

Heikki Lappalainen

IE-direktiivin vaikutukset Kotkamills Oy:lle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

23.4.2013

Tekijä Otsikko	Heikki Lappalainen IE-direktiivin vaikutukset Kotkamills Oy:lle
Sivumäärä Aika	31 sivua + 1 liite 23.4.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Energia- ja ympäristötekniikka
Ohjaajat	Yliopettaja Markku Jantunen Ympäristöpäällikkö Hannu Wahlberg
<p>Tarve tälle insinööriyölle syntyi Kotkamills Oy:n Kotkan paperi- ja sellutehtaan voimalaitoksella. Työn tavoitteena oli selvittää Euroopan unionin IE-direktiivin 2010/75/EU vaikutukset kaasukombivoimalaitokseen sekä se, miten IE-direktiivin myötä kiristyvät päästörajat saavutetaan. Voimalaitoksen modernisointipäätökseen vaikuttivat rakennustekniset mahdollisuudet sekä investointikustannukset. Työssä esitetyt eri modernisointivaihtoehtojen kustannuslaskelmat ovat konsultointi- ja suunnittelutoimisto Pöyryn laatimat.</p> <p>Osana insinööriyötä on perehtyä kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan sekä selvittää suunnitelman tuomat mahdolliset vaatimukset ja vaikutukset Kotkamills Oy:lle. Kansallisen siirtymäsuunnitelman tarkoitus on helpottaa polttolaitoksien siirtymistä uuden direktiivin alaisuuteen.</p> <p>Tässä työssä käsitellään Kotkamills Oy:n paperi- ja sellutehtaan voimalaitosprosessi ja IE-direktiivi 2010/75/EU siltä osalta, joka koskee Kotkamills Oy:n voimalaitosta sekä selvitetään, miten kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan kuulumisen vaikuttaa Kotkamills Oy:n voimalaitoksen toimintaan. Työssä esitetään vaihtoehtoja voimalaitoksen modernisointia varten typenoksidipäästöjen vähentämiseksi.</p>	
Avainsanat	Päästöraja, IE-direktiivi 2010/75/EU, modernisointi, kansallinen siirtymäsuunnitelma

Author Title	Heikki Lappalainen The Effects of IE-2010/75/EU Directive at Kotkamills Oy
Number of Pages Date	31 pages + 1 appendix 23 April 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Energy and Environmental Engineering
Instructors	Markku Jantunen, Senior Lecturer Hannu Wahlberg, Environmental Manager
<p>This Bachelor's thesis was assigned by the power plant of Kotkamills Oy paper and pulp mill. The aim was to find out how the new industrial emissions directive IE-2010/75/EU will affect the operations of Kotkamills Oy. The industrial emission directive IE-2010/75/EU will combine seven existing directives into one, and also BAT -documents (Best Available Technic) will be added to the directive.</p> <p>Due to the new industrial directive, emission limit values for carbon monoxide, nitrogen oxides and dust will decrease linearly. One of the main objectives in this thesis was to determine the necessary actions to achieve the new emission limit values. Furthermore options for the modernization of the combined cycle power plant are suggested in this thesis. The estimated costs have been calculated by the consulting office Pöyry.</p> <p>A part of this thesis was to discover the outcomes of what being part of the transitional national plan and how it will affect Kotkamills Oy's operations during the transitional period. The transitional period is from 1 January 2016 to 30 June 2020.</p> <p>In conclusion, this thesis describes the combined cycle power plant process of Kotkamills Oy at their Kotkansaari paper and pulp mill. The new industrial emission directive 2010/75/EU is also examined and especially, those parts which are relative to Kotkamills Oy and the transitional national plan. Finally, four different alternatives for the modernization of the power plant are presented in order to lower the emissions of the nitrogen oxides are presented in this thesis.</p>	
Keywords	industrial emission directive, transitional national plan, modernization, emission limit value

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kotkamills Oy	2
2.1	Yrityksen historia	2
2.2	Tehtaan esittely	3
2.3	Kombivoimalaitos	4
2.3.1	Kaasuturbiini	4
2.3.2	Lämmöntalteenottokattila	7
2.3.3	Kombiprosessi	8
2.4	Sulfaattiselutehdas	10
2.4.1	Sulfaattimenetelmä	10
2.4.2	Soodakattila	11
2.5	Biovoimalaitoshanke	12
3	Kansallinen siirtymäsuunnitelma (TNP)	13
3.1	Suunnitelman käsittely	13
3.2	Sitoumus	14
4	IE-direktiivi 2010/75/EU	17
5	Päästörajat	19
5.1	Laskenta	21
5.2	Päästöjen tarkkailu	22
6	Ympäristölupa	23
6.1	Ympäristöluvan käsittelyvaiheet	24
6.2	BAT (Best Available Techniques)	24
7	Ratkaisut kombiprosessin muuttamiseksi	25
7.1	Poltinmodernisointi - Low NO _x -poltin	25
7.2	Savukaasujen kierrätys	26
7.3	Katalyytti (SCR)	27
8	Yhteenveto	29
	Lähteet	30

Liitteet

Liite 1. Kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan kuuluvien polttolaitoksien laskennalliset osuudet typenoksidipäästöistä

1 Johdanto

Tämä insinööri työ on tehty Kotkamills Oy:n Kotkan paperi- ja sellutehtaan toimeksiantona. Työn tarkoituksena on selvittää Euroopan unionin asettaman teollisuuden päästöjä koskevan IE-direktiivin 2010/75/EU vaikutukset Kotkamills Oy:hyn.

Työn tavoitteena on tehdä selvitykset voimalaitoksen modernisointia varten. Työssä pyritään kartoittamaan uuden IE-direktiivin vaikutukset nykyisin käytössä olevan kaa-sukombivoimalaitoksen päästöihin, sekä tekemään selvitykset vaihtoehtoisista ratkaisuista voimalaitoksen modernisointia varten. Työssä esitetään myös konsultointiyhtiö Pöyryn laatimat alustavat kokonaiskustannusarviot eri modernisointivaihtoehdoille.

Tässä työssä käydään läpi myös kansallinen siirtymäsuunnitelma. Kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan kuuluvilla polttolaitoksilla on mahdollisuus siirtyä asteittain uuden IE-direktiivin asettamiin päästörajoihin. Kansallisen siirtymäsuunnitelman aikana päästöjä lasketaan lineaarisesti vuosina 2016 - 2020.

Kotkamills Oy:n biovoimalaitoshanke on selvitysvaiheessa, ja tämän työn tarkoituksena on selvittää direktiivin vaikutukset myös tätä hanketta varten.

2 Kotkamills Oy

2.1 Yrityksen historia

Kotkamills Oy:n historia alkaa vuodesta 1872, kun norjalainen Hans Gutzeit perusti Suomeen aikansa moderneimman höyrykäyttöisen sahan. Saha työllisti noin 60 henkilöä, työntekijät olivat pääosin norjalaisia. Sahan myötä Kotkaan rakentui noin 250 henkilön norjalainen siirtokunta. 1900-luvun alussa tehtaan omistajat päättivät hyödyntää sahatusta puusta jäävän hakkeen ja rakennettiin ensimmäinen sulfaattisellutehdas, joka käynnistyi 1907. Uusi tehdas työllisti noin 100 henkilöä. Vuonna 1920 sulfaattisellutehtaan yhteyteen perustettiin mäntyöljytislaamo sekä saippuatehdas. Ensimmäisen maailmansodan aikana sellutehtaan jätteestä tislattua metanolia ja tärpähtiä tuotettiin Neuvostoliiton armeijalle. Sellutehdasta laajennettiin vuonna 1937, tehtaan ollessa täydessä toiminnassa rakennustöiden aikana. Toisen maailmansodan aikana Kotka oli kovien pommituksen kohteena ja vuonna 1941 tehdasalue tuhoutui pommituksen aiheuttamassa tulipalossa. Sodasta huolimatta uusi tehdas rakennettiin ja tehdas valmistui vuonna 1944. Toisen maailmansodan jälkeen 1950-luvulla aloitettiin voimapaperin tuotanto. Lupaavien markkinatutkimuksien myötä kaksi voimapaperikonetta tuottivat täydellä teholla paperia vuosina 1953 ja 1954. Vuonna 1964 aloitettiin uusi tuotantolinja, jossa hyödynnettiin tehtaan tuottamaa sahanpurua. Uusi raaka-aine osoittautui menestykseksi laminaattiytimen kehityksessä. Kotkan paperitehdas tuotti sekä valkaistua että ruskeaa paperia. Jalostustehdas rakennettiin vuonna 1965 Kotkan tehtaiden yhteyteen ja se työllisti 60 ihmistä ja tuotti useita tuhansia tonneja käärepaperia. Samana vuonna toiminta laajeni Tainionkoskelle, minne rakennettiin paperikone tuottamaan erikoispaperia. Jalostustehdas lopetti toimintansa vuonna 1978 tuhoisan tulipalon vuoksi. [7.]

1970-luvulla yhtiö teki päätöksen keskittyä liimalaminaattipaperiin, Laminexiin® ja Absordexiin®, johtuen jatkuvasti kasvavasta kysynnästä. Laminexistä® luovuttiin muutama vuosi myöhemmin ja yhtiö keskittyi Absordexiin®. Ruskean käärepaperin tuotanto lopettiin 1980-luvulla, kun yksi toimivista paperikoneista muutettiin tuottamaan paperia sanomalehtiä varten. Sanomalehtipaperia varten luovuttiin 1900-luvulla käytetystä pitkäkuituisesta sulfaattisellusta, koska sanomalehtipaperin valmistuksessa raaka-aineena käytettiin mekaanisesti tuotettua kuitumassaa. Tuotantolinjaa modernisointiin vuonna 1987 aikakauslehtipaperin tuotantoon. Ympäristön laadun tarkkailu kehittyi huomattavasti 1990-luvulla, ja jäteveden käsittelylaitos rakennettiin vuosikymmenen

alussa. Kolme vuotta myöhemmin tehdasalueen energiantuotanto modernisointiin ja uusi maakaasua käyttävä kombivoimalaitos rakennettiin takaamaan paperitehtaan sähkökulutuksen tarve. 90-luvun tuomat muutokset vaikuttivat koko tehdasalueella, ja ainoastaan pohjoisen puolen palomuri oli ennallaan siitä alueesta, mikä alunperin perustettiin 1940-luvulla. Muutokset ulottuivat myös kansainvälisesti, vuonna 1997 impregnointitehdas L.P Pacific Films perustettiin Malesiaan. [7.]

2000-luvun alku oli kasvun aikaa, valmistuskapasiteetti kasvoi ja paperikoneet modernisointiin, sen myötä laatu parani ja tehokkuus kasvoi. Jäteveden aktiivilietettä käsittelevä tehdas valmistui vuonna 2001. Kotkan tehtaiden omistus vaihtui vuonna 2010 ja entisestä Stora Enso Kotka Oyj:stä tuli Kotkamills Oy. Omistajuuden vaihdon myötä alkoi investointi uuteen sellunkierrätyslaitokseen. Tehtaalle kerätään pahvilaatikoita kotkan alueella uudelleen käsittelyä varten, josta syntyy kierrätettyä sellua Absordevin® valmistukseen.

2.2 Tehtaan esittely

Kotkamills Oy:n tehtaat sijaitsevat Kotkan kaupungissa Kotkansaaren kaupunginosassa. Tehdasalueeseen kuuluvat sellutehdas, kierrätyskuitulaitos, paperikoneet 1 ja 2, impregnointitehdas, kombivoimalaitos, jätevedenpuhdistamo, hiertämö sekä sahaus ja höyläys. Integroidulla sellutehtaalla valmistetaan sahanpurusta noin 170 000 tonnia purusellua vuodessa. Paperikone 1 tuottaa Absorbex® -laminaattipaperia 160 000 t/a. Impregnointitehdas valmistaa Imprex® -runkopaperia ja kalvoja 30 000 t/a. Paperikone 2 tuottaa vuosittain 170 000 tonnia päällystettyä painopaperia. Sahatavaran ja sen jätösten vuosittainen tuotanto on 230 000 m³. Voimalaitoksen sähkötuotanto on 70 MW ja höyryntuotanto 160 MW.

