



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

EKOVOIMALAITOKSEN REDUNDANTTINEN PÄÄSTÖMITTAUSANALYSAATTORI

TEKIJÄ

Roman Selyunin

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Roman Selyunin			
Työn nimi Ekovoimalaitoksen redundanttinen päästömittausanalyysoija			
Päiväys	31.1.2022	Sivumäärä/Liitteet	31
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Riikinvoima OY			
Tiivistelmä			
<p>Työn tavoitteena oli kehittää ratkaisu Riikinvoiman savukaasupäästöjen valvontaan analyysoijan häiriötilanteissa sekä huoltojen aikana. Ekovoimalaitoksen savukaasupäästöjen valvonta ja viranomaiselle raportointi on tarkoin määritelty jätteenpolttolainsäädännössä. Riikinvoiman eri prosessiossa-alueiden asettelusta johtuen alkuperäinen päästömittausanalyysoija ei toiminut riittävässä luotettavuudessa, jolloin päästöjen raja-arvojen alittamien piti varmistaa vaihtoehtoisella menetelmällä. Tiettyinä vuodeltina tämä vaikutti negatiivisesti laitoksen sähköntuotantoon sekä käyttökustannuksiin. Tämän työn laatija on ollut Riikinvoimalla työsuhteessa vuodesta 2015 lähtien.</p> <p>Ratkaisun löytämiseksi piti tutustua jätteenpolttolainsäädäntöön, Riikinvoiman savukaasujen puhdistuslaitteistoon, analyysoijajärjestelmiä koskevaan lainsäädäntöön, käytössä olevaan päästömittausanalyysoijaan sekä tämän häiriöihin. Näitä tietoja hyväksi käyttäen tuli selvittää mitä mahdollisuuksia ongelman ratkaisemiseksi on tarjolla.</p> <p>Selvitysten perusteella todettiin, että jatkuvatoimisten päästömittausten luotettavuuden kannalta paras vaihtoehto on redundanttinen analysointilaitteisto. Uudeksi analysointilaitteistoksi valikoitui Gasmeter merkkinen analyysoija, joka hankittiin, asennettiin ja otettiin käyttöön vuonna 2021. Laitteisto kytkettiin olemassa olevan analyysoijan rinnalle sekä osaksi Riikinvoiman voimalaitoksen DCS operointijärjestelmää, jossa se osallistuu savukaasupäästöjen hallintaan, valvontaan sekä viranomaiselle raportointiin.</p>			
Avainsanat Jätteenpolttolaitos, päästömittausanalyysoija, savukaasu			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Energy Engineering	
Author(s) Roman Selyunin	
Title of Thesis Eko Power Plant's Redundant Emission Analyzer	
Date 31 January 2022	Pages/Appendices 31
Client Organisation /Partners Riikinvoima OY	
<p>Abstract</p> <p>The aim of the work was to develop a solution for monitoring the flue gas emissions of the Riikinvoima eco power plant in state of analyzer malfunctions and during analyzer maintenance. Monitoring of flue gas emissions of a waste incineration plant and reporting to the authority is precisely defined in the waste incineration legislation. Due to the layout of the different process components, the original emission measurement analyzer did not operate with sufficient reliability, in which case those emission limit values had to be verified by an alternative method. At certain times of the year, this had a negative impact on the plant's electricity production and operating costs. The author of this work has been employed by the Riikinvoima since 2015.</p> <p>In order to find a solution, it was necessary to get acquainted with the waste incineration legislation, Riikinvoima's flue gas cleaning equipment, legislation concerning analyzer systems, the emission measurement analyzer in use and its malfunctions. Using this information, it was necessary to find out what possibilities are available to solve the problem.</p> <p>Based on the studies, it was found out that redundant analyzer is the best option for the reliability of continuous emission measurements. As a new flue gas analyzing system was chosen a Gaset brand analyzer, which was acquired, installed and commissioned in 2021. The equipment was connected alongside with the existing analyzer and as part of the DCS operation system of Riikinvoima Power Plant, where it is used in flue gas emission control, monitoring and reporting to the authority.</p>	
<p>Keywords Eco power plant, flue gas analyzer, flue gas emission</p>	

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Absorbanssi	Optinen tiheys, valon imeytymistä aineeseen kuvaava luku
AMS	Kiinteästi asennettu päästöjen mittauslaite
AST	Vuosittainen laadunvarmistus (Annual Surveillance Test)
CFB	Kiertopeti (Circulating Fluidized Bed)
CO ₂	Hiilidioksidi
CUSUM	Tilastollisessa laadunvalvonnassa käytettävä analyysitekniikka
DCS	Hajautettu prosessiohjaus järjestelmä (Distributed Control System)
FTIR	Fourier-muunnosinfrapunaspektroskopia (Fourier-transform infrared spectroscopy)
HCL	Suolahappo, vetykloridihappo
HF	Fluorivety
Kyvetti	Kyvetti on mittausastia, jota käytetään optisissa mittauksissa, jossa näytteen läpi kohdistetaan säteilyä
mg	Milligramma
MW	Megawatti, teho megawatteina
NaOH	Natriumhydroksidi, lipeä
NM ³	Normikuutiometri
NO	Typpioksidi
NO ₂	Typpidioksidi
Pa	Pascal, paineen yksikkö
pH	Kertoo happamuuden asteikolla 0-14. 0 = hapan, 7 = neutraali, 14=emäksinen.
PHD	Prosessin historia kirjasto (Process History Database)
SO ₂	Rikkidioksidi
SNCR	Selektiivinen ei-katalyyttinen pelkistystekniikka
SRM	Vertailumittaus, referenssimittaus
TOC	Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (Total Organic Carbon)

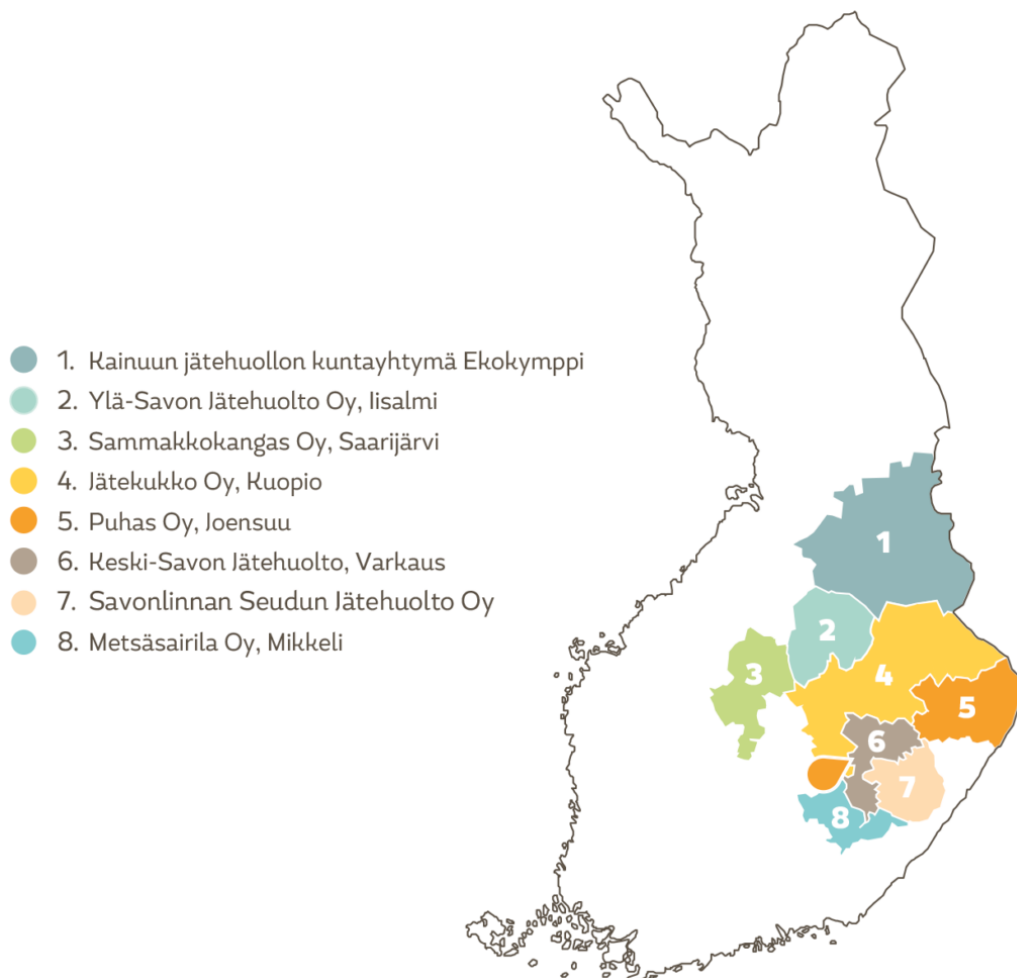
SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Työn Aihe.....	8
2	RIIKINVOIMAN EKOVOIMALAITOS.....	9
3	JÄTTEENPOLTTOSSA NOUDATETTAVA LAINSÄÄDÄNTÖ	11
3.1	Valtioneuvoston asetus.....	11
3.2	Mittaukset ilmaan johdettavista päästöistä.....	11
3.3	Jätteenpolttolaitoksen ilmaan johdettavien päästöjen raja-arvot	12
3.4	Euroopan Parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU	13
3.5	Ympäristöluvan asetus analysaattorin häiriötilanteista	13
4	RIIKINVOIMAN SAVUKAASUJEN PUHDISTUSLAITTEISTO	14
4.1	Selektiivinen ei-katalyyttinen pelkistystekniikka (SNCR)	14
4.2	Sähkösuodatin (ESP).....	15
4.3	Puolikuiva puhdistusjärjestelmä	15
4.3.1	Turboreaktori.....	15
4.3.2	Letkusuodin	16
4.3.3	Reaktiotuotteen kierrätysjärjestelmä	17
4.3.4	Prosessivesijärjestelmä	17
4.3.5	Lisäaineiden syöttöjärjestelmä	18
4.4	Savukaasulauhdutin	19
5	PÄÄSTÖJEN MITTAUS JA MITTAUSTEN LAADUNVARMISTUS.....	20
5.1	Mittalaitteen soveltuvuus mittauskohteeseen (QAL 1).....	20
5.2	Kiinteän mittalaitteen kalibrointi ja toiminnan validointi vertailumittausten avulla (QAL 2).....	20
5.3	Käytönaikainen laadunvarmistus (QAL 3).....	22
5.4	Vuosittainen laadunvarmistus (AST)	22
6	NYKYINEN PÄÄTÖMITTAUSANALYSAATTORI (SICK).....	23
6.1	FTIR	23
6.2	Häiriöt.....	24
7	TOTEUTUS.....	25
8	HANKINTA	26
9	ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO	27

