



ENERGIATALOUDEN RAPORTOINNIN KEHITTÄMINEN STORA ENSO VAR- KAUDEN TEHTAILLA

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Energiatekniikan diplomityö

2023

Tekijä Vili Korhonen

Tarkastaja: Professori Esa Vakkilainen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

School of Energy Systems

Energiatekniikka

Vili Korhonen

Energiatalouden raportoinnin kehittäminen Stora Enso Varkauden tehtailla

Energiatekniikan diplomityö

2023

46 sivua, 8 kuvaa ja 6 taulukkoa

Tarkastaja: Professori Esa Vakkilainen

Tohtori Katja Kuparinen

Avainsanat: Energiatalous, energiaraportointi, energiantuotannon seuranta, energiatehokkuus

Tässä diplomityössä on käsitelty Stora Enso Varkauden tehtaiden energiaraportointia. Tarkastelun kohteena olivat tehtaan energiaraportoinnin nykytilanteen kartoitus ja, kuinka sähkö- lämpö- ja polttoaine-energiaraportit muodostuvat mittausten, laskentojen ja määrittysten avulla. Työn tavoitteena oli tarkastella raporttien laskennat ja mittauspisteiden oikeellisuus, jotta muodostettavat raportit olisivat mahdollisimman tarkkoja ja johdonmukaisia. Lisäksi tavoitteena oli vähentää kuukausiraportointiin liittyvää, käsin tehtävää, tiedonsiirtoa.

Työn teoriaosuudessa käsitellään yleisellä tasolla metsäteollisuuden energiantuotantoa ja tuotannon seurantaan käytettäviä prosessimittauksia. Prosessimittauksia käytetään energia määrien laskentoihin ja teoriaosuudessa käydään lisäksi läpi Varkauden tehtaiden energiantuotannon seurantaan käytettävät järjestelmät. Työssä myös kartoitettiin energia- ja viranomaisraportoinnin nykytilanne ja velvoitteet.

Tutkimusosuudessa perehdyttiin energiataseiden määrittämiseen ja niihin haettavien tietojen sekä laskentojen oikeellisuuteen. Energiaraportoinnin osalta keskityttiin sähkö- ja lämpöenergiasta luotaviin raporteihin sekä polttoaineraportointiin.

Tarkastelun perusteella energiatalousraportointi on tällä hetkellä Varkauden tehtailla varsin hyvällä tasolla. Tuotantotasojen seurantaan jatkuvasti ja tarvittavat mittaukset kalibroidaan mittaussuunnitelmien mukaisesti. Kehitysehdotuksena olisi polttoaineraportin tarkentaminen ja sisäisten mittapisteiden määräaikaistarkastukset. Viranomaisraportoinnin kehittäminen vaatisi virastojen ja tuotantotasojen kiinnostuneiden organisaatioiden järjestelmien muuttamista, johon ei yksittäisellä toimijalla ole vaikutusvaltaa.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

School of Energy Systems

Energy Technology

Vili Korhonen

Development of energy economy reporting at Stora Enso Varkaus mill

Master's thesis

2023

46 pages, 8 figures and 6 tables

Examiners: Professor, D. Sc (Tech) Esa Vakkilainen

Doctor, D. Sc (Tech.) Katja Kuparinen

Keywords: Energy economy, energy reporting, monitoring of energy production, energy efficiency

This Master's thesis deals with energy reporting of Stora Enso Varkaus mill. The subject of the study was current situation of energy reporting and how electricity, heat and fuel reports are produced with process measurements and calculations. The main aim of study was check process measurement points and energy calculations in the reports so the data would be as accurate as possible. Another aim for this study was reduce the manual data transfer from file to file in monthly reporting.

The theoretical part deals with energy production in forest industry and how process measurement equipment are used to monitor and create data for reports. In addition, in theoretical part deals with which programs are used to monitoring of energy production in Varkaus mill and which are the requirements of authoritative reporting.

The work chapter deal with how energy balances in the mill are made and are the data and energy calculations correct. Electricity, heat and fuel reports were under focus and their formation was investigated and accuracy checked.

Based on the review energy reporting are currently at a fairly good level at the mill. Production levels are constantly monitored, and the most important measurement points are calibrated according to the measurement plans. For a development proposal would be the refinement of fuel report and schedule for inspect also internal measurement points. Development of authority reports would require changing their systems so that the data would transfer from one file to another. This would be so large change which an individual actor has no influence.

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Roomalaiset

p	paine	[bar, Pa]
q_m	massavirta	[kg/s]
T	lämpötila	[°C, K]
C	purkauserroin	
E	lähestymistekijä	
ε	laajenemistekijä	
d	kuristusaukon halkaisija	[m ²]
Δp	paine-ero	[bar, Pa]
ρ	väliaineen tiheys	[kg/ m ³]

Lyhenteet

FTIR	Fourier muunnos infrapuna (Fourier Transform Infra Red)
IR	Infrapuna (Infra Red)
K6	Kattila 6
K7	Kattila 7
LVL	Viilupuu (Laminated Veneer Lumber)
LVL1	Lämpövoimalaitos 1
MW	Megawatti
ORC	Orgaaninen Rankine kiertoprosessi (Organic Rankine Cycle)
RCF	Kierrätyskuitu (Recycling Fiber)
RTDB	Reaaliaikainen datan tallennuspaikka (Real Time DataBase)

SI	Kansainvälinen yksikköjärjestelmä (Système international d'unités)
SKL	Soodakattilalaitos
PHD	Prosessin historia tieto (Process History Database)
ppm	Miljoonasosa (parts per million)
PT	Platinavastusanturi (Platinum thermometer)

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

(Symboli- ja lyhenneluettelo)

1	Johdanto.....	11
2	Metsäteollisuuden energiantuotanto.....	12
2.1	Vastapainevoimalaitokset	12
2.2	Sellutehtaan soodakattila.....	14
2.3	Höyryturbiinit.....	16
3	Prosessimittaukset	17
3.1	Lämpötila	17
3.2	Paine.....	19
3.3	Virtaus	20
3.4	Sähkövirta	21
3.5	Savukaasut.....	21
4	Stora Enso Varkauden tehtaat	23
4.1	Energiantuotanto	23
4.1.1	Kattila 6.....	24
4.1.2	Kattila 7.....	24
4.1.3	Soodakattila	25
4.1.4	Vesivoimakoneet	26
4.2	Höyrynjakeluverkko.....	26
4.3	Sähkönjakeluverkko.....	27
5	Energiantuotannon seuranta	28
5.1	Energiatehokkuus	28
5.2	Käytössä olevat järjestelmät.....	29
5.2.1	Honeywell Total Plant Alcont -prosessinohjausjärjestelmä	29
5.2.2	Honeywell OptiVision MES-ohjelmisto.....	29
5.2.3	ABB Vtrin -käyttöliittymä	30
5.2.4	Wedge-ohjelmisto.....	31

5.2.5	Mexmenu	31
5.2.6	VaakaClient	31
6	Energiaraportoinnin nykytilanne ja veloitteet	32
6.1	Tuotantotietojen kerääminen.....	32
6.2	Viranomaisraportointi	32
6.2.1	Voimalaitospolttoaineiden verotus	33
6.2.2	Sähkön verotus.....	34
6.2.3	Päästökaupparaportointi.....	35
6.2.4	Sähköistämistuki	35
6.2.5	Ympäristöluvan valvonta.....	36
6.2.6	Tilastot	36
7	Energiataseiden tarkastelu	37
7.1	Mittapisteiden ja laskentojen tarkastelu	37
7.2	Sähköenergiaraportti	37
7.3	Lämpöenergiaraportti	39
7.4	Polttoaine- ja varastoraportti	40
7.4.1	K6 polttoaineet.....	42
7.4.2	K7 polttoaineet.....	42
7.4.3	Soodakattilan polttoaineet.....	43
8	Johtopäätökset	44
	Lähteet	45

1 Johdanto

Energiantuotannon ja -kulutuksen seuraaminen on metsäteollisuuden tehtaille tärkeää, koska tuotanto- ja kulutusmäärät ovat suuria. Jotta kulutus- ja tuotantomääriä pystytään seuraamaan, on mittausten sekä laskentojen oltava luotettavia ja energiaraportoinnin kunnossa. Energiantuotannon ja -kulutustietojen tehokas hyödyntäminen vaikuttaa tehtaan taloudellisuuteen etenkin nyt, kun energiakustannukset ovat nousussa.

Diplomityön teoriaosuudessa käsitellään metsäteollisuuden energiantuotantoa ja tuotantoon liittyviä laitteita. Energiantuotannon seurantaan käytettävät prosessin mittalaitteet käsitellään omana kappaleenaan, jossa syvennyttään energiavirtojen määrittystapoihin. Lisäksi energiantuotannon prosessimittauksia hyödyntävät ohjelmat käydään työssä läpi sekä niiden tämänhetkiset käyttötarkoitukset.

Työ on tehty Stora Enso Varkauden tehtaille. Työssä perehdytään myös energiaraportoinnin velvoitteisiin ja käydään läpi tärkeimpien viranomaisraporttien muodostuminen eri järjestelmien avulla. Energiaraportointi koostuu tällä hetkellä useista Microsoft Excel -raporteista ja ABB Vtrin -järjestelmästä, jossa on tehtaan energiatase nimeltään Warkautase. Warkautase sisältää sekä automaattisesti täydentyviä että käsin syötettäviä energiantuotannon, -kulutuksen ja varastomäärien lukemia.

Diplomityön tavoitteena oli tarkastaa tehtaan energiaraportointi sähkön, lämmön ja polttoaineiden osalta. Tehtaan energiaraportointia ei ollut pitkään aikaan käyty tarkastuksen omaisesti läpi. Tarkastukseen kuului mittapisteiden ja energialaskentojen läpikäynti sekä niistä muodostuvien raporttien johdonmukaisuus ja tietojen paikkansa pitävyys. Työn lopussa on johtopäätökset raportoinnin nykytilasta ja raportoinnin läpikäynnin yhteydessä ilmenneet kehitysehdotukset.

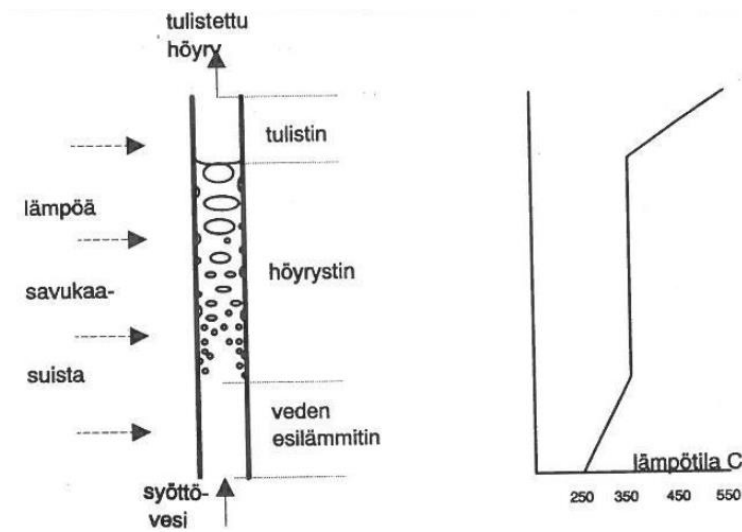
2 Metsäteollisuuden energiantuotanto

Metsäteollisuus käyttää tuotteiden raaka-aineena puuta ja puunjalostus prosesseissa tarvitaan energiaa. Päätuotteita metsäteollisuudella ovat kartonki, paperi, selluloosa ja rakennusmateriaalit. Suomen vuosittaisesta sähkönkulutuksesta menee lähes neljäsosa metsäteollisuuden käyttöön. Suuresta energian tarpeesta johtuen tehtaat hyödyntävät omien prosessien sivuvirtoja tuottamalla niistä energiaa. Puunjalostamisprosesseissa syntyy monenlaisia sivuvirtoja, kuten sahanpurua, puunkuorta sekä jäteliemiä sellunvalmistuksesta. Sivuvirrat ohjautuvat pääasiassa poltettavaksi kattilalaitoksiin, joissa syntyy lämpöä ja sähköä. Sivuvirtojen hyödyntämisellä teollisuuden laitokset varmistavat oman energian tarpeensa saatavuuden. (Maa- ja metsätalousministeriö. 2021)