Tässä työssä keskitytään kombivoimalaitokseen, joka kuuluu kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan ja on IE-direktiivin vaikutuksen alaisena. IE-direktiivin artiklan 30 kohdan 8 nojalla sellutehtaan soodakattila ei kuulu IE-direktiivin eikä direktiivin määrittämien päästöraja-arvojen piiriin.

2.3 Kombivoimalaitos

Kombivoimalaitos koostuu European Gas Turbinen valmistamasta kaasuturbiinista, Ahlström / Foster Wheelerin valmistamasta lämmöntalteenottokattilasta ja ABB-Turbinen Nürnbergin höyryturbiinista.

2.3.1 Kaasuturbiini

Kompressorit, polttokammio ja turbiini muodostavat kaasuturbiinin. Kompressorilta korkeapaineilma johdetaan polttokammioon, jossa polttoainetta poltetaan korkeassa lämpötilassa. Palaminen tapahtuu vakiopaineessa ja yli-ilman käyttäminen on välttämätöntä, jotta lämpötila ei nouse turbiinin siipien kestarajan yläpuolelle. Englantilainen John Barber patentoi ensimmäisen kaasuturbiinin jo vuonna 1791 ja norjalainen Elling rakensi ensimmäisen nettotehoa tuottavan kaasuturbiinin vuonna 1903. Teollisuuskäytössä olevissa kaasuturbiineissa on yleensä yksiaksiaalinen kompressorit. Akseli pyörii vakionopeudella, minkä vuoksi osakuormilla käyttäminen laskee hyötysuhdetta jyrkästi. Hyötysuhteen lasku johtuu pääosin virtauksien muuttumisesta epäedullisiksi siipiin nähden, mistä aiheutuu sysäyshäviöitä. [2, s. 204; 1, s. 122.]

Ensisijainen tekijä kaasuturbiinin toiminta-arvoja valittaessa on kaasuturbiinin sisäänmenolämpötila, joka määräytyy materiaalien lämmönkestävyyden perusteella. Jos sisäänmenolämpötila on korkea, valitaan yleensä myös korkea painesuhde. Pienempi painesuhde vaikuttaa korottavasti poistokaasun ulostulolämpötilaan. Ominais-teho vaikuttaa kaasuturbiinin valmistamiseen vaadittaviin fyysisiin ominaisuuksiin, kokoon ja siihen millaiseksi virtauspoikkipinta-ala siivistö muodostuu. Kaasuturbiinin koko vaikuttaa valmistuskustannuksiin, joten etsimällä ominaistehon suurin arvo, saavutetaan edullisimmat valmistuskustannukset. Kaasunpaine täytyy puristamalla nostaa ennen syöttämistä turbiinin läpi. Turbiinista saatua tehoa voidaan korottaa, esilämmittämällä polttoainetta palokammiossa. Kaasuturbiinin suoritukseen vaikuttaa kaksi päätekijää, turbiinin toimintalämpötila sekä komponenttien hyötysuhteet. Mitä korkeammat ovat edellä mainittujen arvot, sitä parempi kokonaissuoritus saavutetaan. Kaasuturbiiniprosessin kokonaishyötysuhde on riippuvainen kompressorin painesuhdesta. Kotkan tehtailla on European Gas Turbinen valmistama kaasuturbiini, jossa on Dry Low-NO_x-polttokammiot. Normaaliajossa sähköteho on 41,8 MW.

Polttokammion painehäviö lisää kompressorin tehontarvetta ja nostaa kompressorin ulostulolämpötilaa, lisäteho siirtyy paineistettuun ilmaan ja siirtyy lämpönä eteenpäin.

Turbiinin jälkeinen painehäviö aiheuttaa merkittäviä vaikutuksia laitoksen kokonaishyötysuhteeseen.

Kaasuturbiinissa puristus, palaminen ja paisunta tapahtuvat useissa komponenteissa, jotka ovat sinällään erillisiä, koska ne suunnitellaan ja testataan yksittäin. Kaasuturbiiniyksikkö rakentuu liittämällä nämä komponentit yhteen. Komponentteja voi olla myös enemmän kuin vain kolme pääkomponenttia, kompressori, polttokammio ja turbiini. Kaasuturbiiniyksikköön voidaan lisätä myös muita kompressoreja ja turbiineja sekä välijäähdyttimiä kompressorien väliin ja välipolttokammioita turbiinien väliin. Lämmönsiirrin käyttää osan turbiinin pakokaasujen energiasta esilämmittääkseen polttokammioon syötettävän ilman. Nämä lisäkomponentit parantavat laitoksen tehoa ja hyötysuhdetta, haittapuolena on lisääntyvät kustannukset. Tapa miten komponentit liitetään yhteen ei vaikuta pelkästään hyötysuhteeseen tai saatavaan tehoon, vaan myös siihen mihin tarkoitukseen kaasuturbiinista saatava teho hyödynnetään. Eri sovelluksilla on erilaiset vaatimukset. [4.]

Kompressorin tehtävä on palamisilman paineen nostaminen. Paineen nosto tapahtuu siirtämällä energiaa virtaavaan väliaineeseen. Energian siirto tapahtuu kiihdyttämällä kaasun nopeutta kompressorin pyörivän siivistön avulla, roottori, minkä jälkeen staattori muuttaa nopeuden muutoksen paineen ja entalpian nousuksi. Staattori on paikallaan oleva siivistö. Kompressori koostuu yleensä useista roottorin ja staattorin muodostamista puristusvyöhykkeistä. Hyvin suunniteltujen kompressoreiden isentrooppinen hyötysuhde on 80 - 90 %.

Polttokammion tehtävä on lämmittää turbiinille syötettävä polttoaine. Kompressorin tuottama paineistettu polttoaine syötetään polttokammioon, jossa se poltetaan suuressa ilmamäärässä ja vakiopaineessa. Prosessi on jatkuva, joten sytytys tapahtuu vain turbiinin käynnistyessä ja käynnistyksen jälkeen palaminen tapahtuu itsenäisesti.

Kompressori ja polttokammio valmistavat käytettävän polttoaineen turbiinille, jonka tehtävä on tuottaa mekaanista tehoa generaattorille, joka muuntaa tuotetun mekaanisen tehon sähkötehoksi. Kompressorin tavoin turbiinissa on roottori ja staattori, toiminta on vain päinvastainen kuin kompressorissa. Polttokammioista tuleva kuuma polttoaine johdetaan staattorin johdesiipien lävitse, joka nostattaa virtaavan kaasun nopeutta ja ohjaa kaasun optimaalisesti kohti roottorin juoksusiivistöä. Roottorin juoksusiivistö muuntaa virtaavaan kaasun nopeuden turbiinin pyörimisliikkeeksi muodostaen mekaa-

nista energiaa. Kompressorin tavoin turbiinissa on useita vyöhykkeitä, ja kun riittävä määrä mekaanista energiaan on saatu talteen, kaasut ohjataan diffuusoriin.

Polttimen tehtävä on sytyttää polttoaine muodostaen homogeenisen polttoaine-ilmaseoksen. Polttimien valinnalla ja suunnittelulla on huomattava merkitys päästöjen kannalta. Nykyiset polttimet ovat De Jong Combustion b.v:n toimittamat kanavapolttimet, jotka on modernisoitu vuonna 2005. Polttimia on yhteensä 11 kappaletta horisontaalisesti asennettuna. Yhteenlaskettu teho raitisilmapoltoissa on noin 132 MW ja lisäpoltoissa noin 60 MW, polttoaineena käytetään maakaasua.

Kaasu- tai höyryturbiinin tuottama mekaaninen energia muuntuu generaattorissa sähköenergiaksi. Sähkö syntyy kun sähköjohtin liikkuu magneettikentässä. Sähköjohtimeen indusoituu jännitettä, jonka määrä riippuu magneettikentän voimakkuudesta, johtimen pituudesta ja liikenopeudesta. Sähkövirta syntyy johtimeen vasta, kun se on kytketty suljetuksi virtapiiriksi. Turbiinin roottorin ympärillä pyörivässä liikkeessä oleva magnetointikämmi saa aikaan magneettivuon liikkeen generaattorissa. Magnetointivirta johdetaan käämiin harjojen ja liukurenkaiden avulla. Rautasydän indusoi sähkövirran staattorikämmiä. Roottorin kierrosnopeuden kasvaessa ja magneettikentän suuruuden myötä jännite kasvaa. Voimalaitoksissa käytössä olevat generaattorit jaetaan hitaasti ja nopeasti pyöriviin tahtigeneraattoreihin. Yleensä hitaasti pyöriviä käytetään vesiturbiineissa ja nopeasti pyöriviä höyryturbiineissa. Suomessa sähköverkon taajuus on 50 Hz, jolloin normaalisti höyryturbiinin generaattori pyörii 3000 kierrosta minuutissa ja napaluku on yksi, eli roottorin yhdellä kierroksella syntyy vaihtojännitteen yksi jakso. Taajuus f voidaan määrittää seuraavasta kaavasta, jossa n on kierrosluku ja p on napaluku.

$$f = np \quad (1)$$

Suurissa voimalaitoksissa käytetään pienempää kierrosnopeutta keskipakovoimien pienentämiseksi. [2, s.297]

2.3.2 Lämmöntalteenottokattila

Yksinkertainen lämmöntalteenottokattila toimii yhdellä painetasolla ja kattila sisältää veden esilämmittimen, veden höyrystimen ja höyryn tulistimen. Lämmöntalteenottokattiloita voidaan rakentaa pysty- ja vaakamallisia. Kattilan sisällä on pystysuoraan asennetut lämmönsiirrinputket, ja kaasuturbiinista virtaavat kuumat savukaasut ohjataan kohtisuoraan lämmönsiirrinputkia vastaan. Luonnonkiertokattilassa veden ja höyryn tiheyseron aikaansaama paine kierrättää vettä kattilassa. Syöttövesisäiliöstä vesi kuljetetaan lämmöntalteenottokattilan yläpuolella olevaan lieriöön, josta vesi kulkee kattilan höyrystinputkiin. Muodostunut höyry palaa takaisin lieriöön, joka erottaa höyryn ja veden toisistaan. Höyry kulkee tulistimiin ja vesi palautuu takaisin kattilan höyrystinputkiin. Kotkamills Oy:llä on kaksipainetasolla toimiva Ahlströmin ja Foster Wheelerin valmistama makaava luonnonkiertokattila, korkeapainehöyryn lämpötila on 500 °C ja paine 84 baria. Matalapainepuolen höyrynarvot ovat 195 °C ja 6,5 baria.

Lisäpoltolla varustetun lämmöntalteenottokattilaan tuleva savukaasu sisältää happea noin 15 - 16 %, koska kaasuturbiinin palamisreaktiossa ilmakerroin on suuri, noin 3. Savukaasujen korkean happipitoisuuden vuoksi, savukaasuja voidaan käyttää lämmöntalteenottokattilaan sijoitetun polttimen palamisilmana. Lisäpoltolla nostetaan lämmöntalteenottokattilaan tulevan savukaasun lämpötilaa. Rajoitetussa lisäpoltossa savukaasujen lämpötila nostetaan ennen kattilaa noin 750 °C:seen ja vain osa savukaasujen sisältämästä hapesta poltetaan pois. Rajoitetun lisäpolton etuna on, ettei kattilaan tarvitse tehdä muutoksia. Poltin sijoitetaan tulistinlämmönvaihdinta edeltävään kanavaan. Lisäpolton ja savukaasujen korkean lämpötilan vuoksi lämmöntalteenottokattilassa tuotetun tuorehöyryn lämpötilan ja paineen arvot vastaavat samantehoisissa höyrykattiloissa tuotetun tuorehöyryn arvoja.