10 YHTEENVETO.....	29
11 LÄHTEET	30

1 JOHDANTO

Riikinvoima OY on vuonna 2012 perustettu mankala-periaatteen yhtiö, sen omistaa kahdeksan jätehuoltoyhtiötä sekä Varkauden aluelämpö. Yhtiö työllistää 26 henkilöä ja koko laitoksen pinta-ala on noin 4 hehtaaria. Riikinvoiman ekovoimalaitos on vuonna 2016 käynnistynyt, Leppävirralla sijaitseva voimalaitos, joka käyttää pääpolttoaineena erilliskierrätettyä yhdyskuntajätettä. Jätteen poltosta muodostuva energia hyödynnetään kiertopetikatilassa sähkön tuotantoon ja Varkauden kaupungin kaukolämmön tuotantoon. Kuvassa 1 on esitetty alue, josta jäte toimitetaan Riikinvoimalle. (Riikinvoima 2021.)



KUVA 1. Alueet, joista jätteet toimitetaan Riikinvoimalle (Riikinvoima 2021.)

Poltetusta jätteestä syntyy myrkyllisiä ja ympäristölle vaarallisia savukaasuja. Vaikka Riikinvoimalla on käytössä moderni savukaasujen puhdistusteknologia, jätteen polton yhteydessä vapautuu savukaasupäästöjä, joita on valvottava ja mitattava jatkuvatoimisesti. Riikinvoiman ekovoimalaitoksen valmistuessaan käytössä oli yksi savukaasujen päästömittausanalyysointori. Käytön aikana ilmeni, että tämä ratkaisu ei ollut toimiva, sillä ympäristöluvassa määrättyjen savukaasupäästöjen raja-arvojen varma todentaminen kaikissa mahdollisissa tilanteissa osoittautui haastavaksi, johtuen analyysointorin ajoittaisista toimintahäiriöistä sekä huolloista.

1.1 Työn Aihe

Riikinvoiman ekovoimalaitoksella on alusta lähtien ollut yksi kiinteästi asennettu päästömittausanalyysaattori. Tämä on aiheuttanut ongelmia silloin kun analysointilaitteisto on ollut pidemmän ajan häiriössä tai siihen on tehty huoltoa. Riikinvoiman ympäristöluvan mukaan laitteisto saa olla yhtäjaksoisesti enintään neljä tuntia pois käytöstä, jos aika ylittyy, tulee jätteenpolttolaitteisto keskeyttää. Riikinvoiman ekovoimalaitoksen toimitukseen kuuluva alkuperäinen analysointilaitteisto on ollut toisinaan vikaheikkä. Piipussa sijaitseva jatkuvatoiminen savukaasuanalyysaattori on kytketty Riikinvoiman DCS operointijärjestelmään. Sen mittadataa käytetään päästöjen monitorointiin sekä savukaasupäästöjen hallintaan. Kun analysointilaitteisto vikaantuu tai menee häiriöön polttoprosessin ollessa stabiili, ympäristöviranomaiselle tulee pystyä osoittamaan, että päästöt ovat olleet alle ympäristöluvan raja-arvojen. Jos päästöjen raja-arvoissa pysymistä ei voida todentaa, tulee laitos ajaa alas keskeyttäen samalla sähkön ja lämmön tuotannon.

Tähän asti tilanne on ratkaistu siten, että savukaasulauhdutin on ollut jatkuvasti käytössä jo pelkäämään savukaasupäästöjen takia, koska näin on pystytty toteamaan savukaasupäästöjen raja-arvojen alittuminen. Savukaasulauhduttimella savukaasujen puhdistaminen ei ole niin kustannustehokasta kuin Riikinvoiman vaihtoehtoisilla savukaasujen puhdistusmenetelmillä. Kovilla pakkasilla lauhduttimen käyttö lisää raakaveden kulutusta ja muina aikoina sen käyttö vähentää turbiinin tuottamaa sähkötehoa. Johtuen Riikinvoiman toimintamallista tietyissä olosuhteissa savukaasulauhduttimesta saatu lämpöteho joudutaan lauhduttamaan ilmaan apujäähdyttimillä.

Työn tavoite on saada jatkuvatoimisen päästömittauslaitteiston toiminta luotettavuus sille tasolle, että varotoimenpiteisiin ei ole tarvetta. Ongelman ratkaisu tulee todennäköisesti olemaan redundanttinen päästömittausanalyysaattori, ellei nykyiseen analyysaattorin toimintavarmuutta pystytä selkeästi parantamaan. Kahden analyysaattorin ollessa käytössä jatkuvasti vähintään toinen olisi aina toiminnassa häiriöiden tai huoltojen aikana.

Ongelman ratkaisemiseksi sekä uuden analyysaattorin hankintaa varten tulee perehtyä seuraaviin asioihin:

- Riikinvoiman ekovoimalaitokseen
- jätteenpoltoissa noudatettavaan lainsäädäntöön
- Riikinvoiman ympäristölupa
- savukaasujen puhdistusjärjestelmän toimintaan
- päästömittauslaitteistoa koskevaan lainsäädäntöön
- käytössä olevaan päästömittauslaitteistoon ja sen häiriöihin

Näiden tietojen pohjalta selvitetään, minkälainen savukaasupäästöjen mittauslaitteisto sopii Riikinvoimalle ja mahdollisuuksien mukaan hankkia kyseinen laite.

Tässä työssä keskitytään vain kaasumaisten päästöjen selvitykseen, koska Riikinvoiman tapauksessa hiukkaspäästöjä mittaa eri analyysaattorit, eikä niiden toiminnassa ole esiintynyt merkittäviä vikoja tai häiriöitä.

2 RIIKINVOIMAN EKOVOIMALAITOS

Riikinvoiman ekovoimalaitos tuottaa sähköä ja kaukolämpöä polttamalla kierrätykseen kelpaamatonta, polttokelpoista jätettä. Jätettä palaa vuodessa noin 140 000 tonnia, josta tuotetaan noin 170 GWh kaukolämpöä ja 80 GWh sähköä. Kattilan polttoaineteho on 54 MW ja turbiinin maksimiteho 16 MW. Voimalaitos koostuu jätteen vastaanotosta ja -käsittelystä, kattila- ja turbiinilaitoksesta sekä savukaasujen puhdistuksesta. Jätteen poltossa muodostuvat savukaasut puhdistetaan puhdistusjärjestelmissä siten, että päästörajat alittuvat joka tilanteessa. Jätteestä erotetut metallit kierrätetään ja poltossa syntynyt tuhka hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan tai käsitellään ja loppusijoitetaan. Kuvassa 2 näkyy Riikinvoiman laitosalue kokonaisuudessa. (Riikinvoima 2021.)



KUVA 2. Riikinvoiman ekovoimalaitos (Riikinvoima 2020.)

Riikinvoiman ekovoimalaitoksen päätehtävä on käsitellä jätettä ja tuottaa kaukolämpöä, joten sen ajomalli on erilainen, kun tyypillisellä sähköä ja lämpöä tuottavalla voimalaitoksella. Siinä missä tavanomaisessa voimalaitoksessa polttoaineteho yleensä määräytyy lämmön tai sähkön tarpeen mukaan Riikinvoiman kattilaa operoidaan käytännössä aina maksimi polttoaineteholla. Turbiini on mitoitettu niin että kattilan ollessaan maksimi teholla kaikki tuotettava höyry pystytään ohjaamaan sen läpi. Riikinvoiman turbiini on tyypiltään vastapaineturbiini eli turbiinin jälkeensä sijaitsevat lauhduttimet, jossa höyry lauhdutetaan kaukolämpöveden avulla. Lauhduttimista saatua kaukolämpöä ohjataan Varkauden kaupungin kaukolämpöverkkoon sen verran, kun sillä hetkellä tarvitsee ja ylimääräinen lämpö ohjataan apujäähdytyskentälle.

Riikinvoiman ekovoimalaitoksen kattila on tyypiltään CFB- eli kiertopetikattila. CFB-kattila on polttolaitostyyppi, jossa polttoaine palaa kattilan sisällä kiertävässä hiekkapedissä. Petimateriaalina käytetään yleensä hiekkaa, mutta Riikinvoiman tapauksessa se on ilmajähdytetty massuuni kuona. Kattilassa kiertävän, suuren, kuumen massan ansiosta palamishyötysuhde on hyvä, vaikka polttoaineen seassa olisi huonolaatuista, kuten kosteaa polttoainetta. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen, Pakkanen 2000, 153-162.)

3 JÄTTEENPOLTOSSA NOUDATETTAVA LAINSÄÄDÄNTÖ

3.1 Valtioneuvoston asetus

Valtioneuvoston asetuksessa 151/2013 todetaan jätteenpolttolaitoksesta seuraavaa:

Jätteenpolttolaitos sekä jätteen rinnakkaispolttolaitos, jossa poltetaan käsittelemätöntä jätelain 6 §:n 1 momentin 3 kohdassa tarkoitettua sekalaista yhdyskuntajätettä tai vaarallista jätettä, on suunniteltava, rakennettava ja varustettava ja sitä on käytettävä siten, että savukaasun epäpuhtauksien pitoisuudet eivät ylitä tämän asetuksen liitteessä 2 ilmaistuja päästöjen raja-arvoja. (Valtioneuvoston asetus 151/2013, 14 §.)