2.1 Vastapainevoimalaitokset

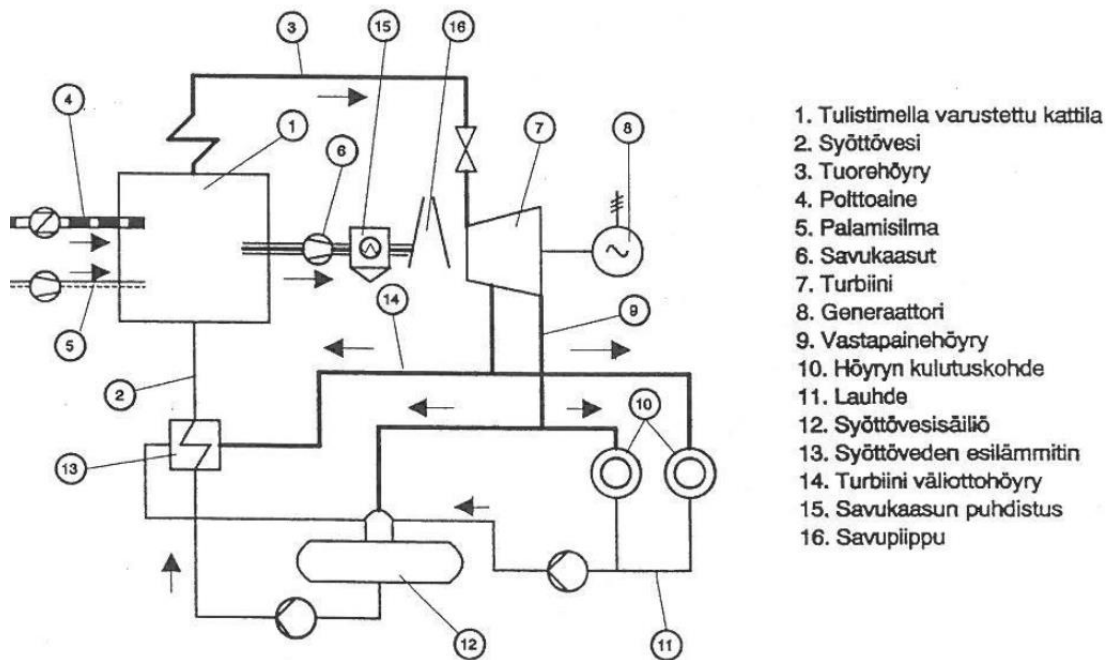
Vastapainevoimalaitokset ovat höyrykattiloita, joissa kattilaan syötetystä vedestä tuotetaan korkeapaineista höyryä. Kattilaan syötettävää vettä kutsutaan syöttövedeksi, joka ensin lämmitetään höyrystymislämpötilaan. Höyrystymislämpötila on riippuvainen syöttöveden paineesta – mitä korkeampi paine sitä korkeampi höyrystymislämpötila. Höyrystymislämpötilan saavuttamisen jälkeen vesihöyryä kuumennetaan lisää, jolloin vesihöyryä tulistetaan. Vaiheittain tapahtuvan tulistamisen jälkeen höyryssä ei enää ole vesipisaroita ja höyry on, kattilalaitoksesta riippuen, lämpötilaltaan noin 450–550 °C:sta sekä noin 60–220 bar:in paineista. (Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P., Pakkanen, H. 2000, 7)

Höyrykattila tarvitsee energiantuotantoon polttoainetta, koska tuotettava energia syntyy polttamalla. Metsäteollisuuden höyrykattilat käyttävät usein polttoaineena puunkuorta, sahanpurua ja metsähakkeita. Kattilaan syötetään polttoaineen lisäksi palamisilmaa, koska palamiseen tarvitaan happea. Polttoaineeseen sitoutunut kemiallinen energia muutetaan lämpöenergiaksi, kun polttoaine reagoi tulipesän lämmön ja palamisilman hapen kanssa alkaen palaa. Tämä palamissa vapautuva lämpöenergia pyritään siirtämään palamisesta syntistä savukaasuista kattilan vesi-höyryjärjestelmään useiden erilaisten lämmönvaihtimien kautta. Höyrykattilan toimintaperiaatetta on havainnollistettu kuvassa 2. (Huhtinen et al. 2000, 7)



Kuva 1. Höyrykattilan toimintaperiaate. (Huhtinen et. al. 2000)

Metsäteollisuus tarvitsee suuria määriä lämpökuormia tuotantoprosessien eri vaiheisiin. Lämpöenergia johdetaan usein kulutuskohteeseen höyryn olomuodossa, koska siten saadaan siirrettyä suuria lämpötehoja. Metsäteollisuuden vastapainevoimalaitokset ovat lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksia, joissa tuotettu höyry johdetaan höyryturbiinin läpi. Prosessihöyryä tarvitaan usein monissa eri paineluokissa, joten kulutuskohteille höyryä otetaan turbiinin väliotoista sekä turbiinin jälkeen olevasta vastapaineesta. (Huhtinen et al. 2000, 12–13) Vastapainevoimalaitoksen periaatekaavio on esitettyä kuvassa 3.



Kuva 2. Teollisuuden vastapainevoimalaitoksen periaatekaavio. (Huhtinen et al. 2000)

Metsäteollisuuden prosessien lämmittäminen kuluttaa paljon lämmityshöyryä, joka ei palaudu lauhteena takaisin tuotantolaitokselle. Lauhteiden palautumattomuudesta johtuen lisävedenkäsittelytarve on etenkin sellutehtailla suuri verrattuna esimerkiksi vain kaukolämpöä tuottaviin laitoksiin. Vastapainevoimalaitokset mitoitetaan vastaamaan höyryn kuluttajien tarpeita ja ne tuottavat höyryä tehtaan tarpeisiin mukautuen. (Huhtinen et al. 2000, 7)

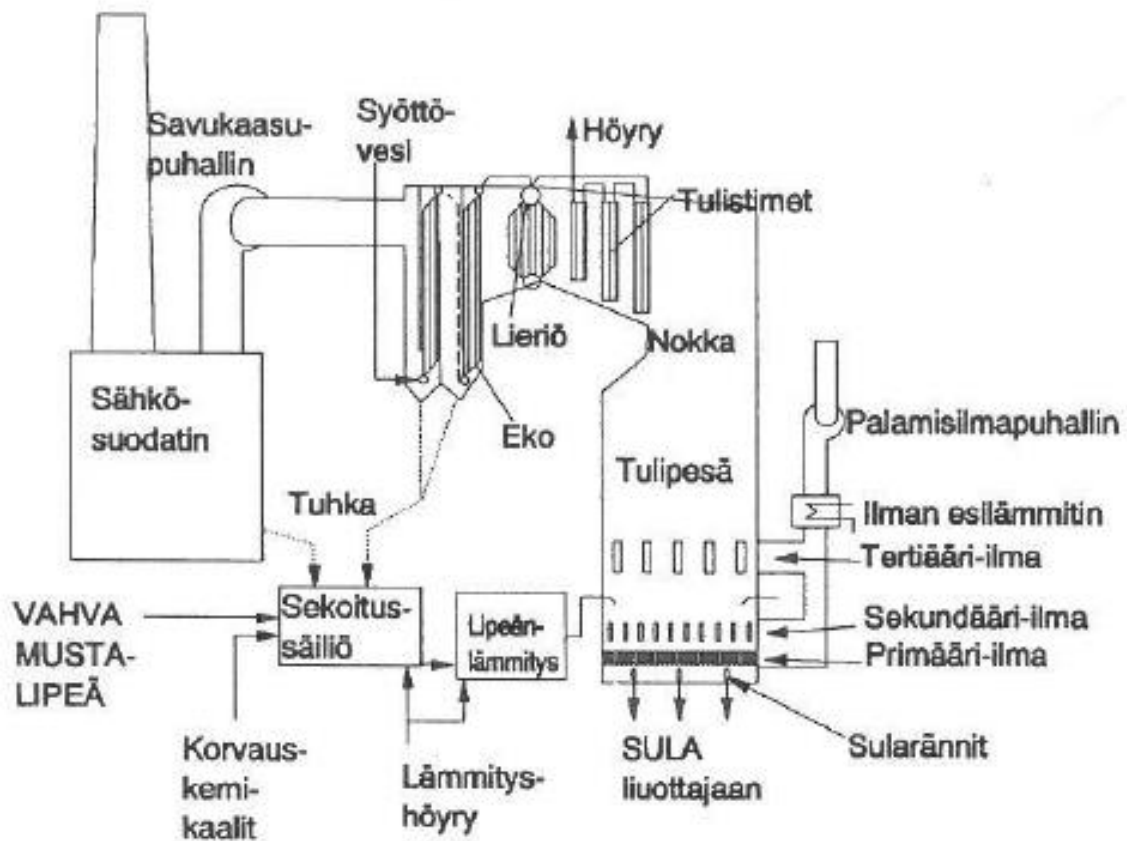
2.2 Sellutehtaan soodakattila

Sulfaattisellun valmistusprosessin keittokemikaalien talteenotto tapahtuu soodakattilassa. Soodakattilan päätehtävänä on polttaa mustalipeän sisältämä orgaaninen aines ja ottaa talteen palamisprosessista syntyvä lämpö sekä palamattomat keittokemikaalit. Kaksoisroolista johtuen soodakattilan käyttö on monimutkaisempaa kuin tavallisten polttoprosessien omaavien kattilalaitosten. (Soodakattila yhdistys. 2021)

Soodakattilan pääpolttoaineena on nestemäinen mustalipeä, jota esilämmitetään n. 100–120 °C:seen ennen tulipesään syöttöä. Esilämmitetty mustalipeä syötetään tulipesään lusikka- maisten lipeäsuuttimien kautta, jotka sijaitsevat kattilan sivuilla. Lusikkasuutin hajottaa nestemäisen mustalipeän pisaroiksi ja pisarat virtaavat leveänä suihkuna tulipesään.

Lipeäsuuttimet sijaitsevat useita metrejä kattilan pohjan yläpuolella, jolloin pisaroitunut mustalipeä ehtii kuivua sekä osittain kaasuuntua matkalla tulipesän pohjalla olevaan kekkoon. (Huhtinen. 2000, 163–165)

Jatkuvan palamisprosessin ja kemikaalien regeneroitumisen ylläpitämiseksi, täytyy tulipesään syöttää polttoaineen lisäksi happea sisältävää ilmaa. Palamisilma on vaiheistettu soodakattiloissa tavallisesti kolmeen eri vaiheeseen, jotta palamistapahtuma olisi mahdollisimman tehokas. Palamisilman syöttöä ja soodakattilan komponentteja on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 3. soodakattilan komponentit ja ainevirrat. (Huhtinen, et al. 2000)

Mustalipeän orgaanisten aineiden palaessa syntyy soodakattilan sisällä lämpöenergiaa, joka konvektion ja säteilyn kautta siirtyy vesi- ja höyryjärjestelmään. Kattilan syöttöväettä lämmitetään monivaiheisesti, kunnes nestemäinen vesi on muuttunut korkean paineen ja lämpötilan omaavaksi tulistetuksi höyryksi. Tulistettu höyry johdetaan usein soodakattilalta

höyryturbiinille, jolla tuotetaan sähköä ja matalapaineisempaa prosessihöyryä. (Huhtinen et al. 2000, 166–168)

Soodakattilat ovat merkittävässä asemassa Suomalaisessa energiantuotannossa, sillä ne ovat suurin uusiutuvan energian lähde. Metsäteollisuuden soodakattiloilla tuotetaan yli kolmasosa uusiutuvan energian tuotannosta. (Soodakattila yhdistys. 2021)

2.3 Höyryturbiinit

Kattilalaitosten tuottamaa höyryä käytetään sellaisenaan eri käyttökohteiden lämmittämiseen sekä myös sähkön tuotantoon. Korkean paineen ja lämpötilan omaava tulistettu höyry ajetaan yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotantolaitoksilla höyryturbiinin läpi. Höyryturbiinissa höyry laajenee ja jäähtyy, jonka johdosta höyryn potentiaalienergia muuttuu turbiinin siivistössä liike-energiaksi. Höyryturbiinien tuottaessa pyörivää liikettä ne soveltuvat hyvin sähkögeneraattoreiden pyörittämiseen. Turbiini kytketään vaihdelaatikon välityksellä generaattoriin, joka magneettikentän kautta tuottaa sähköenergiaa. (Petrotechnic, 2022)

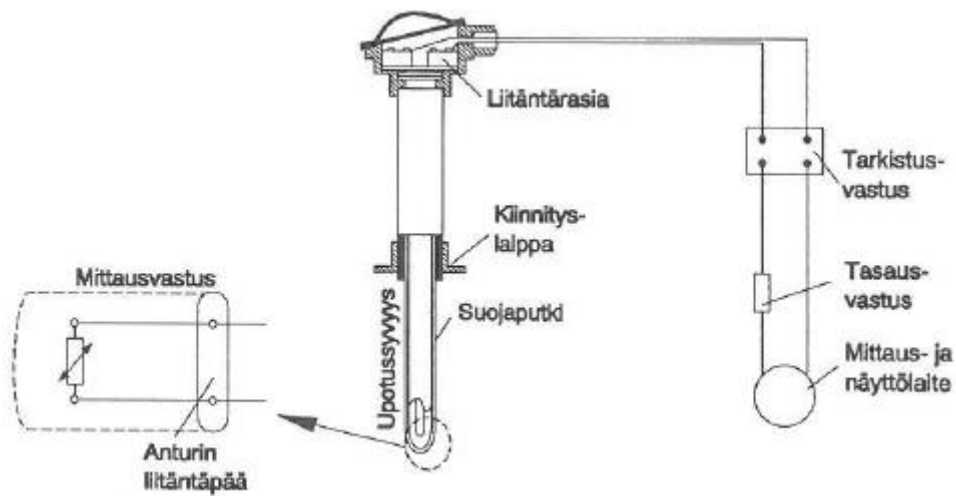
3 Prosessimittaukset

Luotettavien mittaustulosten saamiseksi täytyy prosessimittauslaitteita kalibroida. Kalibroinnissa selvitetään, miten paljon mittaustuloksen ja todellisen arvon välillä on eroa. Mitatuista tuloksista laaditaan kalibrointitodistus, jonka mukaan mittalaitteen tuottamille arvoille voidaan laatia mittauspöikkeamia varten korjauskertoimia. Erilaisia todennuksia, kuten hiilidioksidin päästökauppavaateita varten täytyy tärkeimpiä mittalaitteita kalibroida tietyin väliajoin.