Täydessä lisäpoltossa savukaasujen happipitoisuus poltetaan 3 - 4 %:iin asti ja savukaasujenlämpötila nousee noin 1000 °C:seen. Savukaasujen korkean lämpötilan vuoksi kattiloiksi eivät sovi enää lämmöntalteenottokattilat, vaan tarvitaan täydelle lisäpoltolle soveltuva kattila, jossa on tulipesä ja tulipesän seinämällä on polttoainepolttimet. Käytettävä polttoaine on voidaan valita vapaasti. Kattila on polttoaineen mukaan joko hiilipöly- tai kaasu/öljykattilan tapainen. Tarvittava palamisilma saadaan kaasuturbiinista ja turbiinin jälkeisten savukaasujen korkean lämpötilan (450 - 550 °C) vuoksi kattilaan ei tarvita erillistä esilämmitintä. [3, s. 161.]

2.3.3 Kombiprosessi

Kaasuturbiini- ja höyryturbiiniprosessi yhdistämällä saadaan aikaan kombivoimalaitosprosessi. Höyryä tuotetaan höyryturbiinille kaasuturbiinin pakokaasun ja mahdollisen lisäpolton avulla. Höyryturbiini voi toimia joko lauhdutusturbiinina tai vastapainekoneena, tapauksissa joissa lämpöenergiaa voidaan käyttää hyödyllisesti. Kun höyryturbiinia käytetään lauhdutusturbiinina, ei tällöin käytetä syöttöveden esilämmitystä, koska esilämmitys madaltaisi pakokaasujen jäähdytystehokkuutta. Lämmöntalteenottokattila voi toimia yhdellä tai useammalla painetasolla. Kombiprosessin toimiessa yhdellä painetasolla höyryntuotannossa, ei pakokaasua saada jäähdytettyä tehokkaasti, mikä johtuu syöttöveden korkeasta paineesta ja energiatasosta. Lämmöntalteenottokattilaa käytettäessä usealla painetasolla, yleensä matala- ja korkeapainetasolla, voidaan parantaa kombivoimalaitoksen kokonaishyötysuhdetta. Kahdella painetasolla toimivan lämmöntalteenottokattilan avulla saadaan pakokaasun lämpö tehokkaammin hyödynnettyä höyryn tuottamisessa ja siten lisää sähköenergian määrää. Lämmöntalteenottokattilaan on mahdollista asentaa raitisilmapuhallin, jolloin höyryprosessia voidaan käyttää ilman kaasuturbiinia.

Kombivoimalaitoksen hyvä hyötysuhde perustuu polttoaineen muodossa tuodun lämmön hyväksikäyttämiseen kahteen kertaan. Kaasuturbiinin jälkeen kuumat savukaasut johdetaan lämmöntalteenottokattilaan tuottamaan höyryä, josta höyry johdetaan höyryturbiinille. Korkeilla palamiskaasun lämpötiloilla nousee myös optimaalinen painesuhde, jolla prosessin hyötysuhde on parhaimmillaan. Hyötysuhteen käyrä muuntuu laakeaksi korkeilla palamiskaasun lämpötiloilla, jolloin painesuhde voidaan valita optimipistettä pienemmäksi. Optimaalista painesuhdetta voidaan korottaa myös nostamalla turbiinin tulolämpötilaa, millä saavutetaan parempi hyötysuhde.

Höyry- ja kaasuturbiineja käyttävällä kombiprosessilla on neljä eri päätyyppiä, niukka yli-ilmaprosessi, yksi- ja kaksipaineinen kombiprosessi, lisäpoltolla varustettu prosessi ja välitulistusprosessi.

Niukassa yli-ilmaprosessissa kaasuturbiinin poistokaasu sisältää 15 - 16 % happea, jota voidaan käyttää tuloilmana höyrykattilassa. Tässä prosessissa kaasuturbiini toimii ilmanpuhaltimena ja ilmanesilämmittimenä, savukaasujen hyödyntämiseksi on ekonomaiseriin tulevan veden lämpötilan oltava alhainen. Prosessin hyötysuhde on noin 42 - 44 %. Kaasuturbiinin osuus laitoksen kokonaistuotannosta on vain 15 - 20 %,

mutta prosessin hyvä puoli on, että kattilassa voidaan käyttää mitä polttoainetta tahansa, myös kiinteitä polttoaineita.

Yksipaineisessa järjestelmässä kattila toimii lämmönsiirtimenä. Paras hyötysuhde tavoitetaan 40 barin höyrynpaineella ja 480 °C:n lämpötilalla. Kaasuturbiinin poistokaasu on riittävä syöttöveden lämmittämiseen eikä erillistä esilämmitintä tarvita lauhduttimen ja kattilan välille.

Kaksipaineinen järjestelmä käyttää kahta eri painetasoa, korkeapainetaso on noin 70 - 90 bar ja matalapainetaso on noin 5 bar. Kaksi painetasoa parantaa järjestelmän hyötysuhdetta verrattuna yksipaineiseen järjestelmään. Höyryturbiinista saatava tehon lisäys riippuu käytettävästä polttoaineesta, mutta se voi nousta jopa 50 %.

Lisäpoltolla varustetusta prosessista saatava tärkein etu on kaasu- ja höyryturbiinien keskinäinen riippumattomuus, mikä mahdollistaa myös paremman hyötysuhteen käytettäessä voimalaitosta osakuormilla. Lisäpolton avulla saadaan poistokaasulle korkeampi lämpötila, ja se kasvattaa höyryntuotantoa sekä nostaa höyrynarvoja lämmön talteenottokattilassa. Lisäpoltto tuo valinnanmahdollisuuksia rakennusasteen määrittämiselle. Kaasuturbiinin poistokaasu on noin 530 °C, ja tavallinen konvektiokattila kestää kuumia kaasuja 700 - 760 °C:seen asti, mikä mahdollistaa hyötysuhteen parantamisen lisäpoltolla. Suurella yli-ilmamäärällä ajettaessa kaasuturbiinin jälkeinen savukaasu sisältää runsaasti happea, joka mahdollistaa lisäpolton käyttämisen ilman ylimääräistä lisäilmaa. Lisäpolttimet sijoitetaan ennen lämmön talteenottokattilaa olevaan savukanavaan rinnakkain. Savukaasujen sekoittumisen ja palamisen tulee tapahtua ennen törmäämistä lämpöpintoihin. Välitulistusta voidaan käyttää, jos kaasuturbiinin poistokaasu lämpötila on korkea, jopa 600 °C.

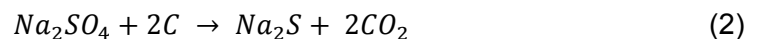
2.4 Sulfaattiselutehdas

Kotkamills Oy:llä on Kotkansaaren tehtaalla käytössä sulfaattiselutehdas. Tässä kapaleessa esitellään sulfaattiselumenetelmä.

2.4.1 Sulfaattimenetelmä

Raaka-aineena paperin valmistuksessa käytettävä sellu valmistetaan sulfaattimenetelmällä. Sulfaattiselu on massa, jota saadaan keittämällä sahanpurua pääasiassa natriumhydroksidia ja natriumsulfidia sisältävässä liuoksessa. Prosessissa käytettävä sahanpuru hankitaan suurimmaksi osaksi Etelä-Suomesta ja noin 10 % saadaan tehdasalueen omalta sahalta. Paperin valmistuksessa tarvitaan runsaasti vettä sekä energiaa sähkön ja höyryn muodossa. Sellun valmistus sulfaattimenetelmällä on vallitseva prosessi maailmanlaajuisesti, koska menetelmä soveltuu kaikille puulajeille ja sellusta tulee vahvaa.

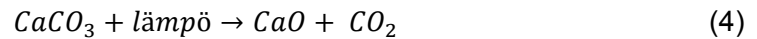
Keittämisessä puun kuidut vapautuvat toisistaan, kun niiden sidosaine ligniini liukenee keittolipeään. Keittokemikaalina, valkolipeä, käytetään pääosin natriumhydroksidin ja natriumsulfidin seosta. Keittolämpötila on 150 - 170 C°. Keittoneste ja ligniini sekoituessaan keskenään muodostavat mustalipeää. Mustalipeä pestään pois puumassasta ja otetaan talteen jatkokäyttöä varten. Mustalipeä ohjataan haihduttamoon, jossa poistetaan ylimääräinen vesi sekä kerätään talteen puun keitossa syntyviä sivutuotteita, pääosin metanolia, tärpättiä ja suopaa. Haihduttamon jälkeen mustanlipeän kuiva-ainepitoisuus on noin 75 % ja polttovalmis syötettäväksi soodakattilaan. Soodakattilassa natriumsulfaatti muuttuu natriumsulfidiksi seuraavan reaktion mukaan:



Soodakattilan pohjalle valuvat sulat keittokemikaalit otetaan talteen ja liuotetaan veteen, josta muodostuu viherlipeää. Viherlipeän sisältämä natriumkarbonaatti (Na_2CO_3) muutetaan natriumhydroksidiksi (NaOH) lisäämällä siihen kalkkia (CaO), vettä lisäämällä saadaan sammutettua kalkkia ($Ca(OH)_2$). Sammunut kalkki reagoi natriumkarbonaatin kanssa muodostaen natriumhydroksidia ja kalsiumkarbonaattia:



Reaktiota kutsutaan kaustisoinniksi ja syntyvää kalsiumkarbonaattia kutsutaan meesaksi. Meesa syötetään pitkään pyörivään meesauuniin, jota lämmitetään 1000 - 1300 C°:ssa öljy- tai kaasupolttimella. Kuivunut meesa reagoi seuraavasti:



Saadaan valkolipeän valmistuksessa tarvittavaa kalkkia. Kemikaalien regeneroinnin tuottama valkolipeä sisältää tarvittavat kemikaalit, ja se on valmis uudestaan syötettäväksi keittoprosessiin. Kemikaalikierron avulla saadaan käytetyt kemikaalit uudelleen käyttökelpoiseen muotoon, hyödynnettyä liuunneen puuaineksen energiasisältö ja vähennettyä ympäristön saastekuormitusta. [2, s. 65.]

2.4.2 Soodakattila

Soodakattilalla on kaksi päätehtävää, keittokemikaalien talteenotto ja mustalipeän energian hyödyntäminen. Reduktioasteella eli talteenoton onnistumisella mitataan soodakattilan tehokkuutta. Soodakattilan rakennusaste on vain 0,2 %, koska keittokemikaalien talteenotto vaatii runsaasti lämpöenergiaa. Soodakattilan pystysuorassa tulipesässä pohjalla on pelkistävä vyöhyke ja ylhäällä on hapettava vyöhyke. Esilämmitetty mustalipeä syötetään noin 100 - 200 °C:ssa pelkistymisvyöhykkeeseen. Syötön aikana mustalipeä hajoaa pieniksi pisaroiksi. Pisanan koko on ratkaiseva prosessin kannalta, tavoitteena on saada kiintopartikkelit laskeutumaan kattilan pohjalle. Liian pieni pisara kulkeutuu savukaasuvirran mukana, ja jos pisara on liian suuri, neste ehtii höyrystyä ja kiintoainesta kaasuntuu. Soodakattilassa on luotava olosuhteet orgaanisen aineen palamiselle ja kemikaalien talteenotolle (regeneraatio). Regeneraation vaatimat pelkistävät olosuhteet luodaan kattilan pohjalle syöttämällä vain tarvittava määrä primääri-ilmaa, että keon lämpötila pysyy 1000 - 1100 C°:ssa. Tavoite on pelkistää natriumsulfaatti (Na₂SO₄) natriumsulfidiksi (Na₂S). Natriumsulfaatista saadaan talteen hyvällä soodakattilalla 98 - 99 %, mikä on kattilan reduktioaste. Keittosula koostuu pääosin natriumsulfidista (18 %) ja natriumkarbonaatista (74 %), se ohjataan kattilan pohjalta liuotinsäiliöön. Lisäksi kattilanpohjalle kasaantuu hiilimonoksidia, hiilen epätäydellisen palamisen vuoksi. Kattilan yläosassa sekundääri- ja tertiääri-ilman syötöt takaavat hapettavat olosuhteet, joissa orgaaninen aines poltetaan loppuun. Kaasujen sekoittamisen takaamiseksi ilma syötetään suurella noin 2 - 3 kPa:n paineella, 65 - 80 m/s polttoilman nopeudella. Savukaasuvirtauksen mukaan kulkeutuu huomattava määrä lentotuhkaa (5 - 15 g/m³n), joka on pääosin natriumsulfaattia (90 %) sekä muita natriumyhdisteitä. Tuhka muodostaa sulana lämpöpinnoille vaikeasti poistettavia kerrostumia.

