaineita vuodessa. Biojalostamo käyttää pääraaka-aineenaan raakamäntyöljyä ja sen tuotteita ovat uusiutuva diesel ja nafta sekä tärpähti ja piki. (UPM, 2019) Raakamäntyöljyä syntyy selluteollisuuden sulfaattiselluprosessin tähteenä. (Alén, R. 2011)

Biojalostamolla mäntyöljyn prosessointi sisältää kaksi päävaihetta: esikäsitteilyn ja vetykäsitteilyn. Esikäsitteilyssä raakamäntyöljystä erotetaan vetykäsitteilyn katalyyteille haitallisia epäpuhtauksia: vettä, tärpähtiä ja pikeä. Vetykäsitteilyssä puhdistettu mäntyöljy

prosessoidaan katalyysireaktiolla uusiutuviksi polttoaineiksi vety-ylimäärässä. Vetykäsitte-
lyn jälkeen syntyneet uusiutuvat polttoaineet ja hiilivedyt erotetaan hiilivetyjen erotuksessa
tuotejakeiksi. (UPM, 2019) Biojalostamon yksinkertaistettu tuotantoketju on esitetty ku-
vassa 2.



Kuva 2 Biojalostamon yksinkertaistettu tuotantoketju. (UPM, 2019)

3 ENERGIATEHOKKUUDEN MÄÄRITELMÄ

Energiatehokkuus-termin merkitys vaihtelee riippuen asiayhteydestä. Sille ei ole yksiselitteistä yleispätevää kvantitatiivista mittaria. Kohteen energianmuunnostehokkuutta voidaan mitata siihen käytetyn energian suhteena tuotettuun energiaan. Energian muunnostehokkuuden mittaaminen voidaan laskea yhtälöllä (1) (VTT, 2011):

$$\frac{\text{Tuotettu energia}}{\text{Käytetty energia}} = \text{Energian muunnostehokkuus} \quad (1)$$

Edellinen ajattelutapa ei toimi prosesseissa, joissa tuotanto ei synnytä energiaa. Näissä tilanteissa tuotannolle tulee määrittellä kysynnän mittari, joka kattavasti kuvaa tuotettua palvelua, prosessia, hyödykettä, kulutusta tai tarvetta. Tämän jälkeen energiatehokkuutta voidaan mitata energiaintensiteetin kautta yhtälöllä (2) (VTT, 2011):

$$\frac{\text{Käytetty energia}}{\text{Kysynnän mittari}} = \text{Energiaintensiteetti} \quad (2)$$

Yhtälöitä (1) ja (2) vertaamalla huomataan, että energian muunnostehokkuus on käänteisesti verrannollinen energiaintensiteetin kanssa. Energiaintensiteetti määrittää siis kuinka paljon energiaa vaaditaan haluttuun lopputulokseen. Tästä päätelmästä voidaan johtaa yhtälö (3) (VTT, 2011):

$$Q = I \cdot S, \quad (3)$$

missä,

Q	energiankulutus, J
I	energiaintensiteetti, J/lkm.
S	tuotannon määrä, lkm.

Yhtälön (3) perusteella voidaan päätellä, että energiaintensiteetti on toimiva energiatehokkuuden mittari. Yhtälöiden (1) – (3) perusteella voidaan päätellä, että tuotantokapasiteetin pysyessä samana, energiatehokkuutta voidaan parantaa laskemalla energiaintensiteettiä. Energiaintensiteetin laskeminen onnistuu vähentämällä käytetyn energian määrää tai nostamalla kysynnän mittaria. Kysynnän mittarin kasvattaminen ei ole yksiselitteinen asia, mutta yleisesti voidaan päätellä halutummalla tuotteella olevan suurempi kysynnän mittari. Toinen yhtälöön (3) perustuva energiatehokkuuden parantamismahdollisuus on tuotantokapasiteetin kasvattaminen samalla energiaintensiteetillä. Tämä on mahdollista erilaisilla prosessiparannuksilla. (VTT, 2011)

Energiatehokkuuden laskeminen on verrattain yksinkertaista, mutta laskennassa on useita lähtökohtia, jotka kaikki johtavat eri lopputulokseen. Neljä yleistä energiatehokkuuden mittaria ovat (VTT, 2011):

1. Käytetyn ja tuotetun energian suhteen vertailu.
2. Tuotannon määrän vertailu käytettyyn energiaan
3. Tuotannon markkinahinnan vertailu käytettyyn energiaan
4. Tuotannon markkinahinnan vertailu käytetyn energian markkinahintaan

Öljynjalostuksen tehokkuuden tarkastelussa keskeinen suorituskykyvertailuja jalostamoiden välillä tekevä yritys on HSB Solomon Associates LLC. Globaalina toimijana yritys kykenee vertailemaan asiakkaan jalostamon suhteellista tehokkuutta viiteryhmissään. (Solomon Associates, 2019) Yritys tarjoaa mittarin myös jalostamoiden energiatehokkuuden

suorituskyvyn vertailuun. Energiaintensiteetin mittarilla EII (Energy Intensity Index) voidaan tarkastella energiatehokkuutta raaka-aineista, tuotteista ja kapasiteeteista riippumatta. Tarkastelu onnistuu, koska yritys on määritellyt standardiarvot energiankulutuksille tyypillisille öljynjalostuksessa käytettäville yksikköprosesseille. EII:n laskenta on esitetty yhtälössä 4. (Coelho, E., 2010):

$$EII = \frac{\text{Yksikön todellinen energiankulutus}}{\text{Yksikön standardi energiankulutus}} \cdot 100 \quad (4)$$

Yhtälöllä 4 lasketun mittarin arvon ollessa 100, energiatehokkuuden suorituskyky vastaa jalostamoiden keskiarvoa. EII:n ollessa alle 100 suorituskyky on keskiarvoa parempi ja sen ylittäessä 100 suorituskyky on keskiarvoa heikompi. Yksikköprosessien energiatehokkuuden tarkastelu erikseen mahdollistaa jalostamon kehityskohteiden tunnistamisen. Jalostamon koko prosessille määritetty EII saadaan laskemalla keskiarvo yksikköprosessien EII:sien summasta. (Roscoe, P., 2006)

Kuten luvussa 1 on mainittu, Lappeenrannan biojalostamo on ainutlaatuinen jalostamokokonaisuus maailmassa, joten energiatehokkuuden laskeminen EII:n kautta ei ole mahdollista. Biojalostamon tuotantoprosessin osille ei ole olemassa soveltuvia standardoituja energiankulutuksia EII:n laskentaan. Tämän työn rajauksen kannalta ei ole lisäksi tarkoituksenmukaista laskea energiatehokkuutta tuotetun energiamäärän kautta, sillä biojalostamon tuotanto ei rajoitu yhteen tuotteeseen ja sen kaikkia tuotteita ei käytetä energiantuotantoon. Energiatehokkuuden tarkastelu energian tai tuotteiden markkinahinnan kautta ei myöskään ole perusteltua markkinahintojen muuttuessa jatkuvasti. Tapa ei tuo tarkasteluun olennaista lisätietoa, mutta lisää huomattavasti tarkastelun työkuormaa. Näiden syiden takia työn kannalta parhaaksi menetelmäksi energiatehokkuuden analysointiin valikoitui tuotannon määrän vertaaminen käytettyyn energiaan ja absoluuttisen energiamäärän vähennyksen vertaaminen tunnistettuihin energiansäästökohteisiin.

3.1 Energiatehokkuuden ympäristönäkökulma

Lappeenrannan biojalostamon tuottamien uusiutuvien polttoaineiden kannattavuus perustuu tuotteiden kestävyteen ja ilmastoystävällisyyteen. Biojalostamon valmistamilla uusiutuvilla polttoaineilla on fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna huomattavasti pienemmät lähipäästöt ja yli 80 % alhaisemmat hiilidioksidipäästöt. (UPM, 2019) Tämän takia

biojalostamon energiatehokkuudessa tulee käytetyn energiamäärän lisäksi keskittyä käytetyn energian laatuun. Fossiilisten polttoaineiden käyttö uusiutuvien polttoaineiden valmistuksessa tulee minimoida tuotannon aiheuttamien kasvihuonepäästöjen minimoimiseksi. Kasvihuonepäästöjen vähentäminen lisää kysyntää, sillä biojalostamon asiakkaat ovat valmiita maksamaan vähäpäästöisestä tuotteesta enemmän.

GHG-vähennyksellä tarkoitetaan kasvihuonepäästöjen vähennyksiä eli biopolttoaineiden valmistuksessa muodostuvia kasvihuonepäästöjä verrattuna fossiilisten polttoaineiden valmistuksessa muodostuviin kasvihuonepäästöihin. Euroopan Unionin biopolttoaineiden kestävyysdirektiivin takia myös GHG-vähennyksiä tulee ottaa biopolttoaineiden valmistuksessa huomioon kannattavuuden ohella. Direktiivin mukaan vuodesta 2017 alkaen biopolttoaine luokitellaan kestäväksi, kun sen GHG-vähennys on yli 50 %. Vuodesta 2018 lähtien uusien biopolttoaineiden GHG-vähennyksen tulee olla yli 60 %, jotta tuote voidaan luokitella uusiutuvaksi polttoaineeksi. (European Commission, 2018). Biopolttoaineiden GHG-vähennystä voidaan laskea yhtälöllä (5) (Soimakallio & Koponen, 2011):

$$GHG \text{ vähennys} = \frac{E_F - E_B}{E_F} \cdot 100\% \quad (5)$$

missä,

E_B biopolttoaineiden valmistuksen päästöt

E_F fossiilisten polttoaineiden kokonaispäästöjen vertailuarvo.

Fossiilisten polttoaineiden kokonaispäästöjen vertailuarvon tulee olla EU:ssa käytettyjen fossiilisten polttoaineiden viimeisin todellinen keskiarvo. Biopolttoaineiden GHG-vähennyksen laskennassa fossiilisen polttoaineen vertailuarvo on 83,8 gCO_{2-ekv}/MJ, joka perustuu bensiinin ja dieselpolttoaineen fossiilisen osan päästöihin. Kokonaispäästöjen määrittelyssä otetaan huomioon polttoaineiden koko tuotantoketju, raaka-aineiden hankinnasta tuotteen loppukäyttöön. (Soimakallio & Koponen, 2011) Biojalostamon energiankäyttöä ja prosessin energiatehokkuutta käsitellään tarkemmin työn kokeellisessa osassa.

4 TEOLLISUUDEN PÄÄSTÖDIREKTIIVIN ENERGIATEHOKKUUSMÄÄRÄYKSET

Teollisen tuotannon päästöjä ja energiatehokkuutta ohjataan energiatehokkuuslainsäädännön ohella myös ympäristösäätelyn kautta. Luvussa 1 Kuvassa 1 on esitetty ympäristölainsäädännön energiatehokkuusvelvoite ja sen määräävä lainsäädäntö. Suurien laitosten osalta teollisuuden päästädirektiivin noudattaminen tarkoittaa parhaan käyttökelpoisen menetelmän (BAT) määritelmien noudattamista. Teollisen tuotannon prosessien päästöt aiheuttavat suuren osan Euroopan Unionin alueen kokonaispäästöistä. Teollisen tuotannon kuormitukset ovat pääasiassa ilma- ja jätevesipäästöt ja syntyvät jätteet. Edellä mainittujen päästölähteiden vähentämiseksi Euroopan Unioni on säätänyt Teollisuuden päästädirektiivin 2010/75, jonka päämääränä on kustannustehokas ympäristönsuojelu, uusien teknologisten ratkaisujen edistäminen, hallinnollisen tehokkuuden parantaminen ja selkeämpi lainsäädäntö. (European Commission, 2019a) (Ympäristöministeriön julkaisuja 2011, s. 18)

Teollisuuden päästädirektiivi 2010/75 on 6.1.2011 voimaan tullut teollisuuden päästöjen hallintaan liittyvä säännös. Direktiivi on EU:n päätyökalu jäsenvaltioidensa teollisuuden päästöjen valvontaan. Teollisuuden päästädirektiivi korvaa seitsemän aiempaa voimassa ollut direktiiviä mukaan lukien IPCC-direktiivin. (European Commission, 2019a)

Teollisuuden päästädirektiivin keskeinen osa liittyy parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) käyttöön. BAT käsitellään tarkemmin luvussa 5.3 Teollisuuden päästädirektiiviin on listattu noin 50 000 teolliseen toimintaan liittyvää toimintoa, joiden tulee direktiivin mukaan toimia luvanvaraisesti kansallisen valvonnan alaisuudessa. Huomioitavia kohteita on tällöin päästöt ilmaan, vesiin ja maaperään sekä raaka-ainekulutus, energiatehokkuus, melu, tapaturmien ennalta ehkäiseminen ja alueen ennallistaminen tuotannon lopetuksen jälkeen tulevaisuudessa. Näiden pohjalta on luotu parhaan käyttökelpoisen tekniikan määrittävät BREF-asiakirjat ja BAT-päätelmät, joilla yhtenäistetään EU-alueen lupamenettelyitä ja valvontaa. (European Commission, 2019a)

4.1 Ympäristönsuojelulain energiatehokkuusmääräykset

Ympäristönsuojelulaki on 27.6.2014 Suomessa voimaan tullut laki ja sillä implementoitiin teollisuuspäästädirektiivi osaksi Suomen lainsäädäntöä. Ympäristönsuojelulain tarkoituksena on (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, § 1):

1. Ehkäistä ympäristön pilaantumista ja päästöjä; vähentämällä päästöjä, torjumalla ympäristövahinkoja ja poistamalla pilaantumisesta aiheutuneita haittoja.
2. Terveellisen ja viihtyisän sekä monimuotoisen ja luonnontaloudellisesti kestävä ympäristön turvaaminen. Kestävä kehityksen tukeminen ja ilmastonmuutoksen torjuminen.
3. Luonnonvarojen kestävä käytön edistäminen, jätteiden määrän vähentäminen ja jätteiden haitallisten vaikutusten ehkäiseminen.
4. Ympäristöä pilaavan toiminnan kokonaisvaltainen tarkastelu.
5. Kansalaisten päätöksentekomahdollisuuksien parantaminen ympäristöä koskevissa päätöksissä.

Ympäristönsuojelulakia sovelletaan teolliseen ja muuhun toimintaan, joka aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa ympäristön pilaantumista ja toimintaan, josta syntyy jätettä sekä jätteenkäsittelyyn (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, § 2). Ympäristönsuojelulain mukaista toimintaa, sen seuranta ja kehittämistä valvoo ympäristöministeriö (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, § 21).

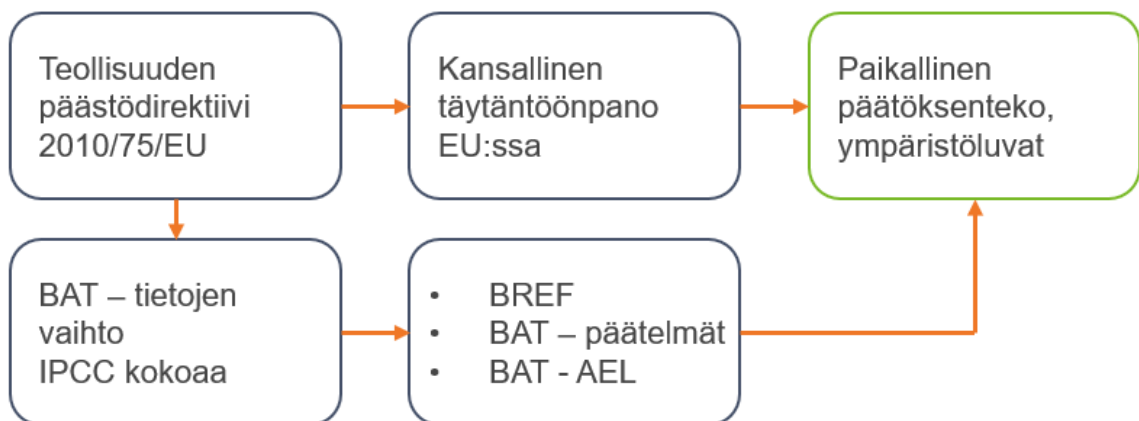
Ympäristönsuojelulaki määrittää, että ympäristön tai vesistöjen pilaantumisen vaaraa aiheuttava toiminta, jätevesien johtaminen ja naapurussuhteita kohtuuttomasti rasittava toiminta ovat kaikki luvanvaraista toimintaa eli niitä varten on haettava erillinen ympäristölupa Aluehallintovirastolta (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, § 27). Luvanvaraisessa toiminnassa tulee käyttää BAT-teknologiaa, toiminnan energiankäytön tulee olla tehokasta, toiminnan aiheuttamat päästöt tulee raportoida viranomaisille ja toiminnan harjoittajalla tulee olla toimintaansa riittävä asiantuntemus. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, § 8)

4.2 Paras käyttökelpoinen tekniikka BAT

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) käytön taustalla on luvussa 4 esitetty teollisuuden päästädirektiivi. BAT velvoittaa EU:n jäsenvaltioissa toimivilta yrityksiltä mahdollisimman tehokasta ja kehittyntä, mutta samalla teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoista tuotantoa. Samalla BAT velvoittaa kokonaisvaltaiseen toiminnasuunnitteluun, sisältäen toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito-, käyttö- sekä lopettamisvaiheet. BAT-teknologian tulee soveltua ympäristölupamääräysten perustaksi ehkäisten ja vähentäen toiminnan ympäristövaikutuksia. (Ympäristöhallinto, 2019a)

BAT-teknologian ympäristönsuojelun suorituskyky määritellään jäsenvaltioiden välisen kommunikoinnin pohjalta hallitusten välisen ilmastopaneeli IPCC:n toimesta. Tämän pohjalta luodaan BAT-vertailuasiakirjat (BREF) ja BAT-päätelmät, joihin jäsenvaltioiden lupakäytäntöjen tulee pohjautua. (Ympäristöministeriön julkaisuja 2011, s. 18) Euroopan Unionin alueella keskeinen ongelma-kohta on aiemmin ollut jäsenvaltioiden lupakäytäntöjen eroavaisuudet. IPCC:n vahvistamat, teollisuuden päästödirektiiviin pohjautuvat BREF-dokumentit on luotu ratkaisemaan tämä ongelma-kohta. (European Commission, 2019a)

Suomessa teollisuuspäästödirektiivin ja parhaan käyttökelpoisen tekniikan ohjeistukset on saatettu voimaan luvussa 4.2 esitetyn ympäristönsuojelulain osana. Tämä lisää BAT-vertailuasiakirjojen merkitystä ympäristölupaharkinnassa, sillä teollisuuden on perustettava ympäristölupien päästöraja-arvot BAT-päätelmiin. BAT-päätelmät sisältävät myös toiminnan energiatehokkuutta koskevia päätelmiä. (European Commission, 2019a). Kuvassa 3 on esitetty parhaan käyttökelpoisen tekniikan soveltamisketju.

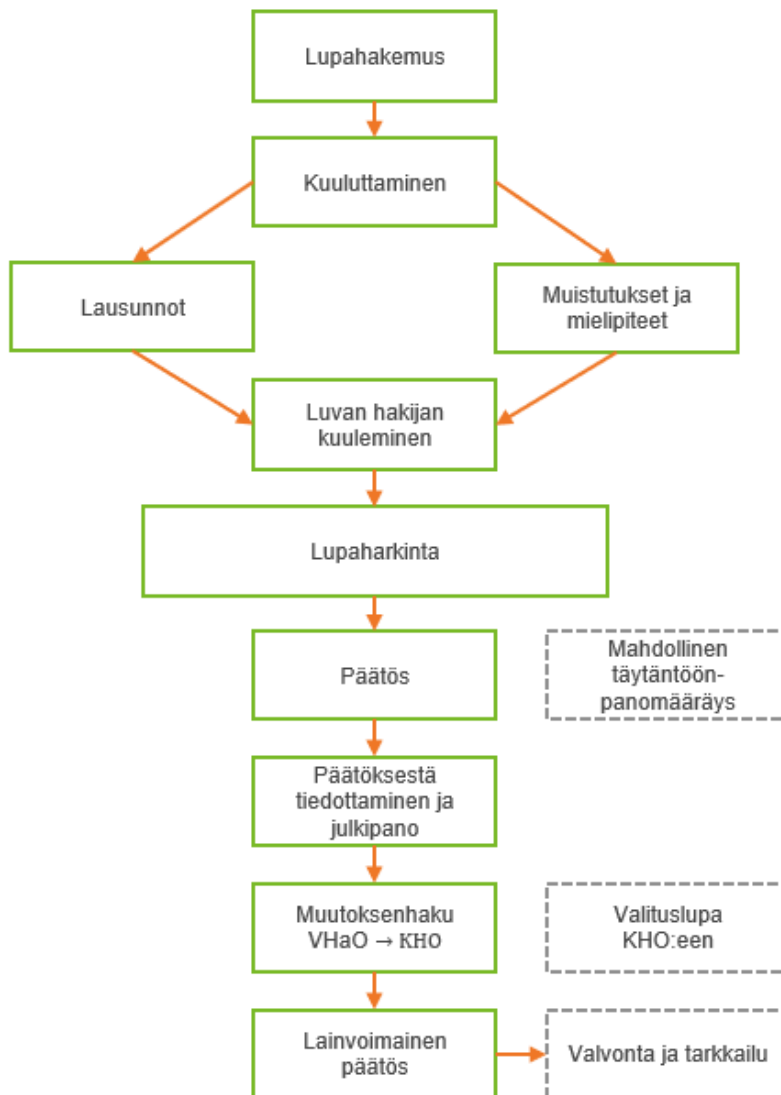


Kuva 3 Parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) soveltamisketju. (mukailtu lähdettä, Ympäristöhallinto, 2019a)

4.3 Ympäristöluvat

Ympäristölupa on kansallisen lainsäädännön tasolla ympäristönsuojelulakiin ja Eurooppa-tasolla teollisuuden päästödirektiiviin perustuva lupa. Ympäristöluvan vaativia toimintoja ovat ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavat toiminnat. Ympäristölupa sisältää määräyksiä liittyen toiminnan laajuuteen, päästöihin ja niiden vähentämiseen. (Ympäristöhallinto, 2019b)

Ympäristölupahakemus tehdään aluehallintovirastolle tai kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle, joka on määritelty ympäristönsuojelulaissa tai -asetuksessa. Kuvassa 4 on esitelty ympäristölupahakemuksen hakuprosessin vaiheet, joissa keskeisessä osassa ovat myös prosessin julkisuus ja asianosaisten vaikutusmahdollisuudet.



Kuva 4 Ympäristölupahakemuksen vaiheet. (mukaihen lähde, Ympäristöhallinto, 2019b)

Ympäristölupa noudattaa luvussa 5 esiteltyä teollisuuden päästödirektiiviä. Ympäristöluvan päästölupamääräysten ja asetusvaatimusten rekisteröitävissä toiminnoissa tulee pohjautua BAT-asiakirjoihin (BREF). (Ympäristöministeriö, 2019)

Ympäristölupa on myös energiatehokkuuden tarkastelun kannalta tärkeä päätösasiakirja, sillä se voi sisältää määräyksen energiatehokkuuden seuranta- ja raportointivelvollisuudesta sekä mahdollisesti myös energiatehokkuuden säästömääräyksiä. Ympäristöluvan säästömääräykset energiatehokkuudesta eivät ole tarpeen, jos yritys on liittynyt energiatehokkuussopimukseen tai sillä on käytössä riittävät energiatehokkuuden hallintajärjestelmät. (Ympäristöministeriö, 2019) Energiatehokkuuden numeeriset säästömääräykset ympäristöluvassa eivät ole yrityksen kannalta kannattavia, sillä vapaaehtoisilla toimenpiteillä kustannukset on mahdollista kohdistaa tehokkaammin.