3.2 Mittaukset ilmaan johdettavista päästöistä

Ilmaan johdettavista savukaasupäästöistä valtioneuvoston asetuksessa 151/2013 liitteessä 5 todetaan että, jätteenpolttolaitoksessa on tehtävä ilmaan johdettavien päästöjen mittaukset seuraavasti:

1. Jatkuvat mittaukset seuraavista epäpuhtauksista:
 - typenoksidit (NO_x), jos ympäristöluvassa on niitä koskeva päästöjen raja-arvo;
 - hiilimonoksidi (CO);
 - hiukkasten kokonaismäärä;
 - orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC);
 - suolahappo (HCl);
 - fluorivety (HF);
 - rikkidioksidi (SO₂).
2. Jatkuvat mittaukset seuraavista prosessin toimintaan liittyvistä muuttujista:
 - lämpötila palamiskammion sisäseinän läheisyydestä taikka muusta ympäristöluvassa tai siinä määrättyssä tarkkailusuunnitelmaa koskevassa päätöksessä määritellystä palamiskammion edustavasta kohdasta;
 - savukaasun happipitoisuus, paine, lämpötila ja vesihöyrösisältö.
3. Vähintään kahdesti vuodessa mittaukset raskasmetalleista, dioksiineista ja furaaneista, kuitenkin siten, että laitoksen ensimmäisen 12 käyttökuukauden aikana mittaukset tehdään vähintään joka kolmas kuukausi.

Savukaasujen viipymäaika, vähimmäislämpötila ja happipitoisuus on todennettava asianmukaisesti vähintään kerran laitoksen käyttöönoton aikana ja epäedullisimmiksi ennakoituissa käyttöolosuhteissa. (Valtioneuvoston asetus 151/2013, 18 §.)

3.3 Jätteenpolttolaitoksen ilmaan johdettavien päästöjen raja-arvot

Jätteenpolttolaitoksen savukaasupäästöjen raja-arvot on laskettava siten, että lämpötila on 273,15 °K ja paine 101,3 kPa, kun savukaasujen vesihöyrypitoisuutta koskevat korjaukset on tehty.

Savukaasun raja-arvot tulee redusoida 11 prosentin happipitoisuuteen, ellei kyseessä ole öljyjätteen polttaminen. (Valtioneuvoston asetus 151/2013, Liite 2.)

Alla olevissa taulukoissa on esitetty päästöjen vuorokausi sekä puolen tunnin raja-arvot, jotka tulee alittaa käyttäessään voimalaitosta jätteenpoltoaineella.

Taulukko 1. Savukaasun epäpuhtauksien vuorokausikeskiarvot (Valtioneuvoston asetus 151/2013, Liite 2.)

Epäpuhtaus	Raja-arvo, mg/m ³ (n)
Hiukkasten kokonaismäärä	10
Kaasumaiset ja höyrymäiset orgaaniset aineet orgaanisen hiilen kokonaismääränä (TOC)	10
Suolahappo (HCl)	10
Fluorivety (HF)	1
Rikkidioksidi (SO ₂)	50
Typsimonoksidi (NO) ja typpidioksidi (NO ₂) typpidioksidina; koskee käytössä olevia jätteenpolttolaitoksia, joiden nimelliskapasiteetti on yli 6 tonnia/tunti, sekä uusia jätteenpolttolaitoksia	200
Typsimonoksidi (NO) ja typpidioksidi (NO ₂) typpidioksidina; koskee käytössä olevia jätteenpolttolaitoksia, joiden nimelliskapasiteetti on enintään 6 tonnia/tunti	400

Taulukko 2. Savukaasun epäpuhtauksien puolen tunnin keskiarvo (Valtioneuvoston asetus 151/2013, Liite 2.)

Epäpuhtaus	Raja-arvo, mg/m ³ (n)
Hiukkasten kokonaismäärä	10
Kaasumaiset ja höyrymäiset orgaaniset aineet orgaanisen hiilen kokonaismääränä (TOC)	10
Suolahappo (HCl)	10
Fluorivety (HF)	2
Rikkidioksidi (SO ₂)	50
Typsimonoksidi (NO) ja typpidioksidi (NO ₂) typpidioksidina; koskee käytössä olevia jätteenpolttolaitoksia, joiden nimelliskapasiteetti on yli 6 tonnia/tunti, sekä uusia jätteenpolttolaitoksia	200

3.4 Euroopan Parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU

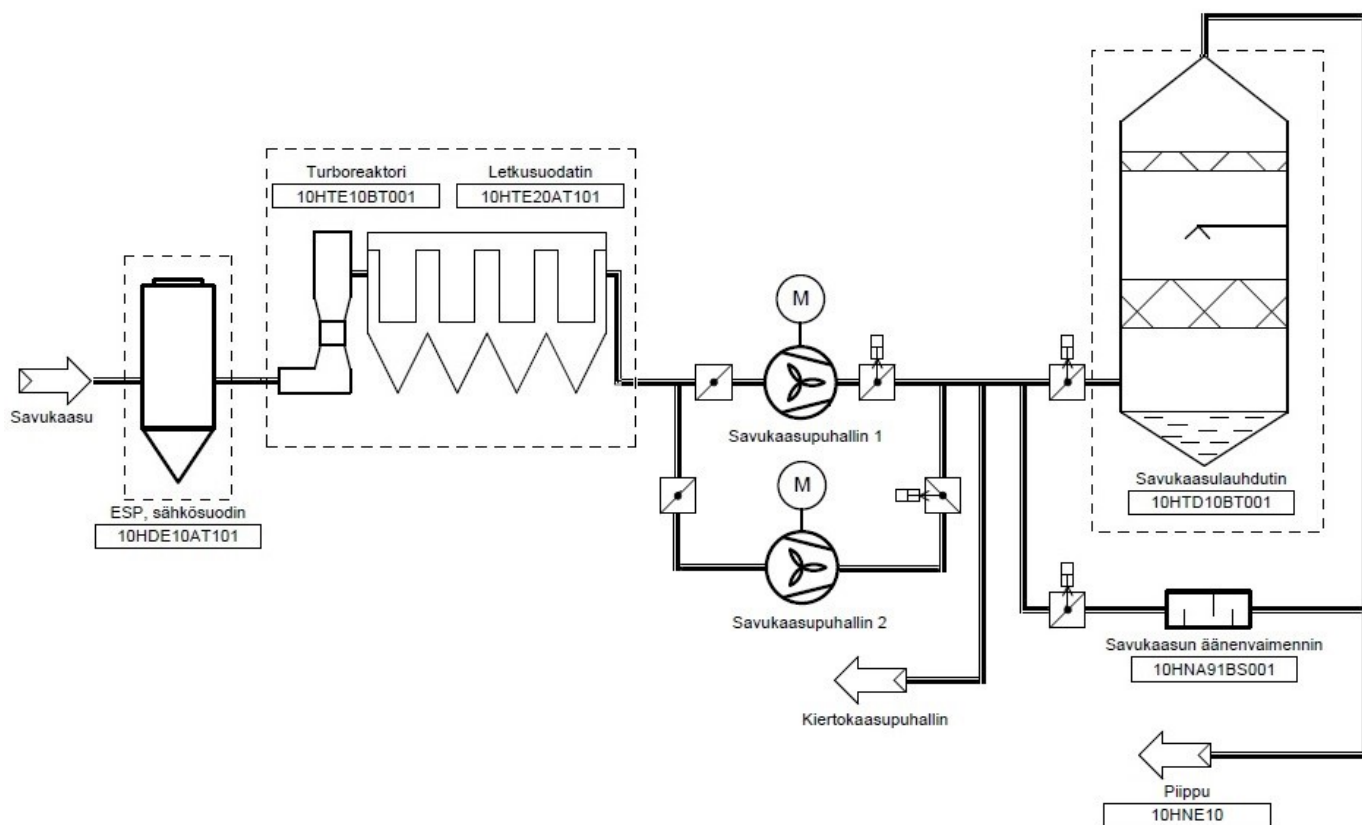
Jätteen polttoa koskee myös Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU. Jätteenpolto laitoksen ilmaan johdettavien päästöjen osalta redusointi vaatimukset sekä epäpuhtauksien raja-arvot ovat samat kuin valtioneuvoston asetuksessa 151/2013.

3.5 Ympäristöluvan asetus analysaattorin häiriötilanteista

Jätettä poltettaessa jatkuvatoimiset päästömittauslaitteet saavat olla mittalaittekohtaisesti poissa käytöstä yhtäjaksoisesti korkeintaan neljä tuntia. Tällaisten tilanteiden yhteenlaskettu kesto saa olla mittalaittekohtaisesti enintään 60 tuntia kalenterivuodessa. Jätteenpoltoa voidaan kuitenkin jatkaa, jos luotettavilla manuaalisilla tai korreloivilla mittauksilla voidaan varmistua siitä, että päästöjen raja-arvot eivät ylitä. Jätteenpolton jatkaminen neljän tunnin yhtäjaksoisessa mittalaittehäiriössä on viipymättä ilmoitettava Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle. Tarkkailusuunnitelmassa on esitettävä toimenpiteet varautumisesta tilanteisiin, jossa mittalaitteet eivät ole käytettävissä ja esitykset mahdollisista manuaalisista tai korreloivista mittauksista. (Riikinnevan ekovoimallisuuden ympäristölupa Aluehallintoviraston päätös nro 106/2013/1.)

4 RIIKINVOIMAN SAVUKAASUJEN PUHDISTUSLAITTEISTO

Jotta viranomaisen päästövaatimukset voidaan saavuttaa Riikinvoimalla on käytössä moderni ja monipuolinen savukaasujen puhdistuslaitteisto. Tässä luvussa on selvitetty eri puhdistuskomponenttien toimintaa sekä miten päästöjenmittauslaitteisto vaikuttaa niiden toimintaan. Alla olevasta kuvasta voi nähdä savukaasujärjestelmän pääkomponentit ja niiden järjestys savukaasuvirrassa.



KUVA 3. Riikinvoiman savukaasujen puhdistuslaitteiston pääkomponentit (Selyunin 2021.)

4.1 Selektiivinen ei-katalyyttinen pelkistystekniikka (SNCR)

SNCR ammoniakkivesijärjestelmän tehtävänä on ruiskuttaa ammoniakkivettä sumuna savukaasujen joukkoon typenoksidipäästöjen (NO_x) pienentämiseksi. SNCR suuttimet on sijoitettu tulipesän yläosaan reaktion kannalta riittävän lämpötilan sekä reaktioajan saavuttamiseksi. Ammoniakkiveden määrää säädetään säätöventtiilillä, jolle asetusarvon antaa piipussa sijaitseva jatkuvatoiminen päästömittausanalysointilaite.