3.1 Lämpötila

Teollisuudessa lämpötilan mittaaminen on yleisimmin mitattu prosessisuure. Lämpötilan yksikkönä käytetään SI-järjestelmän mukaisesti Kelviniä (K), mutta Suomessa lämpötila ilmaistaan celsiusina (°C). Lämpötilaa voidaan mitata monin eri tavoin, kuten optisilla, sähköisillä ja mekaanisilla menetelmillä. Optisia lämpötilamittalaitteita ovat esimerkiksi säteilypyrometrit ja fysikaalisia ovat venymälämpö- ja nestelämpötilamittaukset. Teollisuudessa käytetään useimmiten sähköisten menetelmien toteutettuja sovellutuksia, joista seuraavissa kappaleissa tarkemmin. (Huhtinen et al. 2000, 285)

Lämpötilan muutosta mitataan sähköisellä vastuslämpömittarilla, jonka anturiosan vastusarvo eli resistanssi on riippuvainen lämpötilan muutoksesta. Vastusantureiden anturiosaan käytetään tavallisimmin metalleja, kuten platinaa ja kuparia. Teollisuudessa yleisesti käytetty vastuslämpömittareissa Pt-100-mallisia antureja. Pt-100-antureiden standardisoitu resistanssiarvo on 100 ohmia 0°C:n lämpötilassa. Ulkoisesta lähteestä syötetään anturille tasaista virtaa ja virranmuutos mitataan anturin jälkeen ristikämmimittarilla. Virran muutoksesta saadaan johdettua anturiin vaikuttava lämpötila. Vastusanturit soveltuvat mittaamaan laajan skaalan lämpötilamuutoksia jopa 850 °C saakka. (Weckström, T., 2002, 35) Kuvassa 4 on havainnollistettu Pt-100 anturin komponentteja.



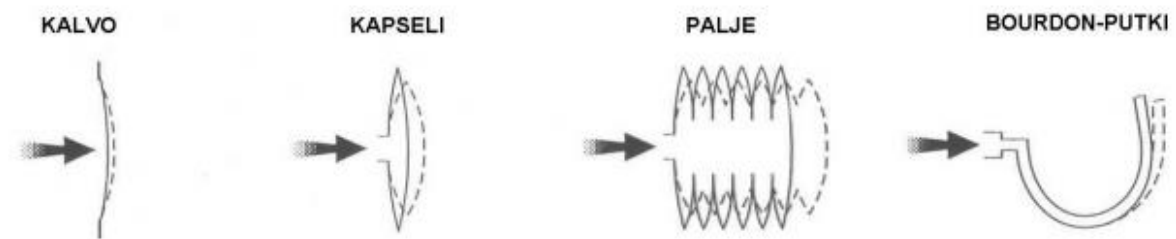
Kuva 4. Pt-100 vastusanturin komponentit ja kytkentä. (Huhtinen et al. 2000, 286)

Vastusantureiden lisäksi yleisesti käytetty sähköinen lämpötilanmittausmenetelmä on termoelementti. Termoelementti koostuu kahdesta eri sähköä johtavasta materiaalista, jotka on yhdistetty toisiinsa. Materiaalien liitoskohtaan syntyy lämpötilan muutoksesta potentiaaliero, jota kutsutaan termojännitteeksi. Termojännitteen ollessa muuttuva lämpötilan suhteen saadaan jännitteen muutoksesta johdettua anturissa vallitseva lämpötila. Termoelementeillä pystytään mittaamaan jopa 1260 °C suuruisia lämpötiloja. (Weckström, T., 2002, 21–26)

3.2 Paine

Teollisuudessa paine on toiseksi eniten mitattu prosessisuure lämpötilan jälkeen. Paineen yksikkö SI-järjestelmän mukaan on pascal eli lyhenteenä Pa. Teollisuudessa paineen yksikkönä käytetään pascalin lisäksi yksikköä Bar, joka on pascaleissa 100 kPa tai 0,1 MPa. Paineen mittaamisessa selvitetään aina paine-eroa kahden eri mittapisteen välillä. Mittaamista varten on kehitetty monia eri menetelmiä, joita voidaan käyttää eri sovelluksissa, painealuilla ja prosesseissa. Useimmiten paineenmittauslaitteet perustuvat fysikaalisiin, mekaanisiin ja sähköisiin ominaisuuksiin. (Huhtinen et al. 2000, 277)

Mekaanisen muodonmuutoksen omaavissa paineenmittauslaitteissa paine vaikuttaa mittarin tuntopäähän. Paineen vaikutuksesta tuntopää liikkuu ja muodonmuutoksesta eli siirtymästä voidaan johtaa muutos hammaspyörrien ja vivuston kautta esimerkiksi paineenosoittimeen. Mekaanisen siirtymän muuntamiseksi paineeksi voidaan käyttää myös sähköistä vahvistusta, jolloin voidaan hyödyntää esimerkiksi vastuksen riippuvuutta muodonmuutoksesta. Mekaanisia paineenmittaamista varten käytettyjä sovellutuksia on havainnollistettu kuvassa 5, joista käytetyin on Bourdon-putki. (Saxholm, S., Rantanen, M. 2011, 16)



Kuva 5. Mekaanisia paineenmittauslaitteita. (Saxholm et al. 2011)

Puolijohdemenetelmä eli pietsoresistiiviset anturit ovat käytetyimpiä laitteita sähköisissä paineenmittauslaitteissa. Puolijohdemenetelmässä käytetään nimen mukaisesti puolijohde-metalleja, joiden sähkönjohtokyky eli resistanssi muuttuu paineenmuutoksen vaikutuksesta. Mittamuutosviesti viedään usein milliampeeri tai millivoltti viestinä mittamuuntimeen, joka antaa tiedon kohteen paineesta. (Huhtinen et al. 2000, 279)

3.3 Virtaus

Väliaineen virtauksen mittaaminen on tärkeää prosessiteollisuudessa. Mitattavat väliaineet ovat neste, kaasu ja höyry. Tavallisimmat virtausta mitataan paine-eroon ja tilavuuteen liittyvillä menetelmillä sekä lisäksi käytetään sähköisiä ja optisia menetelmiä. Massavirran yksikkö on SI-järjestelmän mukaan kg/s ja tilavuusvirran yksikkönä käytetään m³/s.

Perinteisin ja yleisin menetelmä virtauksen mittausmenetelmä perustuu paine-eroon. Paine-eroon perustuvissa virtausmittauksissa väliainetta kuristetaan esimerkiksi mittalaipalla, -suuttimella tai venturiputkella. Kuristamisessa syntyy paine-ero kahden eri paineenmittauskohdan välille. Mitattu paine-ero on verrannollinen virtauksen neliöön, jolloin saadaan massavirta määritettyä standardin SFS EN ISO 5167 mukaisella kaavalla 1:

$$\dot{m} = C * E * \varepsilon * \frac{\pi}{4} * d^2 * \sqrt{2 * \Delta p * \rho} \quad (1)$$

missä

C= purkauskerroin

E= lähestymistekijä

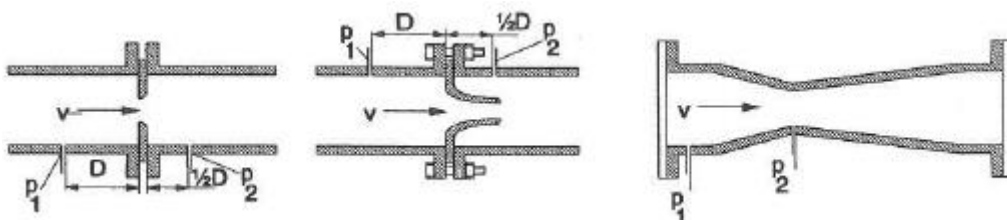
ε = laajenemistekijä

d= kuristusaukon halkaisija

Δp = mittalaitteen aiheuttama paine-ero

ρ = väliaineen tiheys.

Kertoimet C, E ja ε saadaan standardista. Virtaavaa nestettä mitataan usein mittalaipalla ja höyryvirtausten mittaamiseen käytetään mittasuutinta. Suuria tilavuuksia omaavia kaasuvirtoja mitataan usein venturiputkella. (Huhtinen et al. 2000, 279–280) Kuvassa 6 on esitettyinä paine-eroon perustuvia virtausmittauksia.



Kuva 6. Paine-eroon perustuvat virtausmittaukset: mittalaippa, mittasuutin ja venturiputki. (Huhtinen et al. 2000, 279)

3.4 Sähkövirta

Sähköenergian mittaaminen tapahtuu kilowattituntimittareilla. KWh-mittarit ovat hyvä apuväline, kun halutaan seurata kohteessa kulutettua sähköenergiaa. Teollisuudessa sähkön jännite- ja virta-arvot ovat niin suuria, että mittalaitetta ei voida suoraan kytkeä virtapiiriin sähköenergian mittaamista varten. Jotta sähköenergia saadaan mitattua, on mittarille menevää virtaa saatava pienennettyä erillisillä virta- tai mittamuuntajilla. Virtamuuntajan tehtävänä on laskea virtaa ja tuottaa tehomittarille sopivan suuruinen virta. Virtamuuntajilla on kohteeseen sopiva muuntosuhde, joka otetaan huomioon myös tehomittarilla. Muuntosuhde voi olla esimerkiksi 50A / 5A, jolloin muuntokerroin on 10. (Viitala, J-M. 2014, 24)

3.5 Savukaasut

Metsäteollisuuden kattilalaitosten palamisprosesseissa syntyy savukaasua, joka tyypillisimmin sisältää hiilidioksidia, typpeä, happea ja vesihöyryä. Sisältö on riippuvainen laitoksella käytettävistä polttoaineista ja -tekniikoista. Osaa mitattavista komponenteista käytetään laitoksen säätötarkoituksiin ja osaa ilmapäästöjen mittaamiseen. (Mäki, T., Posio, J. 2004, 2) Alla olevassa taulukossa 1 on listattuna savukaasujen tärkeimmät komponentit ja niiden mittauksen tarkoitukset.

Taulukko 1. Savukaasun tärkeimmät komponentit sekä mittaustarve ja -tarkoitus.

Komponentti	Mittauksen tarkoitus	Mittaustarve
O ₂	säätömittaus	jatkuva
CO	säätö- ja päästömittaus	jatkuva
CO ₂	säätömittaus (päästömittaus)	jatkuva
SO ₂	säätö- ja päästömittaus	jatkuva/määräaikainen
NO _x (=NO+NO ₂)	päästömittaus	jatkuva/määräaikainen
H ₂ S	päästömittaus	jatkuva/määräaikainen
Hiukkaspäästöt (pöly)	päästömittaus	jatkuva/määräaikainen
Raskasmetallit	päästömittaus	jatkuva/määräaikainen

Erilaisista polttoaineista, -tehosta ja -tekniikasta johtuen kattilalaitosten savukaasuille on määritetty erikseen omat enimmäispitoisuusrajat. Ilmansuojelua varten enimmäispitoisuusrajat ohjaavat laitoksia säätämään polttoprosessit sille tasolle, että päästöluparajat saavutetaan tai ylityksen sattuessa aletaan tekemään muutoksia. Jatkuvat toimiset savukaasuanalyysaattorit mittaavat kaasusta suhteellisia arvoja, kuten prosenttiosuutta, %, ja miljoonasosia ppm. Laitosten päästöarvot ovat kuitenkin aina absoluuttinen määrääarvo, kuten mg/MJ tai mg/m³. Näin ollen lopullinen päästöarvo saadaan laskennallisesti eri funktioiden avulla. (Mäki., Posio. 2004, 2)

Savukaasuanalyysaattorit perustuvat fysikaalisiin, kemiallisiin, optisiin ja sähköisiin menetelmiin sekä näiden menetelmien yhdistelmiin. Monikaasumittaus toteutetaan nykypäivänä yleisimmin FTIR (Fourier Transform Infra Red) -mittauksella. FTIR-mittaus perustuu laajan, yhtenäisen IR (Infra Red) -spektrialueen mittaamiseen, jossa samalla saadaan mitattua hiilidioksidia, typen oksidit, rikkidioksidi, fluorivetyä, suolahappo ja jäännöshiilen määrä. Analyysaattori mittaa säteilykentän absorboiman näytekaasun. Näytteestä absorboitunut säteily määrä on verrannollinen mitattavan komponentin pitoisuuteen. (Mäki et al. 2004, 8) Jäännöshappimittaus toteutetaan yleisimmin zirkoniumoksidianturilla. Happianturin toiminta perustuu sähkökemialliseen reaktioon. Anturin pään kenno toimii elektrolyytinä, joka kuljettaa happi-ioneja. Kidehilerakeeksi kiteytynyt kenno sisältää happiaukkoja, jolloin erillisellä vastuksella lämmitetyt happi-ionit alkavat liikkua zirkoniumoksidikennossa olevien happiaukkojen välillä. Happi-ionien liikkeestä syntyy potentiaaliero kennon ylitse ja potentiaalierosta saadaan määritettyä happipitoisuuteen verrannollinen sähköinen viesti. (Huhtinen et al 2000, 290)

4 Stora Enso Varkauden tehtaat

Stora Enso on biomateriaali-, pakkaus-, paperi- ja puutuoteteollisuuden maailmanlaajuinen, uusiutuvien tuotteiden toimittaja. Stora Enson merkittävimpiä asiakkaita ovat kartongin, pakkausten ja paperin valmistajat sekä rakennusteollisuus. Vuonna 2021 konsernin liikevaihto oli 10,2 miljardia euroa ja se työllisti yhteensä 22 000 ihmistä. Suomessa Stora Ensoilla on tehtaita muun muassa Varkaudessa, Imatralla, Joensuussa, Oulussa, Kotkassa ja Heinolassa. (Stora Enso, 2022)

Stora Enso Varkauden pakkauskartonkitehdas kuuluu Packing Materials -divisioonaan ja sen päätuotteina ovat liner-kartongit, jotka ovat raaka-aineita aaltopahville. Pakkauskartonkien raaka-aineena käytetään tehdasintegraatin sellutehtaan havusellua sekä kierrätyskuitulaitokselta saatavaa kierrätyskuitua. Suurin osa tuotetusta havusellusta menee kartonkikoneelle ja osa sellusta kuivataan sekä myydään markkinaselluna maailmalle. Varkauden tehtailla on yksi kartonkikone, jonka vuosituotantokapasiteetti on 390 000 tonnia.