Tulipesä on mitoitettava riittävän suureksi, jotta tuhkan lämpötila laskeutuu ennen tulistimia. Vähäinen happipitoisuus (2 %) tuottaa helposti nuohottavia tuhkakerrostumia. Mustalipeän kuiva-ainepitoisuuden lisäämisen on myös todettu vähentävän nuohoustarvetta. Sähkösuodattimilla poistettu lentotuhka johdetaan sekoitussäiliöön ja sieltä polttolipeän kanssa takaisin kattilaan. Lisäksi soodakattilassa tuotetaan höyryä, joka syötetään kombivoimalaitoksen korkeapainehöyryn kanssa höyryturbiiniin. [8.]

IE-direktiivin päästöjen raja-arvoja koskevassa artiklassa 30 kohdassa 8 todetaan, että direktiivin liitteessä V määritetyt päästöjen raja-arvot eivät koske soodakattiloita, joita käytetään selluntuotantolaitoksissa. Euroopan komissio selvittää, onko tarpeen laajentaa IE-direktiivissä määritettyjä päästöraja-arvoja koskemaan myös selluntuotantolaitoksissa operoivia soodakattiloita. Komission selvitys tehdään parhaan käytettävissä olevan tekniikan pohjalta ja tarkastelun tulokset ovat valmiina joulukuun 2013 loppuun mennessä sekä mahdollinen uusi säädösehdotus esitetään Euroopan parlamentille ja neuvostolle. Tämän hetken tiedon perusteella IE-direktiivi 2010/75/EU koskee Kotkamills Oy:llä vain kaasukombinoimalaitosta.

2.5 Biovoimalaitoshanke

Suunnitteilla oleva biokattila on teholtaan 75 MW ja polttoaineena käytetään kiinteitä puuperäisiä aineita, kuten metsähaketta ja turvetta. Biokattilaan asennetaan savukaasupesuri vähentämään päästöjä.

3 Kansallinen siirtymäsuunnitelma (TNP)

3.1 Suunnitelman käsittely

Kansallisen siirtymäsuunnitelman toteutumiseen vaadittavat ympäristösuojelulain muutokset tehtiin syksyllä 2012. IE-direktiivin 42 artiklassa on määritelty, mitä kansallisen siirtymäsuunnitelman täytyy sisältää ja keitä siirtymäsuunnitelma koskee. Ympäristöministeriö suunnittelee ja valmistelelee päätökset, jotka hallitus esittää ympäristösuojelulain muutokseksi. Ympäristöministeriön lisäksi kansallisen siirtymäsuunnitelman valmistelussa mukana ovat olleet Energiateollisuus ry, Metsäteollisuus ry, Fortum Oyj, Helen, Pohjolan Voima Oy, UMP, Stora Enso ja Metsä Group. Lakiesitys esitetään eduskunnalle, minkä jälkeen käydään lähetekeskustelu. Lähetekeskustelusta esitys siirtyy valiokuntaan, valiokunta antaa oman näkemyksensä laista ja palauttaa esityksen takaisin eduskunnan hyväksyttäväksi. Ympäristöministeriö toimittaa edelleen valtioneuvoston päätöksen Euroopan unionin komissiolle 1.1.2013 mennessä, tämä on määritelty IE-direktiivin 32 artiklan kohdassa 5. Komissio hyväksyy esityksen kansallisesta siirtymäsuunnitelmasta tai vaatii lisätarkennuksia. Ympäristöministeriö toimii valvontaelimenä luodun suunnitelman noudattamisessa ja pidättää oikeudet muutoksiin, sekä ryhtyy toimiin IE-direktiivin 79 artiklan mukaisesti määriteltyjen säännösten perusteella, mikäli suunnitelmaa ei noudateta. IE-direktiivin 41 artiklan alakohdan a nojalla komissio on määritellyt täytäntöönpanopäätöksen kansallisesta siirtymäsuunnitelmasta. Jäsenmaiden suunnitelman täytyy noudattaa ja seurata tätä päätöstä. Siirtymäsuunnitelma katsotaan hyväksytyksi, jos komissio ei ole esittänyt vastaväitteitä 12 kuukauden kuluessa suunnitelman jättämispäivästä. Jos komissio ei hyväksy suunnitelmaa, on jäsenvaltiolla velvollisuus toimittaa suunnitelmasta uusi versio, jonka komissio arvioi kuuden kuukauden aikana. Jäsenvaltio on velvollinen ilmoittamaan kaikki mahdolliset muutokset koskien kansallista siirtymäsuunnitelmaa komissiolle.

Kansallinen siirtymäsuunnitelma koskee kaikkia niitä vähintään 50 MW:n polttolaitoksen tai kaasuturbiinin päästöjä, jotka ovat saaneet toimintaluvan ennen 11/2002, 28 artikla. Jos yhdessä polttolaitoksessa, jolla tarkoitetaan kahden tai useamman polttolaitoksen savukaasujen ohjaamista yhteiseen piippuun, on eri-ikäisiä yksiköitä ja yksi on saanut luvan ennen 11/2002, voi polttolaitos kuulua suunnitelmaan, IE-direktiivin 29 artikla. Valtioneuvoksen päätös asettaa toiminnanharjoittajille yhteisen velvoitteen vähentää teollisuuden tuottamia päästöjä. Päästöjen tulee alentua lineaarisesti vuosina

2016 - 2020, asetus määräytyy tarkemmin komission täytäntöönpanopäätöksen mukaisista laskusäännöistä. Vuoden 2016 lähtötilanne koko Suomelle määräytyy nykyisen LCP-direktiivin asetuksen 1017/2002 kokonaispäästöraja-arvoista. Maan kokonaispäästöistä jokaiselle polttolaitokselle lasketaan päästöosuus. Vuosina 2019 ja 2020 Suomen kokonaispäästöt määräytyvät IE-direktiivin liitteen V osan 1 kohdan 3 mukaisesti. [9.]

Päätökseen kuuluvan laitoksen on jätettävä hakemus ympäristölupamääräysten tarkistamiseksi 30.6.2012 mennessä. Tarkistuksen yhteydessä määräytyvät polttolaitoksen muodostuminen sekä siirtymäkaudella noudatettavat päästöraja-arvot. Tarkistus tehdään vain tältä osin, ellei ole kyse toiminnan olennaisesta muuttamisesta.

Valtioneuvosto päätti suuria polttolaitoksia koskevasta kansallisesta siirtymäsuunnitelmasta joulukuussa 2012. Suunnitelma koskee ajanjaksoa 1.1.2016 - 30.6.2020. Päätöksen myötä kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan kuuluvat polttolaitokset ovat velvoitettuja laskemaan typenoksidi-, rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöjä lineaarisesti vuodesta 2016 vuoteen 2019. Kotkamills Oy:n osalta päätös koskee typenoksidien vähentämistä. Polttolaitoksen nykyisen tehon ja ajotavan perusteella polttolaitos alittaa kansallisessa siirtymäsuunnitelmassa asetetut vuosittaiset enimmäispäästöt typenoksideille.

3.2 Sitoumus

Sitoumuksen tarkoitus on antaa Metsäteollisuus ry:lle ja Energiateollisuus ry:lle tieto kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan kuuluvista polttolaitoksista ja valtuuttaa järjestöt esittämään suunnitelman ympäristöministeriölle sekä sitouttaa suunnitelmaan kuuluvat toiminnanharjoittajat toimenpiteisiin, joita suunnitelma edellyttää. Kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan liittyneille polttolaitoksilla on lisäaikaa valmistautua teollisuuden päästö-direktiivin asettamiin aiempaa tiukempiin päästöraja-arvoihin. Muutoin 1.1.2016 voimaan astuvat IE-direktiivin päästöraja-arvot lykkääntyvät kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan liittyneille polttolaitoksilla 30.6.2020 saakka. Sitoumuksen myötä Kotkamills Oy voi halutessaan pooliutua muiden toiminnanharjoittajien kanssa, jotka ovat liittyneet kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan. Pooliutumisella tarkoitetaan kahden tai useamman toiminnanharjoittajan vastaamista yhdessä päästöjen enimmäismäärää koskevista velvoitteista. Toiminnanharjoittajat voivat käydä keskinäistä kauppaa päästöoikeuksista. Päästöoikeuksien kaupankäynti edellyttää erillistä sopimusta osapuolten välillä.

Sitoumuksen sisältö:

1. Kotkamills Oy nimeää Energiateollisuus ry:n ja Metsäteollisuus ry:n ympäristösuojelulain 110 d §:ssä tarkoitettuihin tavoin edustamaan yritystä kansallisen siirtymäsuunnitelman hakemuksen ja suunnitelman yksityiskohtaisten tietojen esittämisestä ympäristöministeriölle.
2. Kotkamills Oy toimittaa edellä mainituille järjestöille yksityiskohtaiset tiedot toiminnastaan, jotta järjestöillä on riittävät tiedot siirtymäsuunnitelmaa varten.
3. Kotkamills Oy vastaa siitä että siirtymäsuunnitelmaan kuuluvan laitoksen vuosittaiset kokonaispäästöt eivät ylitä vuosina 2016, 2017, 2018, 2019 ja 1.1.-30.6.2020 suunnitelmaan kuuluvien laitoksien yhteisiä päästöjen kokonaismääriä, jotka lasketaan valtioneuvoston päätöksessä. Laitoskohtaisesti päästöjen enimmäismääristä on mahdollista poiketa, siten että toiminnanharjoittajat siirtävät keskenään enimmäispäästömääriä polttolaitokselta toiselle.
4. Kotkamills Oy sitoutuu antamaan edellä mainituille järjestöille yksityiskohtaiset tiedot suunnitelman toteuttamiseksi tarvittavista toimituksista. Tiedot sisältävät ainakin suunnitellut investoinnit, niiden toteuttamisajankohta, arviot pitoisuusrajoista joihin investoinneilla päästään sekä tiedot mahdollisista pooliutumiskumppaneista ja enimmäispäästömäärien siirroista laitokselta toiselle.
5. Kotkamills Oy sitoutuu toimittamaan pyydettyinä edellä mainituille järjestöille päästötiedot ja tiedot jotka osoittavat kohdan 3 velvoitteiden täyttyneen sekä kohdan 4 toimet ovat täyttyneet.
6. Kotkamills Oy sitoutuu toimimaan siirtymäsuunnitelmaa koskevassa valtioneuvoston päätöksessä edellytetyin tavoin ja toimittamaan laissa edellytetyt tiedot polttolaitoksen toiminnasta, päästöistä sekä laitokseen koskevasta olennaisesta muutoksesta asianomaisille viranomaisille.
7. Sitoumuksen voimassaoloaika alkaa heti ja raukeaa 30.6.2020 tai tätä aiemmin jos valtioneuvosto ei tee päätöstä siirtymäsuunnitelmasta tai tämä päätös muuten perutaan.

8. Jos Kotkamills Oy haluaa irtautua siirtymäsuunnitelmasta kokonaan tai osittain, Kotkamills toimittaa irtautumista koskevan aloitteen joko Metsäteollisuus ry:lle tai Energiateollisuus ry:lle joka edelleen toimittaa aloitteen ympäristöministeriölle.
9. Sitoumuksen rikkominen voi johtaa seuraaviin seurauksiin:
 - a) Edellä mainitut järjestöt voivat ilmoittaa missä laajuudessa sitoumuksen velvoitteita on rikottu. Ympäristöministeriön ja valtioneuvoston päätöksestä riippuen suunnitelman rikkomisesta vastuussa olevat laitokset poistetaan suunnitelmasta ja veloitetaan noudattamaan IE-direktiivin 2010/75/EU 3 luvun ja liitteen V mukaisia päästöraja-arvoja.
 - b) Järjestöt voivat julkaista missä laajuudessa toiminnanharjoittaja on rikkonut sitoumuksen velvoitteita
10. Tämän sitoumuksen perusteella järjestöt tai muut tahot eivät voi vaatia vahingonkorvausta, jos Kotkamills Oy rikkoo sitoumusta. Kotkamills Oy ei myöskään voi vaatia vahingonkorvausta järjestöiltä sitoumukseen liittyvän toiminnan perusteella. [21.]