5 EUROOPAN UNIONIN ENERGIATEHOKKUUSDIREKTIIVI

Euroopan Unioni on yhä enemmän riippuvainen energian tuonnista, koska sen omat energiavarat ovat niukkoja suhteessa sen omaan energiankäyttöön nähden. Ilmastonmuutoksen estäminen vaatii energiankäytön tarkempaa hallintaa ja energiatehokkuuden maksimoimista. Näiden syiden pohjalta annettiin 25.10.2012 Euroopan Unionin energiatehokkuusdirektiivi. Euroopan Unionin energiatehokkuusdirektiivin 2012/27/EU tarkoituksena on edistää EU:n tavoitetta laskea unionin alueen primäärienergian kulutusta 20 %:lla vuoteen 2020 mennessä. Primäärienergialla tarkoitetaan energialähteiden sisältämää energiamäärää sen neitseellisessä muodossa. Energiantuotannossa primäärienergia muutetaan jatkokäytölle soveltuvaksi sekundäärienergiaksi. Primäärienergiatavoite on osa EU:n vuodelle 2020 asetetusta 20/20/20 tavoitteesta. (Energiatehokkuusdirektiivi art. 1) 20/20/20 tavoitteen muut kohdat ovat kasvihuonepäästöjen vähentäminen 20 %:lla ja uusiutuvien energiamuotojen kulutuksen kasvattaminen 20 %:tiin koko energiankulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. Direktiivin mukaan energiatehokkuustavoite tulisi saavuttaa kumulatiivisen täytäntöönpanon tuloksena, kansallisia ja Euroopan tason toimenpiteitä lisäämällä.

Energiatehokkuusdirektiivi velvoittaa jäsenvaltioilta primääri- tai loppuenergiankulutukseen, energiaintensiteettiin tai säästöihin perustuvaa kansallista energiatehokkuustavoitetta. Yksi tapa tavoitteiden saavuttamiseksi ja niiden seuraamiseksi on direktiivin luvussa 4.1 esitelty suurten yritysten energiankatselmusten pakollisuus. Esimerkiksi luvussa 6.3 esitellyn ETJ⁺ energiatehokkuusjärjestelmän energiakatselmustoiminta on tämän direktiivin mukainen. (Energiatehokkuusdirektiivi art. 3.) Direktiivin mukaan energiatehokkuus tulisi asettaa

keskeiseen asemaan, jotta jäsenvaltiot pystyisivät erottamaan energiankulutuksen kasvun ta-
louskasvusta. (Energiatehokkuusdirektiivi art. 4.)

5.1 Energiatehokkuuslaki

Energiatehokkuuslaki on otettu Suomessa käyttöön Euroopan Unionin energiatehokkuusdi-
rektiivin kansallisten tavoitteiden täyttämiseksi. Energiatehokkuuslain tarkoituksena on
määritellä Suomessa toimivien energia-alan yritysten velvollisuudet energiatehokkuuden
parantamiseen ja energian käytön vähentämiseen. Lain tarkoituksena on edistää energiate-
hokkuutta ja määritellä velvollisuudet energiamarkkinoilla toimiville yrityksille. Laki edel-
lyttää, että energiatehokkuusjärjestelmissä keskeisinä kohtina ovat pakolliset energiakat-
selmukset suoritetaan säännöllisesti. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, § 1) Energiatehok-
kuuslakia sovelletaan Suomessa toimiviin yrityksiin seuraavissa tapauksissa (Energiatehok-
kuuslaki 1429/2014, § 2):

1. Sähköä, kaukolämpöä, -jäähdytystä tai polttoaineita myyvät tai jakelevat yritykset.
2. Suuret yritykset, joilla on vähintään 250 työntekijää, tai vuosiliikevaihto on yli 50 miljoonaa euroa, taseen loppusumman ollessa yli 43 miljoonaa. Näissä yrityksissä laki määrittelee yritysten energiankatselmusten tarpeen ja vastuuhenkilöt energiakat-
selmuksille.
3. Käyttökelpoista ylijäämälämpöä tuottavat laitokset, sähkön lauhdetuotantolaitokset ja kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkot.

Lappeenrannan biojalostamo kuuluu yrityksiin, joissa energiatehokkuuslakia tulee soveltaa. Tämä velvoittaa biojalostamo suorittamaan yrityksen pakollisen energiakatselmuksen nel-
jän vuoden välein (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, § 6) sekä kehittämään energiatehok-
kuutta systemaattisesti. Yrityksillä on mahdollisuus vapautua pakollisista energiakatsel-
muksista, jos sillä on käytössä riippumattoman elimen sertifioima energia- tai ympäristön-
hallintajärjestelmä, joka täyttää eurooppalaiset ja kansalliset standardit. Hallintajärjestelmän
tulee sisältää energiatehokkuuslaissa määriteltyjen vähimmäisvaatimusten mukainen ener-
giakatselmus. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, § 7) Energian- ja ympäristönhallintajärjes-
telmät ja pakollisista katselmuksista vapautuminen esitellään tarkemmin luvussa 6.

5.1.1 Energiakatselmukset

Energiatehokkuuslain määrittelemien energiakatselmuksien tarkoituksena on määritellä yrityksen tai konsernin energiankulutusprofiili, tunnistaa kannattavat energiansäästötoimenpiteet ja raportoida yrityksen energiatehokkuustoimet viranomaisille. Energiatoimiin sisältyy kaikki yrityksen prosesseihin, rakennuksiin tai logistiikkaan tehdyt parannukset. Yrityksen energiakatselmuksessa kaikki sen energiankäyttökohteet käydään järjestelmällisesti läpi. Energiankäyttökohteisiin kuuluu yrityksen teollinen- ja kaupallinen toiminta, rakennukset ja liikenne. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, § 4)

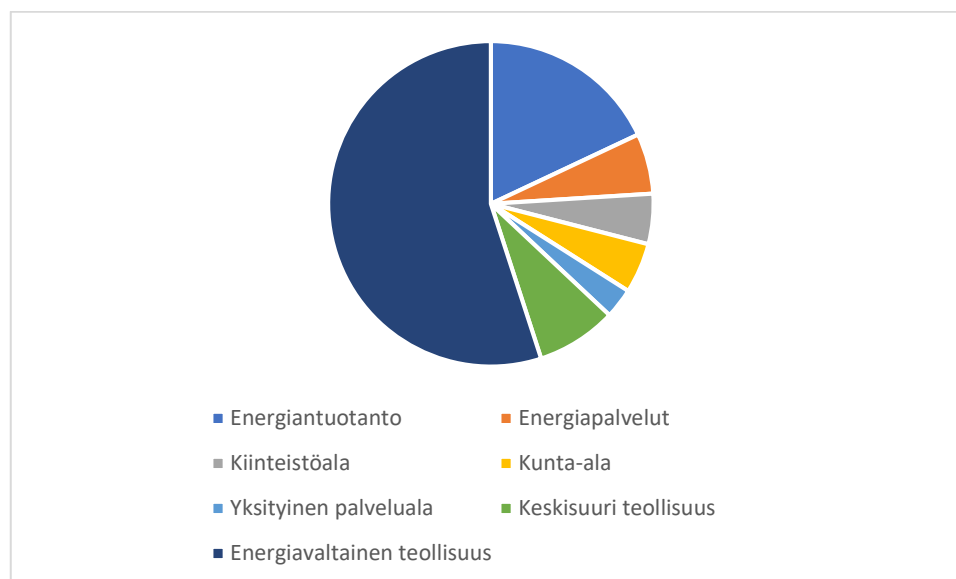
Yrityksen energiankatselmuksen tarkoituksena on luoda tarkka kuva yrityksen kokonaisenergiatehokkuudesta ja selvittää luotettavasti sen suurimmat parannusmahdollisuudet. Tämän takia yrityksen on energiakatselmuksessa suoritettava riittävä määrä erillisiä kohdekohtaisia katselmuksia. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, § 4) Kohdekatselmuksessa tarkastellaan kohteen energiankulutuksen rakennetta, jolloin on mahdollista rajata kannattavimmat toteutettavissa olevat energiatehokkuustoimet. Kohdekatselmus tehdään yksittäiseen energiankäyttökohteeseen, joita ovat esimerkiksi rakennukset, rakennusryhmät, teollisuuslaitokset tai osa laitoksesta. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, § 5)

5.2 Elinkeinoelämän energiatehokkuussopimukset

Kansalliset energiatehokkuussopimukset ovat Suomessa käytettyjä vapaaehtoisia, mutta keskeisiä keinoja EU:n energiatehokkuusdirektiivin velvoitteiden täyttämiseen ja tavoitteiden saavuttamiseen. Ne kattavat elinkeinoelämän, kunta-, kiinteistö ja öljyalan. Sopimukset ovat tärkeä osa Suomen energia- ja ilmastostrategiaa. Sopimustoiminta on Suomessa hyvin laajaa, sopimuskaudella 2008 – 2016 se kattoi yli 65% maan kokonaisenergiantuotannosta. Vuosittainen energiatehokkuustoimenpiteiden raportointi on keskeinen osa sopimustoimintaa ja se edistää merkittävästi Suomen energiatehokkuuden raportointia EU:lle. (Motiva, 2019a)

Tällä hetkellä voimassa oleva energiatehokkuuskausi sisältää vuodet 2017 – 2025 ja se jatkaa vuonna 2008 käynnistyneitä energiansäästösopimuksia. Edellisellä kaudella 2008 – 2016 energiatehokkuussopimusten alaisten toimialojen energiatehokkuustoimien kautta energiaa säästettiin vuosittain yli 14 terawattituntia (TWh). Energiatehokkuustoimien ansiosta samalla hiilidioksidipäästöjä leikattiin 4 miljoonalla tonnilla vuosittain ja toimijoiden

energiakulut pienenevät 500 miljoonalla eurolla (Motiva, 2019a). Toteutuneiden energiansäästötoimenpiteiden vuosittaisen energiansäästövaikutuksen jakautuminen eri toimialoille on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5 Energiansäästövaikutuksen jakautuminen eri toimialoille vuosina 2008 – 2015. Kokonaisenergiasäästön ollessa 14.2 TWh/a. (Motiva, 2019a)

6 ENERGIA- JA YMPÄRISTÖNHALLINTAJÄRJESTELMÄ

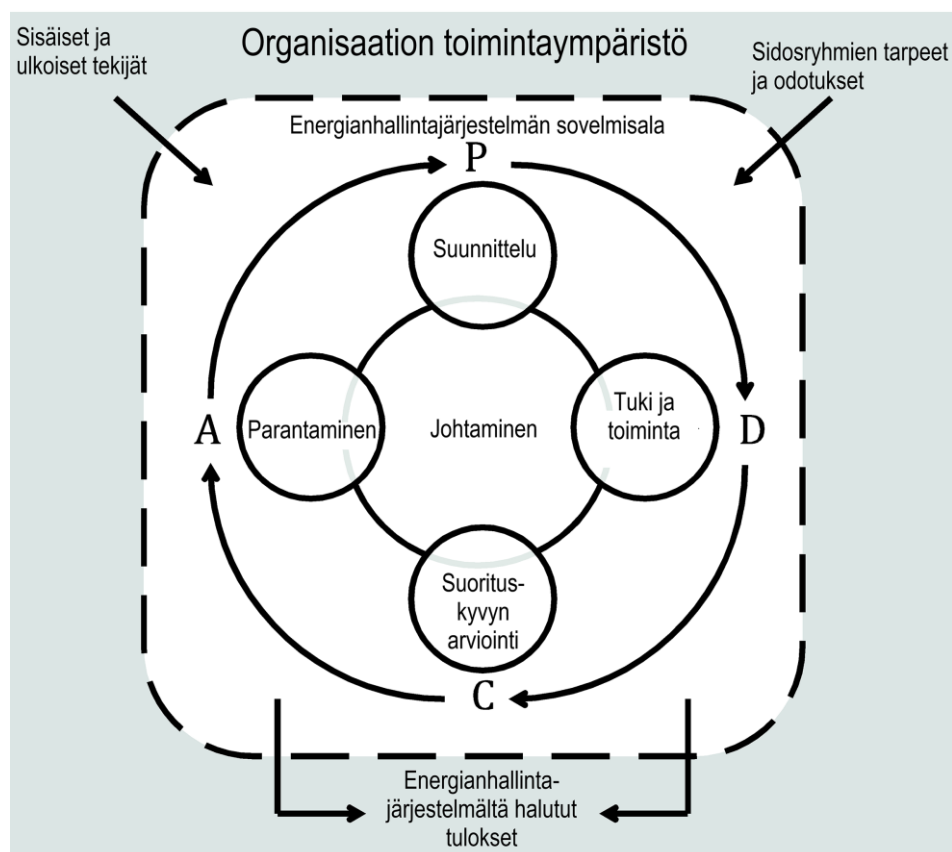
Direktiivien ja lakien määrittelemiin energiansäästövaatimusten seurantaan ja hallintaan on luotu standardoituja hallintajärjestelmiä. Tässä luvussa niistä esitellään ympäristönhallintajärjestelmä ISO 14001 ja energiatehokkuuden hallintaan luotu ISO 50001 standardi ja energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺. ISO 50001:n ja ETJ⁺:n välillä suoritetaan sisällöllinen vertailu eroavaisuuksien löytämiseksi. Vertailun tarkoituksena on määrittellä sopivampi järjestelmä energiatehokkuuden hallintaan biojalostamolle. Tässä luvussa käydään läpi luvussa 4.1 esitellyn energiatehokkuuslain velvoittamista pakollisista yrityksen energiakatselmuksista vapautuminen esiteltyjen järjestelmien standardoimisen ja käyttöönoton avulla.

6.1 ISO 14001

ISO 14001 on kansainvälisen standardiorganisaation laatima standardi ympäristöasioiden hallintaan ja sen tarkoituksena on toimia viitekehyksenä organisaatioille

ympäristönsuojelussa ja muuttuvissa ympäristöolosuhteissa. ISO 14001 mukaan kestävän kehityksen edellytyksenä on kolmen tekijän tasapainottaminen, jotka ovat ympäristö, yhteiskunta ja talous. ISO 14001 on yleisesti käytössä oleva ympäristöjärjestelmä, jonka käyttö on lisääntynyt etenkin teollisuudessa. Suomessa järjestelmiä on sertifioitu 1480 kappaletta. (SFS, 2018)

ISO 14001 määrittää vaatimukset organisaatioille, joiden tavoitteena on saavuttaa organisaatioiden ympäristöasioihin liittyvät omat tavoitteet, mutta standardi auttaa myös organisaatioita saavuttamaan niille ulkopuolelta asetetut ympäristövelvollisuudet. Ympäristön- ja energianhallintajärjestelmille tyypillistä on järjestelmällinen lähestymistapa, jossa hallittava asia otetaan osaksi päivittäisjohtamista. Järjestelmällisyys ympäristöasioissa auttaa organisaation ylintä johtoa tekemään päätöksiä, jotka ovat pitkällä aikavälillä kannattavia ja auttavat kestävän kehityksen edistämässä. ISO 14001:n sisältö seuraa niin sanottua Suunnittele – toteuta – arvioi – toimi – kehää, joka on esitelty kuvassa 6. (EN ISO 14001. 2015)



Kuva 6 ISO 14001 -standardin Suunnittele – toteuta – arvioi – toimi – kehä. (EN ISO 50001, 2018)

Kuvasta 6 nähdään kehän sisältämien suunnittelun, toiminnan, arvioinnin ja jatkuvan parantamisen kytkeytymisen toisiinsa johtamisen kautta. Ylimmän johdon määrätietoinen ja järjestelmällinen johtaminen mahdollistaa kehän toiminnan. Kehä suunnitellaan yhteensopivaksi hallintajärjestelmän soveltamisalalle, johon vaikuttaa sisäisten ja ulkoisten tekijöiden ohella sidosryhmien tarpeet ja odotukset. Järjestelmältä halutut tulokset saavutetaan kaikkien kehän osa-alueiden yhtenäisellä soveltamisella. (EN ISO 14001, 2015)

6.2 ISO 50001

ISO 50001 on kansainvälisen standardiorganisaation laatima standardi energiatehokkuuden hallintaan ja se asettaa vaatimukset energijärjestelmän toimeenpanoon ja ylläpitoon organisaatioissa. Standardi hyväksyttiin virallisesti vuonna 2011 korvaten aiemman ISO 16001:2009 standardin. Sen tarkoituksena on auttaa organisaatioita vakiinnuttamaan energiatehokkuuden jatkuvaan parantamiseen vaadittavat järjestelmät ja prosessit. Järjestelmä on suunniteltu yleispäteväksi eli sen käyttöönotettavan organisaation koolla, toimialalla, energiamuodoilla tai sijainnilla ei ole toimivuuden kannalta merkitystä. ISO 50001 energijärjestelmä ei ole niin laajalle levinnyt standardi, verrattuna ISO 14001:seen. Suomessa ISO 50001 standardeja on sertifioitu 37 kappaletta. (SFS, 2018)

ISO 50001:ssa energiatehokkuuteen sisällytetään energiankäyttö ja -kulutus. Järjestelmän mukaiset energiatehokkuustoimenpiteet voivat näin ollen sisältää primäärienergiankäytön vähentämistä, energiaylimäärän hyödyntämistä tai toimintojen ja tuotannon optimointia.

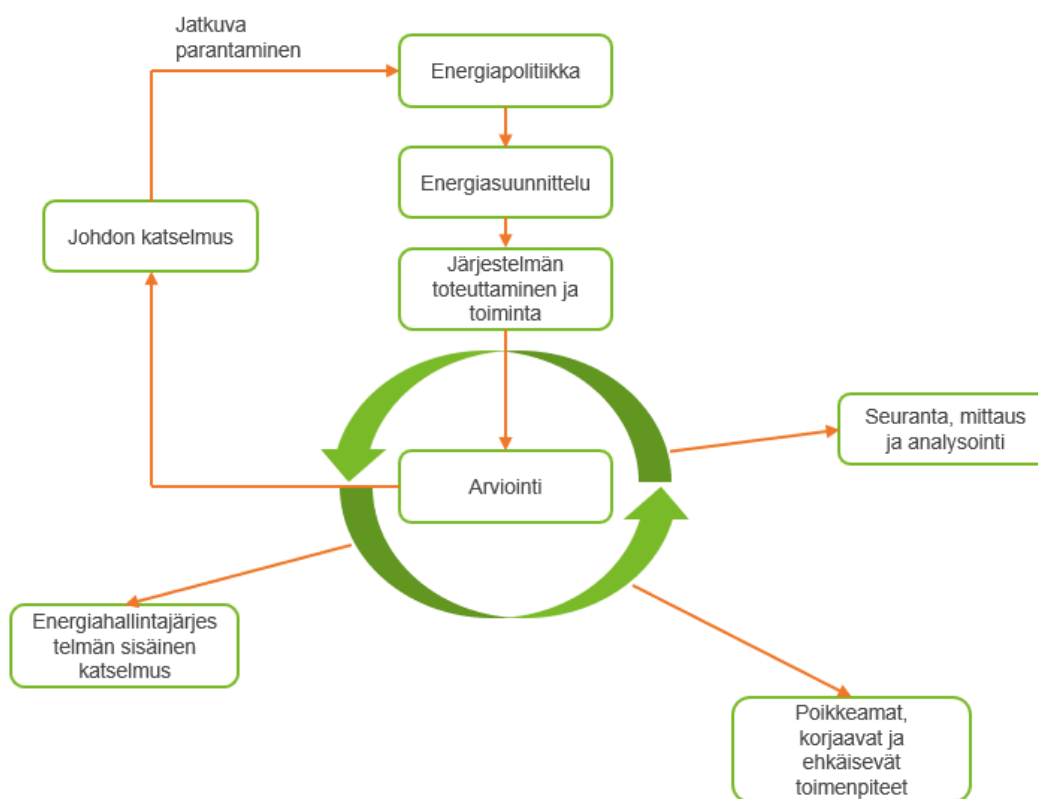
ISO 50001:stä sovellettaessa energiatehokkuuteen otetaan järjestelmällinen lähestymistapa jatkuvan parantamisen periaatteiden mahdollistamiseksi. Organisaation tulee määrittellä selkeästi energiatehokkuuden päämäärät, tavoitteet ja toimintatavat. Järjestelmä ei aseta organisaatiolle energiatehokkuustavoitteen suuruutta, vaan sen tukemana organisaation on mahdollista saavuttaa itse määrittelemänsä energiatehokkuustavoitteet.

ISO 50001 asettaa velvoitteet organisaation koko henkilöstölle, mutta suurin vastuu on kuitenkin organisaation ylimmällä johdolla. Standardi on sisällöltään samankaltainen ETJ⁺ energiatehokkuusjärjestelmän kanssa. Energiatehokkuuteen keskittymällä organisaatiot voivat vähentää kasvihuonepäästöjä ja siten saavuttaa yleiset kansalliset ilmastotavoitteet. ISO 50001 käyttää ISO 14001:n kanssa samaa Suunnittele – toteuta – arvioi – toimi – kehää, joka on esitelty kuvassa 6. (EN ISO 50001, 2018)

6.3 ETJ⁺

Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ on energiatehokkuuden jatkuvaan parantamiseen luotu työkalu. Se on kansallinen energiatehokkuusjärjestelmä, jonka edeltäjänä toimi energiatehokkuusjärjestelmä ETJ. Erona edeltäjäänsä ETJ⁺ sisältää ISO 50001 -standardin vaatimat pakolliset energiatehokkuuskatselmukset. ETJ⁺ on mahdollista sertifioida ja integroida ympäristöhallintajärjestelmä ISO 14001:een tai se voidaan ottaa käyttöön elinkeinoelämän energiatehokkuussopimuksen piiriin kuuluvassa yrityksessä. (Motiva, 2019b) Luvussa 6.5 esitellään näiden toimintojen tuoma hyöty.

ETJ⁺ velvoittaa sen käyttöönottavalta organisaatiolta järjestelmällistä lähestymistapaa energiatehokkuuteen. Järjestelmä noudattaa jatkuvan parantamisen periaatetta. ETJ⁺ energiatehokkuusjärjestelmää voidaan kuvailla viisivaiheisena prosessina. Järjestelmän vaiheet ovat Energiapolitiikka – Energiasuunnittelu – Toteuttaminen ja toiminta – Arviointi – Johdon katselmus. Yrityksen täytyy osoittaa sitoutuminen sovittuihin energiatehokkuustavoitteisiin. Tämä voidaan tehdä liittämällä ETJ⁺ olemassa olevaan johtamisjärjestelmään. Yrityksen tulee kartoittaa energiankäyttöään, sopia toimivat toimenpiteet ja menettelyt, joiden tulee olla energiatehokkuustavoitteiden mukaiset. Suunnittelun jälkeen seuraa toiminnan jatkuva täytäntöönpano ja toteutus, jolloin yritys tarkkailee toimintaansa ja tekee tarvittavat korjaavat toimenpiteet. ETJ⁺:n viimeisenä kohtana on johdon katselmus, jossa arvioidaan järjestelmän toimivuutta ja toteutumista, sekä asetetaan uudet tavoitteet. (Motiva, 2019b) Kuvassa 7 on esitelty ETJ⁺:n jatkuvan parantamisen soveltaminen ja järjestelmän vaiheet.



Kuva 7 ETJ⁺:n vaiheet ja jatkuvan parantamisen soveltaminen. (mukailien lähdettä: Motiva, 2019b)

6.4 Energian hallintajärjestelmien eroavaisuudet

Tässä luvussa vertaillaan ISO 50001:n ja ETJ⁺:n välisiä sisällöllisiä eroavaisuuksia järjestelmien vaatimusten suhteen. Vertailu on tärkeä suorittaa, vaikka järjestelmät ovat sisällöltään samankaltaisia. Järjestelmien väliset pienet eroavaisuudet vaikuttavat järjestelmän kuormittavuuteen. ISO 50001 on uusittu ISO 14001:2015:n mukaiseksi, mutta ETJ⁺:n sisältö on ISO 50001:2011 mukainen, joka pohjautuu ISO 14001:2004 asiakirjaan. ISO 14001 asiakirjojen vanhalla ja uudella versiolla ei ole suurta sisällöllistä eroa, mutta asiakirjojen sisäinen järjestys on muuttunut eli ISO 50001:ssa ja ETJ⁺:ssa on ainakin järjestyksellisiä eroja. Taulukossa I on vertailtu ISO 50001:2018:n ja ETJ⁺:n välisiä sisällöllisiä eroja. Taulukkoon on listattu ISO 50001:n sisältö ja vastaava kohta ETJ⁺:sta. Jos ETJ⁺:ssa ei ole ISO 50001:n vastaavaa vaatimusta, kohta on merkitty taulukkoon tummennettuna. ISO 50001:2018 asiakirjan vaatimukset alkavat kohdasta neljä ja ETJ⁺:n kohdasta kolme. (Motiva 2019b, EN ISO 50001:2018.)