Lisäksi tehdasalueella toimii Stora Enso Wood Products -divisioonaan kuuluva saha sekä viilupuuta (Laminated Veneer Lumber) valmistava LVL-tehdas. Sahan sekä LVL-tehtaan lopputuotteet valmistetaan kuusesta ja ne ohjautuvat pääasiassa rakennusteollisuuden käyttöön. (Stora Enso, 2022)

4.1 Energiantuotanto

Stora Enso Varkauden tehdasalueella on kolme energiaa tuottavaa kattilalaitosta. Energiantuotanto tehtailla tapahtuu lämpövoimalaitoksilla (LVL) 1 ja 2 sekä sellutehtaan talteenotto-
linjan soodakattilalaitoksella. Lisäksi Varkauden tehtaiden läpi virtaa voimakanava, jossa on neljä vesiturbiinia. Vuonna 2021 Varkauden tehtailla tuotettiin sähköä 280 GWh ja 1600 GWh lämpöä. Energiantuotanto perustuu pääosin tehdasalueen uusiutuviin polttoainesivuvirtoihin. (Stora Enso, 2022.)

4.1.1 Kattila 6

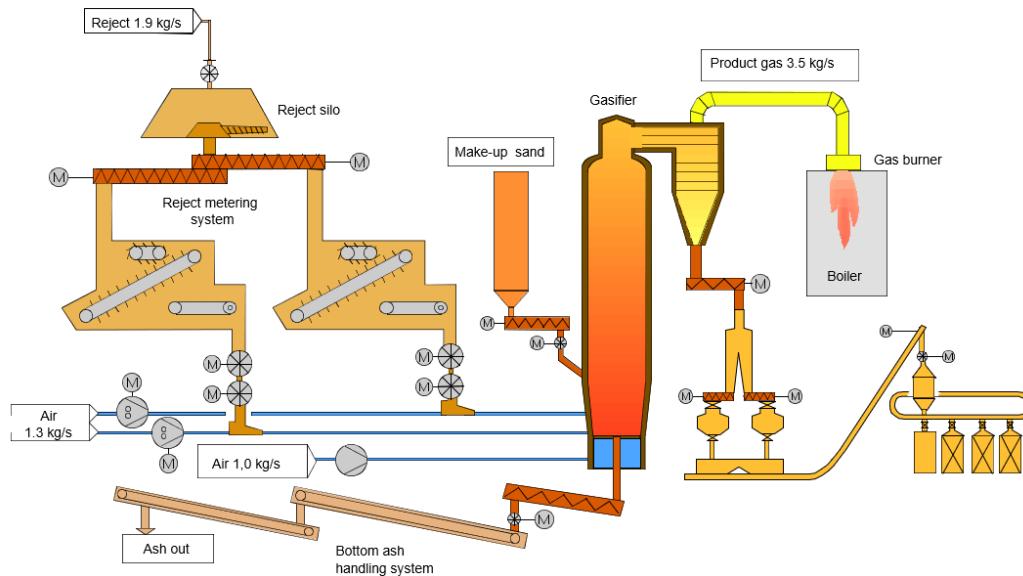
Lämpövoimalaitos 2:lla sijaitsee Varkauden tehtaiden höyryntuotannon pääkattila eli kattila 6 (myöhemmin K6). Ahlström Oy:n vuonna 1989 valmistama K6 on Pyroflow kiertopetiteknikalla (Circulated Fluidized Bed) varustettu ja se on lämpöteholtaan 150 MW. Kattilan suurin höyrystys on 60 kg/s, 110 bar paineista höyryä. Korkeapaineinen höyry ajetaan pääasiassa höyryturbiini kuuden läpi, jolla tehdään maksimissaan 24 MW sähköä.

Pääpolttoaineena voimalaitoksella ovat sellutehtaan ja sahan kuorimolta tuleva männyn ja kuusen kuori sekä sahanpuru. Nämä kuorimoilta tulevat polttoaineet liikkuvat hihnakuuljettimia pitkin voimalaitokselle. Varkauden tehtaiden jätevedenpuhdistamolla erotetaan jätevedessä oleva liete, joka puristetaan ruuvipuristimella ja puhalletaan jatkuvasti K6:lle kuoren sekaan polttoon. Tehdasintegraatin polttoainevirtojen lisäksi laitokselle ostetaan suuren polttoainekulutuksen aikaan biopolttoaineita myös ulkopuolelta. Biopolttoaineiden syötön häiriöitä ja huippukuormia varten voidaan kattilaan polttoaineena syöttää myös kivihiiltä, jolle on omat siilot ja kuljettimet. Tehdasalueelta tulevien biopolttoaineiden lisäksi kattilassa voidaan myös polttaa turvetta, metsätähde- ja kierrätyspuuhaketta sekä rinnakkaispolttoluvalla kierrätykseen kelpaamatonta muovia. Käynnistys- ja häiriötilanteessa voidaan kattilassa polttaa myös kevyttä ja raskasta polttoöljyä. (Stora Enso, 2020)

4.1.2 Kattila 7

Lämpövoimalaitos 1:llä sijaitsee kattila 7 (myöhemmin K7), joka on Foster Wheelerin vuonna 2000 valmistama kiertopetikaasutin ja tuotekaasukattila. Tuotantokapasiteetiltaan K7 on 50 MW tehoinen ja sen höyrystysteho on 20 kg/s, 60 bar paineista höyryä.

VARGAS - GASIFIER



Kuva 7. Kattila 7 prosessikaavio.

Kattilan polttoaineina käytetään pääasiassa kartonkitehtaan kierrätyskuitulaitokselta ylijäävää alumiinipitoista muovirejettiä, joka kaasutetaan kiertopetikaasuttimessa. Kaasuttimesta kaasu johdetaan sykloniin, jossa savukaasuvirrasta erotetaan alumiini. Jauhmainen alumiini otetaan prosessista talteen ja säkitetään jatkojalostusta varten. Syklonin jälkeen tuotekaasu poltetaan kattilassa, jossa palamisesta syntyvä lämpö otetaan talteen lämmönsiirtopinnoilta. Tuotekaasun palamisesta muodostuva savukaasu puhdistetaan letkusuodattimella ennen savupiippua. Tuotekaasukattilassa pystytään myös polttamaan raskasta polttoöljyä. K7 toimii pääasiassa tehdasalueen vara- ja huipputuotantolaitoksena. (Stora Enso 2022)

4.1.3 Soodakattila

Sellutehtaan talteenottolinjan soodakattilalaitos on valmistunut vuonna 1980 ja sen on valmistanut Ahlström Oy. Soodakattilan (SKL) pääpolttoaineena käytetään sellun valmistusprosessissa syntyvää mustalipeää sekä lisäksi tuotantoprosessista syntyviä hajukaasuja. Tuotantokapasiteetiltaan soodakattila on 120 MW tehoinen ja se tuottaa 46 kg/s, 60 bar paineista höyryä. Korkeapaineinen höyry ajetaan pääasiassa höyryturbiini 5:n läpi, jolla tuotetaan sähköä tehtaan käyttöön. (Stora Enso 2022)

4.1.4 Vesivoimakoneet

Tehdasalue sijaitsee kahden vesistön välillä ja alueen läpi virtaa kanava, jossa on neljä vesiturbiinia. Kaplan -malliset vesiturbiinit ovat kooltaan 1,2 MW ja ne on otettu käyttöön 1950-luvulla. Pudotuskorkeutta vesistöjen välillä on noin viisi metriä ja turbiineiden tehtävänä on sähköntuotannon lisäksi säädellä ylävesistön pinnankorkeutta. (Stora Enso 2022)

4.2 Höyryjakeluverkko

Lämpövoimalaitoksilta ja soodakattilalta toimitetaan höyryä tehtaan yhteiseen höyryverkkoon, jossa on useita käyttökohteita. Höyryverkon paineluokat ovat määräytyneet käyttökohteiden tarpeiden mukaan. Höyryn painetta muutetaan pienemmäksi höyryturbiinien välitöiden kautta sekä höyrymuuntoventtiileillä eli reduktioventtiileillä. Reduktioventtiilejä on höyryverkossa yhteensä 13 kappaletta. Höyryn lämpötilaa saadaan säädettyä käyttökohteita varten alemmaksi jäähdytysvesiventtiileillä, jotka ruiskuttavat vesipisaroita höyryn sekaan.

Höyryverkon kuormitusvaihteluiden tasaamista varten on höyryverkossa myös höyryakku sekä apulauhdutin. Apulauhduttimeen pumpataan raakavettä sekä siihen johdetaan kahden bar:in paineinen ylimääräinen prosessihöyry. Raakavesi jäähdyttää prosessihöyryn neste-mäiseksi lauhteeksi, jota uudelleen käytetään kattilan syöttövetenä. Raakaveteen siirtynyt lämpö pumpataan tehtaiden läpi virtaavaan voimakanavaan.

Paineluokat ja höyryn käyttökohteet Varkauden tehtailla ovat:

- 110 bar, K6 sähköntuotanto HV6-turbiinilla
- 60 bar, K7 ja soodakattila sähköntuotanto HV5-turbiinilla
- 17 bar, sellunkeitin ja Stora Enso Wood Products LVL-tehdas
- 8 bar, talteenottolinja, kartonkikone ja höyryakun lataus
- 4 bar, kartonkikone, sellun kuivauskone ja haihduttamo
- 2 bar, kaukolämpö, kuitulinja, kartonkikone, kuorimo, sahan kuivuri, RCF-laitos (kierrätyskuitu), jätevedenpuhdistamo, Finnforel -kalalaitos, sekä vesilaitos.

4.3 Sähkönjakeluverkko

Tehdasalueella on yksi kytkinasema, johon tulee 110kV:n suurjännitelinja kantaverkkoyhtiö Fingridin omistamasta valtakunnan verkosta. Suurjännitelinjoiden siirtokapasiteetti on noin 135 MW. Tehtaan sähkönkulutus on suuruudeltaan noin 55 MW, josta keskimäärin yli puolet tuotetaan omien vastapaineturbiinien ja vesivoimakoneiden generaattoreilla. Tehdasalueen sähkön jakelujännitetaso on 6 kV ja pienjänniteverkon jännitetasot ovat 690 V, 500 V sekä 400 V. HV5 höyryturbiinin tuottama sähkö ajetaan suoraan tehtaan 6 kV jännitteiseen keskijänniteverkkoon. HV6 höyryturbiinin tuottaman sähkön jännite nostetaan blokkimuuntajalla 110 kV suuruiseksi, jonka jälkeen sähkö ajetaan suurjännitesähköverkkoon. (Storaenso, 2022)

5 Energiantuotannon seuranta

Teollisuus käyttää huomattavan määrän energiaa erilaisiin prosesseihin ja tuotteiden valmistukseen. Energiantuotannon ja -kulutuksen ollessa suuri kuluerä lopputuotteen valmistuksessa, ovat nämä tekijät jatkuvan seurannan alla. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi Varkauden tehtaiden energiantuotannon seurantaan ja ohjaukseen käytettäviä järjestelmiä.

5.1 Energiatehokkuus

Suuret yritykset on velvoitettu energiatehokkuuslain mukaan tekemään energiakatselmuksia joka neljäs vuosi. Lakisääteisestä energiakatselmuksesta suuryritys voi vapautua, jos yritys on ottanut käyttöön energianhallintastandardin.

Energianhallintastandardi ISO 50001 ohjaa yrityksiä ja organisaatioita käyttämään energiaa kestäväällä tavalla. Standardin mukainen energianhallinta säästää ympäristön lisäksi organisaation energiakustannuksia. Parempi energianhallinta lisää energiatehokkuutta ja standardi ohjaa luomaan, kehittämään sekä ylläpitämään energiatehokkaita toimia organisaatiossa. (SFS, 2022)

Stora Enso Varkauden tehtaat noudattaa energianhallintastandardia ja tehdas viestittää asiakkailleen, työntekijöille sekä sidosryhmille, että energiatehokkuutta viedään systemaattisesti yrityksessä eteenpäin. Standardin ylläpitämisen kautta yritys saa sertifikaatin, jota varten suoritetaan sisäinen sekä ulkoinen auditointi. Auditoinnissa käydään läpi yrityksen energiatehokkuus toimet ja tulevaisuuden toimenpiteet. Auditointi tapahtuu vuosittain ulkoisen, hyväksytyin auditointi yrityksen puolesta. (Storaenso, 2022)

5.2 Käytössä olevat järjestelmät

5.2.1 Honeywell Total Plant Alcont -prosessinohjausjärjestelmä

Honeywell Total Plant Alcont on voimalaitoksella käytössä oleva teollisuusautomaation avoin ja hajautettu prosessinohjausjärjestelmä. Prosessinohjausjärjestelmä muodostuu järjestelmäasemista sekä tiedonsiirtoväylistä. Tyypillisesti ohjausjärjestelmä koostuu sovellussuunnitteluun tarkoitettuista sovellusasemasta, mittaustiedon keruuseen ja käsittelyyn tarkoitettuista prosessiasemista ja valvomon prosessinohjausasemista. Voimalaitoksen valvomossa olevien käyttöliittymien kautta pystytään ohjaamaan ja seuraamaan prosesseja reaaliaikaisesti. Ohjausjärjestelmä kerää raakatietoa, muokkaa mittaustietoa laskentojen avulla sekä tallentaa tiedot PHD:lle (Process History Database), josta prosessin tapahtumia voi seurata jälkikäteen.