4 IE-direktiivi 2010/75/EU

Euroopan unionin asettamalla direktiivillä on tarkoitus kontrolloida eri teollisuuden alojen päästöjä sekä luoda yhteiset säädökset ympäristön suojelemiseksi. Uusi IE-direktiivi 2010/75/EU yhdistää aikaisemmat polttolaitoksia, jätteenpolttoa, orgaanisia liuottimia ja titaanioksiditeollisuutta koskevat direktiivit. Teollisuuspäästädirektiivi tuli voimaan tammikuussa 2011, ja jäsenmaiden on saatettava direktiivi osaksi kansallista lainsäädäntöä 24 kuukauden kuluessa. Direktiiviin on sisälletty myös vaatimuksia koskien maaperän suojelua sekä laitosten valvontaa. Erityisesti direktiivissä tuodaan esille nykyinen IPPC-direktiivi (Large Combustion Plants Directive), jonka tarkoituksena on tuoda paras mahdollinen käyttökelpoinen tekniikka (BAT) ympäristölupaharkintaan ja sitoa se tulevaan direktiiviin.

Direktiivin tarkoitus on vähentää teollisuuden polttolaitoksien tuottamia päästöjä. Direktiivin asettamat enimmäispäästömäärät ja päästöraja-arvot typenoksideille, hiilimonoksidille ja hiukkasille astuvat voimaan 1.7.2020. Direktiivin vaikutukset ylettyvät niin pieniin kuin suuriin toimijoihin, ja harva välttyy investoinneilta. Kustannukset tarkoittavat tehostetumpia prosesseja ja tarkemmin mietittyjä materiaaleja, tästä seuraa energia- ja materiaalitehokkuuden nousu, mikä ajan myötä tuo myös taloudellista säästöä. Uuden direktiivin myötä on tarkoitus yhdentää käytäntöjä toimialojen välillä kuten myös kansainvälisellä tasolla ja tuoda kaikkien saataville tieto ja tekniikka parhaasta mahdollisesta tavasta toimia ympäristön suhteen. Kun BAT-asiakirjat (Best Available Techniques) liitetään Suomessa direktiivin myötä osaksi ympäristölupahakemusta, velvoittaa tämä toiminnanharjoittajan käyttämään BAT-asiakirjoissa kuvattua toimialansa parasta tekniikkaa. Käyttämällä parasta mahdollista tekniikkaa päästöt vähenevät, energiatehokkuus lisääntyy ja käytettävä materiaali on tehokkaampaa. Direktiivi edellyttää kaikkien jäsenmaiden toiminnanharjoittajien noudattavan BAT-asiakirjoissa määriteltyä toimialakohtaisesti parasta mahdollista käytettävissä olevaa tekniikkaa. Määräyksen myötä rehti kilpailu lisääntyy, kun kaikissa EU:n maissa noudatetaan asetettuja ympäristövaatimuksia.

Tämä kappale koskee biovoimalaitoshanketta ja sen liittämistä samaan ympäristölupaan kaasukombivoimalaitoksen kanssa. Jos toiminnanharjoittaja tekee olennaisen muutoksen direktiivin alaisuudessa toimivaan polttolaitokseen tai rakentaa uuden polttolaitoksen, on toiminnanharjoittajan tehtävä lupahakemus. Polttolaitokset jotka ovat

saman toiminnanharjoittajan käytössä ja sijaitsevat samassa paikassa, voivat kuulua samaan lupaan. IE-direktiivin 2010/75/EU luku 3 määrittää polttolaitoksiin koskevat erityissäännökset. Lukua sovelletaan polttoainetyypistä riippumatta polttolaitoksiin, joiden nimelliskokonaislämpöteho on vähintään 50 MW. Riippuen uuden biovoimalaitoksen rakennustavasta direktiivi tulkitsee hankkeen, joko laajenuksena tai uutena erillisenä polttolaitoksena. Yhdistämissäännöt määritetään direktiivin luvun 3 artiklassa 29. Jos molempien laitoksien savukaasut ohjataan yhteen savukaasupiippuun, tulkitaan kahden polttolaitoksen yhdistelmä yhtenä polttolaitoksena. [20.]

Jos yhdistelmä tulkitaan yhdeksi polttolaitokseksi, kokonaislämpöteho on polttolaitosten yhteen laskettu summa. Polttolaitoksen laajennusosaan sovelletaan direktiivin liitteen V kohdan 2 osassa määritettyjä päästöraja-arvoja. Päästöraja-arvot määritetään suhteessa koko polttolaitoksen nimelliseen kokonaislämpötehoon. Päästöraja-arvot tullaan määrittämään ympäristöluvassa. [22.]

Jos biovoimalaitosta ei katsota laajennukseksi, tällöin direktiivin artiklan 30 kohdassa 3 määritetään, että kaikki sellaiset polttolaitokset, joille myönnetään lupa tai joiden toiminnanharjoittajat ovat jättäneet lupahakemuksen 7.1.2013 jälkeen, sovelletaan direktiivin liitteen V osan 2 määritettyjä päästöjen raja-arvoja. Tätä asetusta sovelletaan polttoainetyypistä riippumatta polttolaitoksiin, joiden nimellinen kokonaislämpöteho on vähintään 50 MW. [22.]

5 Päästörajat

IE-direktiivissä määritetään päästöraja-arvojen kohdalla, että polttolaitoksien on poistettava savukaasut hallitulla tavalla yhdestä tai useammasta savupiipusta. Kaikki päästöjen raja-arvot on laskettu IE-direktiivissä 273,15 K:n lämpötilassa ja 101,3 kPa:n paineessa ja savukaasun vesihöyryn määrän mukaan tehtävän korjauksen jälkeen ja standardoidussa happipitoisuudessa. Standardi happipitoisuus on kiinteiden polttoainesten osalta 6 %, nestemäisiä ja kaasumaisia polttoaineita käyttävien polttolaitosten muiden kuin kaasuturbiinien ja kaasumoottorien osalta 3 % ja kaasuturbiinien ja kaasumoottorien osalta 15 %.

Tällä hetkellä voimassa olevan sopimuksen mukaan laitoksen päästöraja-arvo typenoksideille on 100 mg/Nm³. Energiateollisuus ry ja Metsäteollisuus ry ovat ympäristöministeriön toimesta toteuttaneet kansallisen siirtymäsuunnitelman ajalle 1.1.2016 - 30.6.2020. Suunnitelman tavoitteena on rajoittaa vähintään 50 MW:n polttolaitosten rikkidioksidin, typenoksidien ja hiukkasten kokonaispäästöjä siten, että vuoden 2020 aikana päästöt ovat yhtä suuret kuin IE-direktiivin 2010/75/EU liitteen V osassa 1 määritetyt päästöraja-arvot. IE-direktiivissä määritetyt typenoksidi päästöjen raja-arvot maakaasua polttoaineena käyttäville kaasuturbiineille sekä kombilaitoksille on 50 mg/Nm³ kuukaudessa ja hiilimonoksidille 100 mg/Nm³. Typenoksideille ja hiilimonoksidille määritettyjä päästöjen raja-arvoja sovelletaan ainoastaan kuormituksen ollessa yli 70 %.

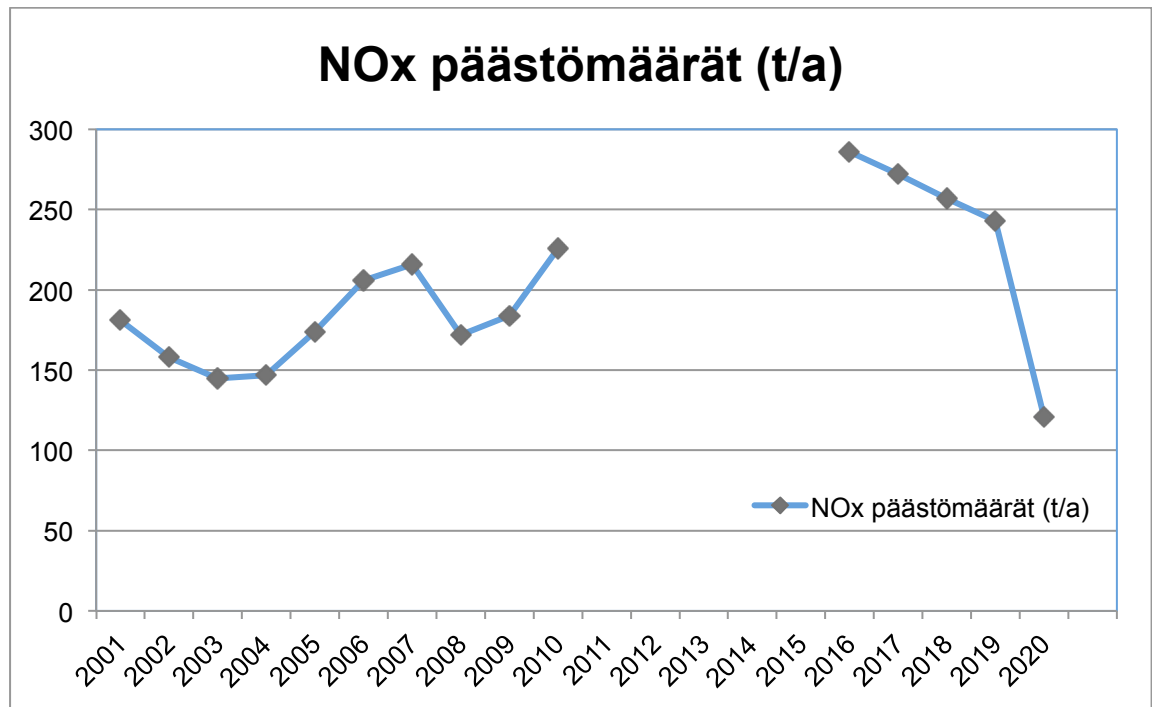
Taulukossa 1 on ilmaistu kaikkien kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan kuuluvien polttolaitosten päästöjen enimmäismäärät (t/a) ajalla 1.1.2016 – 30.6.2020.

Taulukko 1. Päästöjen enimmäismäärät yli 50 MW:n polttolaitoksille Suomessa ilmaistuna tonneja vuodessa (t/a) [11].

	2016	2017	2018	2019	2020
SO ₂	39 806	32 006	24 207	16 047	8 203
NO _x	35 302	30 321	25 339	20 358	10 179
Hiukkaset	5 567	4 219	2 870	1 522	761

Kotkamills Oy:n laskennallinen osuus vuoden 2016 NO_x-päästöjen enimmäismäärästä on 286 t/a ja vuoden 2019 NO_x-päästöjen enimmäismäärästä 243 t/a. Tiedot ovat Energiateollisuus ry:n ja Metsäteollisuus ry:n laatimasta hakemuksesta koskien kansallista siirtymäsuunnitelmaa. Hakemuksen liitteenä on Energiateollisuus ry:n ja Metsäteollisuus ry:n ovat toteuttaneet polttolaitoskohtaiset laskelmat päästöjen enimmäismäärästä sekä päästöraja-arvoista kansallisen siirtymäsuunnitelman ajaksi (liite 1). [11.]

Kuvassa 1 on esitetty kombivoimalaitoksen NO_x-päästöt (t/a) vuosina 2001 - 2010, sekä arvioitu sallittu enimmäispäästömäärä typenoksidoille ajalle 2016 - 30.6.2020. Toteutuneet typenoksidien päästömäärät vuosille 2001 - 2010 ovat peräisin Kotkamills Oy:n toimittamista tiedoista Energiateollisuus ry:lle. Kansallisen siirtymäsuunnitelman ajan (1.1.2016 - 30.6.2020) enimmäispäästömäärät ovat valtioneuvoksen päätöksestä ja päätöksen liitteestä 1. Laskentamenetelmä on esitetty seuraavassa kappaleessa. [11.]



Kuva 1. Typenoksidien toteutuneet päästömäärät vuosina 2001 - 2010 ja arvio sallituista enimmäispäästömääristä ajalle 1.1.2016 - 30.6.2020 ilmaistuna tonneja vuodessa (t/a).

Kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan kuuluvien polttolaitoksien päästöraja-arvot suunnitelman ajaksi määräytyvät ympäristöluvassa. Suunnitelmaan kuuluvien toiminnanharjoittajien on jätettävä hakemus ympäristöluvan tarkistamisesta lupaviranomaiselle viimeistään 30.6.2014. Energiateollisuus ry ja Metsäteollisuus ry ovat toimittaneet valtio-neuvostolle hakemuksen kansallisen siirtymäsuunnitelman hyväksymisestä. Tämä hakemus sisältää polttolaitoskohtaiset laskennalliset arviot päästöraja-arvoista (liite 1). Hakemuksen mukaan Kotkamills Oy:n päästöraja-arvot typenoksideille vuonna 2016 olisivat 90 mg/Nm^3 ja vuonna 2019 77 mg/Nm^3 . [11.]

5.1 Laskenta

Vähintään 50 MW:n polttolaitosten rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen vuosittainen enimmäismäärä lasketaan laitoksen 31.12.2010 polttoainetehon mukaan. Päästöjen enimmäismäärät lasketaan ottaen huomioon oletettu käyntiaika ja käytettävä polttoaine, jotka lasketaan vuosien 2001 - 2010 keskiarvona vuotuisen käyntiajan ja käytetyn polttoaineen perusteella. Kaasuturbiinien päästöjen enimmäismääräksi vuodelle 2016 tulee direktiivin 2001/80/EY liitteen VI osassa B vahvistetut typenoksidien päästörajat. Vuosien 2019 - 2020 päästöjen enimmäismäärät lasketaan IE-direktiivin 2010/75/EU liitteen V osan 1 päästöraja-arvojen mukaisesti. Päästöjen enimmäismää-

rät vuosille 2017 ja 2018 saadaan vähentämällä päästöjä lineaarisesti vuoden 2016 - 2019 välillä. Enimmäispäästö vuodelle 2017 saadaan vähentämällä vuoden 2016 päästöjen määrästä kolmasosa vuosien 2016 ja 2019 päästömäärien erotuksesta. Vuoden 2018 enimmäispäästömäärä saadaan vähentämällä vuoden 2016 päästöjen määrästä kaksi kolmasosaa vuosien 2016 ja 2019 päästömäärien erotuksesta. Vuoden 2020 enimmäispäästömäärä on puolet vuoden 2019 enimmäispäästöistä. Päästöjen enimmäismäärällä tarkoitetaan polttolaitoksen laskennallisten päästöjen summaa. [11; 16.]

Laskennalliset osuudet typenoksidien enimmäispäästömääräksi Kotkansaassa sijaitsevalle kaasukombivoimalaitokselle kansallisen siirtymäsuunnitelman ajaksi ovat esitettyinä taulukossa 2.

Taulukko 2. Kaasukombivoimalaitoksen laskennalliset enimmäispäästömäärät NO_x:lle kansallisen siirtymäsuunnitelman ajaksi.

	<i>Laskentakaava</i>	<i>NO_x enimmäispäästömäärä (t/a)</i>
2016	286	286
2017	$286 - [1/3 * (286 - 243)]$	272
2018	$286 - [2/3 * (286 - 243)]$	257
2019	243	243
2020	243 / 2	121

5.2 Päästöjen tarkkailu

Polttolaitoksissa, joiden nimellinen kokonaislämpöteho on vähintään 100 MW, on suoritettava jatkuvia mittauksia koskien savukaasujen NO₂- ja hiukkaspitoisuutta sekä savukaasun happipitoisuutta, lämpötilaa, painetta ja vesihöyrypitoisuutta. Jos polttolaitos käyttää kaasumaisia polttoaineita, on jatkuvia mittauksia suoritettava myös CO-pitoisuudesta. Edellä mainittuja mittauksia ei tarvitse suorittaa toimivaltaisen viranomaisen luvalla, jos polttolaitoksen käyttöikä on jäljellä alle 10 000 käyttötuntia, ja maakaasua käyttävissä laitoksissa mittauksia ei tarvitse suorittaa SO₂:n ja hiukkasten osalta. Jos toimivaltainen viranomainen ilmoittaa, ettei laitoksen tarvitse suorittaa jatkuvia mittauksia, on IE-direktiivin liitteen V osassa 3 määritetty että mittauksia tulee suorittaa joka kuudes kuukausi. Tällaisessa tapauksessa mittauksien sijaan päästöt voidaan määrittää toimivaltaisen viranomaisen todentamalla ja hyväksymillä Euroopan standardikomitean CEN-standardeilla. Jos CEN-standardeja ei ole heti käytettävissä, on käytettävä ISO-standardeja, kansallisia tai muita kansainvälisiä standardeja, joilla

voidaan varmistaa vastaavanlainen tieteellinen arvo kuin mittauksissa. Merkittävistä muutoksista, kuten käytetyn polttoaineen muuttuminen tai laitoksen käyttötavan muutos, on viranomaiselta pyydettävä uusi selvitys koskien polttolaitoksessa suoritettavia mittauksia.

Automaattisia mittausjärjestelmiä käytettäessä on suoritettava laadunvarmistus sekä järjestelmien kalibrointiin käytettäviä vertailumittauksia. Vertailumittaukset on tehtävä CEN-standardien mukaisesti. Jos CEN-standardeja ei ole käytettävissä, on mittaukset suoritettava ISO-standardeja tai kansallisia tai kansainvälisiä standardeja käyttämällä. Vertailumittaukset on tehtävät kerran vuodessa ja toiminnanharjoittajan on toimitettava vertailumittauksien tulokset toimivaltaiselle viranomaiselle.

Yhden mittaustuloksen osalta 95 %:n luottamusvälin arvo ei saa ylittää seuraavia päästöjen raja-arvojen prosenttiosuuksia; hiilimonoksidi 10 %, rikkidioksidi 20 %, typen oksidit 20 % ja hiukkaset 30 %. Vahvistetut päivä- ja tuntikeskiarvot on määritettävä mitaistuista tuntikeskiarvoista, kun niistä on vähennetty edellä mainittu luottamusvälin arvo. Jos yhden päivän aikana joudutaan hylkäämään kolme tuntikeskiarvoa toimintahäiriön tai huollon vuoksi, on mitätöitävä koko päivän mittaustulokset. Jos edellä mainituista syistä on vuoden aikana hylättävä useamman kuin 10 päivän mittaustulokset, toimivaltainen viranomainen vaatii toiminnanharjoittajaa toteuttamaan riittävät toimenpiteet parantaakseen automaattisen mittausjärjestelmän luotettavuutta. [17.]

6 Ympäristölupa

Toiminnoille, jotka saattavat aiheuttaa pilaantumisen vaaraa ympäristölle, on haettava ympäristönsuojelulain mukainen ympäristölupa. Yleisimpiä toimintoja ovat mm. metsä-, metalli- ja kemianteollisuus, energiantuotanto, eläinsuojat ja kalankasvatus. Ympäristöluvassa määritetään aiheutuvat päästöt, mahdolliset toiminnot päästöjen vähentämisestä ja toiminnan laajuus. Ympäristöluvan myöntämisen perusteena on, että toiminta ei saa aiheuttaa terveyshaittaa tai merkittävää ympäristön pilaantumista tai ympäristön pilaantumisen vaaraa. Ympäristölupahakemus tehdään ympäristönsuojeluasetuksessa määrätyle lupaviranomaiselle, esimerkiksi Etelä-Suomen aluehallintovirasto. Ympäristöluvassa määriteltujen päästöraja-arvojen sekä päästöjen ehkäisemisen ja rajoittamisen on perustuttava ympäristönsuojelulain asetuksen 43 mukaan parhaaseen mahdolliseen käytössä olevaan tekniikkaan. Ympäristöluvan hakijan on toimitettava oma arviointinsa parhaan käytössä olevan tekniikan soveltamisesta omassa toiminnassaan. Ym-

päristölle haittaa aiheuttavaa toimintaa on tarkasteltava kokonaisvaltaisesti. Päästöt veteen, maaperään ja ilmaan sekä syntyvien jätteiden määrä ja käsittely on arvioitava kokonaisvaltaisesti. Lupakäsittelyn aikana on tullava ilmi toiminnanharjoittajan mahdollisuudet toteuttaa ympäristöhaittoja vähentäviä toimenpiteitä, energiankäytön tehokkuus sekä varautuminen onnettomuuksiin ja niiden ennalta ehkäiseminen.

6.1 Ympäristöluvan käsittelyvaiheet

Lupahakemus tehdään kirjallisesti kolmena kappaleena. Hakemukseen on liitettävä tarpeellisia selvityksiä ympäristönsuojeluasetuksen määritelmien mukaisesti. Tarpeellisista selvityksistä kannattaa neuvotella etukäteen luvan myöntävän viranomaisen kanssa. Muita asioita, jotka edistävät lupahakemuksen käsittelyä, ovat hakemuksen jättäminen hyvissä ajoin ennen toiminnan aloittamista sekä selkeä ja mahdollisimman täydentävästi täytetty hakemus liitteineen.

Ensimmäisenä ympäristölupaviranomainen tiedottaa hakemuksesta kuulutuksella. Kuuluttamisen jälkeen ympäristöluvan vaikutusalueen asukkailla ja viranomaisilla on mahdollisuus esittää hakemuksesta mielipiteitä ja vaatimuksia. Hakemus etenee lausunnoille, joiden jälkeen kuullaan toiminnanharjoittajaa. Edellyttäen että hakemus täyttää määritetyt kriteerit, hakemus siirtyy lupaharkintaan. Seuraavaksi ympäristölupaviranomainen tekee päätöksen ja mahdollisen täytäntöönpanomääräyksen. Lupapäätöksestä voi valittaa Vaasan hallinto-oikeuteen (VaHaO) ja edelleen korkeimpaan hallinto-oikeuteen (KHO). Päätös julkistetaan ja muutoksenhakua käsittelee VaHaO ja KHO. Tämän jälkeen annetaan lainvoimainen päätös ja ympäristölupa siirtyy valvonnan ja tarkkailun piiriin.

6.2 BAT (Best Available Techniques)

BAT-tekniikoilla tarkoitetaan teknillisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia, tehokkaita ja kehittyneitä menetelmiä, joilla pyritään ehkäisemään toiminnan aiheuttamia riskuksia ympäristölle. Parhaan käytettävissä olevan tekniikan käyttäminen tarkoittaa oman toiminnan ja prosessien tehostamista. Tämä on mahdollista saavuttaa parempien materiaalivalintojen, paremman tekniikan sekä tuotannon, suunnittelun ja ylläpidon tehostamisen avulla. Ympäristönsuojelulain asetuksen 4 mukaan toiminnoissa, jotka voivat aiheuttaa pilaantumisen vaaraa ympäristölle, on tässä toiminnassa käytettävä parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa.

Parasta käytössä olevaa tekniikkaa arvioitaessa on huomioon otettava seuraavia asioita: jätteiden määrä ja haitallisuus, käytettävien aineiden vaarallisuus, tuotannossa käytettävien aineiden ja syntyvien jätteiden uudelleenkäyttömahdollisuus, syntyvien päästöjen laatu, määrä ja vaikutus, energiatehokkuus, riskien ja onnettomuuksien ennaltaehkäisykyky, tekniikan käyttöönottamiseen liittyvä suunnittelu, kaikki vaikutukset ympäristöön, tiedot parhaasta käyttökelpoisesta tekniikasta (BAT-asiakirjat, BREFit).

Teollisuuden päästöjä koskevan direktiivin (IE-direktiivi 2010/75/EU) myötä BREFien merkitys ympäristölupaharkinnassa korostuu. BAT-vertailuasiakirjat eli BREFit, on määritelty toimialakohtaisesti, ja niissä esitetään toimialaan liittyvää informaatiota: sovelletut tekniikat, nykyiset kulutus- ja päästötasot, BAT:n määrittämisessä tarvittavat tiedot, BAT-päätelmät, uudet tekniikat sekä päätelmät.