Taulukko I ISO 50001:2018:n ja ETJ⁺:n sisällöllinen vertailu.

	ISO 50001:2018		ETJ ⁺
4	Organisaation toimintaympäristö		
4.1	Organisaation ja sen toimintaympäristö ymmärtäminen		
4.2	Sidosryhmien tarpeiden ja odotusten ymmärtäminen	3.4.2	Lakisäätteiset ja muut vaatimukset
4.3	Energianhallintajärjestelmän soveltamisalan määrittäminen	3.4.1	Yleistä suunnittelusta
4.4	Energianhallintajärjestelmä	3.1	Yleistä
5	Johtaminen	3.2	Johdon vastuu
5.1	Johtaminen ja sitoutuminen	3.2.1	Ylin johto
5.2	Organisaation energiapolitiikka	3.3	Energiapolitiikka
5.3	Organisaation roolit, vastuut ja valtuudet	3.2.2	Johdon edustus
6	Suunnittelu	3.4	Suunnittelu
6.1	Toimet riskien ja mahdollisuuksien käsittelemiseksi		
6.2	Tavoitteet, tarkennetut energiatavoitteet ja suunnittelu niiden saavuttamiseksi	3.4.4	Päämäärät ja tavoitteet
6.3	Energiakatselmus	3.4.3	Energiakatselmus
6.4	Energiasuorituksen indikaattorit		
6.5	Energian perustaso		
6.6	Energiatiedon keräämisen suunnittelu	3.6.1	Seuranta, mittaus ja analysointi
7	Tuki		
7.1	Resurssit	3.2.1	Ylin johto
7.2	Pätevyys		
7.3	Tiedostaminen	3.5.1	Koulutus, tietoisuus ja pätevyys
7.4	Viestintä	3.5.2	Viestintä
7.5	Dokumentoitu tieto		
7.5.1	Yleistä		
7.5.2	Luominen ja päivittäminen	3.5.3	Energiatehokkuusjärjestelmän dokumentointi
7.5.3	Dokumentoidun tiedon hallinta		
8	Toiminta	3.5	Järjestelmän toteuttaminen ja toiminta
8.1	Toiminnan suunnittelu ja ohjaaminen	3.5.4	Asiakirjojen hallinta
8.2	Suunnittelu	3.5.5	Suunnittelu
8.3	Hankintatoimi	3.5.6	Energiahuollon, tuotteiden, laitteiden ja energian hankinta
9	Suorituksen arviointi	3.6	Arviointi
9.1	Energiasuorituksen ja EnMS:n seuranta, mittaaminen, analysointi ja arviointi	3.6.1	Seuranta, mittaus ja analysointi
9.1.1	Yleistä		
9.1.2	Yhdenmukaisuuden arviointi lakisäätteisten vaatimusten ja muiden vaatimusten suhteen	3.6.2	Vaatimusten täyttymisen arviointi
9.2	Sisäinen auditointi	3.6.5	Sisäinen auditointi
9.3	Johdon katselmus	3.7	Johdon katselmus
10	Parantaminen		
10.1	Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet	3.6.3	Poikkeamat ja korjaavat ja ehkäisevät toimenpiteet
10.2	Jatkuva parantaminen		

Taulukosta I havaitaan järjestelmien sisäisen järjestyksen eroavaisuudet. ETJ⁺:n sisältö ei etene taulukossa kronologisesti ISO 50001 sisällön mukaan. Tämä johtuu ISO 50001:n ja ETJ⁺:n pohjautumisesta eri ISO 14001 asiakirjoihin. Sisällöllinen ero järjestelmien välillä on vähäinen.

ISO 50001 sisältää kohdissa 4 ja 4.1 organisaation toimintaympäristölle aiheutuvien vaikutusten tutkimista. Organisaation toimintaympäristöllä tarkoitetaan ulkoisia ja sisäisiä seikkoja, jotka vaikuttavat energiatehokkuustuloksiin ja energiasuorituksen parantumiseen. ETJ⁺ ei suoraan vaadi tätä, mutta se tulee ottaa huomioon kohdassa 3.1, jossa määritellään energiatehokkuusjärjestelmän soveltamisala. ISO 50001:ssa kohdissa 6.4 ja 6.5 energiakatselmus vaatimuksen lisäksi vaaditaan energiaindikaattorien ja energiankäytön perusuran määrittely. Energiankäytön perusuralla tarkoitetaan energiankulutusta laitoksen käynnin aikaisessa normaalitilassa. Perusuraan vertaamalla voidaan tarkastella laitoksen energiankulutusta eri tilanteissa. ETJ⁺:ssa ei vaadita energiaindikaattorien määrittelyä. Siinä ei ole erikseen mainittu energiankäytön perusuran määrittelyä, mutta se sisältyy käytännössä lähtökohdaksi energiakatselmustoimintaan.

Järjestelmien ulkoiset raportointivaatimukset eroavat hieman sisäisten auditointien suhteen. ETJ⁺ vaatii sisäisten auditointien suorittamista säännöllisesti, vähintään kerran vuodessa. ISO 50001 johdon katselmuksia ja sisäisiä auditointeja vaaditaan tehtäväksi säännöllisin väliajoin, mutta tarkkaa aikaväliä ei ole ilmoitettu. Tämä voi vaikuttaa valitun järjestelmän hallinnolliseen kuormittavuuteen.

ISO 50001:ssa on kohdassa 10.2 määritelty velvollisuus jatkuvasta parantamisesta energiatehokkuudessa. Tätä ei ole erikseen mainittu ETJ⁺:ssa, mutta energianhallintajärjestelmien lähtökohdaksi on pyrkimys jatkuvaan parantamiseen, joten se huomioidaan käytännössä myös ETJ⁺:ssa. (Motiva, 2019b, EN ISO 50001, 2011)

Kaiken kaikkiaan, vertailun perusteella voidaan todeta energianhallintajärjestelmien olevan hyvin samankaltaisia. ISO 50001:n ohjeistus on tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa kuin ETJ⁺:ssa, mikä havaitaan esimerkiksi moniosaisempana asiakirjana. ETJ⁺:sta ei kuitenkaan puutu olennaisia kohtia energiatehokkuuden kokonaisvaltaisen hallinnoinnin kannalta.

6.5 Pakollisista katselmuksista vapautuminen

Luvussa 4.1 on todettu suurten yritysten olevan velvollisia suorittamaan energiatehokkuuslain nojalla pakolliset energiakatselmuksset neljän vuoden välein. Pakolliset energiakatselmuksset eivät ole organisaatioiden kannalta kannattavia, sillä pakon sanelema katselmus ei tuo energianhallintaan luotujen järjestelmien jatkuvan parantamisen positiivisia vaikutuksia yrityksille. Pakolliset energiakatselmuksset luovat organisaatioille kertaluontoisia hallinnollisia kuluja ja työmäärää.

Energiavirasto hallinnoi ja toimeenpääsee suurten yritysten pakollisia katselmuksia Suomessa. Energiaviraston mukaan energiatehokkuuslain vähimmäisvaatimukset voidaan tällä hetkellä täyttää kolmella hallintajärjestelmäkokonaisuudella, jotka on esitelty seuraavaksi (Energiavirasto, 2019b):

1. Sertifioitu ISO 50001 energianhallintajärjestelmä

Yritys on vapautettu pakollisesta energiakatselmuksesta, jos sillä on käytössä akkreditoidusti sertifioitu ISO 50001 -standardin mukainen energianhallintajärjestelmä. Tähän energianhallintajärjestelmään kuuluu sisäinen katselmointivelvoite.

2. Sertifioitu ISO 14001 ympäristönhallintajärjestelmä ja sertifioitu ETJ⁺

Yritys on vapautettu pakollisista energiakatselmuksista, jos sillä on käytössä akkreditoidusti sertifioitu ISO 14001 -standardin mukainen ympäristönhallintajärjestelmä ja siihen akkreditoidun toimielimen sertifioima ETJ⁺-järjestelmä.

3. Energiatehokkuussopimus ja ETJ⁺

Yritys on vapautettu pakollisesta energiakatselmuksesta, jos se on mukana energiatehokkuussopimusjärjestelmässä ja ottaa käyttöön ETJ⁺ energiatehokkuusjärjestelmän, joka sisältää velvoitteen energiakatselmuksista. Tässä tapauksessa ETJ⁺ järjestelmää ei tarvitse sertifioida, mutta energiavirasto tarkastaa pistokokeilla määräosasta yrityksiä ETJ⁺:n noudattamisen.

6.6 Energiatehokkuuden hallintajärjestelmän valinta

Työn teoriaosan tavoitteena on perustellusti määritellä Lappeenrannan biojalostamolle energianhallintaan sopivin järjestelmäkokonaisuus. Valitusta järjestelmäkokonaisuudesta tehdään työn kokeellisessa osassa GAP-analyysi.

Luvussa 6.4 ISO 50001:n ja ETJ⁺:n välillä tehdyn sisältöjen vertailun perusteella voidaan todeta ISO 50001:n velvoittavan yksityiskohtaisempaan energiatehokkuuden tarkasteluun energiasuoritteiden indikaattorien ja energian perusuran määrittämisen kautta. ISO 50001 velvoittaa tarkempaa määrittelyä organisaation toimintaympäristöön aiheutuvista vaikutuksista. ETJ⁺:sta puuttuvat kohdat eivät estä energiatehokkuuden kokonaisvaltaista tarkastelua. Voidaan siis todeta ISO 50001 olevan tarkempi vaihtoehto, mutta samalla se on työlämpi järjestelmäkokonaisuus.

ISO 50001:n merkittävä etu ETJ⁺:an nähden organisaatioille, joilla on liikekumppaneita Suomen rajojen ulkopuolella, on standardin kansainvälinen tunnistettavuus. Organisaatioiden kansainväliset liikekumppanit voivat pitää standardoitua ISO 50001:tä positiivisena asiana ja standardin puuttuessa voivat edellyttää energiatehokkuuden todentamista muilla tavoin laitoksen toiminnassa. ETJ⁺:lla ei ole samanlaista kansainvälistä tunnistettavuutta.

Lappeenrannan biojalostamon kannalta suuri ero järjestelmäkokonaisuuksien välillä on luvussa 6.5 esitelty energiatehokkuuslain mukaisista pakollisista katselmuksista vapautuminen. ISO 50001:n tapauksessa standardi tulee olla sertifioituna katselmuksista vapautumiseen. ETJ⁺:n tapauksessa järjestelmä tulee olla sertifioituna ISO 14001 standardin rinnalla tai se tulee ottaa käyttöön elinkeinoelämän energiatehokkuussopimuksen rinnalla. Lappeenrannan biojalostamolla on sertifioituna ISO 14001 ja UPM-Kymmene Oyj on allekirjoittanut elinkeinoelämän energiatehokkuussopimuksen, joten molemmat ETJ⁺:n sisältävät vaihtoehdot ovat toteutettavissa. Biojalostamolle riittää siis pelkkä ETJ⁺:n käyttöönotto pakollisista katselmuksista vapautumiseen. Tämä on merkittävä asia, sillä järjestelmän käyttöönotto on helpompaa, kustannustehokkaampaa ja vähemmän työllistävää, kuin sen sertifiointi akkreditoitujen toimielimen toimesta.

Edellä mainittujen perustelujen kautta voidaan todeta biojalostamolle tällä hetkellä kannattavimmaksi järjestelmäkokonaisuudeksi energiatehokkuuden systemaattiseen hallintaan ETJ⁺:n käyttöönotto energiatehokkuussopimuksen rinnalle. Järjestelmän käyttöönotto

helpottaa kummankin energiatehokkuusjärjestelmän standardointia tulevaisuudessa sisältöjen samankaltaisuuden takia.

KOKEELLINEN OSA

Diplomityön kokeellisessa osassa tarkoituksena on todentaa kirjallisuusosassa esiteltyjen energiatehokkuusvelvollisuuksien toteutuminen biojalostamolla. Ympäristölainsäädännön osalta keskitytään ympäristölupien energiatehokkuusvelvollisuuksiin, joissa tekniset ratkaisut perustuvat BAT-asiakirjoihin. Energialainsäädännön osalta tarkastellaan biojalostamon kuulumisen vapaaehtoiisiin energijärjestelmiin ja sopimuksiin, ja niiden vaatimusten täyttyminen. Kokeellisessa osassa suoritetaan lisäksi pakollinen energiakatselmus biojalostamon energiankulutuksesta ja -käytöstä. Katselmusta varten kokeellisessa osassa käydään läpi biojalostamon tuotanto energiankulutuksen näkökulmasta. Merkityksellistä on määrittää käytetyn energiamäärän lisäksi kulutetut energiatyypit ja suurimmat energiaa kuluttavat yksiköt biojalostamolla.

Osana energiakatselmusta haastatellaan biojalostamon johtoon, tuotantoon ja projektisuunnitteluun kuuluvaa henkilökuntaa. Haastatteluiden tavoitteena on selventää biojalostamon energiankulutusprofiilia ja arvioida kannattavia energiatehokkuustoimenpiteitä. Energiantehokkuustoimenpiteisiin kuuluvat prosessiparannuksien ohella myös toimintatapamuutokset. Energiakatselmuksen osana määritetään biojalostamolla tehtyjen investointien energiansäästövaikutuksia. Määrittämiseen otetaan huomioon investoinnit, joiden vaikutus on havaittavissa valitulla tarkasteluvälillä. Näiden toimien tarkoituksena on rakentaa pohjaa biojalostamolle valitun energiatehokkuusjärjestelmän käyttöönottoa varten.

Kirjallisuusosan luvussa 6.6 on todettu sopivimman energiatehokkuusjärjestelmäkokonaisuuden biojalostamolle olevan ETJ⁺:n käyttöönotto. Osana kokeellista osaa suoritetaan GAP-analyysi biojalostamon valmiudesta ETJ⁺:n käyttöönottoon. Analyysissä käydään järjestelmän asettamat energiatehokkuusvaatimukset vaiheittain läpi ja todetaan täyttääkö biojalostamo ne. ETJ⁺:n käyttöönoton avulla biojalostamo ei olisi enää velvollinen tekemään tässä kokeellisessa osassa tehtyä itsenäistä energiakatselmustyötä neljän vuoden välein itsenäisenä kokonaisuutena.

7 Ympäristölainsäädännön energiatehokkuusvaateiden toteutuminen biojalostamolla

Tämän luvun tarkoituksena on todentaa biojalostamon noudattavan ympäristöluvan mukaisia energiatehokkuusvaatimuksia. Ympäristölupien tekniset energiatehokkuusvaatimukset määritetään parhaan käyttökelpoisen tekniikan BAT-asiakirjoissa.

Luvussa 2 on todettu biojalostamon olevan ensimmäinen teollisen mittakaavan laitos, joka käyttää raakamäntyöljyä uusiutuvien polttoaineiden valmistukseen. Tämän takia biojalostamolle ei ole omaa teollisuuden päästödirektiivin mukaista luvussa 5.3 esiteltyä BAT-tekniologian asiakirjaa. Biojalostamolla sovelletaan osittain sellun, paperin ja kartongin valmistusta koskevia BAT-päätelmiä ja osittain kaasun ja mineraaliöljyn jalostusta koskevia BAT-päätelmiä. Sellun, paperin ja kartongin BAT-asiakirjaa sovelletaan biojalostamolla, koska kuten luvussa 2 on mainittu, se on osa Kaukaan tehdasintegraattia, jossa on referenssiasiakirjan mukaista teollisuutta. Kaasun ja mineraaliöljyn jalostuksen BAT-päätelmiä sovelletaan biojalostamolla, koska sen teknologia on osittain samankaltaista tavallisen fossiilisen öljynjalostuksen kanssa. (European Commission, 2019). Kaasun ja mineraaliöljyn BAT-tekniologian asiakirja asettaa parhaalle käyttökelpoiselle tekniikalle vaatimukset energiatehokkuuden suhteen. Tuotantolaitosten tulee täyttää nämä vaatimukset soveltuvin osin. Asiakirjan energiatehokkuusvaatimukset ja vaatimuksien noudattaminen biojalostamolla on esitetty taulukossa II. Punainen kohta taulukossa tarkoittaa, ettei se täyty biojalostamolla. Vihreä väri tarkoittaa, että kohtaa noudatetaan. Merkintä N.A tarkoittaa, ettei kohta koske biojalostamoa.

Taulukko II Kaasun ja mineraaliöljyn jalostuksen BAT-asiakirjan energiatehokkuusvaatimukset ja vaatimusten noudattaminen biojalostamolla. (mukaillen lähdettä: European Commission, 2019b)

Tekniikka	Toiminnan kuvaus	Noudattaminen biojalostamolla
1. Suunnitteluvaihe		
a. Pinch-analyysi	Menetelmä, jossa termodynaamiset tavoitearvot lasketaan järjestelmällisesti energiankulutuksen minimoimiseksi. Analyysia käytetään järjestelmäkokonaisuuksien arviointiin.	
b. Lämpöenergian integrointi	Lämpöenergian integroimisella tarkoitetaan lämpöenergian siirtämistä lämmitettävien ja jäähdytettävien prosessivirtojen välillä.	
c. Lämmön ja energian talteenotto	Energian talteenottolaitteistojen hyödyntäminen, esim. Jätelämpökattilat, Lämmön talteenotto FCC -yksiköissä ja Jätelämmön käyttö kaukolämpönä.	
2. Prosessin käyttö- ja huoltovaihe		
a. Prosessin optimointi	Polttoaineiden kontrolloitu hyödyntäminen energiatehokkuuden parantamiseksi lämpöintegrointi huomioituna kattiloiden hyötysuhteen parantamiseksi.	
b. Höyryn kulutuksen hallinta ja vähentäminen	Höyrytyhjennyksien valvominen kulutuksen vähentämiseksi ja käytön optimoimiseksi .	
c. Energiankäytön vertailuarvojen käyttö	Jatkuvan parantamisen hyödyntämisen vertailuarvojen kautta.	N.A. Biojalostamon käytämä tuotantoteknologia on ainutlaatuista, joten vertailuarvoja ei ole käytettävissä. (Luvussa 3 esitetty öljynjalostuksen EII)
3. Energiatehokkaat tuotantomenetelmät		
a. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto	Järjestelmä, joka tuottaa lämpöä ja sähköä samasta polttoaineesta.	N.A. Ei käytössä biojalostamolla
b. IGCC-teknologia	Höyryn, sähkön ja vedyn (vaihtoehtoinen) tuottaminen yhdellä järjestelmällä useista polttoaineista.	N.A. Ei käytössä biojalostamolla

Biojalostamon ympäristölupahakemuksen BAT-arvio on tehty vertaamalla toimintaa soveltuvien osin öljynjalostuksen REF BREF päätelmiin ja sellun ja paperin valmistuksen PP

BREF päätelmiin. Taulukon II perusteella biojalostamon toiminta täyttää soveltuvalle kokonaisuudella BAT-vaatimukset energiatehokkuuden osalta.

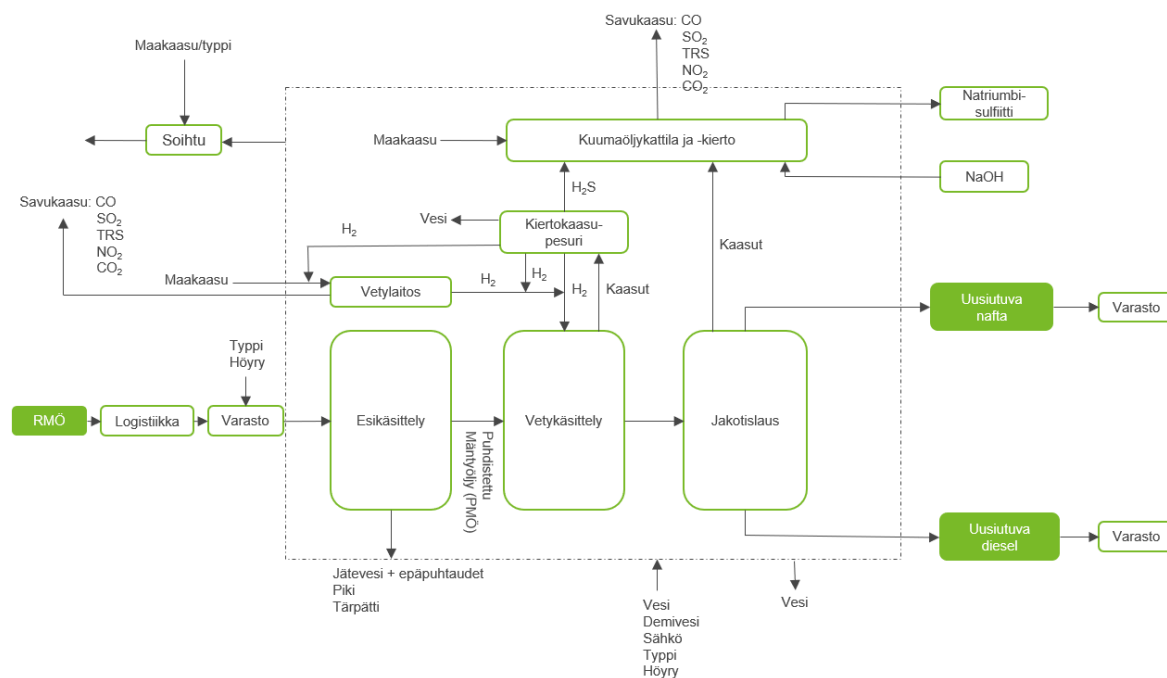
BAT-asiakirjojen noudattamisen ja energiatehokkuuden raportointivelvoitteen lisäksi ympäristöluvut voivat sisältää erillisen energiankäytön vähentämisvelvoitteen. UPM on yhtiötasolla liittynyt luvussa 4.2 esiteltyyn elinkeinoelämän energiatehokkuussopimukseen eli sitoutunut vähentämään energiankäyttöään ja raportoimaan energiansäästötoimistaan. Sopimus kattaa myös Lappeenrannan biojalostamon toiminnan. UPM kuuluu sopimuksessa energiavaltaiseen teollisuuteen. (Energiatehokkuussopimukset 2019) Sopimukseen kuulumisen johdosta jalostamon ympäristölupaan ei tarvita kohtaa energiankäytön vähentämisvelvoitteesta. Energiatehokkuuden raportointivelvollisuus täytetään osana energiatehokkuussopimuksen vuosittaista raportointia. Biojalostamon ympäristöluvassa ei ole määräyksiä energiatehokkuudesta, mutta hakemus koskien ympäristöluvan päivitystä jätetään Aluehallintovirastolle vuoden 2020 tammikuussa, jolloin tilanne voi muuttua.

8 Biojalostamon prosessikuvaus ja energiankäyttö

Tässä luvussa esitellään biojalostamon energiankäyttöä valitulla aikavälillä. Tarkoituksena on esittää biojalostamolla käytössä olevat energiatyypit sankey-diagrammissa, josta voidaan samalla nähdä energioiden käyttökohteet ja suhteellinen suuruus. Lisäksi toisessa kuvaajassa tarkastellaan biojalostamon tuotantoon suhteutettua energiankäyttöä kuukausitasolla. Erillisessä kuvaajassa esitellään biojalostamon energiankäyttöä fossiilisen energian suhteena uusiutuvaan energiaan. Biojalostamon energiankulutukset ovat salassa pidettävää tietoa, joten työssä ei ole mahdollista esittää numeerisia arvoja energiankulutuksille, mutta kuvaajien avulla on mahdollista havainnollistaa energiatyyppien kulutusta suhteessa toisiinsa. Ennen energiankäytön kuvaamista esitetään tarkempi prosessikuvaus biojalostamosta, jotta saadaan parempi kuva, missä ja mihin energiaa käytetään.

Biojalostamon tuotantoprosessi on esitelty lyhyesti luvussa 2. Energiatyyppien ja lähdevirtojen tunnistamista varten prosessin yksityiskohtaisempi tarkastelu energiavirtojen suhteen on tarpeen. Kuvassa 8 on esitelty lohkoakaavio biojalostamon uusiutuvien polttoaineiden tuotantoprosessista raaka-aineista tuotteisiin saakka. Laatikoilla on merkitty prosessin eri osa-

alueet ja niiden välillä olevat nuolet ovat prosessivirtoja. Katkoviivalla piirretty neliö rajaa kuvassa prosessialueen.