Energian käytön ja tuotannon mittaustiedot sekä taselaskenta tarvittavine laskentakaavoineen tapahtuu automaatiojärjestelmän prosessiasemilla. Prosessiasemien tuottama tieto tallennetaan PHD-tiedonkeruuseen, josta laskentatieto jaetaan sekä haetaan tarvittaviin energian seurantaraportteihin.

5.2.2 Honeywell OptiVision MES-ohjelmisto

Tehtaalla on käytössä päivittäistä tuotannonohjaamista ja seuraamista varten Honeywell OptiVision MES-ohjelmisto. Energiantuotannon seuraamista varten ohjelmassa on oma välilehti, jossa näytetään energiantuotantotiedot neljän päivän trendeinä. Tiedot päivittyvät seurantaraporttiin tunnin välein. Tuotantotiedot tulevat ohjelmistoon PHD-tiedonkeruusta (process history database). PHD-tiedonkeruuseen tieto saadaan ohjausjärjestelmästä ja ohjausjärjestelmään tieto tuodaan mittalaitteilta, kuten höyryn virtausmittauksesta.

MES-ohjelmiston energiantuotantotiedot koostuvat höyryntuotannosta, voimalaitosten käyttämien polttoaineiden kulutuksesta, sähkön tuotannosta ja biopolttoaineen lämpöarvosta. Näiden trenditietojen lisäksi välilehdeltä nähdään myös tehtaan eri osastojen sekä energiantuotantolaitosten käyntitiedot. Alla kuva tuotantoraportista.



Kuva 8. Honeywell Optivision energiantuotannon seurantaraportti

Höyryntuotanto-ikkunassa näytetään, minkä verran höyryä (kg/s) on tuotettu tehtaan höyrykattiloilla ja kuinka paljon höyryverkon ylimääräistä höyryä on johdettu apulauhduuttimeen.

Polttoaineet-ikkuna kuvastaa tehtaan energiantuotantoon käyttämien polttoaineiden kulutuksen megawatteina.

Sähköntuotanto-ikkuna kuvastaa tehtaalla höyryllä ja vesivoimakoneilla tuotetun sähkön määrää megawatteina. Lisäksi ikkunaan tulee trendi kaukolämmön tuotannosta.

Lämpöarvo-ikkunaan muodostuu trendi kattila kuudella käytettyjen polttoaineiden laskennallisesta lämpöarvosta. Laskennallinen lämpöarvo lasketaan takaperin höyryntuotannosta kattilan hyötysuhteen ja kattilaan syötetyn polttoaineen määrästä. (Stora Enso 2022)

5.2.3 ABB Vtrin -käyttöliittymä

ABB Vtrin -käyttöliittymä jatkojalostaa prosessiaseman PHD-tiedonkeruusta saatavaa dataa, joka tallennetaan RTDB-tietokantaan (RealTimeDatabase). Käyttöliittymä sisältää

monipuolisen tarjonnan käsitellä tietoa haluttujen parametrien mukaan ja muodostaa siitä tilastoja sekä raportteja.

Vtrin-käyttöliittymää käytetään Varkauden tehtailla esimerkiksi energiantuotannon sekä -käytön, polttoaineiden kulutuksen ja ilmapäästöjen kuukausittaiseen raportointiin ja seurantaan.

5.2.4 Wedge-ohjelmisto

Wedge on PHD:lta saatavien, kentällä olevien, mittapisteiden datan analysointiin, visualisointiin ja laadunseurantaan tarkoitettu ohjelmisto. Wedgellä pystyy nopeasti ja tehokkaasti etsimään juurisyytä vikaantumis- ja häiriötilanteista sekä luomaan raportteja halutuista mittauksista tietyltä aikaväliltä. Ohjelmaa käytetään Varkauden tehtailla tuotannon ja kulutus-tietojen oikeellisuuden tarkastamiseen ja seurantaan.

5.2.5 Mexmenu

Tehtaalle tulevista biopolttoainekuormista otetaan jokaisesta polttoainenäyte. Polttoainenäytteestä määritetään saapumistilan kokonaiskosteus tehtaan laboratoriossa standardin SFS-EN ISO 14780 mukaisesti. Kokonaiskosteus ja kuiva-ainepitoisuus syötetään voimalaitoksen laborantin toimesta MexMenu-järjestelmään. Järjestelmä määrittää kosteusprosentin ja tehtaan autovaa'an punnitustiedon avulla polttoainekuorman energiasisällön. Polttoaineista käydään kauppaa pääsääntöisesti energiasisällön (€/MWh) perusteella, joten kyseistä järjestelmää käytetään määrittämään tulleen kuorman sisältö ja kustannus.

5.2.6 VaakaClient

VaakaClient on Tampereen Vaakatekniikka Oy:n tekemä sovellus, johon siirtyy pyöräkuormaajien kauhassa olevasta jakeesta punnitustieto. Punnitustiedon avulla seurataan eri polttoainejakeiden kulutusta ja tiedon avulla pystytään tekemään jakeista kulutusraportteja esimerkiksi kuukausitasolla.

6 Energiaraportoinnin nykytilanne ja velvoitteet

Varkauden tehtaiden energiantuotannosta tuotetaan monenlaisia raportteja eri toimijoiden tarpeisiin. Raportit koskevat niin lainsäädäntöön perustuvia viranomais- ja talousraportteja sekä tuotannon seurantaan liittyviä raportteja. Raportointisyklit vaihtelevat yleensä kuukausiraportoinnista kvartaali- ja vuosiraportointiin, riippuen raportteja vaativista tahosta. Velvoitteiden mukaisesti laadunvarmistusta varten määrä-, paine- ja lämpötila- sekä päästömitauksia tarkastetaan tiettyjen syklien mukaisesti ulkoisen toimijan puolesta. Energiaraportointitarpeet ja tietojen kerääminen käydään läpi yleisellä tasolla seuraavissa kappaleissa.

6.1 Tuotantotietojen kerääminen

Energiaraportoinnin perustana ovat energiantuotantolaitosten tuotantotiedot. Varkauden tehtailla energiaa tuottavat, luvun neljä mukaisesti, soodakattila (SKL), kattila 6 (K6), kattila 7 (K7), höyryturbiinit HV5 ja HV6 sekä neljä vesivoimakonetta. Tuotantotiedot koostuvat tuotantolaitosten käyttämien polttoaineiden määrästä, tuotetusta energiasta, tuotantotavoista ja tehokkuudesta. Raportointia varten täytyy tuotantotiedot kerätä esimerkiksi jatkuvatoimisten prosessimittausten tai punnitustietojen avulla. Prosessimittausten oikeellisuutta tarkastellaan kalibrointien avulla ja historiatietoon peilaten Wedge-ohjelmalla. Tiedot kerätään eri järjestelmistä, kuten Vtrin:stä ja niistä laaditaan raportit eri tahojen tarpeiden mukaisesti.

6.2 Viranomaisraportointi

Viranomaisraportointi perustuu lainsäädännön ja Euroopan unionin direktiivien asettamiin vaatimuksiin sekä vapaaehtoiisiin sopimuksiin. Eri viranomaistahot pyytävät usein tiedot suoraan toiminnanharjoittaja yritykseltä ja raportoivat asiat koskevat muun muassa käytettyjä fossiilisia ja biopolttoaineita sekä syntyneitä päästöjä.

Viranomaisilla raportoituja tietoja käytetään pääsääntöisesti lupaehtojen noudattamisen valvontaa ja tilastointiin sekä verojen perintään. Lisäksi raportoidut tiedot voivat koskea

tuotantotukea, jota annetaan esimerkiksi puupolttoaineella perustuvaan sähkön tuotantoon. Viranomaisraporttia pyytävät tahot, raportoitavat asiat, tavat ja syklit on nähtävissä taulukossa 2.

Taulukko 2, Viranomaisraportointi

Raporttia pyytävä taho	Raportoitava asia	Raportointitapa	Raportointisykli
Energiavirasto	Päästökaupan ilmaisjako, tuotantotasot	Finets-järjestelmä	Vuosittain
Energiavirasto	Päästökauppa, päästölupa ja -selvitykset	Finets-järjestelmä	Vuosittain
Energiavirasto	Sähköistämistuki	TESSA-järjestelmä	Vuosittain
Energiavirasto	Biopolttoaineiden kestävyystodistus	KEKRI-järjestelmä	Vuosittain
Luonnonvarakeskus	Kiinteiden puupolttoaineiden käyttö	Sähköinen lomake	Vuosittain
Verohallinto	Polttoaineiden verotus	Omavero	Kuukausittain
Verohallinto	Sähköverotus	Omavero	Kuukausittain
Motiva	Energiatehokkuussopimus, energian käyttö	Sähköinen palvelu	Vuosittain
Energiateollisuus	Kaukolämmön tuotantotasot	Sähköposti	Vuosittain
Energiateollisuus	Sähkötilasto, polttoaineiden käyttö ja sähkön tuotanto	Sähköposti	Vuosittain
ELY-keskus	Ympäristöluvan toteutumisen valvonta	YLVA-järjestelmä	Kuukausittain
Kunta	Teollisuuden, energiantuotanto & hiilidioksidipäästöt	Excel-lomake	Vuosittain
Finextra	Sähkön alkuperätakuu	Excel-lomake	Kuukausittain
Suomen ympäristökeskus	Veden juoksumäärä	Sähköposti	Viikoittain

Seuraavissa kappaleissa on avattu keskeisimpien viranomaisraporttien muodostamisen syitä ja sisältöä sekä raportointitapaa.

6.2.1 Voimalaitospolttoaineiden verotus

Fossiilisista polttoaineista, kuten kivihielestä, kevyestä ja raskaasta polttoöljystä sekä maakaasusta kannetaan lämpöarvon perusteella energiansisältöveroa. Lisäksi fossiilisten polttoaineiden polttamisesta syntyvien hiilidioksidipäästöistä kannetaan hiilidioksidiveroa. Voimalaitosten polttoaineet kantavat myös valmisteveroa ja huoltovarmuusmaksua. Kiinteässä ja kaasumaisessa olomuodossa olevat biopolttoaineet ovat verottomia, eikä niistä tarvitse maksaa huoltovarmuusmaksua. (Valtiovarainministeriö, 2022)

Voimalaitoksen yhdistetyllä lämmön ja sähkön tuotannolla tarkoitetaan yhden verokauden aikana hyötykäyttöön tuotettua energiamäärää. Yhdistetyssä lämmön ja sähkön tuotannossa verotetaan ainoastaan hyötylämmön tuottamiseen käytetyistä polttoaineista. Lämmön

tuotantoon käytetyn polttoaineen määrä määritetään kulutukseen luovutetusta lämpöenergian määrästä polttoaineen tehollisen lämpöarvon avulla. Tämän lisäksi yhdistettyyn tuotantoon käytetyistä verollisista polttoaineista energiasisältövero on alennettu. (Verohallinto, 2022)

Varkauden tehtaiden verolliset polttoaineet:

- Kierrätykseen kelpaamaton muovi
- RCF-laitoksen rejekti
- Kivihiili
- Raskas polttoöljy
- Kevyt polttoöljy

Polttoaineiden käyttöä ja energiantuotannon tuotantotietoja seurataan jatkuvatoimisin mittauksin. Stora Enson tehtaiden kulutus ja tuotantotiedot syötetään keskitetysti kuukausittain Verohallinnon Omavero-järjestelmään.

6.2.2 Sähkön verotus

Sähköveron maksuvelvollisia ovat sähköntuottajat ja verkonhaltijat, joiden on rekisteröidyttävä Verohallinnolle. Yleensä sähkön ostajat, maahantuojat tai myyjät eivät ole verovelvollisia, elleivät he ole samaan aikaan verkonhaltijoita tai sähköntuottajia. Sähkön valmistevero on jaettu kahteen luokkaan. Alempaan veroluokkaan (II-veroluokka) kuuluvat muun muassa teollisuudessa, konesaleissa ja ammattimaisissa kasvihuoneissa käytetty sähkö. Kaikki muu sähkön käyttö, kuten koti- ja maatalouksien, on korkeamman I-veroluokan alaista. (Verohallinto, 2022)

Tuotantolaitos, joka kykenee tuottamaan sähköä, on oikeutettu verottomaan omakäyttösähköön. Näin ollen Varkauden tehtaiden energiantuotannon vastapainesähkö omakäyttöön on verotonta, mutta sähköntuottajana ja välittäjänä verovelvollinen, kun sähköä myydään sekä jaetaan tehdasalueen ulkopuolisille toimijoille. Tuotantotiedot raportoidaan ja syötetään kuukausittain keskitetysti verohallinnon Omavero-järjestelmään.