Päästöjen pienentäminen perustuu reaktioyhtälöön:



Riikinhoiman järjestelmän pääkomponentit ovat ammoniakkivesisäiliö, pumpput, säätöventtiili suuttimet. Suuttimet on sijoitettu kattilan syklonin ulostulon jälkeen, jossa savukaasujen lämpötila on so- piva ammoniakkiruiskutukseen. Käytettävän ammoniakkiveden ammoniakkipitoisuus on 24,5 pro- senttia. (FABRITIUS 2017, 5.)

4.2 Sähkösuodatin (ESP)

Kiertopetikattilan jälkeen kuumat savukaasut ohjataan sähkösuodattimeen. Suodatinkammiossa pöly erotetaan pölypitoisesta kaasusta voimakkaasti ionisoidun sähköisen kentän avulla. Sähkösuodatti- men elektrodijärjestelmä koostuu emissio- ja erotuselektrodeista. Emissiojärjestelmän elektrodeja syöttää sähkösuodattimen katolla oleva suurjännitetasasuunnin. Elektrodijärjestelmään kiinnittynyt pöly ravistetaan suodattimen pohjasuppiloihin ravistuslaitteilla. Suppiloiden pohjalta pöly kuljetetaan pneumaattisella kuljettimella tuhkasiilon. (Alstom 2015.)

4.3 Puolikuiva puhdistusjärjestelmä

Riikinhoimalla on käytössä Andritzin toimittama puolikuiva savukaasun puhdistusjärjestelmä tuoteni- meltään Turbosorp, sen tehtävänä on:

- Happamien yhdisteiden poisto savukaasuista lisäaineena käytetyn kalsiumhydroksidin $\text{Ca}(\text{OH})_2$ avulla
- Dioksiinien, furaanien, raskasmetallien ja elohopean poisto savukaasuista aktiivihillen avulla
- Lentotuhkan ja reaktiotuotteen poisto savukaasuista letkusuotimen avulla
- Kuivan syntyneen reaktiotuotteen siirto savukaasupuhdistuksen tuhkasiilon

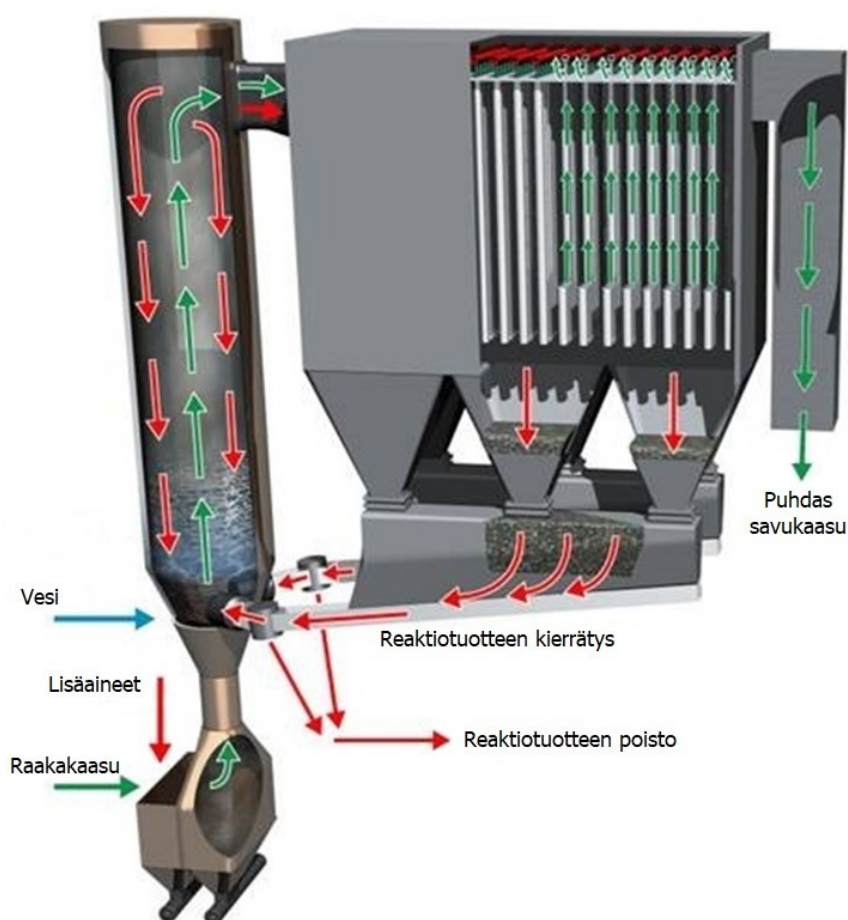
Turbosorp-savukaasunpuhdistuslaitoksen pääkomponentit ovat turboreaktori, letkusuodatin, reak- tiotuotteen kierrätys järjestelmä, prosessivesijärjestelmä, lisäaineiden syöttöjärjestelmä, sekä savu- kaasukanavisto savukaasukierrätyksineen. (Prem 2015, 10.)

4.3.1 Turboreaktori

Sähkösuotimelta tuleva savukaasu johdetaan turboreaktoriin, jossa se reagoi lisäaineiden, veden ja kierrätetyn reaktiotuotteen kanssa. Savukaasuista poistetaan happamat yhdisteet, kuten SO_2 , HCl , HF ja SO_3 , kun ne reagoivat lisäaineiden kanssa. Lisäaineina käytetään sammutettua kalkkia $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ja aktiivihiltä. Dioksiinien, furaanien, raskasmetallien ja elohopean erottelu tapahtuu adsor- boimalla kaasu aktiivihilleen. Aktiivihilli on ihanteellinen valinta kyseisten päästöjen sitomiseen sen suuresta ominaispinta-alasta sekä huokoskoon jakautumisesta johtuen. Letkusuodattimen suodatus-

akulla ja tuotteiden kierrolla turboreaktorissa saavutetaan riittävän pitkä viipymäaika aktiivihii-
liadsorptiolle. Turboreaktorissa savukaasua jäähdytetään prosessivedellä, tällöin lämpötila laskee
noin 135–145 °C:n käyttölämpötilaan. Vesiruisutuksen vaikutuksesta savukaasun vesihöyrypitoi-
suus kasvaa ja pölyhiukkasten pintaan muodostuu nestemäinen pintakalvo, minkä ansiosta prosessi
erottaa epäpuhtauksia erittäin tehokkaasti. Turboreaktorin yläsektorissa osa kiintoaineista erottuu ja
virtaa alaspäin reaktorin seinämiä pitkin. Reaktorin yläosasta lähtevä savukaasu kuljettaa erottumat-
toman, hienon kiintoaineen letkusuodattimeen, jossa pöly sekä osittain reagoanut lisäaine ja reaktio-
tuote erotetaan savukaasusta. Letkusuotimien pinnalta kiintoaines laskeutuu eristettyyn ja saatto-
lämmitettyyn reaktiotuotteiden kierrätyspölyyn. (Prem 2015, 11-16.)

Alla olevassa kuvassa on esitetty turboreaktorin toimintaperiaate, kuvasta voidaan myös nähdä, että
pussisuodin on oleellinen osa turbosorp prosessia.



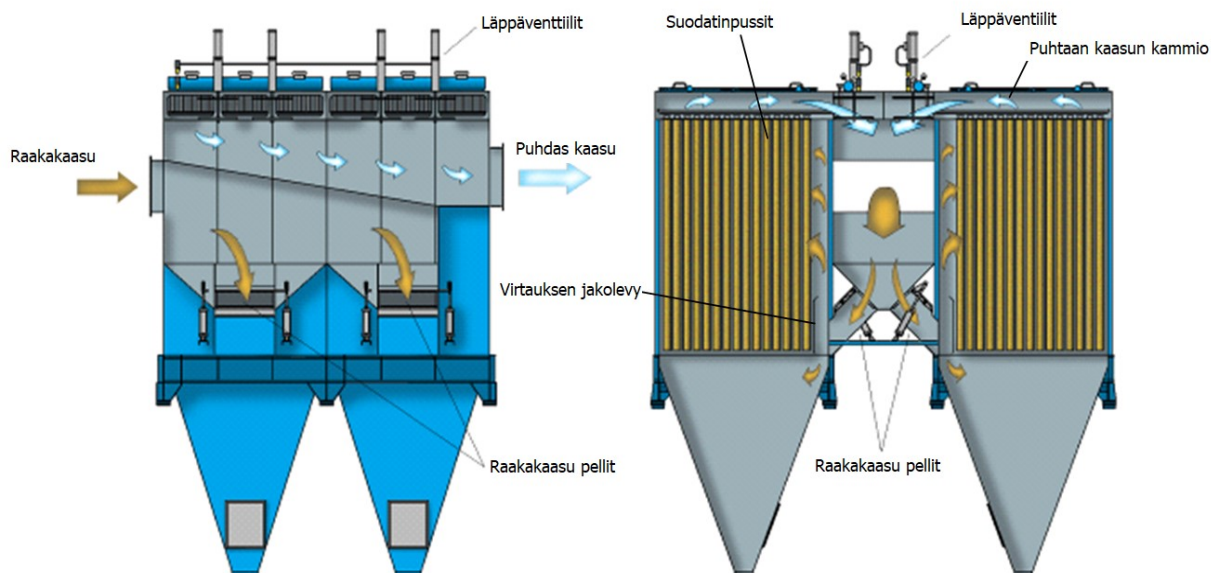
KUVA 4. Turbosorp prosessin periaate (Prem 2015, 16.)