Kuva 8 Biojalostamon prosessin lohkokaavio.

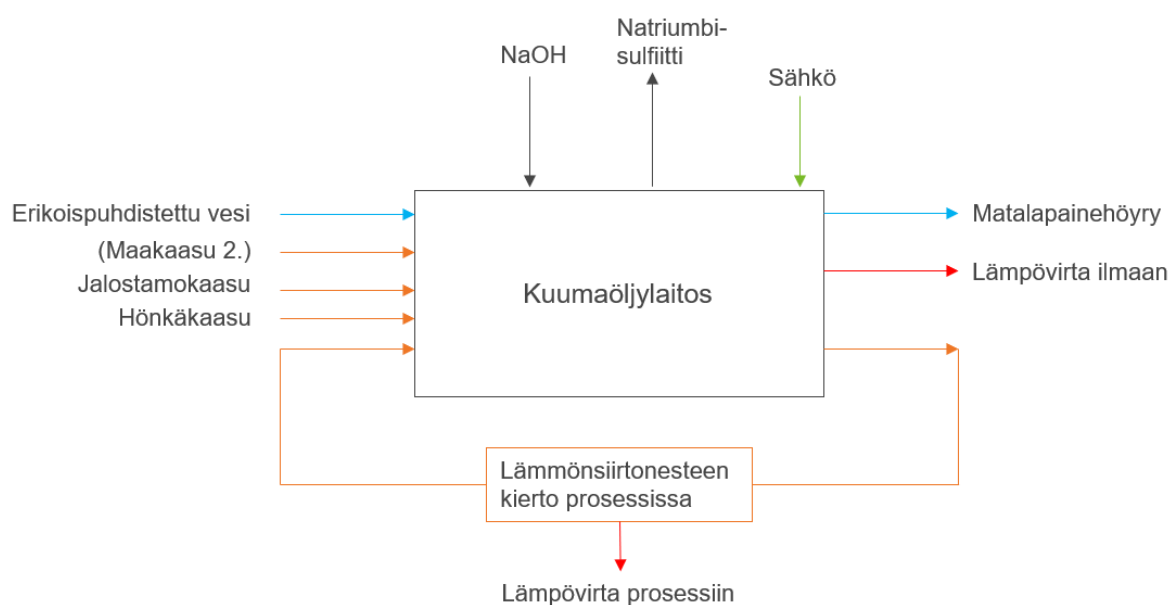
Kuvan 8 lohkokaavion perusteella biojalostamon tuotantoprosessi voidaan jakaa viiteen merkittävimpään osaan. Biojalostamon energiankulutuksen kannalta esikäsittelyn, vetykäsittelyn ja hiilivetyjen erotuksen lisäksi keskeiset prosessin osat ovat kuumaöljylaitos ja vetylaitos. Luvuissa 8.1 – 8.5 on esitelty näiden yksiköiden massa- ja energiataseet.

Biojalostamon tuotantolaitokseen kuuluu edellä mainittujen yksikköjen lisäksi raaka-ainien ja tuotteiden lastausalueet ja niiden säiliöalue, jätevesien käsittely ja turvasoihtu. Näitä yksikköjä ei ole otettu huomioon energiakatselmuksessa, koska niiden energiankäyttö ei ole laitospittakavassa merkittävä. Turvasoihdulle on laitoksen käynnistymisen jälkeen tehty tunnistetut energiatehokkuustoimet eikä sen energiatehokkuuden parantamista ole kannattavaa jatkaa turvallisuuden huonontumisen kustannuksella. Jätevesiyksikön tarkastelussa on laskettu jäteveden sisältämä lämpökuorma biojalostamolta integraatin vedenpuhdistamolle. Laskennan perusteella lämpökuorma ei ole merkittävä, joten yksikkö ei sisällä kannattavia energiatehokkuustoimenpiteitä.

8.1 Kuumaöljylaitoksen energiankäyttö

Biojalostamon kuumaöljylaitokseen kuuluu teholtaan 16,5 MW:n kuumaöljykattila ja höyrynkehitin. Kuumaöljylaitoksella muodostetaan biojalostamon esikäsitelyssä, vetykäsitelyssä ja hiilivetyjen erotuksessa vaadittava lämpöenergia. Lämmönsiirto muihin biojalostamon yksiköihin tapahtuu yksiköt kattavan suljetun kuumaöljykierron avulla, jossa kiertää lämmönsiirtoon käytettävä lämmönsiirtoneste. Lämmönsiirtoneste kuumennetaan polttamalla kuumaöljykattilassa tuotannon sivuvirtana syntyvää jalostamokaasua, hapankaasua ja tuotannon hönkäkaasuja. Kuumaöljykattilan varapolttoaineena käytetään tarvittaessa maakaasua.

Kuumaöljylaitoksella prosessin lämmön tuottamisen ohella tuotetaan matalapainehöyryä laitoksen höyrynkehittimellä lämmönsiirtonesteen ylijäämälämmöstä ja erikoispuhdistetusta vedestä. Kuumaöljykattilalla syntyvä savukaasu pestään natriumhydroksidilla (NaOH) savukaasupesurilla sen sisältämän rikkidioksidin erottamiseksi. Savukaasupesurilta saatava rikkipitoinen natriumbisulfiitti (NaHSO_3) on yksi biojalostamon sivutuotteista. Kuvassa 9 on esitelty kuumaöljylaitoksen massa- ja energiatasekuvaus.



Kuva 9. Kuumaöljylaitoksen massa- (mustat nuolet) ja energiatase (värilliset nuolet).

Kuumaöljylaitoksen massataseeseen kuuluu kuvan 9 perusteella natriumbisulfiitin valmistus natriumhydroksidista. Erikoispuhdistettu vesi on hyödyke, jota kuluu energian muodostukseen matalapainehöyryn muodossa. Kuumaöljylaitoksen kaasujen polton voidaan ajatella

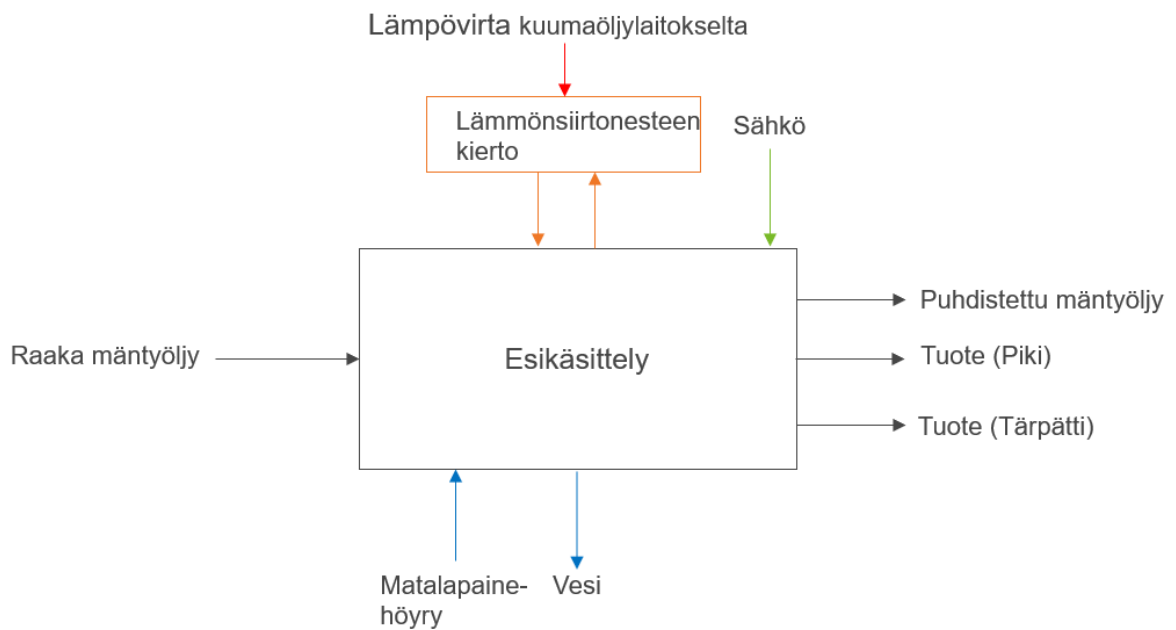
kuuluvan sekä massataseeseen että energiataseeseen, sillä kaasuista muodostuu ilmaan johdettavaa savukaasua, mutta samalla poltettavien kaasujen lämpöenergia kerätään laitoksen suljettuun lämmönsiirtonesteen kiertoon.

8.2 Esikäsittelyn energiankäyttö

Biojalostamon esikäsittelyssä prosessin raaka-aineena toimiva mäntyöljy käsitellään vetykäsittelyn syöttöaineeksi soveltuvaksi. Esikäsittelyssä mäntyöljystä erotetaan vesi, tärpätti, epäpuhtaudet, kiintoaine sekä pikijae.

Esikäsittelyssä mäntyöljyn puhdistus tapahtuu kahdessa osassa. Ensimmäinen osa erottaa mäntyöljystä veden ja tärpätin. Tärpätti on yksi biojalostamon sivutuotteista ja vesi ohjataan laitoksen vesienpuhdistukseen. Esikäsittelyn toisessa osassa mäntyöljystä erotetaan vetykäsittelyyn sopimaton raskaampi mäntyöljyjae, jota kutsutaan pikijakeeksi. Pikijae on yksi biojalostamon sivutuotteista. Puhdistettu mäntyöljy syötetään biojalostamon vetykäsittelyyn.

Esikäsittelyprosessi toimii lämpötilavälillä 30 – 400 °C, paineen ollessa selvästi alipaineen puolella. Esikäsittelyssä lämmönmuodostukseen hyödynnetään biojalostamon kuumaöljykattilaa, josta kuumennettu lämmönsiirtoneste ohjataan esikäsittelyyn. Esikäsittelyssä alipaineen muodostamiseen hyödynnetään ejektorien kautta syötettävää höyryä. Kuvassa 10 on esitelty biojalostamon esikäsittelyn massa- ja energiatasekuvaus.



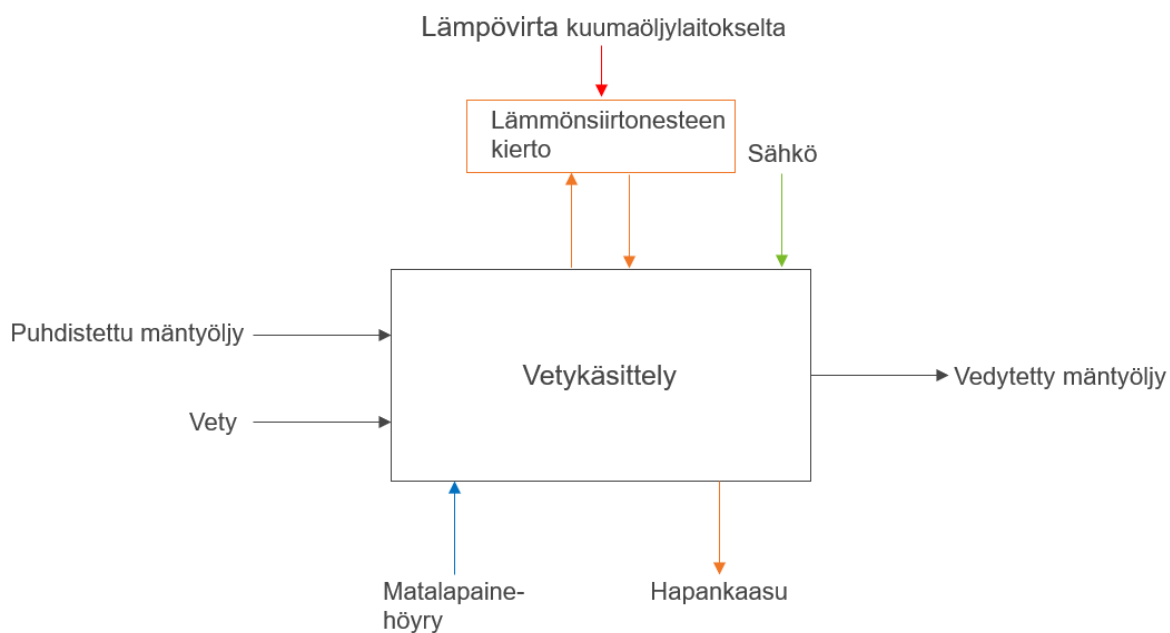
Kuva 10. Esikäsitelyn massa- (mustat nuolet) ja energiatase (värilliset nuolet).

Kuvasta 10 nähdään esikäsitelyn massatase, jossa raakamäntyöljystä syntyy tuotteina pikeä ja tärpättiä sekä puhdistettua mäntyöljyä, joka ohjataan jatkokäsittelyyn. Massataseessa esikäsitelyn jätevirta on vettä, joka ohjataan laitoksen jätevedenkäsittelyyn. Energiataseesta havaitaan esikäsitelyn primäärienergiankulutuksen muodostuvan sähkön- ja matalapaine-höyrynkulutuksesta.

8.3 Vetykäsittelyn energiankäyttö

Biojalostamon esikäsitelystä puhdistettu mäntyöljy syötetään laitoksen vetykäsittelyyn. Vetykäsittelyn vedytysreaktoreilla mäntyöljy reagoi vety-ylimäärässä katalyysireaktioissa korkeassa lämpötilassa ja paineessa, jolloin mäntyöljyn rakenne voidaan muokata kemiallisesti tuotehiilivedyiksi. Vetykäsittelyn normaali operointipaine on korkeimmillaan 12 000 kPa ja lämpötila 50 – 450 °C. Osa vetykäsittelyssä vaadittavasta lämpöenergiasta saadaan kuumaöljylaitokseen kuuluvasta suljetusta kuumaöljykerrosta. Mäntyöljyn hapesta muodostuu samalla vettä, hiilimonoksidia ja -dioksidia sekä mäntyöljyn tyyppistä ammoniakkia ja rikkiä rikkivetyä. Vedytysreaktoreiden jälkeen hiilivedyistä erotetaan vesi ja kiertokaasuksi kutsuttu ylimääräinen vety, joka kierrätetään pesun jälkeen takaisin vedytykseen. Loput reaktiotuotteesta syötetään laitoksen hiilivetyjen erotukseen.

Pesurilla käytettävä amiini kiertää vetykäsittelyn suljetussa amiinikierrrossa, jossa sitä puhdistetaan amiiniregeneraattorilla. Amiiniregeneraattorilla amiinista erotetaan hapankaasu, joka ohjataan laitoksen kuumaöljykattilalle polttoon. Kuvassa 11 on esitelty vetykäsittelyn massa- ja energiatasekuvaus.

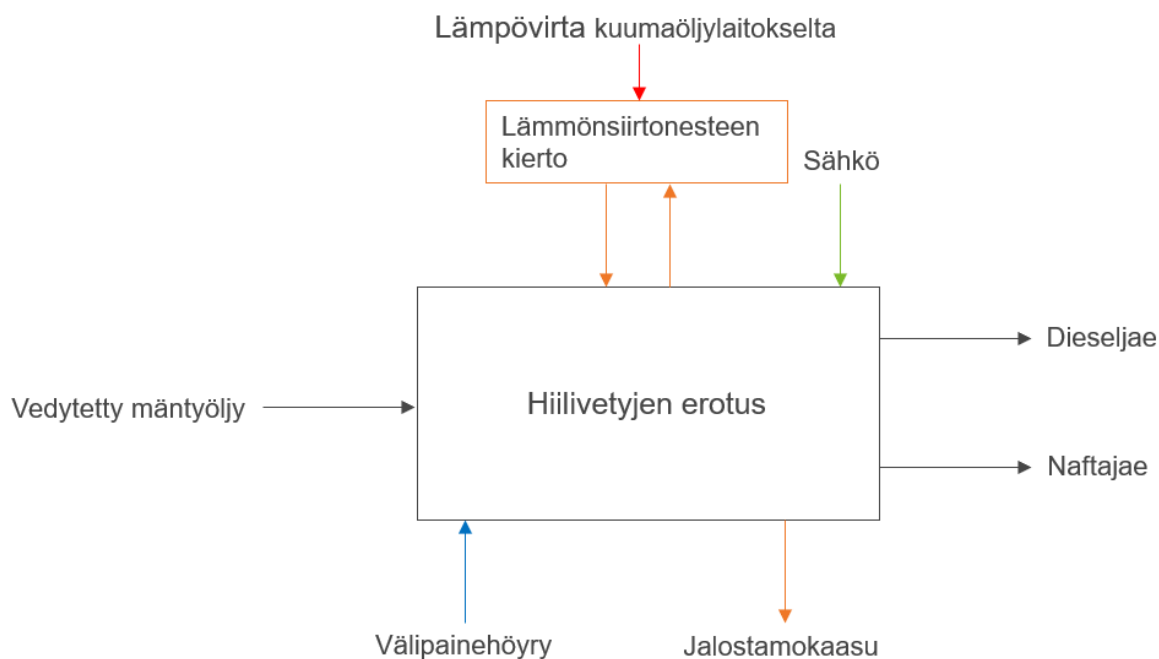


Kuva 11. Vetykäsittelyn massa- (mustat nuolet) ja energiatase (värilliset nuolet).

Vetykäsittelyn massataseessa kuvan 11 perusteella vedytetty mäntyöljy valmistetaan puhdistetusta mäntyöljystä ja vetylaitoksella valmistetusta vedystä. Vetykäsittelyn energiataseessa kulutetut primäärienergiamuodot ovat matalapainehöyry ja sähkö. Vetykäsittely synnyttää sekundäärienergiana hapankaasua, joka hyödynnetään kuumaöljylaitoksella.

8.4 Hiilivetyjen erotuksen energiankäyttö

Biojalostamon vetykäsittelystä reaktiotuotteena syntynyt puhdistettu nestemäinen hiilivetyjajae syötetään biojalostamon hiilivetyjen erotukseen. Hiilivetyjen erotuksessa hiilivetyjajae stripataan höyryllä erottaen tuotejakeet ja jalostamokaasu. Jalostamokaasu syötetään laitoksen kuumaöljykattilalle polttoon. Osa hiilivetyjen erotuksessa vaadittavasta lämpöenergiasta saadaan kuumaöljylaitokseen kuuluvasta suljetusta kuumaöljykieirrosta. Kuvassa 12 on esitelty hiilivetyjen erotuksen massa- ja energiatasekuvaus.



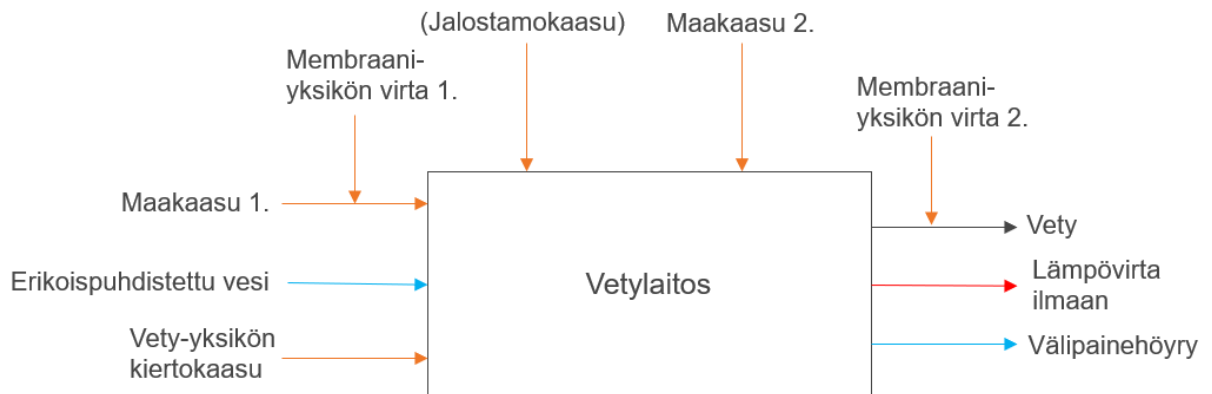
Kuva 12. Hiilivetyjen erotuksen massa- (mustat nuolet) ja energiatase (värilliset nuolet).

Hiilivetyjen erotuksen massataseessa puhdistetusta ja vedytetystä mäntyöljystä erotetaan uusiutuva diesel- ja naftajae. Hiilivetyjen erotuksen energiataseessa kulutetut primäärienergiamuodot ovat välipainehöyry ja sähkö. Hiilivetyjen erotus tuottaa sekundäärienergiana jalostamokaasua, joka hyödynnetään kuumaöljylaitoksella.

8.5 Vetylaitoksen energiankäyttö

Biojalostamon vetylaitoksella tuotetaan laitoksen vetykäsittelyssä käytettävä vety. Vety valmistetaan vetylaitoksella maakaasusta höyryreformoinnilla. Reformeriunin lämmityksessä käytetään maakaasua ja vety-yksikön kiertokaasua. Reformeriunissa vedyn valmistus tapahtuu lämpötilavälillä 800 – 1000 °C. Reformeriunilta saatava vetyseos kulkee puhdistusyksiköiden läpi ennen vetykäsittelyyn syöttöä.

Biojalostamon vetylaitokseen kuuluu laitoksen membraaniyksikkö. Membraaniyksikön tehtävänä on puhdistaa vetykäsittelyn kiertokaasua. Yksikkö jakaa kiertokaasuvirran kahteen osaan, jotka molemmat hyödynnetään. Virta 1. syötetään reformeriunin raaka-aine virtaan ja virta 2. syötetään vetylaitokselta vetykäsittelyyn kulkevaan vetyvirtaan. Kuvassa 13 on esitelty vetylaitoksen massa- ja energiatasekuvaus.



Kuva 13. Vetylaitoksen massa- (mustat nuolet) ja energiatase (värilliset nuolet).

Vetylaitoksen massataseessa maakaasusta muodostuu vetyä ja erikoispuhdistetusta vedestä höyryä. Vetylaitoksen massataseen voidaan ajatella kuuluvan energiataseeseen, sillä maakaasu ja välipainehöyry ovat energiamuotoja. Energiataseeseen kuuluu lämmitykseen käytettävät vety-yksikön kiertokaasu, maakaasu ja tulevaisuudessa mahdollisesti jalostamokaasu. Energiataseessa huomioon otetaan myös kaksi membraaniyksiköltä saatavaa virtaa.

8.6 Energiakatselmuksessa selvitettävät energiavirrat

Energiatasehahmotelmien perusteella voidaan eritellä energiavirrat, joiden suuruus tulee määrittää energiakatselmuksessa, biojalostamon energiankäytön mallintamiseksi. Taulukossa III. on esitelty energiakatselmuksessa selvitettäviä energiavirtoja eriteltynä yksiköittäin. Kuumaöljylaitoksen suljettu lämmönsiirtonesteen kierto on jätetty selvityksen ulkopuolelle, sillä kierron energiavirta otetaan huomioon kuumaöljykattilan polttoaineiden kulutuksen laskennassa.

Taulukko III. Biojalostamon määritettäviä energiavirtoja.

Prosessiyksikkö	Energiavirta	Käyttökohde
Koko biojalostamo		
	Sähkö (kulutus)	Prosessilaitteet, saattolämmitys ja valaistus
Kuumaöljylaitos		
	Jalostamokaasu (kulutus)	Kuumaöljykattila
	Hapankaasu (kulutus)	Kuumaöljykattila
	(Maakaasu) (kulutus)	Kuumaöljykattila
	Matalapainehöyry (tuotto)	
Esikäsitteily		
	Matalapainehöyry (kulutus)	Yksikön lämmitys ja alipaineen teko
Vetykäsitteily		
	Matalapainehöyry (kulutus)	Amiinin puhdistus
	Hapankaasu (tuotto)	
Hiilivetyjen erotus		
	Välipainehöyry (kulutus)	Tuotejakeen strippaus
	Jalostamokaasu (tuotto)	
Vetylaitos		
	Maakaasuvirta 1.(kulutus)	Vetylaitoksen raaka-aine
	Maakaasuvirta 2. (kulutus)	Reformerin lämmitys
	Vety-yksikön kiertokaasu (kulutus)	Reformerin lämmitys
	Membraaniyksikön virta 1. (kulutus)	Maakaasun käytön vähentäminen
	Membraaniyksikön virta 2. (kulutus)	Maakaasun käytön vähentäminen

9 BIOJALOSTAMON ENERGIAKATSELMOINTI

Lappeenrannan biojalostamolle suoritettiin luvussa 4.1 esitellyn energiatehokkuuslain velvoittama energiakatselmus vuodelle 2019. Koska Lappeenrannan biojalostamo on osa Kaukaan tehdasintegraattia, katselmus toteutettiin kohdekatselmustyypisenä osana UPM-Kymmene Oyj:n energiakatselmusta. Biojalostamon toimiala eroaa merkittävästi muusta UPM:n yritystoiminnasta, joten erillinen kohdekatselmointi on tarpeellista suorittaa. Biojalostamo on uutta teknologiaa hyödyntävä tuotantolaitos, minkä vuoksi laitoksen energiakatselmoituksen kautta voidaan tunnistaa uusia kehityskohteita.