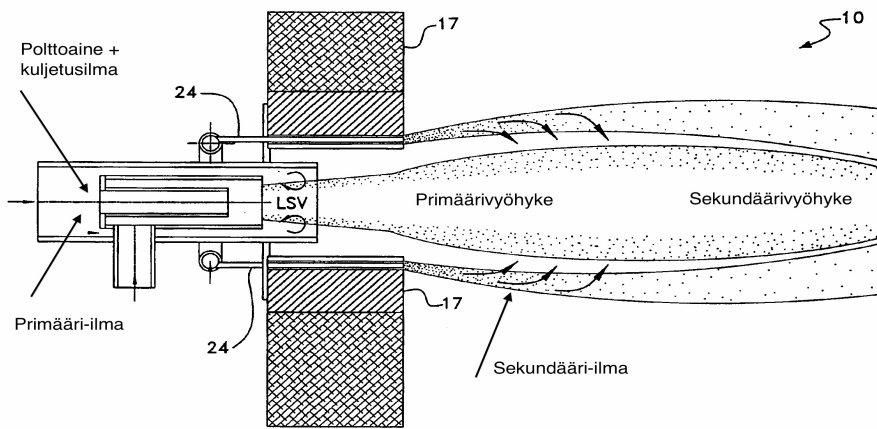
7 Ratkaisut kombiprosessin muuttamiseksi

Tässä kappaleessa esitetään neljä eri modernisointivaihtoehtoa, joilla saadaan vähennettyä voimalaitoksen tuottamia typenoksidipäästöjä. Palamiskaasuissa muodostuvat typpioksidit jaetaan kolmeen luokkaan, terminen NO, nopea NO ja polttoaine NO. Yleisesti ottaen terminen NO on tärkein ryhmä ja sen muodostumiseen vaikuttaa hapen ja typen suhde sekä liekin lämpötila. Nopea NO syntyy typen ja hapen kosketuksesta polttoaineen aktiivisen hiilivedyn kanssa. Yleensä liekin polttoainerikkaissa osissa havaitaan nopean NO:n muodostumista. Polttoaine NO:n muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat käytettävän polttoaineen typpipitoisuus sekä liekin sydänosassa vallitseva korkea happitaso. Alentamalla liekin korkean lämpötilan alueella olevaa happitasoa, voidaan alentaa merkittävästi polttoaine NO:n muodostumista. [23.]

7.1 Poltinmodernisointi - Low NO_x -poltin

Typenoksidien vähentäminen Low NO_x -polttimella perustuu palamisilman vaiheistamiseen. Low NO_x -polttimet sekoittavat polttoaineen ja palamisilman siten, että saadaan polttoainerikas liekin keskusta. Liekin alkuosaan syötetään liian vähän ilmaa täydelliseen palamiseen, mikä muodostaa hiilivetyradikaaleja tuhoamaan polttoaineen palamisessa muodostuvia typenoksideja. Tarvittava yli-ilma saadaan syöttämällä tertiääri ilmaa ylempänä kattilassa. Palamisilman vaiheistamisella saadaan estettyä varsinkin polttoaine NO_x:n muodostumista. Low NO_x -polttimissa terminen NO_x:n muodostuminen vähenee liekin alhaisten huippulämpötilojen vuoksi. Low NO_x -polttimilla saavutettava

NO_x -vähennysaste on toimittaja- ja sovelluskohtainen. Kuvassa 2 on esitetty Low NO_x -poltin.



Kuva 2. Low NO_x -poltin toimintaperiaate [19].

Lämmöntalteenottokattilan poltinmodernisointi Low NO_x -polttimilla on yleinen tapa vähentää palamisessa syntyviä typenoksideja. Kotkamills Oy:n Kotkansaarella sijaitsevassa voimalaitoksessa poltinmodernisointi osoittautui parhaaksi menetelmäksi laskea laitoksen tuottamia typenoksidipäästöjä. Kustannusarvio poltinmodernisoinnille on noin 1,1 MEUR, joka sisältää laitteen asennettuna, purkutyöt ja liitännät, automaation ja sähköistyksen, perustustyöt, varaosat sekä projektinjohdon ja valvonnan.

7.2 Savukaasujen kierrätys

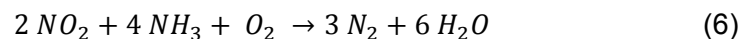
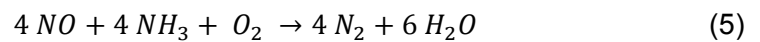
Tarkoituksena on korvata palamisen loppupäässä käytettävää raitisilmaa kierrättämällä savukaasuja, jolloin palamisen happimäärä vähenee. Palamiskaasujen ylijäämähapen määrän pienentyessä kattilan hyötysuhde paranee.

Savukaasujen kierrättäminen vaihtoehtona typenoksidien vähentämiseksi tarkoittaisi muutoksia nykyiseen kattilarakenteeseen sekä kattilarakennukseen. Kattilarakennuksessa ei ole vaadittavaa tilaa uusien savukaasukanavien asentamiselle. Muutokset koskevat mahdollisesti myös poltinkonstruktioita tai poltinelementtejä. Kattilarakennuksen tilanpuutteen sekä savukaasujen kierrättämisen poltinkonstruktioon aiheuttamat mahdolliset muutokset ja näistä aiheutuvien ongelmien sekä korkeaksi nousevien kustannuksien vuoksi, savukaasujen kierrättäminen ei ole sopivin vaihtoehto päästöjen alentamiseen.

Kokonaisinvestointikustannus savukaasujenkierrätysmenetelmästä on noin 1,3 MEUR, kustannusarviossa on huomioitu, että nykyisiä polttimia joudutaan uusimaan joiltain osin. Kustannusarvio sisältää laitteet asennettuna, mekaaniset purkutyöt ja liitännät, automaation ja sähköistyksen, mahdolliset perustustyöt, varaosat sekä projektinjohdon ja valvonnan.

7.3 Katalyytti (SCR)

SCR:ssä, selektiivisessä katalyyttisessä menetelmässä savukaasuihin lisätään typpiyhdisteitä (NH_3 tai urea) ja savukaasut ohjataan savukanavaan asennettuun katalyyttireaktoriin, jossa tapahtuu pelkistymisreaktio. Pelkistymisreaktiossa typenoksidit, NO ja NO_2 , pelkistyvät vedeksi sekä typpimolekyyleiksi.



Katalyyttireaktori toimii tehokkaimmin savukaasujen lämpötilan ollessa noin 400 C° . Jos prosessi sisältää jo rikkidioksidinpoistolaitteen, kannattaa katalyyttireaktori sijoittaa savukaasukanavaan tämän jälkeen, jotta savukaasut olisivat mahdollisimman puhtaita. Ennen rikkidioksidinpoistolaitteistoa savukaasut sisältävät lentotuhkaa ja muita epäpuhtauksia, jotka ovat haitaksi katalyyttielementeille, ja katalyyttireaktorin käyttöikä lyhentyy huomattavasti. Katalyyttirakenteina käytetään yleensä levy- tai hunajakennotyyppisiä rakenteita, joiden materiaalina on ruostumattomasta teräksestä tehdyt tukilevyt. Tukilevyt on päällystetty titaanipohjaisilla aktiivisilla katalyyttiaineilla, aktiivisena aineena käytetään esimerkiksi vanadiinipentoksidia (V_2O_5). Savukaasujen typpipitoisuutta on katalyyttisellä menetelmällä on pystytty vähentämään 80 - 90 %. [5.]

Katalyyttimenetelmän käyttö typenoksidien vähentämiseksi Kotkan tehtailla tuottaisi parhaan NO_x -päästöjen vähennysasteen. Nykyistä lämmöntalteenottokattilaa asennettaessa ei ole otettu huomioon katalyyttireaktorin asentamista jälkikäteen, joten tarvittava tila puuttuu tällä hetkellä. Katalyyttireaktorin asentaminen on mahdollista, mutta tarvittavan tilan luomiseksi on kasvatettava kattilan kokoa sekä muutettava kattilan rakennetta lämpöpintoja siirtämällä. Muutoksia tulisi tehdä myös kattilan tukirakenteisiin, lämpöpintojen kiinnitysrakenteisiin sekä putkivienteihin. Kattilarakennuksen tilat eivät mahdollista näin suurta muutosta sekä kokonaiskustannukset kaikkine muutoksineen nousisivat korkeiksi.

Kustannusarvio SCR-katalyytin asentamiselle on 2,2 MEUR. Kustannusarvio sisältää laitteet asennuksineen, sähköistyksen ja automaation, varaosat sekä projektinjohdon ja valvonnan. Hinnassa ei ole huomioitu purkutöitä, lämpöpintojen siirtokustannuksia, uusia putkireitityksiä eikä rakennuksen rakenteisiin tehtäviä muutoksia, mikäli ne ovat edes mahdollisia. Nämä edelle mainitut asiat nostavat investointikustannusta merkittävästi.

Katalyytti menetelmän käyttöä NO_x -päästöjen vähentämiseksi ei ole sopivin vaihtoehtona, koska katalyytin aiheuttama painehäviön kasvu heikentää kaasuturbiinin hyötysuhdetta sekä katalyytin aiheuttamat kokonaiskustannukset ovat suuret.

Vaihtoehtoinen katalyyttimenetelmä, tail-end -laitos, sijoitetaan kattilan lämmönvaihdinpintojen jälkeen, minkä vuoksi kattilaan ei tarvitse tehdä muutoksia. Vaadittavat rakenteelliset muutokset tapahtuvat kattilan ja savupiipun välissä. Vaadittava tila tail-end -laitokselle on suuri, ja sitä on käytännöllisesti mahdotonta sijoittaa kattilarakennuksen viereen tehdasalueen tilanpuutteen vuoksi. Kustannusarvio tail-end -laitokselle on 4,6 MEUR, sisältäen laitteet asennuksineen, mekaaniset purkutyöt ja liitännät, sähköistyksen ja automaation, mahdolliset perustustyöt, varaosat sekä projektinjohdon ja valvonnan. Tail-end -laitos on investointikustannuksiltaan moninkertainen verrattuna poltinmodernisointiin, savukaasujen kierrätykseen ja SCR-katalyyttiin. Korkeiden kustannusten vuoksi se ei ole paras vaihtoehto voimalaitoksen typenoksidien vähentämiseksi.

8 Yhteenveto

Euroopan unionin direktiivi IE-2010/75/EU on teollisuuden päästädirektiivi, jolla pyritään suojelemaan ympäristöä. Direktiivin vaikutuksesta, teollisuuden polttolaitoksien päästöjä mereen ja ilmaan säädellään ympäristöluvan avulla. Direktiivin asettamat päästöraja-arvot astuvat voimaan 1.7.2020. Direktiivissä määritetään, että jäsenvaltiot voivat laatia ja toteuttaa kansallisen siirtymäsuunnitelman ajalle 1.1.2016 - 30.7.2020. Kansallisen siirtymäsuunnitelman tarkoitus on laskea polttolaitoksien päästöjä lineaarisesti IE-direktiivissä määritettyihin päästömääriin asti. Siirtymäsuunnitelma mahdollistaa toiminnanharjoittajille riittävän ajan voimalaitoksien modernisoinnin suunnittelulle sekä investointipäätöksiä tekemiselle. Kuten kuvasta 1 nähdään, siirtymäsuunnitelman ensimmäisten vuosien enimmäispäästömäärät ovat nykyisten päästömäärien tasolla ja hieman yläpuolella. Tämä tuo aikaa toteuttaa päästöjen vähentämiseksi suoritettavia muutoksia. Täytyy kuitenkin huomioida se, että puhutaan enimmäispäästömääristä, joita tarkastellaan vuositasolla. Päivä- ja kuukausitason päästöraja-arvot määritetään ympäristöluvassa, ja ne voivat olla hetkellisesti vaikeammin saavutettavissa.