6.2.3 Päästökaupparaportointi

Päästökauppa on markkinaehtoinen järjestelmä, joka on luotu vähentämään kasvihuonepäästöjä. Markkinaehtoisuudella tarkoitetaan sitä, että järjestelmän piirissä olevat yritykset voivat itse päättää maksavatko he saastuttamisesta vai vähentävätkö he omia päästöjään. Päästökauppaa varten on kirjattu laki, jonka tarkoituksena on edistää päästöjen vähentämistä taloudellisesti ja kustannustehokkaasti. Päästökauppaan kuuluvat yli 20 MW lämpötehoiset tuotantolaitokset ja niillä täytyy olla päästöjen tarkkailusuunnitelma sekä päästölupa. Lisäksi päästökaupan piiriin kuuluvat muun muassa teräksen tuotanto sekä massan ja kartongin valmistus. (Energiavirasto, 2022)

Stora Enso Varkauden tehtailla tuotetaan massaa ja kartonkia sekä sen jokainen kattilalaitos on lämpötehoaan yli 20 MW. Näin ollen tehtaat kuuluvat päästökaupparjestelmän piiriin, tehtailla on päästölupa sekä päästöjen tarkkailusuunnitelma. Järjestelmän piiriin kuulumisen takia yksikön täytyy seurata, mitata ja raportoida käytettyjen bio-, kierrätys- ja fossiilisten polttoaineiden määrät ja niiden käyttämisestä syntyneet päästöt. Vuosittain mittauksen ja laskentojen lähtötiedot ja laskentojen tulokset todennetaan ulkopuolisen, riippumattoman tahon toimesta. Päästöselvitys tehdään Energiaviraston Finets-järjestelmään vuosittain.

6.2.4 Sähköistämistuki

Sähköistämistuki on tarkoitettu energiaintensiiviselle teollisuudelle ja tukijärjestelmän tavoitteena on turvata teollisuuden kilpailukyky, vähentää hiilidioksidipäästöjä sekä ohjata teollisuuden yritysten tuotantoa hiilineutraalimmaksi. Energiaviraston myöntämistä sähköistämistuista yrityksen on käytettävä vähintään 50 prosenttia kehittämistoimiin, joilla pyritään vähentämään päästöjä, lisäämään energiatehokkuutta tai uusiutuvan energian käyttöä.

Sähköistämistuen määrä perustuu toiminnanharjoittajan sähkönkulutukseen esimerkiksi tuotetonperusteisesti ja myös hiilidioksidi päästöoikeuksien hintaan. Tukea haetaan Energiaviraston TESSA-järjestelmän kautta kerran vuodessa. (Energiavirasto, 2022)

6.2.5 Ympäristöluvan valvonta

Ympäristön pilaantumiselle vaaraa aiheuttavat toiminnot tarvitsevat ympäristönsuojelulain mukaisen luvan. Luvan alaisuuteen kuuluvat myös energiantuotanto ja metsäteollisuus. Ympäristöluvassa määritellään toiminnan laajuus ja toiminnasta syntyvien päästöjen määrät sekä niiden hallinta. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, 2022)

Aluehallintoviraston myöntämän ympäristöluvan mukaisesti Stora Enso Varkauden tehtaat toimittaa raportin kuukausittain Pohjois-Savon Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle ilmapäästömääristä sekä maininnat mahdollisista häiriö- ja poikkeamatilanteista. Vuosittaisessa raportoinnissa ELY-keskukselle toimitetaan toteutuneet lukemat sähkön ja höyryn tuotannosta, syntyneiden jätteiden määrät sekä niiden hyötykäyttö- sekä loppusijoituskohteet, fossiilisten polttoaineiden laatuominaisuus todistukset, raakaveden käyttö sekä jätevesien sisältö määrätietoineen. (Stora Enso, 2022)

6.2.6 Tilastot

Energiantuotannosta ovat kiinnostuneita monet eri ulkopuoliset tahot. Tyypillisesti tilastoihin tietoja keräävät tahot haluavat tietää muun muassa käytettäviä polttoaineita ja niiden käyttömääriä, tuotetun energian määrää, tuotantolaitoksien käyntiaikoja tai syntyneiden päästöjen määrää. Ulkopuoliset tahot, jotka ovat tehtaan tuotannosta kiinnostuneita ovat esimerkiksi Energiateollisuus ry, Varkauden kaupunki, Varkauden Aluelämpö Oy, Suomen ympäristökeskus, Metsäteollisuus ry ja monet muut toimijat.

Pääsääntöisesti ulkopuolisiin tilastoihin lukuja haluavat tahot tahtovat tiedot erillisissä, spesifioiduissa Excel-tiedostoissa ja tiedot koskevat kalenterivuoden aikana syntyneitä tuotanto- ja käyttölukuja.

7 Energiataseiden tarkastelu

Tässä kappaleessa käydään läpi, miten lämpö- ja sähköenergiaraportti sekä polttoaineraportti muodostetaan laskentojen ja määritysten avulla.

7.1 Mittapisteiden ja laskentojen tarkastelu

Energiataseiden mittapisteiden ja laskentojen oikeellisuus tarkastettiin. Laskennoissa oli periaatteet oikein ja osa laskennoista on toteutettu virallisten standardien mukaan. Standardien EN12952-15 mukaisia laskentoja olivat kattilalaitosten lämmöntuotannon energiamäärät.

Energiataseiden päivitystä varten laskennoista voisi poistaa jo käytöstä poistetun kattilalaitoksen, joka ei enää tule käynnistymään sekä käytöstä poistetun höyryturbiinin. Lisäksi päivitysehdotuksena olisi tarkempi määrittely lauhteiden entalpioille. Lauhteiden entalpia on kaikilla paineluokilla sama, josta voi aiheutua heittoa lämpöenergiavirtoihin. Lauhteiden palautusprosentti tarkastellaan vuosittain ja se muutetaan tarkastuksen jälkeen laskentoihin kertoimeksi.

Kattilalaitosten K6 ja K7 omakäyttöenergiat on määritetty kauan aikaa sitten, että ne olisivat tarkastamisen ja päivittämisen tarpeessa. Tällä hetkellä omakäyttöenergioilla on kiinteät prosenttiosuudet kattilalaitoksen höyrystykseen nähden. Kattilalaitosten omakäyttöenergiaa on muun muassa syöttövesisäiliön lämmitys, höyryluvojen käyttämä energia ja raskaan polttoöljynesilämmittimien käyttämä energia.

7.2 Sähköenergiaraportti

Sähköenergiaraportti muodostetaan ABB Vtrin-ohjelmalla PHD tiedonkeruusta ja paikallisista mittauksista luettujen mittaustietojen pohjalta. Sähköenergiaraportti sisältää sähkön tuotantotietojen lisäksi tiedot sähkön osakulutuksesta tehdasalueella, sähkön tuontitiedot kantaverkosta sekä myyntienergian määrä.

Sähkön tuontitieto eli tieto ostosähkön määrästä saadaan sähkön toimittajan sähköenergia-
mittausten perusteelta. Joissain tilanteissa mittaustieto voi olla negatiivinen, jolloin sähköä
tuotetaan tehtaalla enemmän, kuin käytetään.

Sähkön tuotantotiedot kerätään jokaiselta tehtaan sähkögeneraattorilta, jotka ovat höyrytur-
biinit HV5 ja HV6 sekä vesivoimakoneet 1–4. Jokaisella generaattorilla on omat pätöteho-
mittaukset. Sähköraportti on nähtävissä taulukossa 3.

Taulukko 3. Sähköenergiaraportti

		Stora Enso Oyj Varkauden tehdas - WARKAUSTASE												
		VRER-Energiaraportointi												
		01.01.2022-06 - 01.01.2023-06												
		2022-01	2022-02	2022-03	2022-04	2022-05	2022-06	2022-07	2022-08	2022-09	2022-10	2022-11	2022-12	Summa
SÄHKÖN TUOTANTO														
HV4	MWh (e)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
HV5		12 550,1	11 235,9	10 229,6	7 192,2	11 636,9	10 380,0	10 668,1	8 622,0	9 022,4	6 030,8	9 640,7	11 389,6	118 598
HV6	MW	14 380,6	12 299,3	12 744,9	10 633,8	9 847,9	8 762,5	5 335,6	3 861,0	8 721,8	7 056,8	11 473,5	13 965,9	119 084
Vastapainesähkö yht.		26 930,7	23 535,1	22 974,5	17 825,9	21 484,8	19 142,5	16 003,7	12 483,0	17 744,2	13 087,6	21 114,2	25 355,5	237 682
Vesivoima 1		629,8	627,1	492,2	651,5	743,4	688,6	642,0	574,1	694,7	582,6	693,5	630,5	7 650
Vesivoima 2		0,3	0,3	82,2	719,0	646,1	567,6	508,4	362,3	0,3	0,3	59,2	5,4	2 951
Vesivoima 3		750,6	527,4	734,9	638,7	639,4	595,8	227,6	143,0	0,0	0,0	196,2	607,6	5 061
Vesivoima 4		174,7	477,4	687,8	654,2	767,9	702,1	569,6	218,7	269,8	117,1	362,5	643,9	5 646
Vesivoima yht.		1 555,4	1 632,3	1 997,1	2 663,4	2 796,8	2 554,0	1 947,6	1 298,1	964,8	700,0	1 311,4	1 887,4	21 308
Sähkön bruttoluonto yht.		28 486,1	25 167,4	24 971,6	20 489,3	24 281,6	21 696,5	17 951,3	13 781,1	18 709,0	13 787,6	22 425,6	27 242,9	258 990
Sähkön omakäyttö		9 872,4	8 441,1	8 338,0	7 729,6	8 379,4	8 087,2	7 703,6	6 782,1	7 425,1	4 154,8	9 329,6	8 619,9	94 863
Sähkön nettotuotto		18 613,7	16 726,3	16 633,6	12 759,8	15 902,2	13 609,3	10 247,7	6 999,0	11 283,9	9 632,8	13 096,0	18 623,0	164 127
OMA OSTOSÄHKÖ	MWh (e)	11 084,3	9 908,8	11 369,8	12 336,5	12 491,5	11 616,8	14 585,3	13 460,7	11 332,8	9 443,5	10 533,1	9 011,2	137 175
SÄHKÖN MYynti	MWh (e)	3 045,0	2 810,3	3 105,6	2 864,5	3 085,9	2 785,3	2 586,4	2 581,3	2 934,2	2 574,8	2 895,7	2 808,6	34 078
OSTOSÄHKÖ (oma+myynti)	MWh (e)	14 129,3	12 719,2	14 475,4	15 201,0	15 577,4	14 402,1	17 171,7	16 042,0	14 267,0	12 018,3	13 428,8	11 819,8	171 252
SÄHKÖN HANKINTA (tuotanto+osto)	MWh (e)	42 615,4	37 886,6	39 447,0	35 690,3	39 859,0	36 098,7	35 123,0	29 823,1	32 976,1	25 805,9	35 854,4	39 062,7	430 242
SÄHKÖN OSAKULUTUKSET														
Prim. oma kulutus yht.	MWh (e)	30 801,7	27 807,3	28 569,3	25 345,4	29 447,7	26 532,2	25 936,9	21 079,0	23 623,8	17 476,4	25 072,7	27 381,8	309 074
Kuorimo		1 983,1	1 765,8	1 804,5	1 459,4	1 638,5	1 418,9	1 433,8	1 256,0	1 364,4	978,0	1 539,4	1 784,0	18 426
PK3+lisäainelaitos		16 675,2	14 936,5	16 381,4	14 816,4	16 111,9	13 720,5	13 736,1	11 337,1	12 729,1	9 539,7	13 224,0	14 005,4	167 213
PK3		16 594,3	14 861,6	16 299,0	14 736,6	16 048,1	13 667,9	13 681,7	11 288,1	12 685,1	9 497,1	13 177,2	13 956,8	166 493
Lisäainelaitos		80,8	75,0	82,4	79,8	63,9	52,6	54,4	49,0	44,0	42,6	46,8	48,6	720
Sellutehdas (ei KK)		11 456,9	10 396,1	9 974,4	8 744,1	11 084,4	10 752,0	10 216,4	7 953,4	8 974,0	6 627,4	9 614,6	10 745,7	116 540
Kuitulinja yht.		6 670,9	6 050,0	5 812,4	4 944,2	6 219,6	6 308,9	6 110,2	4 749,8	5 329,5	3 926,8	5 691,9	6 356,8	68 171
Kuitulinja perusosuus		6 670,9	6 050,0	5 812,4	4 944,2	6 219,6	6 308,9	6 110,2	4 749,8	5 329,5	3 926,8	5 691,9	6 356,8	68 171
Kuitulinja (ex KK osuus)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Soodakattila		4 116,4	3 739,2	3 532,4	3 238,1	4 220,8	3 837,8	3 490,7	2 688,6	3 063,1	2 254,4	3 354,0	3 744,1	41 280
Kemikaaliosasto		669,6	606,9	629,7	561,9	644,1	605,3	615,6	515,0	581,4	446,2	568,7	644,9	7 089
Kuivauskone (KK)		686,6	709,0	409,0	325,4	612,9	640,8	550,6	532,4	556,4	331,2	694,8	846,7	6 896
Muu oma kulutus yht.	MWh (e)	8 699,8	6 996,7	7 416,9	7 020,8	6 631,2	6 569,4	6 651,3	6 343,7	6 452,9	5 799,7	6 822,4	7 331,7	82 736
K6		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
K7		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
LVL1		1 114,7	701,5	490,5	395,0	337,8	416,7	627,3	916,5	681,9	592,9	464,9	476,3	7 216
LVL2		2 686,0	2 252,7	2 393,6	2 230,1	1 912,5	2 029,2	1 741,5	1 387,6	1 924,9	1 604,0	2 295,9	2 556,9	25 015
VVV		202,0	178,7	195,3	188,9	174,1	157,9	169,2	164,3	161,2	186,5	184,2	200,8	2 163
Ratapiha		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Puhdistamo		1 511,7	1 359,1	1 443,0	1 384,8	1 367,5	1 399,8	1 521,6	1 453,8	1 323,8	1 401,2	1 397,3	1 483,0	17 047
Vanhan vaneritehtaan alue		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
RCF		2 825,3	2 194,9	2 597,4	2 557,7	2 607,0	2 320,5	2 332,3	2 237,5	2 090,4	1 733,6	2 146,4	2 232,4	27 875
Hiomokennus		260,1	211,2	203,9	179,7	154,6	167,3	184,4	184,0	168,0	190,6	218,0	250,9	2 373
Etoratalo		100,0	98,6	93,2	84,6	77,7	78,0	75,0	0,0	102,6	90,9	115,6	131,4	1 048
Sähkön myynti	MWh(e)	3 045,0	2 810,3	3 105,6	2 864,5	3 085,9	2 785,3	2 586,4	2 581,3	2 934,2	2 574,8	2 895,7	2 808,6	34 078
Saha		1 227,0	1 190,9	1 356,8	1 257,8	1 484,1	1 254,8	1 014,4	720,1	1 285,9	1 078,1	1 187,5	994,7	14 052
Kaukolämpöasema		8,8	2,3	2,3	11,9	0,0	8,1	0,0	27,0	2,4	0,0	1,2	2,6	67
LVL (entinen TMP)		1 504,1	1 316,6	1 459,3	1 317,2	1 329,1	1 250,5	1 295,0	1 306,8	1 347,0	1 213,8	1 423,7	1 488,0	16 251
Pellettilaitos		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Finnforel (ent CC osuus)		30,0	40,5	30,5	29,9	23,5	21,9	22,0	28,9	31,9	34,0	36,0	58,1	387
Finnforel		275,0	260,0	256,7	247,7	249,2	250,0	255,0	498,5	267,0	249,0	247,3	265,2	3 321