4.3.2 Letkusuodin

Letkusuodattimessa turboreaktorilta tulevat savukaasut ja pöly erotetaan suodatinelementeillä. Suo-
dattimessa suodatinelementtien pinnalle muodostuu aktiivinen reaktiotuotekerrostuma, jossa tapah-
tuu happamien yhdisteiden lisäerotus ja pölyn poisto savukaasusta. Puhdas savukaasu johdetaan

letkusuotimesta savukaasupuhaltimen kautta piippuun. Suodatinelementtien kerrostumat puhdistetaan säännöllisin väliajoin paineilma impulsseilla ja suurin osa tästä reaktiotuotteista (noin 98–99 %) kierrätetään takaisin turboreaktoriin reaktiotuotekierrätys järjestelmän kautta. Pieni osa letkusuodatimen reaktiotuotteista (noin 1–2 %) siirretään tuhkasiilon. (Prem 2015, 19-21.)

Alla olevasta kuvasta nähdään letkusuotimen rakenne.



KUVA 5. Letkusuodattimen rakenne (Prem 2015, 20.)

4.3.3 Reaktiotuotteen kierrätysjärjestelmä

Reaktiotuotteen kierrätysjärjestelmä kerää letkusuodattimien pinnalta erotellun pölykerrostuman yhteen reaktiotuotteen kierrätyspölypölyyn. Tämän jälkeen reaktiotuote siirretään leijukuljettimella turboreaktorin venturisuuttimien alapuolella sijaitseviin syöttökanaviin. Leijukuljettimessa on annostelija, joka säätelee kierrätetyn reaktiotuotteen määrää. Kierrätettyjen kiintoaineiden määrän säätö perustuu turboreaktorin tulon ja lähdön välillä mitattuun paine-eroon sekä savukaasun tilavuusvirtaan, eli leijukerroksen aiheuttama painehäviö pidetään vakiona. Reaktiotuotteiden kierrätyksen leijukuljettimessa on myös sulkupelti, jota käytetään reaktiotuotteiden kierrätysjärjestelmän hätäpysäytykseen. Osa letkusuotimessa erotetusta reaktiotuotteesta poistetaan kierrosta ja siirretään savukaasupuhdistuksen tuhkasiilon. (Prem 2015, 10 ja 19.)

4.3.4 Prosessivesijärjestelmä

Happamien yhdisteiden poistoon optimaalinen lämpötila ja kosteus saavutetaan ja ylläpidetään suihkuttamalla turboreaktoriin prosessivettä. Ruiskutus tapahtuu suoraan turboreaktoriin asennetulla prosessivesilanssilla, jossa on korkeapainesuutin. Suuttimen suihkutuskuvio on ontto kartio, jonka kulma on 90°. Paluuvirtauksen putkistoon asennettu prosessiveden säätöventtiili säätelee jatkuvasti ruiskute-

tun veden määrää pitäen turboreaktorin lämpötilan optimaalisena 135-145°C. Lisäksi ruiskutetun veden määrä esilasketaan savukaasuvirtauksen, tulolämpötilan sekä turboreaktorin lämpötilan asetusrvon erotuksen perusteella. Prosessiveden ruiskutusta voidaan säätöventtiilin vikatilanteessa tehdä lyhyen aikaa prosessiveden käsikäyttöisen säätöventtiilin kautta. Vesiruiskutuksen aikana on aina käytössä myös tiivistysilmapuhallin, joka siirtää ilmaa suuttimen rengasmaiseen väliin estäen näin tukkeutumisen. (Prem 2015, 29-30.)



KUVA 6. Prosessivesisuutin ja suihkutuskuvio (Prem 2015, 30.)

4.3.5 Lisäaineiden syöttöjärjestelmä

Lisäainesyöttöjärjestelmän tehtävä on annostella turboreaktoriin kalsiumhydroksidia ja aktiivihiiltä. Järjestelmän pääkomponentit ovat aineiden varastointisäiliöt, varsinaisen annostelun toteuttavat sulkusyöttimet, lisäaineiden ilmakuljettimet ja näihin liittyvät valvonta anturit.

Syötettävien lisäaineiden annostelun määrää säädetään sulkusyöttimien pyörimisnopeudella. Kalsiumhydroksidin määrä riippuu savukaasujen kokonaisvirtauksesta sekä savukaasujen SO₂ ja HCL pitoisuudesta ennen turboreaktoria ja piipussa. Piipussa sijaitseva jatkuvatoiminen päästömittaus-analysointilaite mittaa jatkuvasti happamien päästöjen määrää, jolloin se pystyy vaikuttamaan heti annosteltavan kalsiumhydroksidin määrään. Aktiivihiilen syötön määrä on suoraan riippuvainen savukaasujen kokonaisvirtauksesta. Operaattori määrittää aktiivihiilen määrän milligrammoina per normikuutio savukaasuja, normaalisti 60mg/Nm³. (Prem 2015, 24 ja 37.)

4.4 Savukaasulauhdutin

Savukaasulauhduttimen tehtävä on lisätä voimalaitoksen kaukolämmöntuotantoa ja poistaa savukaasuista jäljellä olevat epäpuhtaudet. Savukaasupuhaltimilta tulevat savukaasut ohjataan lauhduttimen alaosaan olevasta tuloaukosta. Kaasut lauhdutetaan suihkuttamalla vettä tornin yläosassa sijaitsevista suuttimista. Savukaasut jäähtyvät kastepisteeseensä, ja niiden sisältämä kosteus alkaa tiivistyä kaasuvirrassa oleviin hiukkasiin. Lauhtuneet pisarat erotetaan savukaasuista pisaranerottimella lauhduttimen yläosassa. Savukaasuista lauhtunut sekä suihkutettu prosessivesi kertyy lauhduttimen alaosaan, josta se pumpataan kaukolämpövaihtimeen. Kaukolämpövaihtimessa prosessivesi jäähdytetään kaukolämpöveden avulla. Jäähtynyt vesi johdetaan takaisin lauhduttimen yläosaan ruiskutettavaksi savukaasujen joukkoon. Lauhduttimen pinnankorkeutta säädetään säätöventtiilillä, jonka kautta ylimääräinen lauhde poistetaan kierrosta. Ylimääräinen lauhde johdetaan lietesäiliöön selkeytystä varten ja sieltä pH:n tasaussäiliöön, jossa pH neutraloidaan 50-prosenttisella NaOH-liuoksella. Tämän jälkeen vettä voidaan kierrättää ja käyttää sitä turboreaktorin prosessivetenä. (Pontela 2015, 6.)

Riikinvoiman savukaasupuhdistus on mitoitettu niin, että normaalissa tilanteessa savukaasulauhduttimen käyttö pelkästään päästöjen takia on tarpeetonta. Savukaasulauhduttimen päätehtävä on niin sanotusti esilämmittää laitokselle kaupungilta palaavaa kaukolämpövedettä, nostaa näin laitoksen kokonaislämmöntuotantoa. Prosessiteknillisistä syistä savukaasulauhduttimen veden lämpötila on maksimissaan 65°C. Tämän vuoksi lauhduttimen käyttö lämmöntuotanto tarkoituksessa on sidottu kaukolämpöveden lämpötilaan, joka puolestaan on suoraan riippuvainen ulkolämpötilasta. Ulkolämpötilan ollessaan yli 6°C ylimääräisen lämmön tuottaminen on turhaa, sillä sille ei ole käyttöä. Toisaalta ulkolämpötilan ollessaan alle -20°C astetta kaukolämmön paluuv veden lämpötila on niin korkea, että jäähdyttimen prosessivesi ei pysty lämmittämään sitä.

5 PÄÄSTÖJEN MITTAUS JA MITTAUSTEN LAADUNVARMISTUS

Jatkuvatoiminen päästöjen tarkkailu on välttämätön edellytys, jotta Riikinvoima ja ympäristöviranomainen voisivat seurata pysyvätkö voimalaitoksen toiminnasta aiheutuneet päästöt ilmaan asetettujen päästö raja-arvojen alapuolella. Päästöjen jatkuvatoiminen tarkkailu voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Päästöjä voidaan seurata joko suoraan päästöjä mittaamalla ja tai prosessiarvoista epäsuorasti laskemalla. Riikinvoiman tapauksessa kaasumaisten päästöjen valvonta on toteutettu kiinteästi asennetuilla jatkuvatoimisilla mittauksilla.

Kiinteästi asennetuille päästömittauslaitteille on laadittu laadunvarmistusstandardi EN14181. Se pohjautuu EU:n jätteenpolttodirektiiviin 2000/76/EC sekä myös isoja voimalaitoksia koskevaan LCP-direktiiviin. Standardin tarkoituksena on esittää, miten vertailumittauksin osoitetaan laitoksen päästömittalaitteiden toimivan direktiivin esittämien vaatimusten mukaisesti ja kuinka mitausten laatu varmistetaan myös vertailumittausten välillä. (VTT 2007, 6.)

Laadunvarmistus on standardissa jaettu neljään osaan:

- QAL 1: Quality check of the measuring procedure = mittausmenetelmän soveltuvuus käyttökohteeseen (EN-ISO14956)
- QAL 2: Quality assurance of installation = kiinteästi asennetun mittalaitteen (AMS) kalibrointi ja validointi referenssimenetelmän (SRM) avulla
- QAL 3: Ongoing quality assurance during operation = käytönaikainen laadunvarmistus
- AST: Annual surveillance test = vuosittainen valvonta

5.1 Mittalaitteen soveltuvuus mittauskohteeseen (QAL 1)

Laitokselle valittavan mittalaitteen on sovelluttava mittauskohteeseen ja sen kokonaisuvarmuuden on oltava pienempi kuin viranomaisen esittämässä vaatimuksissa. Kokonaisuvarmuus määritetään yksittäisten epävarmuuskomponenttien avulla EN-ISO14956 -esityksen mukaisesti. QAL 1 vaatimusten toteutumisen osoittaminen kuuluu laitevalmistajan vastuulle ja yleensä tämä osoitetaan tyyppi- hyväksyntätestien avulla esim. TUV. (VTT 2007, 6.)

Mittalaite on myös asennettava mittauskohteeseen asianmukaisella, valmistajan hyväksymällä tavalla ja asennuksessa on huomioitava muun muassa:

- helppo ja turvallinen kulkureitti mittalaitteen luo
- mittalaitteen huollon ympäröivälle tilalle asettamat vaatimukset
- vertailumittauksen asettamat vaatimukset mittausympäristölle

5.2 Kiinteän mittalaitteen kalibrointi ja toiminnan validointi vertailumittausten avulla (QAL 2)

Jotta kiinteän mittalaitteen tulokseen pystytään luottamaan laitoksen käynnin aikana, on siihen aikajoin tehtävä kalibrointi ja oikean toiminnan vahvistaminen vertailumittausten avulla.