Tässä luvussa esitellään yhteenveto biojalostamolle suoritetusta energiakatselmuksen sisälöstä. Luvussa käydään läpi katselmukseen valittu suoritustapa ja analysoidaan biojalostamon energiankäyttöä. Luvussa esitellään myös biojalostamolle tunnistetut energiatehokkuustoimenpiteet ja esimerkkilaskennan avulla esitetään, miten toimenpiteiden energiasäästöt on laskettu.

9.1 Energiakatselmoinnin suoritustapa

Energiakatselmuksessa analysoidaan kohteen energiankäyttö, selvitetään energiansäästöpotentiaali eri toiminnoissa ja esitetään kannattavia energiatehokkuustoimenpiteitä suoritettavaksi kohteessa (Energiavirasto, 2019a). Biojalostamolla energiakatselmus suoritettiin itsenäisenä kokonaisuutena.

Biojalostamon energiankäytön analysointiin käytettävä tieto saatiin Wedge-nimisen tietokoneohjelman avulla. Kyseessä on Trimble inc.:n omistama online-datan keräämiseen tarkoitettu ohjelma (wedge.trimble.com). Se kerää tietoa vaaosta, venttiileistä, mittareista ja sensoreista ja kykenee muokkaamaan tiedon Windows-ohjelmille sopivaksi. (Taltech, 2019) Virtausmittauksien tuloksia käyttämällä voidaan laskea eri energiamuotojen virtauksien suuruudet. Maakaasujen, jalostamokaasun ja vety-yksikön kiertokaasun kohdalla energiankulutuksien laskentaan käytettiin analyyseihin perustuvia kaasujen lämpöarvoja. Höyryjen energiankulutuksien laskennassa käytettiin hyväksi höyrynpaineelle ominaisia höyryentalpioita. Sähkön energiankulutuksen laskentaan biojalostamolla on oma kulutusmittaus.

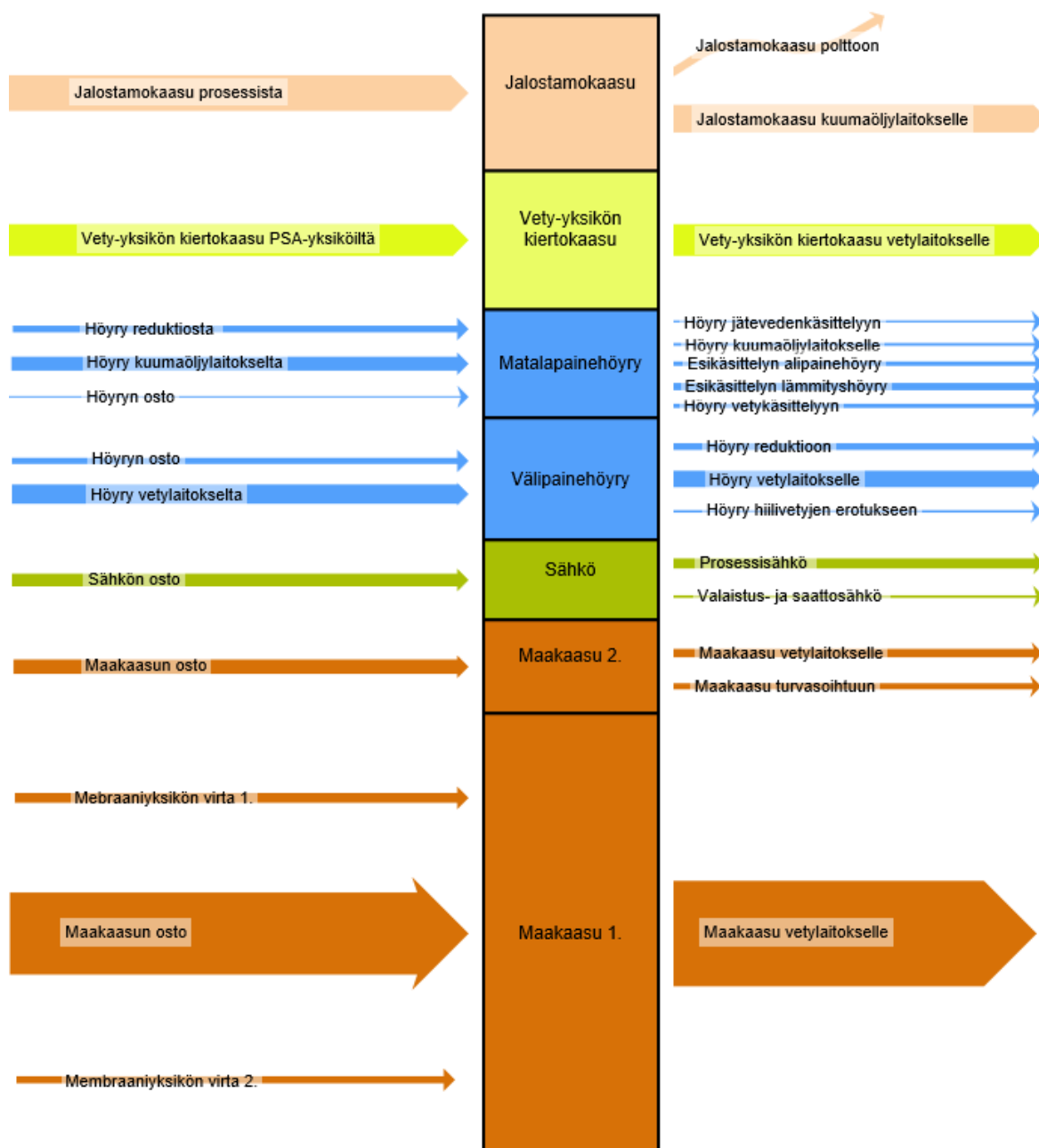
Biojalostamon energiakatselmuksessa tarkasteltiin vuoden mittaista ajanjaksoa aikaväliltä 1.6.2018 – 31.5.2019. Aikaväli valittiin mahdollisimman kattavan energiankäytöntason saamiseksi. Aikavälillä ei ole suoritettu merkittäviä huoltopysähdyksiä tuotannossa. Aikavälin valintaan vaikutti lisäksi ennen sitä suoritettu prosessikatalyytin vaihto. Aikavälillä saadaan kattava kuva prosessikatalyytin ikääntymisen syklistä, mikä vaikuttaa prosessissa syntyvien kaasumaisten sivuvirtojen määrään ja laatuun. Pysähdyksien ja huoltoseisokkien takia biojalostamon energiankäyttöä ei ole kannattavaa tarkastella kalenterivuosisissa.

Biojalostamon energiansäästöpotentiaalın ja kannattavien energiansäästötoimenpiteiden selvittämiseksi energiakatselmuksen osana suoritettiin biojalostamon toimihenkilöiden ja

työntekijöiden haastattelut. Haastatteluissa esille tulleet toimenpiteet kirjattiin ylös ja niiden mittakaava laskettiin.

9.2 Biojalostamon energiankäyttö

Luvun 8.6 Taulukossa III biojalostamon energiaa tuottavien yksiköiden sisäisesti tuotetun energiankulutusta ei ole otettu huomioon. Esimerkiksi kuumaöljy- ja vetylaitos kuluttavat osan tuottamastaan höyrystä sisäisesti. Katselmuksessa nämä on kuitenkin otettu huomioon ja esitetty kuvassa 14. Kuvasta 14 on jätetty luottamuksellisina tietoina pois energiavirtojen suuruudet lukuarvoina ja niiden yksiköt.



Kuva 14. Biojalostamon energiankäyttö. Maakaasu 1. ja Maakaasu 2. virrat ovat eri paine tason kulutuksia.

9.2.1 Maakaasun kulutus

Kuvan 14 perusteella biojalostamon selvästi suurin kulutettu energiavirta on Maakaasu 1., joka on vetylaitoksen raaka-ainevirta. Kulutuksen suuruuden takia energiatehokkuustoimien keskittäminen tähän virtaan on kannattavaa. Vetylaitoksen membraaniyksikkö on esimerkki kannattavasta energiatehokkuustoimesta, sillä kuten kuvasta 14 havaitaan, se vähentää

suoraan ostetun maakaasun määrää. Membraaniyksikön virta 1. syötetään Maakaasu 1. raaka-ainevirtaan. Membraaniyksikön virta 2. syötetään vetylaitoksen vedyn tuotevirtaan.

Maakaasu 2. energiavirran jatkuvia käyttökohteita ovat ainoastaan vetylaitos ja turvasoihtu. Vetylaitoksella Maakaasu 2. virtaa käytetään reformeriuunin lämmittämiseen. Kuten kuvaan 13 on merkitty, vetylaitoksella olisi mahdollista käyttää prosessista saatua jalostamokaasua polttoaineena. Jalostamokaasu korvaisi reformeriuunin lämmitykseen käytettävää maakaasua ja parantaisi näin selkeästi energiatehokkuutta. Biojalostamolla on käynnissä prosessiparrannus jalostamokaasun käytön laajentamiselle. Maakaasu 2. virran toinen käyttökohde, turvasoihtu on öljynjalostukselle tyypillinen turvalaite, jonka tulee olla päällä aina laitoksen ollessa käynnissä. Energiatehokkuustoimien kohdentaminen turvasoihdun maakaasun käyttöön ei ole kannattavaa, sillä soihdun toiminnassa tulee priorisoida turvallisuus.

9.2.2 Höyryn kulutus

Kuvan 14 mukaan välipainehöyryn käyttö biojalostamolla on huomattavaa. Biojalostamolle saadaan välipainehöyryä Kaukaan tehdasintegraatista ja sitä tuotetaan laitoksen vetylaitoksella erikoispuhdistetusta vedestä. Välipainehöyryä käytetään biojalostamon vetylaitoksella höyryreformoinnissa ja hiilivetyjen erotuksessa naftajakeen strippauksessa. Matalapainehöyryverkon painetasoa ylläpidetään redusoimalla verkkoon korkeamman painetason höyryä.

Matalapainehöyryä saadaan biojalostamolle pääasiassa kuumaöljylaitokselta ja välipainehöyryverkosta redusoimalla. Matalapainehöyryä kuluu biojalostamolla eniten esikäsitelyssä, jossa höyryä käytetään prosessin lämmittämiseen ja alipaineen luomiseen. Pienempiä matalapainehöyryn kuluttajia laitoksella ovat vetykäsittely, kuumaöljylaitos ja jätevedenkäsittely.

9.2.3 Sähkön kulutus

Sähkön käyttö biojalostamolla on kuvan 14 mukaan vähäistä muihin energiamuotoihin verrattuna. Sähkön kulutus jaetaan sähköä kuluttaviin prosessilaitteisiin, kuten pumppuihin ja

kompressoreihin, ja valaistuksen ja saattojen kuluttamaan energiaan. Näistä prosessilaitteiden sähkön kulutus on merkittävin.

9.2.4 Sekundäärienergioiden kulutus

Sekundäärienergiamuotoja biojalostamolla ovat kuvassa 14 näkyvät jalostamokaasu ja vety-yksikön kiertokaasu. Vety-yksikön kiertokaasu hyödynnetään kokonaisuudessaan vetylaitoksella reformeriuunin lämmittämiseen. Jalostamokaasua poltetaan biojalostamon kuumäöljylaitoksella. Kuvasta 14 havaitaan, että prosessitilanteesta riippuen jalostamokaasua on ohjattu myös jalostamon turvasoihtuun. Turvasoihdulla poltetusta jalostamokaasusta ei saada energiaa talteenotettua, joten sen hyödyntäminen soihduttamisen sijaan on ensiarvoisen tärkeää. Biojalostamolla onkin tähän tarkoitukseen suunnitteilla energiatehokkuustoinen pideo, joka esitellään tarkemmin luvussa 9.4. Luvussa 8 kuvassa 11 näkyvää vetykäsitelystä lähtevää hapankaasua ei ole otettu energioiden tarkastelussa huomioon kaasun alhaisen lämpöarvon takia.

9.2.5 Hyödyntämättömät energiavirrat

Biojalostamon prosessista poistuu hyödyntämätöntä lämpöenergiaa pääasiassa vesien ja savukaasujen mukana. Lämmöntalteenotto näistä virtauksista on haastavaa virtojen virtaamisen, lämpötilojen ja koostumuksien takia. Veden mukana lämpöenergiaa poistuu jäte- ja raakavedessä. Kuten aiemmin on todettu, jätevesien mukana poistuva lämpökuorma ei ole merkittävä, joten lämmöntalteenotto jätevesistä ei ole kannattavaa.

Saimaasta pumpattua raakavettä käytetään biojalostamolla jäähdyttämään jäähdytysveden suljettua primäärikiertoa. Raakavesi kulkee sekundäärinkiertoa primäärikiertoa jäähdyttävien lämmönvaihtimien läpi, jonka jälkeen se palautetaan lämmenneenä takaisin Saimaaseen biojalostamon omalla purkuputkella. Jäähdytysveden lämpöenergia muodostuu jäähdytysvesikierron paluuvirrasta. Taulukossa IV on esitetty raakaveden lämpötilat, virtaamat ja energiahäviö kuukausittain vuonna 2019.

Taulukko IV. Biojalostamon Saimaaseen purkaman raakaveden lämpötilat, virtaamat ja lämpökuorma vuonna 2019.

	Raakavesi sisään ka. lämpötila	Raakavesi ulos ka. lämpötila	Lämpötilaero	Virtaama, kk-kes- kiarvona	Energia
Kuukausi	°C	°C	°C	m³/h	GWh/kk
Tammikuu	1,1	8,1	7,0	1626	9,7
Helmikuu	1,3	12,1	10,8	1065	9,0
Maaliskuu	1,4	11,9	10,5	1075	9,7
Huhtikuu	2,5	12,6	10,0	1174	9,8
Toukokuu	7,6	16,4	8,9	1329	10,2
Kesäkuu	12,9	18,6	5,7	1791	8,6
Heinäkuu	16,8	23,1	6,3	1853	10,0
Elokuu	17,2	23,3	6,1	1833	9,7
Syyskuu	14,9	20,2	5,4	1805	8,1
Lokakuu	7,9	12,7	4,7	1827	7,4
Marraskuu	3,1	9,0	5,9	1838	9,1
Joulukuu	0,6	7,8	7,2	1618	10,0
				yhteensä GWh/a	111

Taulukosta IV havaitaan, että jäähdytysveden mukana poistuva energiamäärä on huomattava. Tämän työn osana jäähdytysveden hukkalämmön talteenotosta tehdyn kirjallisuusselvityksen mukaan virtaukselle toimivin lämmöntalteenottoratkaisu olisi mekaanisten lämpöpumppujen hyödyntäminen. Lämmöntalteenotto raakavesivirrasta on kuitenkin haastavaa suuren virtaaman ja alhaisen lämpötilan takia. Investointi lämpöpumppuihin ei tehdyn kirjallisuusselvityksen perusteella ole kannattavaa ilman sopivaa lämpöenergian käyttökohdetta. Käyttökohteen tulee sijaita lämmöntalteenoton läheisyydessä ja lämmöntalteenoton tulee olla vaihtoehtoisen energiamuotoja kannattavampaa. Sekundäärikierron hukkalämmön talteenoton sijasta voisi olla kannattavampaa selvittää kuumat primäärivirrat, joita hyödyntämällä voitaisiin vähentää jäähdytysveden mukana Saimaaseen poistuvan lämpöenergian määrää.

Savukaasuja syntyy biojalostamon kuumaöljy- ja vetylaitoksella. Savukaasujen lämpötila vaihtelee piipusta ja ajotilanteesta sekä mittauskohdasta riippuen välillä 100 – 800 °C virtaamien ollessa suuria. Savukaasujen mukana biojalostamolta poistuu siis osittain hyödynnettävää lämpöenergiaa. Osa tästä lämpöenergiasta hyödynnetään kuumaöljylaitoksen höyrykehittimellä ja vetylaitoksen höyryreformerilla, mutta ne eivät pysty hyödyntämään

kaikkea lämpöenergiaa. Lämpöenergian talteenottoa savukaasuista vaikeuttaa niiden olo-
muoto kaasuina ja koostumus sekä kuumaöljykattilalla käytössä oleva savukaasupesuri.
Lämpöenergian talteenoton mahdollisuutta savukaasuista tulisi kuitenkin tarkastella mah-
dollisena energiatehokkuustoimenpiteenä, erityisesti kuumimpien noin 800 °C:n savukaasun
osalta.

9.3 Biojalostamon energiatehokkuuden laskenta

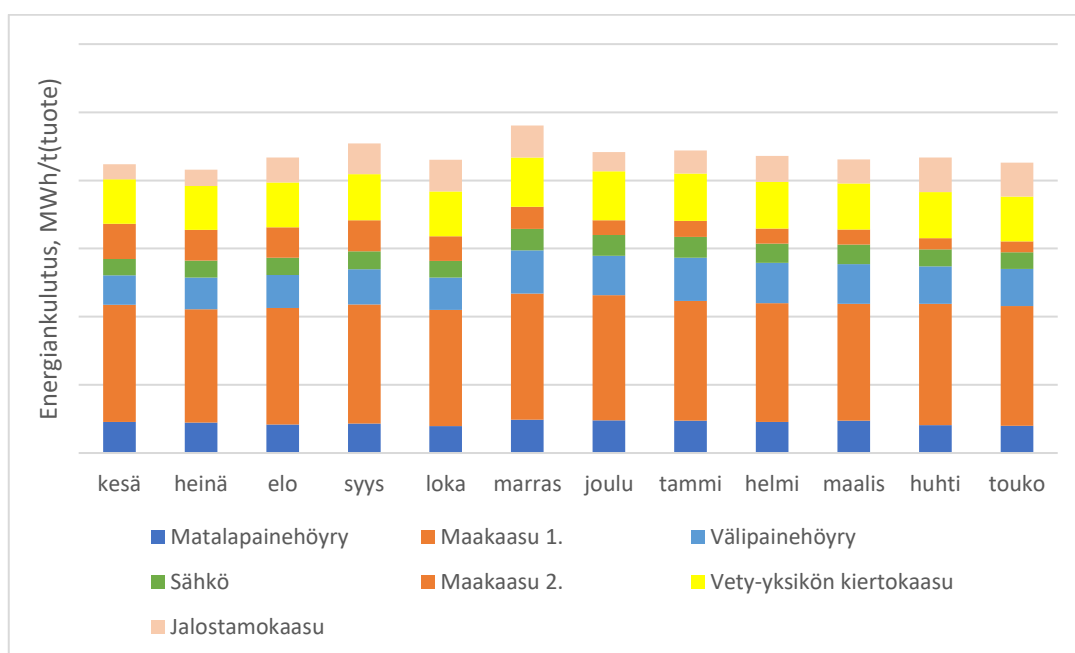
Kuvassa 14 on tarkasteltu biojalostamon eri energiamuotojen päiväkohtaisia kulutuksia. Tar-
kastelusta selviää eri energiamuotojen absoluuttisten kulutuksien suuruudet, mutta tarkastelu
ei ota huomioon energiatehokkuutta. Biojalostamon energiatehokkuutta tarkasteltaessa ku-
vaavin tapa on luvussa 3. mainittu kulutetun energiamäärän suhteuttaminen laitoksen tuo-
tannon määrään. Tämä energiatehokkuuden tarkastelu vastaa energiantensiteetin laskentaa,
joka voidaan laskea muuttamalla yhtälö (3) muotoon:

$$I = \frac{Q}{S} \quad (6)$$

missä,

I	energiaintensiteetti, GWh/t.
Q	energiankulutus, MWh
S	tuotannon määrä, t.

Yhtälöllä (6) kuvassa 14 esitellyt energiamuodot suhteutettiin kuukausittain biojalostamon
sen hetkiseen tuotantoon. Suhteutetut eri energiamuotojen kulutukset on esitetty kuukausit-
tain aikavälillä 1.6.2018 – 31.5.2019 kuvassa 15. Kuvasta 15 on jätetty pois suhteutettujen
energiavirtojen suuruudet lukuarvoina ja niiden yksiköt luottamuksellisena tietona.



Kuva 15. Biojalostamon energiankulutus eri energiamuodoissa suhteutettuna uusiutuvien polttoaineiden tuotannon määrään kuukausittain.

Kuvasta 15 havaitaan biojalostamon suhteutetun energiankäytön pysyvän lähes samansuuruisena ympäri vuoden. Energianvirroista suhteutettuna Maakaasu 1., Matala- ja Välipainehöyry, Sähkö ja Vety-yksikön kiertokaasu pysyvät samansuuruisina ympäri vuoden. Suurin ero havaitaan Maakaasu 2. -virran käytön vähenemisenä ja jalostamokaasuvirran kasvamisena vuoden aikana. Muutos selittyy ajojakson pituudella, joka vaikuttaa syntyvien kaasumaisten sivuvirtojen määrään ja koostumukseen, jolloin kaasuja saadaan enemmän hyötykäyttöön.

Kuvasta 15 havaitun kokonaisenergian tuotantoon suhteutettu kuukausittainen vaihtelu voidaan selittää pääasiassa biojalostamon tuotantokapasiteetin kuukausittaisella vaihtelulla. Kuukausina, jolloin suhteellinen energiankulutus on ollut suurimmillaan, tuotantokapasiteetti on ollut keskimääräistä matalampaa. Biojalostamon voidaan siis ajatella olevan energiatehokkain tuotannon ollessa suurta.

9.4 Uusiutuvan energian käyttö biojalostamolla

Luvussa 3 on todettu biojalostamon tuottamien uusiutuvien polttoaineiden kannattavuuden perustuvan niiden GHG-vähennykseen eli alhaisempiin kasvihuonekaasupäästöihin. Uusiutuvan energian kasvihuonekaasupäästöt ovat huomattavasti fossiilista energiaa alhaisemmat, joten uusiutuvien energialähteiden käyttö polttoaineiden valmistusprosessissa kasvattaa uusiutuvien polttoaineiden GHG-vähennyksiä.

Biojalostamon tuottamien uusiutuvien polttoaineiden GHG-vähennys olisi lähempänä 100 %:a, jos biojalostamolla ei vedyn valmistuksessa kulutettaisi maakaasua. Maakaasu on yksi biojalostamolla eniten kulutetuista energialajeista ja tällä hetkellä tuotannon kannalta välttämätön. Maakaasun käytön vähentämistä ja korvaamista biopohjaisella ratkaisulla selvitetään osana biojalostamon tuotannon kehittämistä.

Maakaasusta huolimatta biojalostamon GHG-vähennys on merkittävä, sillä useat muut käytetyt energialajit ovat biojalostamolla uusiutuvia. Biojalostamolla käytetyt höyryt ja osa sähköstä on mahdollista saada uusiutuvana Kaukaan tehdasintegraatista. Biojalostamolla käytetty jalostamokaasu on mäntyöljystä erotettu tuotteeksi kelpaamaton polttoaine, joka on raaka-aineensa perusteella uusiutuvaa. Uusiutuvan energian käyttö biojalostamolla voidaan todeta olevan poikkeuksellisen suurta, kun huomioidaan tuotteiden olevan liikennepolttoaineita.

9.5 Henkilöstön haastattelu

Osana biojalostamolle suoritettavaa energiankäytön kohdekatselmusta suoritettiin biojalostamon henkilöstön haastattelut. Haastateltavat ihmiset valittiin laitoksen eri toiminnoista, jotta biojalostamon energiatehokkuuden nykytilasta saadaan mahdollisimman kattava kuva. Haastatteluihin osallistui henkilöitä johdon, tuotannon ja projektisuunnittelun toiminnoista ja haastateltaviin kuului sekä asiantuntijoita että esimiehiä. Haastatteluissa oli paikalla haastattelijan ja haastateltavan lisäksi biojalostamon EHS-insinööri.

Haastattelut suoritettiin vapaamuotoisina keskusteluina. Keskusteluiden pohjana käytettiin seuraavia kysymyksiä:

1. Miten energiatehokkuus otetaan biojalostamon toiminnassa huomioon?
2. Mitä energiatehokkuustoimenpiteitä biojalostamolla on tehty?
3. Mitä energiatehokkuustoimenpiteitä biojalostamolle on suunniteltu?
4. Mistä energiatehokkuustoimenpiteistä tulisi biojalostamolla tehdä jatkoselvitystä?

Haastatteluissa haastateltaville pyrittiin selventämään energiakatselmuksen tarkoitus kokonaisuudessaan, jonka jälkeen haastatteluissa keskityttiin haastateltavan työnkuvan energiatehokkuusasioihin.

9.5.1 Johdon haastattelu

Johdon energiakatselmushaastattelussa tarkoituksena oli selvittää, miten biojalostamon ylin johto ottaa toiminnassaan huomioon energiatehokkuuden. Haastatteluiden perusteella selvisi, että biojalostamon ylin johto seuraa jalostamon suurimpien energiavirtojen kulutuksia vähintään kuukausitasolla. Biojalostamo kuuluu biopolttoaineiden liiketoiminta-alueeseen. Vuoden 2020 johdon katselmuksessa energiatehokkuus on myös otettu erikseen huomioon. Biopolttoaineiden johto on allekirjoittanut biojalostamon Vastuullisuussäännön, jossa todetaan energiatehokkuuden olevan osa toiminnan johtamisjärjestelmää ja johdon asettavan energiatehokkuustavoitteita vuosittain seuraten niitä säännöllisesti. Johdon haastattelussa saatiin lisäksi hyväksyntä kirjallisuusosan johtopäätökselle siitä, että ETJ⁺:n käyttöönotto on tällä hetkellä kannattavin toimintatapa luvussa 4.1 esitellyn energiatehokkuuslain velvoittamista pakollisista energiakatselmuksista vapautumiseen ja energiatehokkuuden kehittämiseen biojalostamolla.

9.5.2 Projektisuunnittelijan haastattelu

Projektisuunnittelijan energiakatselmushaastattelussa tarkoituksena oli selvittää, miten biojalostamolle suunnitelluissa uusissa investoinneissa otetaan energiatehokkuus huomioon. Projektisuunnittelu perustuu biojalostamolla vahvasti kannattavuuslaskelmiin, joissa investointien energiankulutus vaikuttaa projektien kannattavuuteen. Suurissa investoinneissa energiatehokkuus on lisäksi yksi erikseen tarkasteltavista kohdista projektin suunnitteluvaiheessa. Aiemmin biojalostamolla energiatehokkuuden parantamiseen liittyvien

pieninvestointien MOP (Minor Operative Investment) energiatehokkuustarkastelu on perustunut kustannuslaskelmiin. Uuden toimintatavan mukaan pieninvestoinneissa käytetään kannattavuuslaskelmissa laskentapohjaa, joka ottaa pieninvestointien energiatehokkuuden systemaattisemmin huomioon. Voidaan siis todeta biojalostamon projektisuunnittelun ottavan energiatehokkuuden huomioon.

9.5.3 Tuotannon henkilöstön haastattelut

Tuotannon henkilöstön haastatteluissa haastateltiin luvussa 8 esiteltyjen yksiköiden vastuuhenkilöiden lisäksi biojalostamon jätevedenpuhdistuksen sekä turvasoihdun vastuuhenkilöä. Haastatteluissa käytiin läpi yksiköihin tehdyt energiatehokkuustoimenpiteet ja selvitettiin tapoja laskea näiden energiansäästöjen suuruuksia. Haastatteluissa käytiin lisäksi läpi suunniteltuja energiatehokkuustoimenpiteitä, ja vastuuhenkilöt saivat lisäksi mainita energiatehokkuustoimenpiteitä, jotka vaativat lisää selvitystä kannattavuuden varmistamiseksi. Haastatteluiden perusteella listattiin biojalostamolle tehdyt, suunnitellut ja selvitettävät energiatehokkuustoimenpiteet.

9.6 Tunnistetut energiatehokkuustoimenpiteet

Energiakatselmukseen kuuluu laitoksen energiatehokkuustoimenpiteiden tunnistaminen. Haastatteluissa tunnistetut toimenpiteet on eritelty riippuen niiden valmiudesta. Biojalostamolle tehdyt, suunnitellut ja selvitettävät energiatehokkuustoimenpiteet on esitelty taulukossa V. Taulukossa V on lyhyt kuvaus toimenpiteistä ja tehtyjen toimenpiteiden raportointivuosi.

Taulukko V. Energiatehokkuustoimenpiteet biojalostamolla.

Toimenpide	Vaikutus	Raportointi- vuosi
Tehdyt energiatehokkuustoimenpiteet		
Membraaniyksikön lisääminen	Vähentää maa- kaasun kulu- tusta	2017
Kierrätysvedyn minimointi	Vähentää maa- kaasun kulu- tusta	2019
Hukkahöyryn käyttöönnotto	Vähentää höy- ryn kulutusta	2018
Kantokaasun muutos tyypeen	Vähentää maa- kaasun kulu- tusta	2018
Suunnitellut energiatehokkuustoimenpiteet		
Jalostamokaasun käytön laajentaminen	Vähentää maa- kaasun kulu- tusta	-
Selvitettävät energiatehokkuustoimenpiteet		
Savukaasujen lämmön talteenotto	Hukkalämmön hyödynnys	-

Taulukosta V havaitaan biojalostamolle tunnistettujen energiatehokkuustoimenpiteiden liittyvän vahvasti jalostamon prosessin toiminnan parantamiseen. Listattuna on sekä investointeina suoritettavia prosessiparannuksia että tuotannon toimintatapamuutoksia. Toimenpiteet ovat mittakaavaltaan suuria, mikä johtuu laitoksen uudesta teknologiasta. Toimenpiteiden energiansäästön suuruuden laskenta on esitelty luvussa 9.4.1

9.6.1 Energiatehokkuustoimenpiteiden energiansäästöjen laskenta

Luvussa 9.4 esiteltyjen energiatehokkuustoimenpiteiden energiansäästöjen suuruudet tulee määrittää, koska ne on ilmoitettava osana energiakatselmusraporttia. Energiansäästön suuruuden laskenta eroaa toimenpiteestä riippuen. Yhteistä toimenpiteillä on, että ne vähentävät tietyn energiavirran kulutusta, tai ne hyödyntävät tietyn energiavirran paremmin. Kaikkien esiteltyjen energiatehokkuustoimenpiteiden energiansäästöjen laskenta perustetaan näihin

tekijöihin. Alle on laskettu esimerkkinä energiansäästö membraaniyksikölle, joka on jo toteutettu energiatehokkuustoimenpiteiden avulla.

Membraaniyksikkö on biojalostamon vetykäsittelyyn ja vetylaitokseen liitetty yksikkö, jonka tarkoituksena on puhdistaa vetykäsittelystä tulevaa kiertokaasua. Membraaniyksikön erottama Virta 1. ja Virta 2. voidaan hyödyntää tuotannossa. Virta 1. voidaan hyödyntää raaka-aineena vetylaitoksen vedyn valmistuksessa. Virta 2. voidaan syöttää vetykäsittelyn kiertokaasun sekaan.

Membraani-yksikön molemmat virrat parantavat biojalostamon energiatehokkuutta. Yksikön aikaansaama kokonaisenergiesäästö voidaan laskea maakaasuvähenemän kautta, sillä Virta 1. toimii maakaasun korvaavana raaka-aineena ja Virta 2. vähentää vedyn valmistuksen tarvetta.

Membraani-yksikön Virta 1:n energiansäästön laskentaa varten tarvitaan tietoa virran tarkasta koostumuksesta. Koostumuksen ollessa tiedossa, laskentaan tarvitaan virran moolivirta. Biojalostamolla käytetään virtausmittauksissa yleisesti yksikkönä normikuutioita (Nm^3). Normikuutioilla tarkoitetaan aineen tilavuutta normaaliolosuhteissa (NTP). NTP olosuhteissa lämpötila on $0\text{ }^\circ\text{C}$ ($273,15\text{ K}$), paineen ollessa $1,01325\text{ bar}$ (1 atm). Normikuutioissa mitatun tilavuuden avulla voidaan ideaalikaasun tilayhtälön kautta laskea moolivirta yhtälöllä (7):

$$\dot{n} = \frac{p\dot{V}}{R \cdot T} \quad (7)$$

missä,

\dot{n}	moolivirta, mol/h
p	paine, Pa
\dot{V}	tilavuusvirta, Nm^3/h
R	moolinen kaasuvakio, $8,3145\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$
T	lämpötila, K.

Moolivirran avulla voidaan laskea virran sisältämä molekyylien määrä. Laskennassa käytetään Avogadron vakiota. Molekyylien määrä voidaan laskea yhtälöllä (8):

$$N = N_A \cdot \dot{n} \quad (8)$$

missä,

N	molekyylien lukumäärä
N_A	Avogadron vakio, $6,0223 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
\dot{n}	moolivirta, mol/h.

Virran 1. molekyylien määrän ja koostumuksen avulla voidaan arvioida virran sisältämä vetyatomien määrä. Vetylaitoksen höyryreformointi hyödyntää vedyn valmistuksessa näitä atomeja. Virran 1. aiheuttama maakaasuvähenemä ja edelleen energiansäästö voidaan laskea vertaamalla Virran 1. vetyatomien määrää maakaasun vetyatomien määrään. Virran 1. aiheuttama maakaasuvähenemä voidaan laskea muuttamalla yhtälö (7) muotoon:

$$V = \frac{\dot{n} \cdot R \cdot T}{p} \quad (9)$$

missä,

\dot{V}	tilavuusvirta, Nm^3/h
\dot{n}	moolivirta, mol/h
R	moolinen kaasuvakio, $8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
T	lämpötila, K
p	paine, Pa.

Membraaniyksikön virran 2. maakaasuvähenemä ja edelleen energiansäästö voidaan laskea samalla tavalla, ainoa muuttuva tekijä on virran koostumus.

Muiden luvussa 9.4 esiteltyjen energiatehokkuustoimenpiteiden energiansäästöt on laskettu samalla periaatteella. Toimenpiteillä saavutettujen energiansäästöjen suuruudet ovat

luottamuksellista tietoa, joten ne on esitelty liitteessä I ja biojalostamon dokumenttienhallintajärjestelmässä.

10 BIOJALOSTAMON VALMIUS ETJ⁺:N KÄYTTÖÖNOTTOON

Luvussa käydään läpi ETJ⁺ energiatehokkuusjärjestelmän vaatimukset sekä biojalostamon toiminnan valmiudet vaatimusten täyttämiseen GAP-analyysia hyödyntäen. GAP-analyysin suorittamiseen hyödynnettiin UPM:n kyseiseen tarkoitukseen luotua arviointikysymyspohjaa, jonka tiivistetty versio on esitelty liitteessä II. Alaluvut on jaettu ETJ⁺ asiakirjaa vastaavalla tavalla ja ne etenevät samassa järjestyksessä.

10.1 Yleistä

ETJ⁺:n yleiset vaatimukset ovat:

1. Energiatehokkuusjärjestelmä tulee rakentaa, dokumentoida ja toteuttaa, ja sitä tulee ylläpitää ja parantaa järjestelmän luojan (Motiva Oy) edellyttämällä tavalla.
2. Energiatehokkuusjärjestelmälle tulee olla määritettynä ja dokumentoituna soveltamisala ja -rajat.
3. Energiatehokkuuden jatkuvan parantamiseen tulee olla määritettynä ohjeiden mukaiset keinot.

Biojalostamo on osa biopolttoaineiden liiketoiminta-aluetta, jolla on käytössään johtamisjärjestelmä. Tämä johtamisjärjestelmä kattaa biojalostamolla sovitut toimintatavat, joten energiatehokkuus on valmiiksi osa tätä johtamisjärjestelmää. Pienillä muutoksilla johtamisjärjestelmän energiatehokkuusosuus voidaan toteuttaa järjestelmän luojan edellyttämällä tavalla ETJ⁺:n mukaiseksi. Energiatehokkuusjärjestelmä määritetään kattamaan kaikki energiankäytön kannalta merkittävät toiminnot, keskittyen biojalostamoon. UPM:n toimintaohjeessa on asetettu velvollisuus jatkuvaan parantamiseen ja biopolttoaineiden johtoryhmä on lisäksi allekirjoittanut vastuullisuussäännösten, jossa sitoudutaan noudattamaan jatkuvan parantamisen periaatteita. Biojalostamolla ei siis ole puutteita ETJ⁺:n yleisiin vaatimuksiin.

10.2 Johdon vastuu

ETJ⁺:n johdon vastuu on jaettu kahteen osaan, jotka ovat vaatimukset ylimmälle johdolle ja vaatimukset johdon edustajalle. Vaatimukset on esitetty tässä luvussa erikseen.

ETJ⁺:n vaatimukset ylimmälle johdolle ovat:

1. Organisaation energiapolitiikka tulee olla luotuna, määriteltynä, toteutettuna ja ylläpidettynä.
2. Energiatehokkuusasioihin tulee olla nimitetty johdon edustaja ja energianhallintaryhmän muodostaminen tulee hyväksyä.
3. Energianhallintatoimintaan tulee varmistaa riittävät resurssit.
4. Organisaation sisäisen viestinnän kautta tulee viestiä energianhallinnan merkityksestä.
5. Energiapäälliköt ja -tavoitteet tulee olla asetettu.
6. Energiatehokkuus tulee olla huomioituna pitkän aikavälin suunnitelmissa.
7. Energiatehokkuustulokset tulee olla mitattuna ja raportoituna tietyin aikaväleihin.
8. Johdon katselmuksissa tulee tarkastella energiaterhokkuutta vuosittain.

Biopolttoaineiden ylin johto on allekirjoittanut vastuullisuussäännösten, jossa on määritetty toteutettava energiapolitiikka. Ylin johto arvioi vuosittain energiaterhokkuusasioiden resurssitarpeen ja tarkastelee biojalostamon energiaterhokkuuden kehitystä johdon katselmuksissa. Tehtaan kuukausikokouksissa ja raporteissa seurataan energiaterhokkuustavoitteiden täyttymistä energiankulutuksen osalta. UPM:n energiaterhokkuustavoite konsernitasolla pohjautuu teollisuuden energiaterhokkuussopimukseen, joka määrittää myös biojalostamolle laitoskohtaisen pitkän aikavälin numeerisen energiaterhokkuustavoitteen.

Biojalostamolla energia-asioista viestitään vuosikertomuksessa ja tehtaan johdon informaatiossa. Energiankäytön seuranta on mukana henkilöstön tavoiteasetannassa ja se on otettu huomioon toiminnan strategian kautta. Biojalostamolla on energiaterhokkuuden seurantaan avainlukumittareita (KPI), joita kehitetään edelleen. Nämä mittarit voivat toimia reaaliaikaisina viestintätyökaluina energia-asioissa organisaation sisällä.

ETJ⁺:n vaatimukset johdon edustajalle ovat:

1. Edustajalla tulee olla riittävät taidot ja pätevyudet energiatehokkuusasioissa.
2. Edustajan tulee varmistaa, että energiatehokkuusjärjestelmä on perustettu, toteutettu ja ylläpidetty jatkuvan parantamisen periaatteella järjestelmän luojan (Motiva Oy) edellyttämällä tavalla.
3. Energiatehokkuusasioissa tulee olla tunnistettuna riittävät pätevyudet omaavat henkilöt, jotka voivat toimia edustajan tukena.
4. Edustajan tulee raportoida ylimmälle johdolle energiatehokkuusjärjestelmään ja energiatehokkuuteen liittyvästä suorituskyvystä.
5. Edustajan tulee varmistaa energiatehokkuustoimenpiteiden olevan linjassa organisaation energiapolitiikan kanssa.
6. Energiatehokkuuden edistämiseksi edustajan tulee määritellä ja tiedottaa vastuut ja velvollisuudet organisaatiossa.
7. Edustajan tulee määritellä kriteerit ja menetelmät energiatehokkuustoimien toimintojen ja valvonnan tehokkuuden varmistamiseksi.
8. Edustajan tulee edistää energiatehokkuustietoisuutta organisaation kaikilla tasoilla.

Biojalostamon ylin johto on nimittänyt johdon edustajaksi henkilön, jonka työnkuvaan energiatehokkuusasiat kuuluvat ja jolla on niihin riittävä pätevyys ja tietotaito. Edustajan tehtävään kuuluu energia-asioiden raportointi ylimmälle johdolle johdon katselmuksessa. Johdon edustajan tukena toimii kestävyystiimi energiatehokkuusasioissa.

Biojalostamo täyttää ETJ⁺:n vaatimukset johdon vastuulle. Energiapolitiikka on luotu ja UPM:n konsernitaso määrittelee biojalostamolle laitoskohtaisen pitkän aikavälin numeerisen energiatehokkuustavoitteen. Energiatehokkuudessa noudatetaan jatkuvan parantamisen periaatetta ja johdon edustaja on määritetty vaadittavalla tavalla.

10.3 Energiapolitiikka

ETJ⁺:n vaatimukset organisaation energiapolitiikalle ovat:

1. Energiapolitiikka tulee määritellä osaksi organisaation olemassa olevaa politiikkaa, tai sen tulee olla itsenäinen toimiva kokonaisuus.
2. Energiapolitiikka määrittelee energiatehokkuusjärjestelmän laajuuden ja rajat.

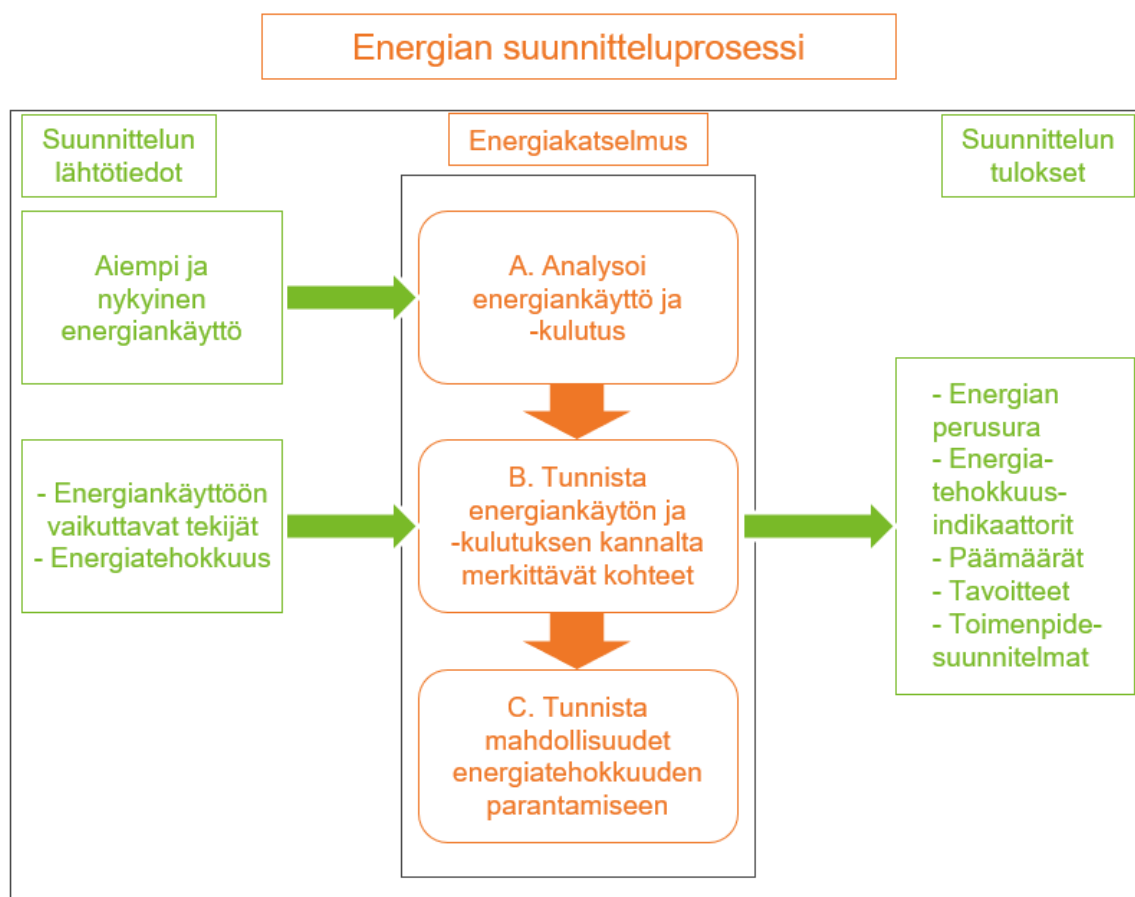
3. Energiapolitiikka tulee määritellä organisaation luonteelle, energiankäytölle ja laajuudelle sopivaksi.
4. Energiapolitiikan tulee sisältää sitoumus energiatehokkuuden jatkuvaan parantamiseen.
5. Organisaation tulee sitoutua noudattamaan energiatehokkuuslainsäädäntöä ja sen tuotantoon ja käyttöön liittyviä sopimuksia ja sitoumuksia.
6. Energiapolitiikan tulee olla tiedossa organisaation henkilöstöllä.
7. Energiapolitiikka toimii perustana energiankäytön seurannalle ja se määrittelee organisaation energiatehokkuustavoitteet.

Biojalostamon energiapolitiikka on määritelty osaksi biopolttoaineiden johtamisjärjestelmää ja biopolttoaineiden johtoryhmä on allekirjoittanut energiapolitiikan vastuullisuussäännössä. Vastuullisuussääntö sisältää sitoumuksen jatkuvaan parantamiseen myös energiapolitiikkaan kuuluvissa asioissa. Energiapolitiikka on määritelty biojalostamon toiminnalle soveltuvaan ja sille on määritelty laajuus ja rajat. Biojalostamon energiapolitiikka on koulutettu henkilöstölle vuoden 2018 ensimmäisellä neljänneksellä ja koulutusmateriaali on koko henkilöstön saatavissa.

Biojalostamo täyttää lähes täysin ETJ⁺:n vaatimukset energiapolitiikalle. Biojalostamon energiapolitiikka sisältää sitoutumisen jatkuvalle parantamiselle ja energiatehokkuustavoite on asetettu ja hyväksytty. Energiatehokkuustavoite tulisi tuoda enemmän esille esimerkiksi määrittelemällä se osaksi biojalostamon strategian täytäntöönpanoa.

10.4 Suunnittelu

Energiatehokkuusjärjestelmän käyttöönottoa varten on toteutettava suunnitteluprosessi, jonka perusteella on tunnistettava energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä. Kuvassa 16 on esitelty ETJ⁺:n mukaisen energiasuunnittelun vaiheet.



Kuva 16. Energiasuunnittelun vaiheet. (Mukaiillen lähde: Motiva, 2019b)

ETJ⁺:n vaatimukset organisaation energiasuunnittelulle on jaettu kolmeen osaan, jotka ovat lakisääteiset ja muut vaatimukset, vaatimukset energiakatselmuksille ja vaatimukset päämäärille ja tavoitteille. Vaatimukset on listattu alle erikseen.

ETJ⁺:n lakisääteiset ja muut vaatimukset ovat:

1. Organisaation on toiminnassaan tunnistettava energiatehokkuuteen liittyvä lainsäädäntö ja muut toimintaan olennaisesti liittyvät sitoumukset ja vaatimukset.

Biojalostamo tunnistaa energiatehokkuustoiminnassaan lainsäädännön ja vapaaehtoisten sopimusten määrittämät velvollisuudet ja vaatimukset. Merkittäviin lainsäädännön muutoksiin reagoidaan johdon katselmuksissa tai kestävyystiimin toimesta. UPM:llä on konsernitasolla käytössään lainsäädännön seurantakanta, joka kattaa myös energiatehokkuuslainsäädännön ja siinä tapahtuvat muutokset. Muista toimintaan liittyvistä energiatehokkuussopimuksista merkittävin on teollisuuden energiatehokkuussopimus, johon on aiemmin viitattu.

ETJ⁺:n vaatimukset energiakatselmukselle ovat:

1. Organisaation tulee toteuttaa, ylläpitää ja kehittää energiakatselmustoimintaa, jossa tarkastellaan organisaation energiankäyttöä ja energiatehokkuuteen liittyviä toimintoja. Energiakatselmuksessa tulee tarkastella kannattavia energiatehokkuustoimenpiteitä ja mahdollisia energiansäästökohteita.
2. Energiakatselmuksessa käytetyt menetelmät ja kriteerit tulee olla dokumentoitu ja katselmusten tulokset tulee olla arkistoitu.
3. Energiakatselmusten energiankäytön ja -kulutuksen tarkastelun tulee olla mittausdataan perustuva.
4. Energiakatselmuksessa tulee tunnistaa organisaation suurimmat energiankulutuskohteet.
5. Mahdollisuudet energiatehokkuuden parantamiseen tulee priorisoida laskentaan perustuen.

Luvussa 9 on esitelty vuoden 2019 energiakatselmuksen yhteenveto. Energiakatselmus suoritettiin kuvassa 16 esitetyn energiasuunnitteluohjeen mukaisesti. Energiakatselmuksen menetelmät ja tulokset on dokumentoitu ja ne arkistoidaan biojalostamon intranettiin. Energiakatselmuksessa energiankäytön ja -kulutuksen tarkastelu perustui mittausdataan, jonka perusteella laskenta suoritettiin.

ETJ⁺:n vaatimukset energiatehokkuuden päämäärille ja tavoitteille ovat:

1. Energiatehokkuuspäämäärät ja -tavoitteet tulee olla laadittuna ja ylläpidettynä. Tavoitteissa tulee olla yksityiskohtaisia, mahdollisuuksien mukaan mittavia kohtia, jotka on aikataulutettu. Organisaation on vuosittain päivitettävä energiatehokkuuden tehostamissuunnitelmaa, johon nämä on listattu.
2. Päämäärien ja tavoitteiden tulee tukea organisaation energiapolitiikkaa.

Biojalostamon energiatehokkuustavoitteet määritellään osaksi biopolttoaineiden strategian täytäntöönpanoa ja konsernitaso määrittää energiapolitiikan numeerisen tavoitteen. Biojalostamo täyttää toiminnassaan ETJ⁺:n määrittämät vaatimukset energiapolitiikalle, kunhan energiakatselmustoimintaa ylläpidetään riittävällä tasolla toiminnassa.

10.5 Järjestelmän toteuttaminen ja toiminta

ETJ⁺:n vaatimukset järjestelmän toteuttamiselle ja toiminnalle on jaettu koulutukseen, tietoisuuteen ja pätevyyteen, viestintään, dokumentointiin, asiakirjojen hallintaan, suunnitteluun ja energiahuoltoon. Vaatimukset on esitetty erikseen alla.

ETJ⁺:n vaatimukset koulutukselle, tietoisuudelle ja pätevyydelle ovat:

1. Energiatehokkuusosaamisesta tulee huolehtia etenkin henkilöiden kohdalla, joiden vastuualue vaikuttaa merkittävästi organisaation energiatehokkuuteen.
2. Koulutuksessa on käytävä läpi henkilöstön työnkuvaan liittyvät energiatehokkuusjärjestelmän vaatimukset, organisaation energiapolitiikka ja energiatehokkuustavoitteet.

Biojalostamon henkilöstölle on koulutettu johtamisjärjestelmän mukainen energiatehokkuusjärjestelmä vuoden 2018 ensimmäisellä neljänneksellä. Tämän lisäksi henkilöstöä on koulutettu omassa työtehtävässään ennakoimaan energiankulutusta. ETJ⁺:n käyttöönotossa henkilöstölle tulisi kuitenkin järjestää uudelleen koulutusta energijärjestelmän muutoksista ja soveltamisesta.

ETJ⁺:n vaatimukset viestintään ovat:

1. Energiatehokkuusviestinnän tulee olla suunnitelmallista. Viestinnässä on otettava huomioon, miten, mitä, kenelle ja milloin sisäisessä ja ulkoisessa viestinnässä energia-asioista tiedotetaan.

Biojalostamo viestii energiatehokkuudestaan eri tasoilla. Ulkoinen viestintä painottuu konsernin vuosikertomukseen. Viranomaisille energiatehokkuudesta viestitään biojalostamon ympäristövuosiraportissa ja Motiva-raportissa. Sisäinen viestintä energiatehokkuudesta biojalostamolla painottuu kuukausikokouksiin, joissa seurataan energiankulusta kuukausitasolla. Energia-asioista julkaistaan ajoittain tietoa myös sosiaalisen median eri alustoilla, joissa ne ovat julkisesti näkyvillä. ETJ⁺:n viestinnän vaatimuksien täyttämiseksi energiatehokkuusviestintä tarvitsee lisää systemaattisuutta sekä sisäisessä että ulkoisessa viestinnässä, lukuun ottamatta viranomaisraportointia.

ETJ⁺:n vaatimukset energiatehokkuusjärjestelmän dokumentoinnille ovat:

1. Energiatehokkuusjärjestelmän tulee sisältää energiapolitiikka, päämäärät ja tavoitteet, laajuus ja soveltamisala.
2. Dokumentoituna tulee lisäksi olla energiatehokkuusjärjestelmän yhteys muihin virallisiin asiakirjoihin, kuten ympäristöjärjestelmään.

ETJ⁺:n käyttöönottoa varten biojalostamon tulee dokumentoida tarkemmin energiatehokkuusjärjestelmän laajuus ja soveltamisrajat, jotka tulee päivittää biojalostamon toimintajärjestelmän ohjeeseen. Energiatehokkuustavoitteet tulee lisäksi ottaa osaksi biopolttoaineiden strategian täytäntöönpanoa. ETJ⁺:n käyttöönotto biojalostamolla liittyisi olennaisesti UPM:n konsernitason allekirjoittamaan teollisuuden energiatehokkuussopimukseen, koska asiakirjat yhdessä vapauttaisivat biojalostamon pakollisista energiakatselmuksista.

ETJ⁺:n vaatimukset asiakirjojen hallintaan ovat:

1. Asiakirjojen hallinnan tulee olla kuvattuna toimintaohjeessa.
2. Asiakirjojen hallinta pätee myös ulkopuolista alkuperää oleviin dokumentteihin.
3. Energiatehokkuusjärjestelmän oleelliset dokumentit on tallennettava ymmärrettävässä ja helposti löydettävässä muodossa, oikealla ja riittävällä tavalla.
4. Energiatehokkuusjärjestelmän oleelliset dokumentit on katselmoitava sovituin väliajoin ja päivitettävä tarvittaessa.

Biojalostamolla on kaikille asiakirjoille yhteinen toimintatapakisikirja dokumenttien hallintaan, joka kattaa kaikki ETJ⁺:n vaatimukset asiakirjojen hallinnasta.

ETJ⁺:n vaatimukset suunnitteluun ovat:

1. Uuden suunnittelussa ja vanhaa muokattaessa tai kunnostaessa organisaation tulee ottaa mahdolliset energiatehokkuustoimenpiteet huomioon.
2. Energiasäästöjen laskennassa on pääasiassa käytettävä elinkaarikustannusten analyysia, jotta huomioidaan pitkän tähtäimen säästöt.
3. Energiatehokkuusarvioinnin tuloksia tulee mahdollisuuksien mukaan hyödyntää projektien erittelyissä, suunnittelussa ja hankintatoimissa.
4. Suunnittelun tulokset on tallennettava ja dokumentoitava.

Biojalostamolla projektisuunnittelussa suurissa investoinneissa energiatehokkuusvaikutus on erikseen otettu huomioon. Pieninvestoinneissa (MOP) energiatehokkuusvaikutus on otettu kannattavuuslaskelmissa huomioon, mutta sitä ei ole erikseen tarkasteltu. Suunnittelussa käytetään pääasiassa elinkaariajattelua, ja tulokset tallennetaan sekä dokumentoidaan riittävällä tavalla. Jotta ETJ⁺:n suunnitteluun liittyvät vaatimukset täyttyisivät, energiatehokkuus tulisi ottaa systemaatisemmin huomioon kaikissa projekteissa.

ETJ⁺:n vaatimukset energiahuollon, tuotteiden, laitteiden ja energian hankintaan ovat:

1. Hankinnassa organisaation energiankäyttöön vaikuttavia tuotteita, organisaation tulee ilmoittaa toimittajille, että energiatehokkuus on osa hankinnan kannattavuuden arviointia.

Biojalostamolla energiankäyttöön vaikuttavat hankinnat perustuvat kannattavuuslaskelmiin, joissa energiatehokkuus on otettu huomioon. Vaatimuksen täyttämiseksi energiatehokkuus on eriteltävä hankinnoissa.

10.6 Arviointi

ETJ⁺:n vaatimukset järjestelmän arvioinnille on jaettu seurantaan, mittauksiin ja analysointiin, vaatimusten täyttymisen arviointiin, poikkeamiin, korjauksiin ja ehkäiseviin toimenpiteisiin, tallenteiden hallintaan ja sisäiseen auditointiin. Vaatimukset on esitetty erikseen alla.

ETJ⁺:n vaatimukset seurantaan, mittauksiin ja analysointiin ovat:

1. Organisaation on seurattava, mitattava ja analysoitava energiatehokkuuden kannalta merkittäviä toimintoja sovituin aikavälein.
2. Energiakäytön analysoinnin tulee ottaa huomioon organisaation koko ja erityispiirteet. Analysoinnin tulokset on tallennettava.
3. Analysointiin tarvittavien mittausten ja energiankäytön monitoroinnin tulee olla suunnitelmallista.
4. Organisaation on säännöllisesti katselmoitava mittaustarpeensa energiatehokkuuden kannalta.

Biojalostamolla pääenergiavirtojen kulutusta seurataan jatkuvatoimisilla mittareilla. Kulutuksista tallentuu tiedot biopolttoaineiden viralliseen seurantametriikkaan ja KPI-mittareista maakaasunkäyttö ja GHG-vähennys reagoivat energiankulutuksen muutoksiin.

Energiankulutuksen jatkuvatoimiseen mittaukseen käytetyt mittalaitteet kuuluvat biojalostamon laitteiden ennakkohuollon ja kunnossapito-ohjelman piiriin. Niiden kalibrointi- ja huoltoväli on siis määritelty, toteutettu ja dokumentoitu.

ETJ⁺:n vaatimukset vaatimusten täyttymisen arvioinnille ovat:

1. Energiatehokkuussopimuksen vaatimusten, lakisääteisten velvoitteiden ja muiden sitoumusten seurantaan on määritettävä menettely arvioinnin suorittamiseen.

Biojalostamolla lakisääteisten energiavelvollisuuksien täytyminen perustuu ympäristöluvan määräyksiin, joiden toteutumista voidaan seurata ympäristövuosiraporteista. Energiatehokkuussopimuksen vaatimusten toteutuminen havaitaan vuosittain tehtävässä Motiva-raportoinnissa. Vaatimusten ja velvoitteiden noudattamisen seuranta perustuu biopolttoaineiden toimintajärjestelmään, jota tarkastellaan johdon katselmuksissa ja vastuuhenkilöiden toimesta jatkuvasti.

ETJ⁺:n vaatimukset poikkeamille ja korjaaville ja ehkäiseville toimenpiteille ovat:

1. Organisaation tulee luoda menettely poikkeamien tunnistamiseen ja korjaavien toimenpiteiden suorittamiseen ja niiden vaikutuksen seurantaan.
2. Poikkeamien ja korjaavien ja ehkäisevien toimenpiteiden selvittämistä varten on nimittävä vastuuhenkilö. Toimenpiteiden pitää olla oikeassa suhteessa todettuun ongelmaan ja niillä tulee olla energiankäyttöön vaikutusta.
3. Poikkeamat, muutokset ja toimenpiteet on dokumentoitava.

Biojalostamolla energiaterveyspoikkeamien tapauksissa menetellään kuten muidenkin toimintakäsikirjaan kuuluvien poikkeamien kanssa. Biojalostamolla on käytössä laatu- ja terveyspoikkeamien dokumentointiin virallinen kirjaustyökalu, jossa poikkeamille kirjataan vastuuhenkilö ja korjaavat toimenpiteet kirjataan.

ETJ⁺:n vaatimukset tallenteiden hallintaan ovat:

1. Organisaation tulee pystyä osoittamaan energiatehokkuusjärjestelmän vaatimusten vaatimuksenmukaisuus tallenteiden perusteella. Saavutetut energiatehokkuustulokset on kyettävä todentamaan tallenteilla.
2. Tallenteiden tulee olla ja pysyä luettavassa, tunnistettavassa ja jäljitettävässä muodossa.

Biojalostamolla energiatehokkuusdokumenttien kanssa menetellään kuten muidenkin toimintakäsikirjadokumenttien hallinnan kanssa. Dokumenteille on biojalostamolla virallinen säilytyspaikka, jossa ne voidaan lajitella ja säilyttää.

ETJ⁺:n vaatimukset sisäiseen auditointiin ovat:

1. Organisaation on auditoitava energiatehokkuusjärjestelmä vähintään kerran vuodessa sisäisesti.
2. Sisäisen auditoinnin tarkoituksena on tarkastella energiatehokkuuden jatkuvan parantamisen periaatteen toteutumista ja tuottaa ylimmälle johdolle tietoa järjestelmän päämäärien ja tavoitteiden saavuttamisesta.
3. Sisäisten auditointien tulee perustua organisaation suunniteltuun auditointisuunnitelmaan.
4. Sisäisessä auditoinnissa tulee arvioida, onko energiatehokkuusjärjestelmä tarkoituksenmukainen ja onko se toteutettu ja ylläpidetty sovitulla tavalla.

Energia-asioiden sisäisessä auditoinnissa voidaan menetellä kuten muidenkin toimintakäsikirjan kohtien kanssa. Energia-asiat lisätään auditointilistalle, jolloin ne voidaan auditoida muiden asioiden kanssa samaan aikaan.

10.7 Johdon katselmus

ETJ⁺ velvoittaa organisaation ylintä johtoa toteuttamaan vähintään kerran vuodessa energiatehokkuusjärjestelmän katselmoinnin. Katselmoinnilla varmistetaan järjestelmän sopivuus, riittävyys ja tehokkuus. ETJ⁺:n muut vaatimukset johdon katselmuksille ovat:

1. Katselmoinnin dokumentoinnissa tulee näkyä johtopäätökset ja päätetyt energiatehokkuustoimenpiteet.

2. Katselmuksessa tulee käydä läpi edellisessä katselmuksessa sovittujen toimenpiteiden tila ja sisäisten auditointien tulokset.
3. Katselmuksessa on arvioitava lakisäätteisten ja muiden sitoumusten toteutuminen ja katselmoitava organisaation energiapolitiikka.
4. Katselmuksessa on arvioitava päätösten ja periaatteiden toteutuminen käytännössä ja käytävä läpi meneillään olevat toimenpidesuunnitelmat ja kehitysohjelmat.
5. Katselmuksessa tulee arvioida järjestelmän tarkoituksenmukaisuus ja tarpeellisen tiedon olemassaolo, kokonaiskuvan saamiseksi organisaation energiatehokkuudesta.
6. Katselmuksessa päätetään seuraavan jakson tavoitteet ja toimenpiteet.

UPM biopolttoaineissa järjestetään vuosittain johdon katselmus vuoden ensimmäisellä neljänneksellä. Johdon katselmuksessa käydään läpi biopolttoaineiden johtamisjärjestelmän eri osa-alueiden vaatimuksenmukaisuus ja varmistetaan riittävien resurssien olemassaolo. Energia-asiat sisältyvät biopolttoaineiden johtamisjärjestelmään, joten ne käsitellään johdon katselmuksessa muiden järjestelmän osa-alueiden tavoin. Johdon katselmuksessa käydään läpi edellisessä katselmuksessa järjestelmän osa-alueille sovittujen toimenpiteiden ja tavoitteiden toteutuminen käytännössä. Samalla katselmuksessa varmistetaan uusien tavoitteiden asetanta. Uudet tavoitteet ovat osa biopolttoaineiden strategian täytäntöönpanoa. Merkittävät lainsäädännön muutokset käydään läpi johdon katselmuksessa ja se toimii yhtenä mahdollisena toimielimenä tarvittavien toimenpiteiden suorittamiseen. Johdon katselmusten tulokset dokumentoidaan biopolttoaineiden viralliseen dokumenttien säilytyspaikkaan. Biojalostamon johdon katselmus täyttää ETJ⁺:n vaatimukset johdon katselmuksille.

10.8 GAP-analyysin yhteenveto

GAP-analyysissä selvitettiin biojalostamon valmiudet ETJ⁺:n vaatimusten täyttämiseen. Analyysin perusteella voidaan todeta biojalostamolla olevan hyvät valmiudet järjestelmän käyttöönottoa varten. Etenkin biopolttoaineiden johtamisjärjestelmä, joka kattaa myös biojalostamolla sovitut toimintatavat, täyttää useita ETJ⁺:n vaatimuksista ilman muutoksia.

ETJ⁺:n yleisistä vaatimuksista osa täytetään järjestelmän rakentamis- ja ylläpitämisvaiheessa. Järjestelmä voidaan rakentaa sen luojan edellyttämällä tavalla muokkaamalla energiatehokkuusosaa nykyisestä johtamisjärjestelmästä. Energiatehokkuusosalle on jo

määritettynä järjestelmässä soveltamisala ja -rajat. Ne tulee kuitenkin määritellä käyttöön-
otossa ETJ⁺:lle tarkennettuna. Yleiseen vaatimukseen jatkuvasta parantamisesta biopoltto-
aineiden johtoryhmä on sitoutunut vastuullisuussäännössä.

ETJ⁺:n vaatimukset johdon vastuulle täytetään järjestelmälle riittävällä tasolla. Ylin johto on
varmistanut energiapolitiikan luomisen ja energianhallinnan merkityksen viestinnän. Johdon
edustaja on määritetty ja energianhallintatoimiin on annettu riittävät resurssit. Energiatehok-
kuustuloksia tarkastellaan vuosittain johdon katselmuksissa ja biojalostamolla on pitkän ai-
kavälin energiategokkuustavoite osana UPM konsernia. Johdon edustajan toimenkuva ja pä-
tevyys täyttää ETJ⁺:n sille asettamat vaatimukset.

Biojalostamon energiapolitiikka täyttää ETJ⁺:n vaatimukset pääosin. Energiapolitiikka on
sisällytetty biopolttoaineiden muuhun politiikkaan, sen laajuus on määritelty ja se on orga-
nisaation luonteelle sopiva. Energiapolitiikka sisältää sitoumuksen energiategokkuuden jat-
kuvaan parantamiseen ja numeerinen energiategokkuustavoite tulee UPM konsernitasolta.

ETJ⁺:n vaatimuksista lainsäädännölliset tavoitteet täyttyvät kokonaisuudessaan. Vaatimuk-
set energiakatselmuksille täyttyvät, kunhan asiakirjojen dokumentoinnista huolehditaan ja
katselmustoimintaa ylläpidetään. Konsernitason energiategokkuustavoite on biojalostamolla
tunnistettu ja hyväksytty. Tavoite tulisi kuitenkin tuoda paremmin esille esimerkiksi asetta-
malla se osaksi biojalostamon strategian täytäntöönpanoa.

Biojalostamo ei täytä kaikkia ETJ⁺:n vaatimuksia järjestelmän toteuttamiseen. Tunnistetut
puutteet tulee korjata ennen järjestelmän käyttöönottoa. Biojalostamon henkilöstölle on kou-
lutettu johtamisjärjestelmän energiategokkuusosa, mutta käyttöönottoa varten tulisi järjestää
uudelleenkoulutus energiäjärjestelmän muutoksista ja soveltamisesta. Biojalostamo viestii
energiategokkuusasioista viranomaisille ja organisaation sisällä riittävällä tasolla. Julkisuu-
teen tarkoitettu viestintä on kuitenkin satunnaista ja vaatisi lisää systemaattisuutta. Asiakir-
jojen hallinta biojalostamolla täyttää ETJ⁺:n vaatimukset. Biojalostamolla suunnittelussa
otetaan huomioon energiategokkuus. Tätä ei kuitenkaan ole kaikissa tapauksissa dokumen-
toitu, vaan se huomioidaan suunnittelussa kannattavuuslaskelmissa. Järjestelmän käyttöö-
nottoa varten dokumentointiin tulisi erikseen listata suunnitelman energiategokkuusvaikutus.
Myös hankinnassa toimittajille tulisi erikseen ilmoittaa energiategokkuuden olevan osa han-
kinnan kannattavuuden arviointia.

ETJ⁺:n vaatimukset arvioinnille täyttyvät biojalostamolla lähes ilman muutoksia. Ainoana korjaavana toimenpiteenä on energia-asioiden lisääminen biojalostamon sisäisten auditointien auditointilistalle, jolloin niiden kohdalla toimitaan samalla tavalla kuin muiden auditoitavien asioiden.

ETJ⁺:n vaatimukset johdon katselmuksille täyttyvät ilman korjaavia toimenpiteitä. Energiatehokkuus on yksi katselmuksessa tarkasteltavista asioista.

GAP-analyysin perusteella voidaan todeta ETJ⁺:n soveltuvan biojalostamolle käyttöönotettavaksi. Analyysissä havaittiin joitakin puutteita ETJ⁺:n vaatimukseen nähden. Korjaavat toimenpiteet ovat kuitenkin toteutettavissa ilman suuria muutoksia.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Diplomityön kirjallisuusosassa perehdyttiin energiatehokkuus- ja ympäristölainsäädäntöjen teollisuudelle asettamiin energiatehokkuusvelvoitteisiin. Velvoitteet voidaan yleisesti tiivistää kahteen kohtaan, jotka ovat parhaan käyttökelpoisen teknologian käyttäminen sekä energiatehokkuustavoitteiden määrittäminen ja niiden seuranta. Osana kirjallisuusosaa suoritettiin sisältöjen vertailu ETJ⁺:n ja ISO 50001:n välillä. ETJ⁺ ja ISO 50001 ovat energiatehokkuuden hallintaan luotuja järjestelmiä. Vertailun tarkoituksena oli tunnistaa biojalostamolle sopivampi energiatehokkuusjärjestelmä. Sen perusteella biojalostamolle tällä hetkellä sopivampi energiatehokkuusjärjestelmä on ETJ⁺.

Ympäristölainsäädäntöön perustuva energiatehokkuusvelvoite parhaan käyttökelpoisen teknologian käyttämisestä pohjautuu kansainvälisiin BAT-asiakirjoihin, joiden noudattamista valvotaan kansallisella tasolla ympäristöluvilla. Velvoitteen mukaan yritysten tulee toiminnassaan käyttää energiatehokkuuden kannalta parasta käyttökelpoista teknologiaa. Osana työn kokeellista osaa selvitettiin biojalostamon parhaan käyttökelpoisen teknologian noudattaminen energiatehokkuuden osalta. Velvoitteen täyttäminen biojalostamolla eroaa muista tuotantolaitoksista, sillä biojalostamo käyttää uutta teknologiaa, joten sen toiminnan tasolle ei ole vertailuarvoja. Kuitenkin selvityksen perusteella biojalostamo täyttää soveltuvilta osin parhaan käyttökelpoisen teknologian asettamat velvollisuudet.