Sähkön vientitieto tehtaan omassa jakeluverkossa saadaan toiminnanharjoittajien hallin-
nassa olevilta kilowattituntimittauksista. Sähkön kulutustieto saadaan kulutuskohteiden säh-
kömittauksista, jotka ovat paikallisesti luettavia. Paikallisista mittauksista osa luetaan joka
kuukausi ja osa harvemmin tapaus kohtaisesti.

7.3 Lämpöenergiaraportti

Kattilalaitosten lämmöntuotantomäärät lasketaan automaatiojärjestelmässä tuorehöyryn lämpötila- ja painemittauksen sekä massavirtauksen perusteella, johon otetaan huomioon syöttövesien entalpiat lämpötilojen perusteella. Lämmöntuotantomäärä kuvaa höyrykattiloista saatavaa energiamäärää tehtaan tekniseen taseeseen. Lämmöntuotantoon ei lasketa kattilan sisäistä kulutusta, kuten nuohoushöyryä, sillä se kulutetaan ennen päähöyrymittauksia. Laskennalliset höyrystystehot siirtyvät automaattisesti Vtrin-raportointijärjestelmään, joka laskee kokonaishöyrytuotannon määrän Warkaustase-tiedostoon.

Höyryn tuotantomäärien laadunvarmistusta varten virtaus- ja paine- ja lämpötilamittausten oikeellisuus tarkastetaan kolmen vuoden välein ulkoisen toimijan toimesta.

Höyryn kulutusraportti muodostetaan höyryn kulutuskohteiden määrämittausten ja entalpiatietojen perusteella. Ulkoisten kulutustietojen laskennassa käytettävät höyryn määrämittaukset (LVL-tehdas, kaukolämpö yms.) tarkastetaan ulkoisen toimijan puolesta viiden vuoden välein. Tehtaan sisäisiä kulutusmittauksia ei tarkasteta määräajoin, vaan poikkeama tilanteiden jälkeen tehdään korjaustoimenpiteet. Lämmön tuotanto- ja kulutusraportti on nähtävissä taulukossa 4.

Taulukko 4. Lämpöenergiaraportti

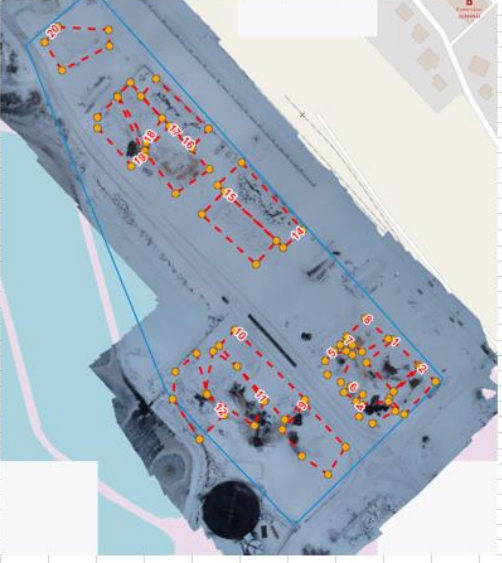
		Stora Enso Oyj Varkauden tehdas - WARKAUSTASE												
		VRER-Energiaraportointi												
		01.01.2022-06 - 01.01.2023-06												
		2022-01	2022-02	2022-03	2022-04	2022-05	2022-06	2022-07	2022-08	2022-09	2022-10	2022-11	2022-12	Summa
LÄMMÖN TUOTANTO														
	MWh (th)													
SK höyrystys		81 970	73 321	67 365	59 472	87 290	77 645	72 543	55 928	65 043	45 453	68 128	76 878	831 035
K5 höyrystys		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K6 höyrystys		69 462	62 277	69 866	62 724	49 747	45 069	33 433	27 358	50 629	39 832	62 801	75 334	648 531
K7 höyrystys		9 175	4 423	0	0	0	0	6 232	12 908	0	0	0	0	32 739
Lämmön tuotanto yht.	MWh (th)	160 606	140 021	137 230	122 196	137 037	122 714	112 208	96 194	115 673	85 285	130 929	152 212	1 512 305
Lämmön tuotanto biolla (K6)	MWh (th)	57 727,3	50 324,5	61 077,6	54 305,4	43 891,7	43 993,5	33 075,6	25 678,3	50 479,6	39 483,2	58 793,4	61 684,9	580 515
LÄMMÖN KULUTUS														
	MWh (th)													
PK3 + Lisäainelaitos		43 993,6	38 527,6	43 766,3	37 442,8	42 763,7	35 555,5	33 614,2	25 600,5	30 873,7	22 027,1	35 344,3	38 542,7	428 052
PK3 200 kPa		4 633,0	4 149,4	4 345,0	4 436,0	4 012,4	3 324,4	3 206,8	3 324,9	3 813,9	3 458,9	4 442,0	4 418,3	47 565
PK3 500 kPa		25 545,6	22 807,7	24 520,1	22 465,6	24 038,6	20 386,4	22 166,3	18 112,6	21 007,9	13 991,8	19 956,5	21 111,6	256 111
PK3 900 kPa		13 351,0	11 153,3	14 455,1	10 132,5	14 272,6	11 460,4	7 878,7	3 858,4	5 698,3	4 309,6	10 589,3	12 611,1	119 770
Lisäainelaitos 900 kPa		464,0	417,2	446,0	408,7	440,2	384,2	362,3	304,6	353,6	266,9	356,5	401,7	4 606
Sellutehdas yhteensä		61 792,7	56 930,4	47 718,9	39 626,4	51 280,6	46 659,1	41 788,8	34 797,4	36 768,8	27 832,8	52 771,5	63 641,7	561 609
Kuorimo 200 kPa		7 497,7	6 050,4	4 916,3	3 617,0	2 096,5	1 344,7	1 443,2	1 159,8	26,2	472,4	3 038,2	5 921,5	37 584
Keittämo 200 kPa		5 427,2	4 048,3	3 268,5	999,4	2 216,8	1 783,5	1 325,9	987,6	100,0	435,0	6 242,3	7 602,9	34 437
Keittämo 900 kPa		2 744,9	4 040,9	3 396,0	3 129,0	4 113,0	3 817,6	3 501,6	2 889,4	2 912,4	2 251,8	3 837,5	5 197,1	41 831
Keittämo 1.7 MPa		9 700,6	8 811,3	7 688,8	6 224,2	8 771,2	7 549,4	6 242,9	5 091,5	6 559,1	4 671,0	7 758,0	8 693,4	87 761
Tuotiolämmönvaihdin 200 kPa		0,5	40,5	167,1	2 158,1	8,5	0,0	68,8	285,8	312,0	529,0	652,4	11,3	4 234
Kuitulinja+kuorimo		25 371,0	22 991,3	19 436,6	16 127,6	17 206,0	14 495,2	12 582,4	10 414,2	9 909,7	8 359,2	21 528,4	27 426,1	205 848
Haihduttamo 200 kPa		45,2	14,7	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	10,4	0,0	73
Haihduttamo 500 kPa		20 744,8	18 937,8	18 107,5	14 041,5	19 208,3	17 665,2	15 501,7	13 911,7	15 832,2	11 143,2	16 742,5	18 625,1	200 462
Haihduttamo		20 790,0	18 952,6	18 109,7	14 041,5	19 208,3	17 665,2	15 501,7	13 911,7	15 832,2	11 143,3	16 752,9	18 625,1	200 534
SKL 200 kPa		3 530,0	2 629,6	2 483,1	2 876,6	3 049,6	2 425,2	2 828,1	1 329,6	1 515,6	1 031,3	2 050,4	2 193,6	27 943
SKL 900 kPa		3 675,8	3 176,5	3 251,8	2 881,2	3 340,2	3 205,2	3 313,9	2 414,3	2 902,0	2 087,5	4 427,1	4 678,5	39 354
Meesauni 900 kPa		7,7	68,6	343,2	33,7	0,5	0,3	6,9	84,2	12,5	104,2	20,0	6,0	688
MU punukuivain 200 kPa		2 441,1	2 360,0	1 915,5	1 037,4	1 702,4	1 449,4	1 519,2	1 737,5	1 910,7	1 475,4	1 988,5	2 704,7	22 242
SKL+MU		9 654,6	8 234,7	7 993,6	6 828,8	8 092,6	7 080,2	7 668,1	5 565,6	6 340,8	4 698,3	8 486,0	9 582,8	90 226
Liipealinja yht.		30 444,6	27 187,3	26 103,3	20 870,4	27 300,8	24 745,4	23 169,8	19 477,3	22 173,0	15 841,5	25 238,9	28 207,8	290 760
Kuivauskone 500 kPa		5 977,1	6 751,8	2 179,0	2 628,3	6 773,7	7 418,5	6 036,6	4 905,9	4 686,1	3 632,1	6 004,3	8 007,8	65 001
Muu oma lämmönkulutus		10 189,1	9 065,6	8 954,9	10 788,0	10 834,8	13 871,3	15 496,3	13 486,1	16 260,3	13 029,5	12 349,9	14 481,9	148 808
Apulauhdutin 200 kPa		1 649,4	1 784,2	1 564,5	4 147,6	5 135,5	8 961,2	11 476,3	9 589,0	10 895,4	8 616,0	5 377,1	6 380,3	75 576
Jäteveden puhdistamo 200 kPa		297,9	281,7	222,1	142,7	91,0	59,1	29,8	37,1	82,1	102,6	226,4	229,7	1 802
Efora-talo 200 kPa		234,5	191,5	190,3	142,6	81,1	31,6	22,7	16,9	73,0	83,2	154,7	193,4	1 416
K6 ja K7 omakäytöt		5 800,8	4 927,0	5 170,0	4 641,6	3 681,3	3 335,1	2 922,7	2 953,9	3 746,6	2 947,6	4 647,3	5 574,7	50 348
Vesilaitos (Demi) 200 kPa		1 833,3	1 583,7	1 508,2	1 445,7	1 611,8	1 269,0	646,2	652,8	1 212,5	1 065,6	1 651,0	1 771,7	16 251
RCF/KPL 200 kPa		373,3	297,5	299,9	267,9	234,0	215,2	398,6	236,3	250,8	214,6	293,3	332,1	3 414

7.4 Polttoaine- ja varastoraportti

Varkauden tehtaiden biopolttoaine-, kivihiili- ja muovivarastot sijaitsevat taivasalla ja varastomäärien koko määritetään niin kutsutun lentoraportin perusteelta. Lentoraportti luodaan lentämällä varastoalueen ympärillä dronella, joka kuvaa, mallintaa ja laskee varastokasojen koot tilavuutena. Tiheys ja energiasisältökertoimien avulla saadaan selville varastossa oleva energiamäärä ja näistä tietojen pohjalta syntyy erillinen Excel-tiedosto. Varastotaso selvitetään viikoittain ja kuukauden viimeisen arkipäivänä luodon raportin tiedot syötetään Vtrin-ohjelman energiaraportoinnin Warkaustase-tiedostoon, jonka avulla pystytään seuraamaan kuukausittaista varastosaldon muutosta. Polttoainekentän inventointiraportti on nähtävissä taulukossa 5.