Vertailumittaukset on tehtävä:

- Vähintään viiden vuoden välein tai useammin, jos määräykset tai viranomaisen niin vaativat.
- Aina, kun laitoksen toiminnassa tapahtuu merkittäviä muutoksia, kuten esim. polttoaineen tai puhdistuslaitteiston vaihto.
- Aina, kun mittalaitteistoa esim. korjataan tai huolletaan siten että sillä on merkittävä vaikutus mitattuihin tuloksiin.

Vertailumittauksia saa suorittaa vain viranomaisen hyväksymä laboratorio, joka on akkreditoitu EN ISO/IEC 17025:n mukaisesti.

Ennen vertailumittauksia tehdään kiinteästi asennetun mittalaitteen toiminnan tarkastus ns. functional test, jossa käydään läpi alla olevassa taulukossa esitetyt toimenpiteet.

Taulukko 3. Kiinteästi asennetun mittalaitteen toiminnan tarkastus QAL 2 ja AST (VTT 2007, 7.)

Toiminta	Näytteenottoon perustuva ASM		Suoraan savukaasuvirrasta mitattaava ASM	
	QAL 2	AST	QAL 2	AST
Mittalaitteen puhtaus ja suuntaus			X	X
Näytteenkäsittely	X	X		
Dokumentointi	X	X	X	X
Huollettavuus	X	X	X	X
Tiiveystestit	X	X		
Nolla- ja kalibrointipisteen tarkistus	X	X	X	X
Lineaarisuus		X		X
Häiriövaikutukset		X		X
Nolla- ja kalibrointipisteen ryöminän audit		X		X
Vasteaika	X	X	X	X
Raportointi	X	X	X	X

Vertailumittausten tulokset on raportoitava viranomaiselle kuuden kuukauden sisällä mittauksista. Ennen vertailumittauksia on varmistettava siitä, että laitevalmistaja on huoltanut laitteen ja tarkistanut sen toiminnan. Lisäksi on osoitettava, että AMS näyttää nollalukemaa syötettäessä siihen nollakaasua.

Vertailumittausten mitta-yhteet on asennettava niin lähelle AMS-yhteitä kuin se on mahdollista ilman, että mittauksiin syntyy häiriöitä. Etäisyys saa kuitenkin olla korkeintaan kolme kertaa kanavan halkaisija ennen tai jälkeen AMS:n. (VTT 2007, 7.)

Vertailumittausten avulla on myös määritettävä kiinteästi asennetulle mittalaitteelle kalibrintisuora. Kalibrintisuoran pitää kattaa kaikki laitoksen normaaliin toimintaan liittyvät tilanteet, minkä vuoksi vertailumittausten aikana laitosta suositellaan ajettavaksi siten, että pitoisuudet vaihtelevat niin paljon kuin se käytännössä on mahdollista, kuitenkin normaalin toiminnan puitteissa.

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että päästöjen pitoisuuksien kasvattamiseksi ei poisteta käytöstä puhdistuslaitteistoja. Jos kuitenkin vertailumittauksissa saadaan katettua vain kapea pitoisuusalue, joka on paljon pienempi kuin päästöraja-arvo, voidaan kalibrintifunktion toimivuus päästöraja-arvopitoisuudessa testata referenssikaasuseoksilla. (VTT 2007, 8.)

Vertailumittaukset tehdään vähintään viidentoista, kestoaltaan 30 minuutin mittausparin avulla. Nämä 15 mittausta jaetaan tasaisesti kolmelle päivälle, jotta vältetään tulosten välillä oleva mahdollinen autokorrelaatio. Referenssimenetelmällä saadut arvot ilmoitetaan aina samassa tilassa kuin AMS:n korjaamattomat tulokset ilmoitetaan. Näiden arvojen avulla muodostetaan kalibrintisuora.

5.3 Käytönaikainen laadunvarmistus (QAL 3)

Vertailumittausten välisen ajan laadunvarmistus on laitoksen omalla vastuulla. Se tehdään tilastollisten kontrollikorttien esim. CUSUM avulla.

Tarkastelun avulla havaitaan mahdolliset nolla- ja kalibrintipisteiden siirtymiset. Muutokset kertovat laitteiston kunnosta eli laitokselta edellytetään nolla- ja kalibrintipisteiden tarkistamista säännöllisesti. Standardissa ei kuitenkaan ole mainintaa siitä, kuinka usein tarkistus tulisi tehdä.

Kiinteän mittalaitteen omaa automaattista kalibrintijärjestelmää voi käyttää standardinmukaisessa käytönaikaisessa laadunvarmistuksessa. Tällöin on huolehdittava siitä, että nolapisteen ryömintätieto rekisteröidään ja sitä verrataan QAL1:ssä määritettyihin vaatimuksiin. (VTT 2007, 10.)

5.4 Vuosittainen laadunvarmistus (AST)

Vuosittaisessa laadunvarmistuksessa edellytetään seuraavien asioiden tarkastelua:

- Näytteenottolinja (kunto, vuodot, yms.)
- Mittalaite (dokumentointi, vuototestit, huollot, häiriötestit, vasteaika, nolla- ja kalibrintipisteen siirtymät)
- Referenssimittaukset (viisi paria)

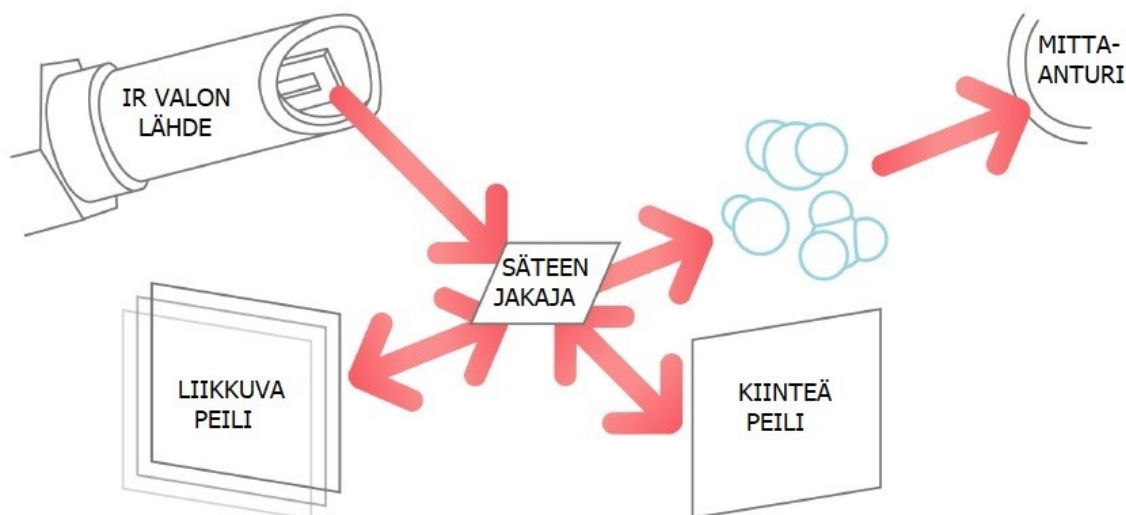
6 NYKYINEN PÄÄTÖMITTAUSANALYSAATTORI (SICK)

Riikinvoimalla savukaasujen jatkuvatoimiset päästömittaukset on toteutettu kiinteästi piippuun asennetulla päästömittausanalyysaattorilla. Se on merkiltään SICK ja mallinimeltään MCS100FT. Analyysaattori perustuu FTIR-teknologiaan. Laitteisto ottaa näytteen suoraan piipussa olevasta savukaasuvirrasta näyteenottosondin avulla, joka on asennettu noin 35 metrin korkeuteen. Näyte toimitetaan lämmitettävän näytelinjan kautta analysointijärjestelmään, joka sijaitsee omassa erillisessä tilassa kattilasalin ylimmässä kerroksessa.

6.1 FTIR

Fourier-muunnosinfrapunaspektroskopia on analyttinen tekniikka, jota käytetään kohteisiin, jotka vaativat useiden parametrien jatkuvaa mittaamista samanaikaisesti. Tyypillisesti FTIR-tekniikkaan perustuvia analyysaattoreita käytetään prosessinhallintaan ja päästöjen seurantaan.

FTIR savukaasuanalyysaattorit tunnistavat ja mittaavat kaasumaisia yhdisteitä niiden infrapunasäteilyn absorbanssin perusteella. Kaasut absorboivat infrapunavaloa joillakin infrapunaspektrin aallonpituuksilla. Tämä on mahdollista, koska atomien ja niiden järjestelyn yhdistelmä on ainutlaatuinen jokaiselle molekyyliarakenteelle. Kaasun molekyyli rakenne määrittää absorptioiden sijainnin ja voimakkuuden, jolloin jokaisella kaasulla on yksilöllinen absorptiospektri. Tätä ainutlaatuista spektriä voidaan käyttää sormenjäljen tapaan näytteen kaasujen tunnistamiseen ja mittaamiseen. Infrapuna-aallonpituudella noin 2-12 mikrometriä kerätyn spektrin instrumentaalinen analyysi mahdollistaa näytekaasun kaasumaisten yhdisteiden kvalitatiivisen tunnistamisen ja kvantitatiivisen analyysin. Alla olevassa kuvassa on esitetty FTIR-mittatekniikan peruseriaate. (Gasmet 2021.)



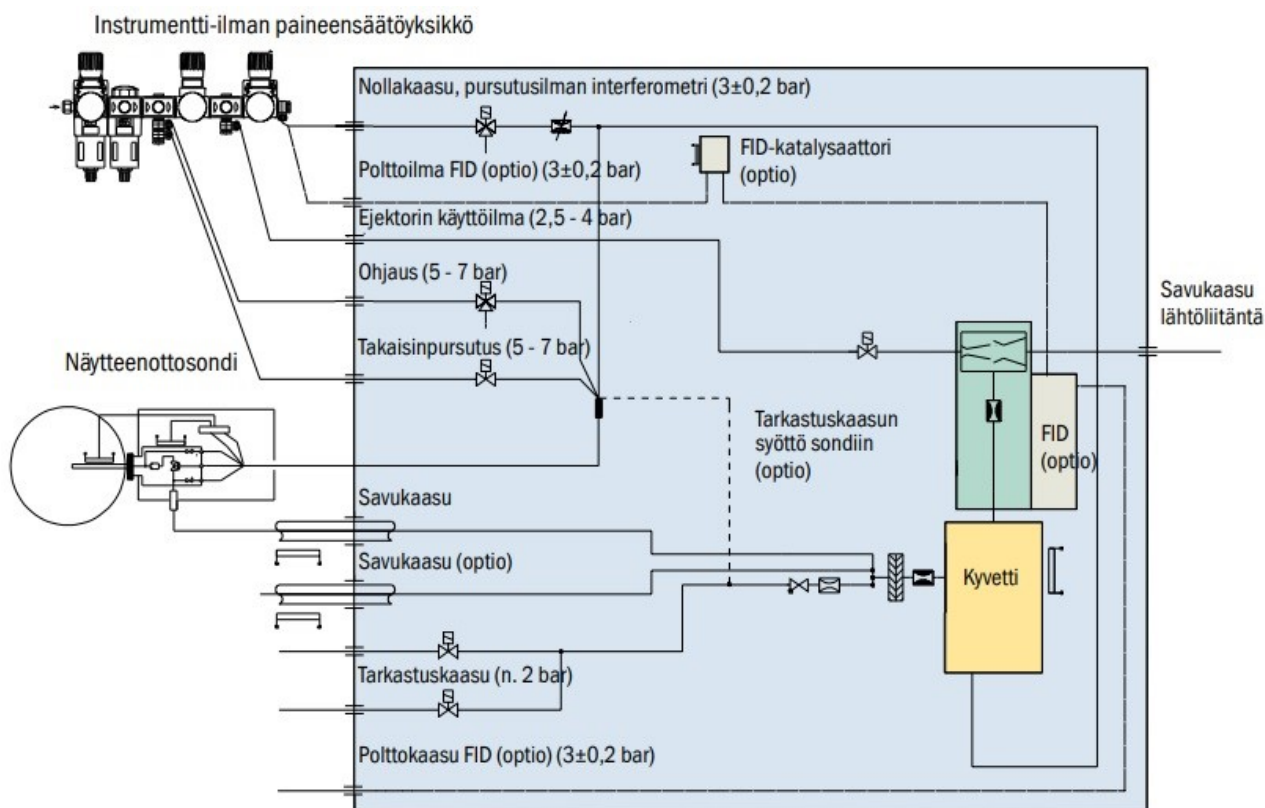
KUVA 7. FTIR-tekniikan toimintaperiaate (Gasmet 2021.)

6.2 Häiriöt

Valtioneuvoston asetuksen (VNA 15/2013) mukaan savukaasupäästöjen raja-arvot on standardoitu 11 prosentin happipitoisuuteen. Tätä varten päästömittausjärjestelmässä on oma, sisäänrakennettu happimittaus. Osana käytönaikaista laadunvarmennusta (QAL3) happimittaus kalibroidaan automaattisesti ASM:n toimesta päivittäin. Selvittelyn jälkeen kävi ilmi, että analysointilaitteisto menee häiriö tilaan lähes päivittäin kalibroinnin yhteydessä.

Nykyinen analysaattori käyttää happimittauksen kalibroinnissa referenssikaasuna voimalaitoksen instrumentti-ilmaa. Johtuen Riikinvoiman prosessin asemoinnista, instrumentti-ilmaa tuottavien kompressoreiden ilmanottokanavat ovat liian lähellä polttoaineen syöttötilaa. Tästä muodostuu ongelma sillä Riikinvoiman polttoaine sisältää paljon orgaanista jätettä. Näin olleen polttoaineen syöttötilaan sekä sen ympäristöön vapautuu analysaattorin kannalta merkittävä määrä metaania. Tämä kaasu häiritsee analysaattorin automaattista kalibrointia eikä se pysty suorittamaan sitä, jolloin se kytkeytyy häiriötilaan.

Alla olevassa kuvassa on esitetty Sick merkisen päästömittaus järjestelmän virtauskaavio. Kaaviosta voidaan nähdä että, instrumentti-ilmaa pystytään ohjaamaan näytekyvetiin. Näin pystytään mittaamaan instrumentti-ilman sisältämät eri komponentti pitoisuudet. Tällä metodilla, laitetoimittajan kehoituksesta oli todettu instrumentti-ilman sisältävän kalibroinnin kannalta liikaa metaania.



KUVA 8. Sick järjestelmän kaasun virtauskaavio (Sick 2015.)

7 TOTEUTUS

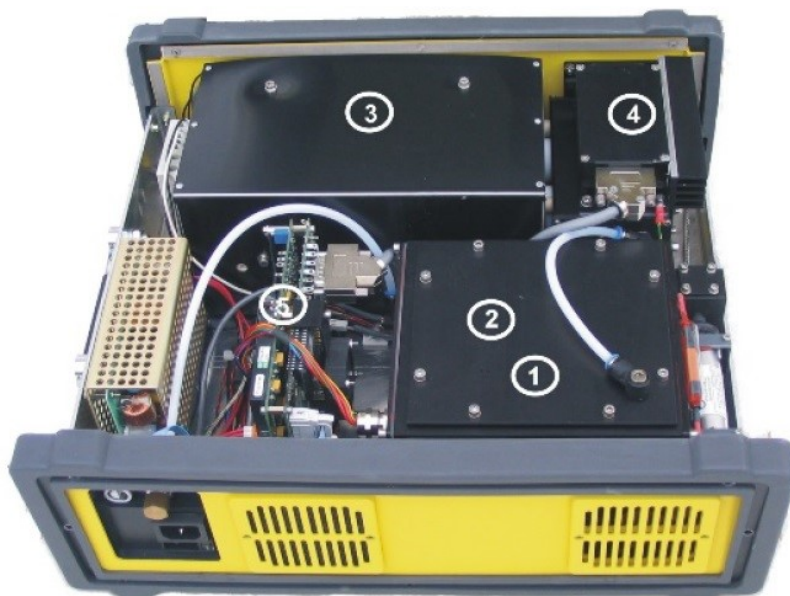
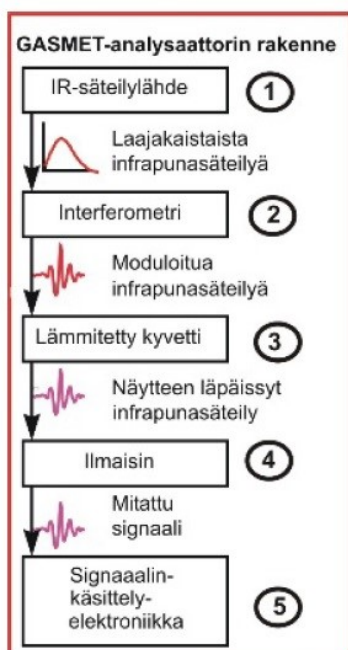
Asiantuntija konsultoinnin jälkeen todettiin, että ongelma tullaan ratkaisemaan hankkimalla redundanttinen päästömittausanalyysointilaitteisto. Uuden analyysointilaitteen tulisi olla alkuperäisen tapaan jatkuva toiminen, kiinteästi asennettu, sekä FTIR tekniikkaan perustuva. Analyysointilaitteistot tulevat toimimaan rinnakkain, joten jommankumman vikaantuessa tai ollessa huollossa on mahdollisuus käyttää toisen analyysointilaitteen mitta-arvoja valvontaan, prosessin hallintaan sekä raportointiin viranomaiselle. Alkuperäisen analyysointilaitteen luotettavuuden parantamiseksi happimittauksen kalibrointia varten hankitaan erilliset kaasupullot, joita pystytään käyttämään referenssikaasuna.

Voimalaitoksen DCS operointijärjestelmään tullaan tekemään muutos, joka mahdollistaa operaattoreille analyysointilaitteen valinnan. Sillä hetkellä käytössä olevan analyysointilaitteen mitta-arvoja käytetään savukaasupuhdistusprosessin ohjauksessa sekä PHD:ssa. Molempien analyysointilaitteiden mitta-arvoja voidaan monitoroida reaaliajassa yhtäaikaaisesti. Uusi Analyysointilaitteisto tullaan sijoittamaan samaan tilaan alkuperäisen analyysointilaitteen kanssa ja sitä varten tullaan tekemään uusi näytteenottolinja piipusta.

Uuden laitteiston myötä pystytään myös paremmin optimoimaan kustannuksia savukaasupuhdistuksen ja sähköntuotannon välillä, koska pystytään välttämään savukaasulauhduttimen tarpeetonta käyttöä.

8 HANKINTA

Hankintaa varten kartoitettiin markkinoilla olevat vaihtoehdot. Kattavan selvityksen ja tarjouskilpailun jälkeen analysaattori vaihtoehdoiksi valikoitui Gasmet merkinen laitteisto. Lähtökohtaisesti haluttiin jonkin muun merkinen laitteisto ja henkilökunnalla oli Gasmetista hyviä kokemuksia. Samoin uuden laitteiston etuja olivat modulaarisuus, nopeat huollot ja varaosien toimitusajat. Varsinkin modulaarisuus nähtiin suurena etuna, sillä analysointilaitteisto koostuu muutamista rakenneosista ja jos jokin näistä osista rikkoutuu, huoltohenkilö on vastaavan osan kanssa 24 tunnin sisällä paikalla. Gasmet on kotimainen yhtiö, joten myös varaosien toimitusajat ovat selkeästi lyhyemmät. Gasmetin järjestelmässä on myös oma happimittaus savukaasupäästöjen mitta-arvojen standardointia varten. Toisin kuin Sickin järjestelmä Gasmetin analysaattori käyttää pullolettua typpeä happimittauksen kalibroinnissa. Alla olevassa kuvassa on esitetty siirrettävän Gasmet merkkisen analysaattorin rakenne.