Työssä esiteltiin neljä modernisointivaihtoehtoa Kotkansaareissa sijaitsevan paperi- ja sellutehtaan voimalaitoksen typenoksidipäästöjen vähentämiseksi. Modernisointivaihtoehtoina harkittiin polttimien vaihtamista Low NO_x -polttimiksi, savukaasujen kierrätystä sekä kahta erilaista katalyyttimenetelmää, selektiivistä katalyyttiä (SCR) ja tail ends -laitosta. Vaihtoehtoja vertailtiin saavutettavan typenoksidin päästötason, toteutuskelppoisuuden ja investointikulujen perusteella. Voimalaitoksen ahtaiden tilojen ja käytännössä olemattomien laajennusmahdollisuuksien vuoksi ratkaisu osoittautui selväksi. Parhaaksi mahdolliseksi modernisointivaihtoehdoksi voimalaitoksen typenoksidien vähentämiseksi katsottiin poltinmodernisointi Low NO_x -polttimiksi. Poltinmodernisointi on kustannuksiltaan ja sen myötä saavutettavien savukaasujen typenoksiditason kannalta kilpailukykyisin vaihtoehto. Myös polttimien asennus onnistuu ilman, että voimalaitokseen täytyy kohdistaa suuria muutostoimenpiteitä.

Lähteet

- 1 Perttula Jarmo. 2000. Energiatekniikka, WSOY.
- 2 Huhtinen Markku, Korhonen Risto, Pimiä Tuomo, Urpalainen Samu. 2008. Voimalaitostekniikka, Opetushallitus, Otavan Kirjapaino.
- 3 Huhtinen Markku. 1997. Höyrykattilatekniikka, Opetushallitus, Edita.
- 4 Kaasuturbiinit johdanto. Verkkodokumentti. Metropolian ammattikorkeakoulu, verkkoportaali Tuubi.
- 5 Rikin ja typenoksidien poisto voimalaitoksen savukaasuista. Verkkodokumentti. Metropolian ammattikorkeakoulu, verkkoportaali Tuubi.
- 6 IE-direktiivi 2010/75/EU. Liite V.
- 7 Kotkamills Oy, historia. Verkkodokumentti. Kotkamills Oy.
<http://www.kotkamills.com/fi/company/history>. Luettu 14.11.2012
- 8 Soodakattila. Verkkodokumentti. Bioenergiatieto.
http://www.bioenergiatieto.fi/default/www/etusivu/energian_tuotanto/energiatuotannon_tekniikka/polttotekniikka_nestemaisille_polttoaineille/soodakattila/. Luettu 25.8.12
- 9 Kansallista siirtymäsuunnitelmaa (TNP) koskevat ehdotukset. Karjalainen Anneli, ympäristöministeriö. Kansallisen siirtymäsuunnitelman infotilaisuus, 13.6.2012 Helsinki.
- 10 Teollisuuspäästädirektiivi ja suuret polttolaitokset. Karjalainen Anneli, ympäristöministeriö. Voimalaitosten valvontapäivät 9-10.11.2011.
- 11 Valtioneuvoston päätös, luonnos 8.11.2012. Verkkodokumentti. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=139786&lan=fi>. Luettu 14.11.2012
- 12 Ympäristölupa. Verkkodokumentti. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=300&lan=fi>. Luettu 30.8.2012
- 13 BAT ja ympäristölupa. Verkkodokumentti. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1445&lan=fi>. Luettu 7.9.2012
- 14 BAT – Paras käytettävissä oleva tekniikka. Verkkodokumentti. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=78991&lan=fi>. Luettu 7.9.2012
- 15 Siirtymäsuunnitelma luonnos. Makkonen Jukka, Energiateollisuus ry. 13.9.2012
- 16 IE-direktiivi 2010/75/EU. Artikla 32, kansallinen siirtymäsuunnitelma.

- 17 IE-direktiivi 2010/75/EU. Liite V osa 3.
- 18 Valtioneuvoston päätös kansallisesta siirtymäsuunnitelmasta. Liite 4, suunnitelmaan kuuluvien polttolaitoksien typenoksidipäästöt. 20.12.2012
- 19 Low NO_x -polttimen kuva. Verkkodokumentti.
<http://www.freepatentsonline.com/6773256.html>. Luettu 20.3.2012
- 20 IE-direktiivi 2010/75/EU. Artikla 29, yhdistämissäännöt.
- 21 Sitoumus kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan liittymisestä. Energiateollisuus ry ja Metsäteollisuus ry. Luonnos 5.9.2012.
- 22 IE-direktiivi 2010/75/EU. Artikla 30, päästöjen raja-arvot.
- 23 Typpioksidien puhdistus. Verkkodokumentti. Metropolian ammattikorkeakoulu, verkkoportaali Tuubi.

Kansalliseen siirtymäsuunnitelmaan kuuluvien polttolaitoksien laskennalliset osuudet typenoksidipäästöistä

Liite 4 Suunnitelmaan kuuluvien laitosten laskennalliset NOx-päästöt vuonna 2016 ja 2019

Komission täytäntöönpanosääntöjen 2012/115/EU liikeyksen B taulukoiden B.1 ja B.2 mukaiset NOx-koskevat tiedot		Laitoksen osuus vuoden 2016 NOx-päästöjen raja-arvo (mg/Nm3)		Laitoksen osuus vuoden 2019 NOx-päästöjen raja-arvo (mg/Nm3)		Huomautukset
Numero	Laitoksen nimi	Hapen vertailu pitoisuus (%)	NOx-päästöjen raja-arvo (mg/Nm3) vuonna 2016	NOx-päästöjen raja-arvo (mg/Nm3) vuonna 2019	NOx-päästöjen raja-arvo (mg/Nm3) vuonna 2016	
1	Metsä Board Keskisen tehdas, K-2	6,0	600	300	210	
2	Metsä Board Simpeleentehdas, K6, K7	5,9	595	254	214	K7 on käynnyn aikana 1500 tuntia vuodessa
3	Metsä Board JAKO Board, K3	3,0	300	100	41	
4	Härnekyrön Voima Oy, K6	3,0	300	100	4	
5	Metsä Fibre Oy Koron tehdas, K10	6,0	599	250	224	
6	Metsä Fibre Joutenon tehdas, AA	3,0	300	100	4	
7	Mantlan Energia Oy, Voimalaitos, K3, K4	6,0	598	257	182	
8	Ainewoima Oy, diijykattila	3,0	450	450	26	
9	Rauhalahtien voimalaitos, RAU-1, RAU-2	5,9	593	198	509	
10	Savolan voimalaitos, A1, A2	3,0	450	450	32	
11	Varkon lämpökeskus, Varkko 1, Varkko 2	3,0	450	450	18	
12	Kanteleen Voima Oy, pääkattila	6,0	599	200	494	
13	Martinkeskon voimalaitoksen, kattila 2, Maz2 (Ahtrosm)	5,9	586	195	301	
14	Maz 4, Merinlaakon voimalaitoksen, kaasuturbiinilaitos ja lämmönvaihteetokattila	13,0	75	75	363	CHP-laitos, jonka kokonaishyötysuhde on yli 75 %
15	Hakunilan lämpökeskus, K3, K4	3,0	328	165	11	
16	Maanhurman lämpökeskus, kattila 1, kattila 2, kattila 3, kattila 4, kattila 5	3,0	336	124	14	
17	Koivukylän lämpökeskus, kattila 1, kattila 2, kattila 4, kattila 5	3,0	317	111	3	
18	Encecell Oy, kuorikattila 2	6,0	588	249	206	

Liite 4 Suunnitelmaan kuuluvien laitosten laskennalliset NOx-päästöt vuonna 2016 ja 2019

19	Hemola, PII2	5,7	587	544	kw/hill 600, biomass 600, muut kiinteät 600, nestemäiset 450	243	225	kw/hill 200, biomass 250, muut kiinteät 250, nestemäiset 200	
20	Sora Enso Oulu, FI-3331104	6,0	598	1077	biomassa 600, muut kiinteät 600, nestemäiset 450	249	447	biomassa 250, muut kiinteät 250, nestemäiset 200	
21	Sora Enso Inrean tehtaat, KK2, K12	5,5	590	1175	biomassa 600, muut kiinteät 600, nestemäiset 450, kaasunaiset 300	183	392	biomassa 200, muut kiinteät 200, nestemäiset 150, kaasunaiset 100	
22	Sora Enso Inrean tehtaat, K9, K10, K11	3,0	300	50	kaasunaiset 300	100	17	kaasunaiset 100	
23	Sora Enso Oyj Sunilan tehdas, K2	5,7	567	165	biomassa 600, kaasunaiset 300	278	81	biomassa 300, kaasunaiset 100	
24	Sora Enso Oyj Verkuus, K6	6,0	600	769	kw/hill 600, biomass 600, muut kiinteät 600, nestemäiset 450	244	313	kw/hill 200, biomass 250, muut kiinteät 250, nestemäiset 200	
25	Sora Enso Oyj Verkuus, K7	3,0	322	60	nestemäiset 450, kaasunaiset 300	152	28	nestemäiset 450, kaasunaiset 100	
26	Sora Enso Oyj Veitsiluodon voimalaitos, K-18525	6,0	598	1442	biomassa 600, muut kiinteät 600, nestemäiset 450	249	601	biomassa 250, muut kiinteät 250, nestemäiset 200	
27	Sora Enso Oyj Anjalankosken tehtaat, K2	5,7	571	224	kw/hill 600, biomass 600, muut kiinteät 600, kaasunaiset 300	235	92	kw/hill 200, biomass 250, muut kiinteät 250, kaasunaiset 100	K2 keuhkon muutos 2008-100 -> 170 MW, kattilan kokonaisteho ppy/ emallian
28	Sora Enso Oyj Anjalankosken tehtaat, G12, K4	14,7	81	370	kaasunaiset 75	76	346	kaasunaiset 75	CHIP-laitos, jonka kokonaishyötysuhde on yfi 75 %
29	Kokkemills Oyj, kombioGT, kombioKattila	14,2	90	286	kaasunaiset 75 (kibi), 300 (kattila)	77	243	kaasunaiset 75 (kibi), 100 (kattila)	CHIP-laitos, jonka kokonaishyötysuhde on yfi 75 %
30	Kainuan Voima Oyj, pöykätilla, verkattila (öljy)	5,9	596	1229	kw/hill 600, biomass 600, muut kiinteät 600, nestemäiset 450	205	423	kw/hill 200, biomass 200, muut kiinteät 200, nestemäiset 150	verkattilla (öljy) on käynnyn emallian 1500 tuntea vuodessa
31	Tervekeski Oyj, K14809, K17440, K12731	3,0	300	135	nestemäiset 450, kaasunaiset 300	100	45	nestemäiset 200, kaasunaiset 100	
32	Suuron Oyj Säkylän tehdas, kattila 1, kattila 5	5,3	564	104	kw/hill 600, muut kiinteät 600, nestemäiset 450	336	62	kw/hill 300, muut kiinteät 300, nestemäiset 450	
33	Suosolan voimalaitos, 1NP, 5NP	5,9	596	72	biomassa 600, muut kiinteät 600, nestemäiset 450, nestemäiset 5NP 400	303	37	biomassa 300, muut kiinteät 300, nestemäiset 450	
34	Suosolan voimalaitos, 2NP	6,0	600	503	kw/hill 600, biomass 600, muut kiinteät 600, nestemäiset 450	248	208	kw/hill 200, biomass 250, muut kiinteät 250, nestemäiset 200	
35	Port Energia Oy Ahtaluodon voimalaitos, RI-kattila, R-kattila	6,0	599	907	biomassa 600, muut kiinteät 600, nestemäiset 450	250	378	biomassa 250, muut kiinteät 250, nestemäiset 200	
36	Oulun Energia, Toppilan voimalaitos, Oulu, kattila 1 (Toppila 1), kattila 4 (Toppila 2), kattila 3 (Japokkattila 47MW), kattila 5 (Jussu-ajukattila 45MW)	6,0	201	992	kw/hill 200, biomass 200, muut kiinteät 200, nestemäiset 400	200	986	kw/hill 200, biomass 200, muut kiinteät 200, nestemäiset 150	
37	Oulun Energia, Limingentien Iik, Oulu, kattila 1 (PKX), kattila 2 (PKX)	3,0	450	4	nestemäiset 450	450	4	nestemäiset 450	laitos on käynnyn emallian 1500 tuntea vuodessa