Energiatehokkuuslainsäädäntöön perustuvaa energiatehokkuusvelvoitetta energiatehokkuustavoitteiden määrittämisestä ja seurannasta valvotaan kansallisella tasolla energiatehokkuuslakiin perustuvalla energiakatselmusvelvoitteella. Energiakatselmuksia voidaan suorittaa itsenäisinä kokonaisuuksina, tai ne voidaan suorittaa osana energiatehokkuusjärjestelmiä. Osana työn kokeellista osaa suoritettiin energiakatselmusvelvoitteen mukainen energiatehokkuuden kohdekatselmointi biojalostamolle. Katselmoinnin perusteella saatiin kattava kokonaiskuva biojalostamon käyttämistä energialajeista ja -käyttökohteista. Biojalostamon merkittävin kulutettu energialaji on maakaasu, jota käytetään vetylaitoksella vedyn valmistukseen. Muita merkittäviä kulutettuja energialajeja ovat höyry ja sisäisistä virroista jalostamokaasu ja vety-yksikön kiertokaasu. Sähkön kulutus biojalostamolla on muihin energialajeihin verrattuna vähäistä. Biojalostamolla tulee energiankulutuksessa huomioida, onko kulutettu energia fossiilista vai uusiutuvaa. Uusiutuvan energian käytön suhteellinen lisääminen nostaa biojalostamon toiminnan kannattavuutta, joten esimerkiksi maakaasun kuluista tulisi optimoida ja pyrkiä korvaamaan vaihtoehtoisilla uusiutuvilla energialajeilla.

Osana biojalostamolle suoritettua energiankäytön kohdekatselmointia pyrittiin tunnistamaan kannattavia energiatehokkuustoimenpiteitä. Biojalostamon henkilöstöä haastateltiin toimenpiteiden löytämiseksi johdon, käytön ja projektisuunnittelun osalta. Biojalostamolle tunnistettiin useita kannattavia energiatehokkuustoimenpiteitä, jotka jaettiin tehtyihin, suunniteltuihin ja selvitettäviin toimenpiteisiin riippuen toimenpiteen valmiusasteesta. Biojalostamo on laitoksena uusi ja se käyttää ainutlaatuisia teknologioita, minkä takia tunnistetut toimenpiteet keskittyivät biojalostamon prosessiparannuksiin ja olivat mittakaavaltaan merkittäviä. Merkittävimmät toimenpiteet olivat tehty membraaniyksikkö ja suunniteltu jalostamokaasun käytön laajentaminen. Toimenpiteille laskettiin tarkat vuosittaiset energiansäästö määrät. Energiakatselmusraportti toimitettiin katselmuksia hallinnoivalle viranomaiselle.

Työn kokeellisessa osassa suoritettiin lisäksi GAP-analyysi ETJ⁺:n käyttöönottoa varten biojalostamolla. Analyysin perusteella voidaan todeta, että biojalostamolla on hyvät lähtökohdat järjestelmän käyttöönottoa varten. Etenkin biojalostamon toiminnan kattava johtamisjärjestelmä, johon sisältyy myös biojalostamon energiatehokkuus, pitää sisällään useita ETJ⁺:n vaatimuksia valmiina. Biojalostamon puutteet ETJ⁺:n käyttöönottoa ajatellen ovat henkilöstön sisäisessä energiatehokkuusasioiden koulutuksessa ja energia-asioiden viestinnän systemaattisuudessa. Koulutusta olisi hyvä kohdentaa tarkemmin koulutettavan henkilön työnkuvan mukaan. Jokaisen työntekijän pitää tiedostaa, miten omassa työssään voi

huomioida energiatehokkuuden. Energia-asioiden viestinnässä tulisi määritellä noudatettava toimintatapamalli, joka huomioisi viranomaisviestinnän, oman henkilöstön ja julkisen viestinnän. Lisäksi uusien projektien suunnittelun dokumentoinnissa tulee ottaa energiatehokkuus huomioon selkeämmin. Suunnittelussa kannattaa ehdottomasti jatkaa kustannuslaskelmissa energiatehokkuuden huomioivan laskentapohjan käyttöä. Energiatehokkuus tulee myös huomioida sisäisissä auditoinneissa. Myös biojalostamolla hyväksytyt konsernitason energiatehokkuustavoitteet tulisi tuoda toiminnassa enemmän esille, esimerkiksi määrittelemällä se osaksi biojalostamon strategian täytäntöönpanoa.

GAP-analyysin perusteella ETJ⁺:n käyttöönotto biojalostamolla ei vaatisi merkittäviä kustannuksia eikä muutoksia. Puutteet korjaamalla ETJ⁺ olisi mahdollista ottaa käyttöön biojalostamolla vuoden 2020 aikana. Järjestelmä edistäisi energiatehokkuutta biojalostamolla ja yhdessä teollisuuden energiatehokkuussopimuksen kanssa vapauttaisi biojalostamon pakollisista energiakatselmuksista. Energiatehokkuuskatselmointia tulee joka tapauksessa ylläpitää ja seuraava energiakatselmus on suoritettava vuonna 2023.

13 LÄHTEET

Alén, R. 2011. *Papermaking science and technology: Book 20, Biorefining of forest resources*. Helsinki: Finnish Paper Engineers' Association: Paperi ja puu. 381 p. ISBN 978-952-5216-39-4.

Aluehallintovirasto, 2019. *Öljynjalostamon ympäristöluvan lupamääräysten tarkistaminen*. [www-lähde] [Viitattu 5.10.2019] Saatavilla: https://tietopalvelu.ahtp.fi/Lupa/Lisatie-dot.aspx?Asia_ID=852716

Coelho, E., 2010. *Energy Performance Management in PETROBRAS Refineries*. [www-lähde] [Viitattu 17.12.2019] Saatavilla: https://latincarbon.com/previous/2010/docs/presentations/Day2/Eduardo_Coelho.pdf

EN ISO 14001. 2015. *Ympäristöjärjestelmät. Vaatimukset ja niiden soveltamisohjeita: CEN/CENELEC*.

EN ISO 50001. 2018. *Energianhallintajärjestelmät. Vaatimukset ja soveltamisohjeita: CEN/CENELEC*.

Energiatehokkuuslaki 1429/2014. Annettu Helsingissä 30. päivä joulukuuta 2014. [www-lähde] [Viitattu 5.10.2019] Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141429#Pidp446510960>

Energiatehokkuussopimukset, 2019. Elinkeinoelämän energiatehokkuussopimus 2008-2016 liittyneet. [www-lähde] [Viitattu 5.10.2019] Saatavilla: <https://energiatehokkuussopimukset2008-2016.fi/sopimuksiin-iittyneet>

Energiavirasto, 2019a. *Energiakatselmustoiminta*. [www-lähde] [Viitattu 13.1.2020] Saatavilla: <https://energiavirasto.fi/energiakatselmukset>

Energiavirasto, 2019b. *Vapautuminen pakollisista katselmuksista*. [www-lähde] [Viitattu 5.10.2019] Saatavilla: https://energiavirasto.fi/energiakatselmukset#vapautuminen_pakollisista_katselmuksista

European Commission, 2019a, *The Industrial Emissions Directive*. [www-lähde] [Viitattu 11.10.2019] Saatavilla: <https://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/ied/legislation.htm>

European Commission, 2019b, *Refining of Mineral Oil and Gas* [www-lähde] [Viitattu 23.10.2019] Saatavilla: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/REF_BREF_2015.pdf

European Commission, 2018. *Sustainability criteria*. [www-lähde] [Viitattu 18.12.2019] Saatavilla: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biofuels/sustainability-criteria>

EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI 2012/27/EU, annettu 25 päivänä lokakuuta 2012, [www-lähde] [Viitattu 10.10.2019] Saatavilla: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX:32012L0027>

EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI (EU) 2018/844, annettu 25 päivänä lokakuuta 2012, [www-lähde] [Viitattu 10.10.2019] Saatavilla: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.156.01.0075.01.FIN&toc=OJ:L:2018:156:TOC

Motiva, 2019a, *Energiatehokkuussopimukset 2017-2025*, [www-lähde] [Viitattu 10.10.2019] Saatavilla: <https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatehokkuussopimukset>

Motiva, 2019b, *Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺*. [www-lähde] [Viitattu 10.10.2019] Saatavilla:

Patel, M., Kumar, A. 2016. *Production of renewable diesel through the hydroprocessing of lignocellulosic biomass-derived bio-oil. A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews* 58, p. 1293–1307.

Roscoe, P., 2006. *EU Emissions Trading Scheme Phase II Review of New Entrants' Benchmarks – Refineries*. 2, pp 25–30.

SFS, 2018, *Johtamisen standardien käyttö kasvaa*, [www-lähde] [Viitattu 27.11.2019] Saatavilla: https://www.sfs.fi/ajankohtaista/artikkelit/johtamisen_standardien_kaytto_kasvaa

Soimakallio, S. & Koponen, K., 2011. *How to ensure greenhouse gas emission reductions by increasing the use of biofuels? - Suitability of the European Union sustainability criteria. Biomass and Bioenergy*, Osa/vuosikerta 35, pp. 3504-3513.

Solomon Associated, 2019, *Solomon Benchmarking*, [www-lähde] [Viitattu 17.12.2019] Saatavilla: <https://www.solomononline.com/benchmarking>

Taltech, 2019, *Software Wedge WinWedge*. [www-lähde] [Viitattu 17.12.2019] Saatavilla: <https://www.taltech.com/software-wedge>

UPM, 2019, *UPM Lappeenrannan biojalostamo*. [www-lähde] [Viitattu 9.10.2019] Saatavilla: <https://www.upmbiofuels.com/fi/upm-biopolttoaineet/tuotanto/upm-lappeenrannan-biojalostamo/>

US 9,181,494 B2. 2015. *Process and apparatus for purifying material of biological origin. UPM-Kymmene Corporation, Helsinki, Finland*. (Nousiainen, J., Laumola, H., Rissanen, A., Kotoneva, J., Ristolainen, M.) 13/989,400, 25.11.2011. Published 10.11.2015. 11 p.

VTT, 2011, *Measuring energy efficiency*, [www-lähde] [Viitattu 9.10.2019] Saatavilla: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2581.pdf>

Ympäristöhallinto, 2019a. *Paras käyttökelpoinen tekniikka BAT*. [www-lähde] [Viitattu 11.10.2019] Saatavilla: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Paras_tekniikka_BAT/Paras_kayttokelpoinen_tekniikka_BAT\(9321\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Paras_tekniikka_BAT/Paras_kayttokelpoinen_tekniikka_BAT(9321))

Ympäristöhallinto, 2019b. *Ympäristölupa*. [www-lähde] [Viitattu 9.10.2019] Saatavilla: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa

Ympäristöministeriö, 2019. *Ympäristöluvat – mikä muuttuu.* [www-lähde] [Viitattu 9.10.2019] Saatavilla: <https://www.ym.fi/download/noname/%7B9D1F49DC-74A8-47B8-80A3-93970CB995BE%7D/103046>

Ympäristöministeriön julkaisuja 2011. *Teollisuuden päästödirektiivin (IED) voimaansaat-taminen ja muita ympäristönsuojelulain kehittämisajatuksia.* [www-lähde] [Viitattu 11.10.2019] Saatavilla: <https://www.ym.fi/download/noname/%7BACDF2079-FE7B-4ABF-A76F-33AC2C17560F%7D/32040>

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Annettu Helsingissä 27. päivä kesäkuuta 2014. [www-lähde][Viitattu 9.10.2019] Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

14 LIITTEET

LIITE I Biojalostamon energiankulutukset

(Luottamuksellinen erillinen liite)

LIITE II ETJ⁺ arviointikysymyspohja

8 sivua

Arviointikysymyspohja

	Vaatus	Dokumen- tointi Kyllä / Ei	Käytäntö Kyllä/ ei	Huomio tai kom- mentti
3.1.	Yleistä	UPM-taso on vihreä,	tehdas –taso on mustalla	
	Onko yrityksellä johtamisjärjestelmä?			
	Mikä johtamisjärjestelmä?			
	Onko johtamisjärjestelmä sertifioitu?			
	Miten energiatehokkuusjärjestelmä on määritelty ja dokumentoitu?			
	Miten energiatehokkuusjärjestelmän laajuus (soveltamisala) on määritelty?			
	Kattaako energiatehokkuusjärjestelmä kaikki yrityksen energian tuotannon ja käytön kannalta olennaiset toiminnot, joihin se voi itse vaikuttaa?			
3.2.	Johdon vastuu			
3.2.1	Ylin johto			
	Onko ylin johto määritellyt, luonut, toteuttanut ja ylläpitänyt organisaation energiapolitiikkaa?			
	Onko ylin johto nimittänyt johdon edustajan ja hyväksynyt energiahallintaryhmän muodostamisen?			
	Onko ylin johto varmistanut, että energianhallintajärjestelmän perustamiseen, toteuttamiseen, ylläpitoon ja parantamiseen on riittävät resurssit?			
	Onko ylin johto viestinyt energianhallinnan merkityksestä organisaation sisällä			
	Onko ylin johto varmistanut, että energiapäämäärät ja tavoitteet on asetettu?			
	Onko ylin johto varmistanut, että energiatehokkuus otetaan huomioon pitkän aikavälin suunnittelussa?			
	Onko ylin johto varmistanut, että tulokset mitataan ja raportoidaan sovituin aikavälein?			
	Onko ylin johto varmistanut, että johdon katselmukset toteutetaan?			
3.2.2	Johdon edustus			
	Onko ylin johto nimennyt johdon edustajan/edustajat energiatehokkuusasioissa?			

	Vaatus	Dokumen- tointi Kyllä / Ei	Käytäntö Kyllä/ ei	Huomio tai kom- mentti
	Onko hänelle määritetty asianmukaiset vastuut ja valtuudet?			
3.3	Energiapolitiikka			
	Onko johto hyväksynyt energiapolitiikan?			
	Miten energiapolitiikasta selviää yrityksen toiminnan luonne?			
	Onko yrityksen energiapolitiikka linjassa/ integroitu muiden toimintapolitiikkojen kanssa?			
	Sisältääkö energiapolitiikka sitoutumisen energiatehokkuuden jatkuvaan parantamiseen?			
	Sisältääkö energiapolitiikka sitoutumisen lainsäädännön ja muiden vaatimusten / velvoitteiden noudattamisen, joihin yritys on sitoutunut?			
	Sisältääkö energiapolitiikka perusteet energian käytön seurannalle ja määrittelläänkö siinä perusteet tavoitteille?			
	Onko energiapolitiikka dokumentoitu ja toteutettu, ylläpidetäänkö sitä?			
	Milloin politiikka on viimeksi päivitetty?			
	Miten energiapolitiikasta on tiedotettu yrityksen sisällä?			
	Onko politiikan julkisuus määritelty?			
	Onko energiapolitiikka tarkoituksenmukainen? Onko huomioitu mm. tuotteet, toiminnot, palvelut, laajuus?			
3.4.	Suunnittelu			
3.4.1	Yleistä			
	Onko yrityksessä toteutettu koko yrityksen kattava energiatehokkuussuunnitteluprosessi?			
3.4.2	Lakisääteiset ja muut vaatimukset			
	Miten energiatehokkuuteen liittyvä lainsäädäntö ja vapaaehtoiset velvoitteet tunnistetaan?			

	Vaatus	Dokumen- tointi Kyllä / Ei	Käytäntö Kyllä/ ei	Huomio tai kom- mentti
	Miten energiatehokkuuteen liittyvä lainsäädäntö ja vapaaehtoiset velvoitteet otetaan huomioon järjestelmän kehittämisessä sekä ylläpidossa?			
	Käydäänkö lainsäädännön ja muiden soveltuvien vaatimusten täyttymistä johdon katselmuksessa?			
3.4.3	Energiakatselmus			
	Onko koko organisaation energiankäyttöä – ja kulutusta mittaus- tai muuhun dataan perustuen analysoitu?			
	Onko energiankäytön ja kulutuksen analyysihin perustuen tunnistettu merkittävät energiankäytön alueet (osa organisaatiosta, joka merkittävästi vaikuttaa energiankäyttöön ja kulutukseen, tilat, laitteet, systeemit, prosessit)?			
	Onko laskelmiin perustuen tunnistettu ja priorisoitu energiatehokkuuden tason parantamismahdollisuudet?			
	Onko menettelyt ja kriteerit dokumentoitu Onko katselmusten tuloksista tallenteet? Onko energiakatselmuksen päivityksen aikaväli määritetty? Onko muita kriteereitä, joiden perusteella päivitys tehdään?			
3.4.4	Päämäärät ja tavoitteet			
	Onko asiaankuuluville toiminnoille ja organisaatiotasolle luotu, toteutettu ja ylläpidetty dokumentoidut energiatehokkuuteen liittyvät päämäärät ja tavoitteet?			
	Onko yrityksen johto hyväksynyt päämäärät ja tavoitteet?			
	Ovatko ne mitattavia tai laskennallisesti osoitettavia ja aikataulutettuja?			
	Ovatko ne yhdenmukaisia energiapolitiikan ja energian tuotantoon ja käyttöön liittyvien näkökohtien kanssa?			
	Miten päämäärät ja tavoitteet on viety kaikille organisaatiotasolle saakka?			
	Päivitetäänkö energiatehokkuuden tehostamissuunnitelmaa vuosittain?			

	Vaatus	Dokumen- tointi Kyllä / Ei	Käytäntö Kyllä/ ei	Huomio tai kom- mentti
	Onko vastuut määritelty kaikille päämäärille ja tavoitteille, kaikille organisaatiotasolle?			
	Onko toimenpiteet ja aikataulut määritetty näiden saavuttamiseksi?			
	Miten tuloksia ja toteumia seurataan organisaation eri tasoilla?			
3.5	Järjestelmän toteuttaminen ja toiminta			
3.5.1	Organisaatio ja vastuullisuus (käsitelty kohdassa 3.2.2)			
3.5.2	Koulutus, tietoisuus ja pätevyys			
	Miten on huolehdittu energiatehokkuusjärjestelmään liittyvästä henkilöiden osaamisesta ja pätevydestä?			
	Miten energiatehokkuusnäkökohtiin ja -järjestelmään liittyvät koulutustarpeet tunnistetaan?			
	Miten koulutuksessa on käsitelty energiatehokkuusjärjestelmän vaatimukset?			
	Kuinka koulutuksessa on käsitelty politiikka ja tavoitteet?			
	Miten varmistetaan, että kaikki henkilöt ovat tietoisia energiatehokkuusjärjestelmästä?			
	Ymmärtääkö henkilöstö energiatehokkuusjärjestelmän, politiikan, tavoitteet ja menettelyt? Onko henkilöstö tietoinen näistä, onko osallistunut koulutuksiin?			
	Onko henkilökunta tietoinen, mitkä ovat omaan toimintaan liittyvät energiankäytön näkökohdat, mitä vaikutusmahdollisuuksia on käytännössä?			
3.5.2	Viestintä			
	Onko energia-asioiden viestintä suunniteltu?			
	Toteutetaanko viestintää suunnitellusti?			
3.5.3	Energiatehokkuusjärjestelmän dokumentointi			

	Vaatus	Dokumen- tointi Kyllä / Ei	Käytäntö Kyllä/ ei	Huomio tai kom- mentti
	Sisältääkö energiatehokkuusjärjestelmän dokumen- tointi seuraavat asiat:			
	Järjestelmän laajuus			
	Politiikka			
	Päämäärät ja tavoitteet			
	Tiedot liittymäkohdista muihin asiakirjoihin			
3.5.4	Asiakirjojen hallinta			
	Onko luotu asiakirjojen ja tallenteiden hallintame- nettely?			
	Miten ulkopuolista alkuperää olevat / si- säiset asiakirjat tunnistetaan ja niiden hallinta kuvataan?			
	Miten asiakirjat tallennetaan ja kuinka ne ovat löy- dettävissä?			
	Miten asiakirjojen katselmus ja päivitys tapahtuu? Tarpeen mukaan (esim. vuosittain)?			
	Miten asiakirjojen hyväksyntä tapahtuu?			
	Miten muutokset merkitään, jotta ne ovat tunnistet- tavia?			
	Miten vanhentuneet asiakirjat säilytetään, merkitään ja hävitetään?			
3.5.5	Suunnittelu			
	Onko säästöjen laskennassa perusteena ensisijaisesti käytetty elinkaarikustannusten analyysiä, jotta voi- daan ottaa huomioon pitkän tähtäimen säästöt?			
3.5.6	Energianhuollon, tuotteiden, laitteiden ja energian hankinta			
	Miten energiatehokkuus otetaan huomioon hankin- noissa, investoinneissa ja tuotannon kehittämisessä?			
3.6.	Arviointi			
3.6.1	Seuranta, mittaus ja analysointi			

	Vaatusus	Dokumen- tointi Kyllä / Ei	Käytäntö Kyllä/ ei	Huomio tai kom- mentti
	Miten on määritelty energian käytön ja tehokkuuden tarkkailuun liittyvät keskeiset mittaukset?			
	Miten keskeisten toimintojen energiankulutus:			
	mitataan ja lasketaan?			
	analysoidaan, dokumentoidaan ja raportoidaan?			
	Onko kalibroittavat ja/tai huollettavat mittalaitteet määritelty?			
	Miten kalibrointi ja huolto on toteutettu ja dokumentoitu?			
3.6.2	Vaatimusten täyttymisen arviointi			
	Miten on määritelty ja miten toteutetaan ja ylläpidetään menettelyt, joilla arvioidaan määräajoin energiatehokkuussopimuksen sekä soveltuvien lakisäätöjen vaatimusten täyttymisen?			
	Miten myös muiden vaatimusten, joihin on sitouduttu, täyttymisen on toteutunut? Esim. onko ympäristöluvassa energiatehokkuuteen liittyviä vaatimuksia?			
	Onko vaatimuksenmukaisuus täytetty?			
	Löytyykö näistä tallenteita?			
3.6.3	Poikkeamat, korjaavat ja ehkäisevät toimenpiteet			
	Miten on määritelty menettely poikkeamien tunnistamiseen?			
	Onko korjaavien toimenpiteiden suorittamisen liittyvät vastuut ja valtuudet määritelty?			
	Analysoidaanko poikkeamien luonnetta ja määrää?			
	Miten korjaavat toimenpiteet dokumentoidaan ja tiedotetaan?			
3.6.4	Tallenteiden hallinta			
	Miten energiatehokkuuden kannalta olennaiset kerättävät tiedot ovat:			
	tunnistettu?			
	tallennettu?			

	Vaatus	Dokumen- tointi Kyllä / Ei	Käytäntö Kyllä/ ei	Huomio tai kom- mentti
	Onko tallenteissa huomioitu kaikki energiamuodot?			
	Miten varmistetaan tallenteiden tunnistettavuus?			
	Miten säilytys, suojaus, jäljitettävyyys ja säilytysaika (hävitys) on määritelty ja valvotaan?			
	Miten tallenteet merkitään, jotta ovat tunnistettavissa ja jäljitettävissä?			
	Miten tallenteet säilytetään?			
3.6.5	Sisäinen auditointi			
	Onko olemassa suunnitelma energia-asioiden auditointiin?			
	Miten on määritelty auditointien:			
	vastuut?			
	kriteerit?			
	laajuus?			
	suoritustaajuus?			
	raportointimenettelyt?			
	Miten sisäisiä auditointeja hyödynnetään?			
	Miten varmistetaan sisäisessä auditoinnissa havaittujen poikkeamien/korjaavien ja ehkäisevien toimenpiteiden loppuunsaattaminen?			
3.7	Johdon katselmus			
	Onko johdon katselmuksen osallistujat määritelty?			
	Onko katselmuksen taajuus määritelty?			
	Onko johdon katselmukselle asialista?			
	Käsitelläänkö katselmuksessa:			
	energiatohokkuussopimuksen vaatimusten täyttymistä?			

	Vaatus	Dokumen- tointi Kyllä / Ei	Käytäntö Kyllä/ ei	Huomio tai kom- mentti
	arvioidaanko johdon katselmuksessa järjestelmän soveltuvuutta, toimivuutta ja tehokkuutta			
	lakisääteisten ja muiden vaatimusten täyttymistä?			
	energiatehokkuuden tunnuslukujen sopivuutta?			
	politiikan, periaatteiden ja kehitysohjelmien täyttymistä?			
	saavutettuja tuloksia suhteessa asetettuihin tavoitteisiin?			
	tulevia tavoitteita ja toimenpiteitä?			
	Miten varmistetaan, että tarpeellinen tieto kootaan energiatehokkuusjärjestelmän arvioimiseksi?			
	Ovatko katselmuksen lähtötiedot luotettavia ja riittäviä?			
	Miten johdon katselmuksat on dokumentoitu?			
3.8	Muuta huomioitavaa			