KUVA 9. Siirrettävän Gasmet FTIR analysaattorin rakenne (Gasmet 2021.)

9 ASENNUS JA KÄYTTÖNOTTO

Uutta laitteistoa varten tarvittavat kaapeloinnit asensi Riikinvoiman aliurakoitsija. Muut tarvittavat liitännät kuten paineilma, viemärointi, näytteenottolinja ja happikalibrointia varten tarvittava typpipullo oli asennettu Riikinvoiman henkilöstön toimesta. Samoin uuden laitteiston varsinaisen paikkaan asennuksen sekä kytkennän hoiti Riikinvoiman henkilöstö Gasmetin edustajien valvonnan alla. Käyttöönoton, joka sisälsi muun muassa kalibroinnit suoritti Gasmetin henkilöstö. Laitetoimittaja myös piti käyttökoulutuksen Riikinvoiman henkilökunnalle. Koulutus piti sisällään muun muassa ohjeet manuaaliseen kalibrointiin, mittatulosten tulkintaa sekä säännöllisiä tarkastuksia. Alla olevassa kuvassa nähdään uuden päästömittausjärjestelmän laitekaappi.



KUVA 10. Uusi asennettu ja käyttöönotettu päästömittausjärjestelmä (Selyunin 2021.)

Alla olevassa kuvassa on DSC operointijärjestelmän uusi näyttökuvaa, josta voidaan tarkkailla molempien analysaattoreiden mitta-arvoja. Punaisella ympyrällä korostetusta valintanapista voidaan valita kumpi analysaattori, on käytössä. PV1 on alkuperäinen ja PV2 on uusi analysaattori.

CEMS mittaukset							Ack	Page	Name	Hde
Käytössä oleva:	SICK (PV1):			GASMET (PV2):		Poikkeama	30 min luparaja	24 h luparaja		
	Korjattu:	Korjaamaton:		Korjattu:	Korjaamaton:					
Vesi:	17.0 %	16.1 %		17.0 %		-1.0 %				
Pöly:		0.4 mg/Nm ³	0.4 mg/Nm ³				○	○		
SO ₂ :	0.0 mg/Nm ³	2.7 mg/Nm ³	3.4 mg/Nm ³	0.0 mg/Nm ³	0.00 mg/Nm ³	2.7 mg/Nm ³	○	○		
NO:	50.6 mg/Nm ³	50.9 mg/Nm ³	64.1 mg/Nm ³	50.7 mg/Nm ³	55.34 mg/Nm ³	0.8 mg/Nm ³				
CO:	2.6 mg/Nm ³	0.41 mg/m ³ .d	0.20 mg/m ³ .d	2.6 mg/Nm ³	0.00 mg/Nm ³	-2.2 mg/Nm ³	○	○		
O ₂ :	7.9 %	8.35 % ,dry		7.89 % ,dry	5.32 % ,wet	0.5 %				
HCl:	5.4 mg/Nm ³	5.64 mg/Nm ³	7.98 mg/Nm ³	5.4 mg/Nm ³	6.43 mg/Nm ³	0.3 mg/Nm ³	○	○		
HF:	0.1 mg/Nm ³	0.00 mg/Nm ³	0.00 mg/Nm ³	0.1 mg/Nm ³	0.08 mg/Nm ³	-0.1 mg/Nm ³	○	○		
TOC:	0.3 mg/Nm ³	0.29 mg/Nm ³	0.11 mg/Nm ³	0.33 mgC/Nm ³	0.95 mgC/Nm ³	-0.0 mg/Nm ³	○	○		
NH ₃ :	1.6 mg/Nm ³	3.21 mg/Nm ³	1.82 mg/Nm ³	1.6 mg/Nm ³	1.75 mg/Nm ³	1.6 mg/Nm ³	○	○		
NO ₂ :	0.0 mg/Nm ³	0.0 mg/Nm ³	0.0 mg/Nm ³	0.0 mg/Nm ³	0.01 mg/Nm ³	-0.0 mg/Nm ³				
NO _x :		66.0 mg/m ³ n		55.1 mg/Nm ³	85.74 mg/Nm ³		○	○		
CO ₂ :				9.4 vol-%	10.22 vol-%					
N ₂ O:				0.0 mg/Nm ³	0.00 mg/Nm ³					
CH ₄ :				0.0 mg/Nm ³	0.00 mg/Nm ³					
C ₂ H ₆ :				0.0 mg/Nm ³	0.02 mg/Nm ³					
C ₂ H ₄ :				0.1 mg/Nm ³	0.10 mg/Nm ³					
C ₃ H ₈ :				0.5 mg/Nm ³	0.50 mg/Nm ³					
C ₆ H ₁₄ :				0.4 mg/Nm ³	0.45 mg/Nm ³					
HCOH:				0.0 mg/Nm ³	0.00 mg/Nm ³					

■ Vika

■ Kalibrointi huolto

■ Huuoltopyyntö

■ Vika

■ Kalibrointi huolto

■ Huuoltopyyntö

■ Mittaus OK

KUVA 11. Uusi operaattorille näkyvä näyttökuvaa valvontaa ja ohjausvalintaa varten (Selyunin 2021.)

10 YHTEENVETO

Ennen projektia Riikinvoiman savukaasupäästöjen jatkuvatoimisen mittauslaitteiston luotettavuus ei ollut halutulla tasolla ja raja-arvojen alituksen todentaminen piti ajoittain varmistaa vaihtoehtoisella menetelmällä. Työn tärkein tavoite oli saada analysaattorin luotettavuus sille tasolle, että vaihtoehtoihin varotoimenpiteisiin ei tarvitsisi jatkossa turvautua. Ongelma ratkaistiin hankkimalla ja asentamalla uusi redundanttinen päästömittauslaitteisto. Ongelma olisi ehkä voitu ratkaista joillakin muilla keinoina kuten esimerkiksi alkuperäisen analysaattorin kalibrointi-ilman puhdistuksella. Luotettavuuden maksimoimiseksi oli kuitenkin päädytty kahteen erilliseen järjestelmään. Yksi kahden järjestelmän selkeitä etuja on omatoimisuus, tällä tavalla toiseen laitteistoon voidaan suorittaa esimerkiksi pidempiä huoltokatkoja. DCS operointijärjestelmästä analysointilaitteiston vaihto on nopea ja vaivatonta. Samoin savukaasupuhdistuslaitteisto, joka saa ohjaustietonsa analysaattorilta reagoi vaihtoon välittömästi. Koska analysaattorin häiriötilanteiden varalle ei tarvita jatkossa varotoimenpiteitä, voidaan savukaasulauhdutinta käyttää pelkästään lämmöntuotantoon. Tämä puolestaan alentaa savukaasupuhdistuksen kokonaiskustannuksia sekä tietyissä olosuhteissa parantaa laitoksen sähköntuotantoa.

Tällä hetkellä projektin valmistumisesta on kulunut useampi kuukausi. Analysaattoreiden rinnakkaiskäyttö on osoittautunut toimivaksi ratkaisuksi ja Riikinvoiman savukaasupäästöjen mittauslaitteiston luotettavuus on halutulla tasolla.

11 LÄHTEET

- Riikinvoima 2021. Voimalaitos. Verkkojulkaisu. <https://riikinvoima.fi/voimalaitos/>. Viitattu 8.6.2021
- Riikinvoima 2021. Jätteiden toimitusalue. Kuva. <https://riikinvoima.fi/yhtio/>. Viitattu 8.6.2021
- Riikinvoima 2021. Yhtiö. Verkkojulkaisu. <https://riikinvoima.fi/yhtio/>. Viitattu 10.6.2021
- Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen P. ja Pakkanen H. 2000. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: OY Edita Ab
- Riikinvoima. Ekovoimalaitos. Valokuva. 2020. Leppävirta: Riikinvoiman kuva arkisto.
- Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 151/2013, 14 §. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130151>. Viitattu 2.7.2021
- Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 151/2013, 18 §. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130151>. Viitattu 2.7.2021
- Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 151/2013. Liite 2. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130151>. Viitattu 2.7.2021
- Aluehallintovirasto 2013. Riikinnevan ekovoimalaitoksen ympäristölupa ja toiminnanaloittamislupa. Päätös Nro 106/2013/1, Dnro ISAVI/17/04.08/2013. Viitattu 20.7.2021
- Roman Selyunin 2021. Riikinvoiman savukaasujen puhdistuslaitteiston pääkomponentit. Kuva. 30.12.2021. Leppävirta.
- Fabritius Marko 2017. Ammoniakkivesijärjestelmä. Riikinvoiman arkistodokumentti. Viitattu 24.8.2021.
- Alstom 2015. Sähkösuotimen kuvaus. Riikinvoiman arkistodokumentti. Viitattu 24.8.2021.
- Prem Karl 2015. Savukaasun puhdistusjärjestelmän kuvaus. Riikinvoiman arkistodokumentti. Viitattu 24.8.2021.
- Pontela Lauri 2015. Savukaasulauhduttimen kuvaus. Riikinvoiman arkistodokumentti. Viitattu 24.8.2021.
- VTT 2007. Päästömittausten käsikirja osa 2: Päästöjen tarkkailu. Ympäristö.fi verkkopalvelu. https://www.ymparisto.fi/fi-fi/asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Raportoinnit_ja_tietojen_ilmoittaminen/Paastotiedon_ilmoittaminen_paastorekistereihin_PRTR/Laitoskohtaisten_paastotietojen_tuottaminen. Viitattu 2.9.2021.

Gasmet 2021. FTIR Tehcnology White Paper. Verkkoaineisto. <https://info.gasmet.com/download-ftir-technology-white-paper>. Viitattu 6.9.2021.

Sick 2015. Kaasun virtaus kaavio. MCS100FT Manual. Riikinvoiman dokumentti.

Gasmet 2021. Kaasuanalysaattorin käyttäjän ohjekirja. Riikinvoiman dokumentti. Viitattu.6.9.2021

Selyunin Roman 2021. Uusi asennettu ja käyttöönötettu päästömittausjärjestelmä. Valokuva. 26.9.2021. Leppävirta.

Selyunin Roman 2021. Uusi operaattorille näkyvä näyttökuvva. Ruutukaappaus. 26.9.2021. Leppävirta.