Taulukko 5. Polttoainevaraston inventointiraportti

Varkaus Kommila Inventory 31.1.2023 (vihreät kentät päivitetty)						
Nimi	olume (t-m3)	Kerroin m3	Kiinto m3	MWh kerroit	MWh	
Murskaamon LVL	2740	0,35	959	2,1	2014	
		0,35	0	2,1	0	
		0,65	0	2,1	0	
Sahan murskaamon kuori A kenttä	7640	0,4	3056	1,5	4584	
Sahan murskaamon kuori G kenttä		0,4	0	2,5	0	
Puru	570	0,4	228	1,7	388	
LVL murske	4670	0,4	1868	2,1	3923	
		0,4	0	2,1	0	
LVL murske hiltynyt	0	0,4	0	2,1	0	
Arvoton puruhake	0	0,4	0	2,1	0	
Oma murskattu kuori, Radanvarsi	30	0,4	12	1,5	18	
Oman kuorimon kuori	0	0,4	0	1,5	0	
Integraatin Biojakeet			6123		10926	
Sahan bio (arvotettu jae)	570				388	
LVL:n bio (arvotettu jae)	7410				5937	
Oma kuori (arvotettu jae)	30				18	
Pitkäkuori ("arvoton jae")	7640				4584	
0-kuituliite	220					
Porin rejektit	2820					
Muovi murskaamon	3160					
Muovi murskattu	3190					
G-kenttä, Turpeen sekainen muovi	0					
Kivihilli	13250					
Metsän terminaaliavarastot	PTL	olume (t-m3)	Kerroin m3	Kiinto m3	MWh kerroit	MWh
Polttohake	950	0	0,4	0	2	0
Kierrätyspuumurske	954	0	0,4	0	2	0
Kuusipuru	960	0	0,4	0	1,7	0
Polttopuru (osto)	961	0	0,4	0	1,7	0
Kutterilastu	963	0	0,4	0	1,7	0
Mäntypuru	964	0	0,4	0	1,7	0
Biopolttoaine	970	0	0,4	0	1,7	0



Varkauden tehtaiden polttoaineraportti on jäsenlly merkittävimpien polttoainejakeiden mukaan. Polttoaineraportti vuodelta 2022 on nähtävissä taulukossa 6.

Taulukko 6. Stora Enso Varkauden tehtaiden polttoaineraportti

Stora Enso Oyj Varkauden tehdas - WARKAUSTASE													
VRER-Energia raportointi													
01.01.2022-06 - 01.01.2023-06													
	2022-01	2022-02	2022-03	2022-04	2022-05	2022-06	2022-07	2022-08	2022-09	2022-10	2022-11	2022-12	Summa
POLTTOAINEEET (ENERGIAN TUOTANTO) MWh (pa)													
Mustalipeä (SK)	103 309	98 069	94 108	85 579	110 879	100 210	94 556	83 854	89 125	59 257	86 378	100 306	1 105 630
Bio (K6) (sis. liete)	65 599	57 186	69 406	61 711	49 877	49 993	37 586	29 180	57 363	44 867	66 811	70 097	659 676
Muovijakeet (K6)	5 101	3 611	6 279	7 362	5 157	724	0	0	0	0	1 045	5 876	35 156
Kaarisiltirejektit (K6)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Kivihilli (K6)	8 233	9 971	3 707	2 204	1 497	498	406	1 909	170	397	3 509	9 634	42 136
Muovaluminijakeet (K7)	4 467	2 919	0	0	0	0	6 098	13 100	0	0	0	0	26 584
Raskas polttoöljy (KGK7SK)	3 640	350	209	3 004	0	0	2 131	5 322	1 621	460	1 517	0	18 254
Metanoli (SK)	992,3	1 060,0	878,7	861,9	1 076,1	997,2	970,9	873,5	853,0	609,5	875,1	982,4	11 031
Biopolttoaineet yht.	169 900	156 316	164 393	148 152	161 832	151 200	133 112	113 908	147 341	104 734	154 064	171 385	1 776 337
Kierrätyspolttoaineet yht.	9 568	6 530	6 279	7 362	5 157	724	6 098	13 100	0	0	1 045	5 876	61 740
Fossiiliset yht.	11 873	10 322	3 916	5 209	1 497	498	2 537	7 231	1 791	856	5 026	9 634	60 389
Kaikki yhteensä (Energian tuotanto)	191 341	173 168	174 589	160 723	168 486	152 421	141 748	134 238	149 132	105 590	160 134	186 895	1 898 466
Kierrätyspolttoaine	%	5,0	3,8	3,6	4,6	3,1	0,5	4,3	0,0	0,0	0,7	3,1	
Bio/Kierrätys	%	93,8	94,0	97,8	96,8	99,1	99,7	98,2	94,6	98,8	99,2	96,9	94,8
POLTTOAINEEET (SUORAKÄYTTÖ) MWh (pa)													
Bio (MU)	6 406,3	7 976,8	7 578,8	3 802,8	8 917,4	7 181,3	4 732,7	4 670,6	7 172,2	4 570,7	10 799,0	11 065,4	84 874
Raskas polttoöljy (MU)	408,9	57,3	1 137,8	2 164,2	318,1	931,7	147,0	479,4	333,4	691,7	1 523,1	12,4	8 205
KAIKKI POLTTOAINEEET	MWh (pa)	198 156,5	181 202,2	183 305,3	166 689,5	177 721,7	160 534,4	146 627,7	139 388,0	156 637,6	110 852,5	172 456,5	1 991 545

7.4.1 K6 polttoaineet

Kattila kuuden kuukaudessa käyttämä biopolttoainemäärä lasketaan tukkikuorimon ja sellutehtaan kuorimon puukäytön perusteelta kuoriprosentin avulla. Polttoainevaraston muutos lasketaan kulutetuksi kattila kuuden höyryn tuotantoon. Lisäksi kuukauden aikana käytyiksi polttoaineiksi kirjataan tehdasintegraatin ulkopuolelta toimitetut jakeet, joiden energiasältö on määritetty polttoainenäytteiden perusteella.

Kivihiilen kulutus määräytyy pyöräkuormaajien kuormaajavaakojen punnitustietona. Punnitustiedon lisäksi kulutukseen otetaan huomioon kattilalaitoksella olevien kivihiilisiilojen pintamuutokset pinnanmittausten avulla. Kivihiilen energiasältöön käytetään tuoreinta analyysitodistusta, joka teetetään päästöluvan mukaisesti ulkoisessa laboratoriossa.

Kierrätykseen kelpaamattomat muovit määritetään kuormaajavaakojen avulla ja kaikki kattilalaitokselle kuljetettu muovi lasketaan kulutetuksi kuukausiraporttiin. Muovin energiasältö määritetään kivihiilen kaltaisesti päästöluvan määrävän analyysitodistuksen mukaan.

7.4.2 K7 polttoaineet

K7 käyttää polttoaineena fossiiliseksi laskettavaa RCF-laitoksen muovialumiinirejektiiä. Muovialumiinirejektin kulutusmäärät saadaan kattilalaitoksen hihnavaaoilta, joilta tulee punnitustieto. Punnitustiedon ja analyysitodistuksessa olevan lämpöarvon avulla määritetään polttoaineen energiasältö. Päästölupa määrittää kalibroimaan hihnavaa'at vuosittain.

Raskaan polttoöljyn varastotasotieto tulee suoraan Alcont-järjestelmän laskennasta säiliöiden pinnanmittaustietojen avulla ja lisäksi varastosaldoon tulee punnitustieto autovaa'alta, jossa säiliöautot punnitsevat kuorman ennen purkamista ja purkamisen jälkeen.

Kevyen polttoöljyn kulutusta seurataan meesauunin määramittauksen mukaan. Varastomäärää ei tällä hetkellä seurata kuukausitasolla, koska kulutus ja varastointimäärät ovat olleet vähäiset.

7.4.3 Soodakattilan polttoaineet

Soodakattilan käyttämän mustalipeän määrän seurantaan on mustalipeälle virtausmittaukset. Virtausmittausten avulla määritetään kuukausittainen mustalipeän määrä ja laboratoriossa määritetyn lämpöarvon kautta saadaan käytetty energiasisältö.

Talteenottolinjan haihduttamon ja kuitulinjan keittimen likaisluhteet käsitellään strippauskolonnissa, josta strippauskaasut johdetaan metanolilaitokselle. Metanolilaitokselta metanoli johdetaan poltettavaksi soodakattilaan. Metanolin määrä mitataan virtausmittauksella ja lämpöarvon avulla saadaan määritettyä energiasisältö.

8 Johtopäätökset

Tuotantotietojen keräämistä ja päästöjen laskentaa varten Varkauden tehtaiden tuotantolaitoksella on kalibroitaisuunnitelmat muun muassa höyryn tuotantomäärä- ja päästömittauslaitteita varten. Lisäksi fossiilisten polttoaineiden käytön määrittämiseen käytetyt vaa'at tarkastetaan ja kalibroidaan päästöluvan mukaisesti vuosittain. Prosessimittausten lukemien oikeellisuutta tarkkaillaan voimalaitoksen valvomosta jatkuvasti ja mahdollisista vioittumistilanteista tehdään ilmoitukset korjausta varten. Jatkuvan tarkkailun lisäksi ennen kuukauden vaihteen raportointia kertyneitä tietoja verrataan edellisiin kuukusiin mahdollisten mittausvirheiden löytymiseksi. Laadun varmistuksen parantamista varten ehdotuksena olisi tehdä sisäisille höyrynmäärämittausten paine- ja lämpötilamittauksille ennakkohuoltosuunnitelmat, jolloin määrämittausten toiminnasta oltaisiin tarkemmin selvillä. Tällä hetkellä tehtaansisäiset energiamittaukset eivät ole ennakkohuoltolistoilla.

Viranomaisraportoinnin kehittäminen vaatisi eri virastojen ja organisaatioiden nykyisten käytäntöjen muuttamista. Esimerkiksi Energiavirastoon raportoitavia tietoja varten on kolme eri järjestelmää, jotka eivät siirrä tietoja keskenään. Jos eri tahojen järjestelmät siirtäisivät tietoja keskenään ja viranomaisjärjestelmät hakisivat tarvittavat tiedot Stora Enson järjestelmästä, nopeutuisi raporttien laadinta ja käsin tehtävä työ vähenisi. Automaattisen viranomaisraportoinnin esteenä olisi myös tietoturva-asiat eri toimijoiden välillä.

Polttoaineraportointiin kehitysjatoksena olisi luoda polttoainekentältä voimalaitokselle kuormaajavaa'an kautta kulkeville jakeille kiinteät lämpöarvot. Lämpöarvojen ja polttoainekuormien painojen perusteella päästäisiin tarkemmin perille, miten paljon varastosta on otettu energiana polttoainetta. Tällä hetkellä varastotason seuranta tapahtuu kuukauden välein dronella tehdyn simuloinnin avulla. Drone-simulointi ei osaa ottaa huomioon esimerkiksi polttoainekasojen päällä olevaa lumipeitettä, joka suurentaa mittaustuloksia. Polttoaineiden varastomäärien tiedot siirretään nykyisin käsin drone-raportista, polttoöljysäiliöiden pinnanmittauksista ja Honeywellin MES-ohjelman Trukki-päätteeltä ABB Vtrin Warkautase-tiedostoon. Kehitysehdotuksena olisi selvittää tietojen liikkuminen automaattisesti tiedostoista Warkautaseeseen, jolloin käsin tehtävät lukujen siirrot vähenisivät.

Lähteet

- Energiavirasto. 2022. Päästöluvut ja päästöjen tarkkailusuunnitelma. Verkkojulkaisu. Luettu 9.11.2022. Saatavissa <https://energiavirasto.fi/paastoluvat>
- Energiavirasto. 2022. Teollisuuden sähköistämistuki. Verkkojulkaisu. Luettu 18.12.2022. Saatavissa <https://energiavirasto.fi/teollisuuden-sahkoistamistuki>
- Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P., Pakkanen, H. 2000. Höyrykattilatekniikka. Helsinki, Edita.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2021. Puupolttoaineet energian tuotannossa. Verkkojulkaisu. Luettu 20.3.2022. Saatavissa <https://mmm.fi/metsat/puun-kaytto/puun-energiakaytto>
- Mäki, T., Posio, J. 2004. Savukaasumittaukset. Oulun yliopisto. Verkkojulkaisu. Luettu 29.3.2022. Saatavissa <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9514275551.pdf>
- Petrotechnic. 2022. How does a steam turbine work? Verkkojulkaisu. Luettu 9.11.2022. Saatavissa <https://petrotechinc.com/how-does-a-steam-turbine-work/>
- Saxholm, S., Rantanen, M. 2011. Paineen mittaus. Mittatekniikan keskus. Verkkojulkaisu. Luettu 24.3.2022. Saatavissa <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/MIKES/2011-J1.pdf>
- SFS. 2022. ISO 50001 Energianhallintajärjestelmä. Verkkojulkaisu. Luettu 20.11.2022. Saatavissa <https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suosittu-standardit/iso-50001-energianhallinta/>
- Soodakattila yhdistys ry. Soodakattila. Verkkojulkaisu. Luettu 20.3.2022. Saatavissa <https://soodakattilayhdistys.fi/yhdistys/>
- Valtiovarainministeriö. 2022. Energiaverotus. Verkkojulkaisu. Luettu 7.11.2022. Saatavissa <https://vm.fi/energiaverotus>
- Verohallinto. 2022. Sähkövero. Verkkojulkaisu. Luettu 8.11.2022. Saatavissa <https://www.vero.fi/yriytykset-ja-yhteisot/verot-ja-maksut/valmisteverotus/sahkovero/>

Viitala, J-M. 2014. Sähköenergian mittaus teollisuuslaitoksissa. Opinnäytetyö. Luettu 29.3.2022. Saatavissa https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/71088/Viitala_Juha-Matti.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Weckström, T. 2002. Lämpötilan mittaus. Mittatekniikan keskus. Verkkojulkaisu. Luettu 25.3.2022. Saatavissa <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/MIKES/2002-J1.pdf>

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2022. Ympäristölupa. Verkkojulkaisu. Luettu 8.11.2022. Saatavissa https://www.ymparisto.fi/fi-fi/asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa