

Keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaatimukset

PIPO-asetuksen velvoitteiden seuranta

Tiivistelmä

Tekijä Helenius, Ulla	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2020
	Sivumäärä 46	
Työn nimi Keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvuati- mukset PIPO-asetuksen velvoitteiden seuranta		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Ohjaavan opettajan nimi, titteli ja organisaatio Jussi Kuusela, lehtori, Energia- ja ympäristötekniikka		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Mikko Paajanen, toimitusjohtaja, Orimattilan Lämpö Oy		
Tiivistelmä <p>Keskisuuria polttolaitoksia koskeva PIPO-asetus velvoittaa toiminnanharjoittajia päästöjen ja muiden ympäristövaikutusten seurantaan. Erilaisia tarkkailtavia asioita ja aikatauluja on useita, joten toiminnanharjoittajalla on hyvä olla kattava hallintajärjestelmä seurannan toteuttamiseen. Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia Excel-taulukon muodossa oleva työkalu PIPO-asetuksen velvoitteiden seurantaa varten ja se tehtiin toimeksiantona Orimattilan Lämpö Oy:lle. Teoriaosuudessa käsitellään PIPO-asetuksen taustalla vaikuttavaa lainsäädäntöä, keskisuurissa energiantuotantolaitoksissa käytettävää tekniikkaa sekä savukaasupäästöjä ja niiden hallintaa.</p> <p>Seurantajärjestelmä toteutettiin kokoamalla tiedot Excel-taulukoon, jota voi järjestellä toimenpiteiden tai aikataulun mukaan. Taulukossa näkyy toimenpiteiden rinnalla kyseinen PIPO-asetuksen kohta. Seurantajärjestelmässä on toinen taulukko toteutuneiden toimenpiteiden kirjaamista varten. Työssä toteutettu seurantajärjestelmä on hyödyllinen kaikille PIPO-asetusta noudattaville energiantuotantolaitoksille. Sitä voidaan myös käyttää pohjana kehitettäessä älypuhelinsovellusta PIPO-asetuksen seurantaan.</p>		
Asiasanat PIPO-asetus, savukaasupäästöt, MCP-direktiivi, lainsäädäntö, leijukerrospoltto		

Abstract

Author Helenius, Ulla	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2020
	Number of Pages 46	
Title of Publication Environmental protection requirements for medium sized combustion plants Monitoring the obligations of PIPO-decree		
Name of Degree Engineer (UAS)		
Name, title and organization of the supervising teacher Jussi Kuusela, Senior Lecturer, Energy and environmental technic		
Name, title and organization of the client Mikko Paaanen, CEO, Orimattilan Lämpö Oy		
Abstract <p>The medium combustion plant decree (in Finnish PIPO) obliges operators to observe emissions and other environmental impacts. There are many obligations and things to observe according to different schedules. Therefore, an efficient follow-up system is much needed. The Bachelor's thesis was commissioned by Orimattilan Lämpö Oy and its goal was to create a tool in Excel to follow all the obligations of the PIPO-decree. The theory consists of legislation behind the statute, the technique of medium combustion plants, emissions, and controlling them.</p> <p>The observation tool was created by collecting the information in an Excel sheet where operations can be organized by the time schedule or in alphabetical order. The sheet includes relevant points of the decree next to the operations. The tool has another sheet for keeping record of the operations. All the plants obliged by the PIPO-decree will find this observation tool useful. It can also be used when developing a smartphone application for the same purpose.</p>		
Keywords Medium combustion plant decree, emissions, MCP-directive, legislation, fluidized bed combustion		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Lainsäädäntö	2
2.1	Uuden PIPO-asetuksen tausta.....	2
2.2	Ilmansuojelupaketti	2
2.3	MCP-direktiivi	3
2.4	Uudistuksen vaikutukset ja lausunnot uudistuksesta.....	4
2.5	PIPO-asetuksen muutokset	6
2.6	Ympäristönsuojelulaki.....	7
2.7	Jätelaki ja tuhkat.....	8
2.8	Muut lait ja asetukset	9
3	Keskisuuret energiantuotantoyksiköt ja -laitokset.....	10
3.1	Uuden PIPO-asetuksen ohjaamat laitokset.....	10
3.2	Laitostyypit Suomessa	10
3.3	Leijukerros poltto	14
3.4	Arvioita Suomessa toimivien laitosten määrästä	16
4	Menetelmät savukaasupäästöjen rajoittamiseksi	18
4.1	Palamisessa syntyvät haitalliset päästöt	18
4.2	Hiukkaset.....	19
4.3	Rikki	22
4.4	Typen oksidit	23
5	Orimattilan Lämpö Oy	24
5.1	Perustiedot	24
5.2	Viljamaan lämpökeskus	24
5.3	Viljamaan lämpökeskuksen päästöt.....	25
6	Uusi PIPO-asetus	30
6.1	Päästöraja-arvot ilmaan johdettaville päästöille	30
6.2	Meluntorjunta.....	31
6.3	Jätevedet.....	31
6.4	Jätteet.....	33
6.5	Tarkkailu ja raportointi	33
6.6	Toiminnan lopettaminen.....	34
7	Seurantajärjestelmä.....	35
7.1	Tarve	35
7.2	Esittely.....	35

7.3	Kehitysehdotukset	40
8	Yhteenveto	41
	Lähteet	42

1 Johdanto

Teollisesta toiminnasta sekä energian tuotannosta aiheutuu päästöjä, jotka vaikuttavat negatiivisesti ympäristöön. Ilmansaasteet vahingoittavat ekosysteemejä ja aiheuttavat ilmastomuutosta. Päästöjen heikentämä ilmanlaatu aiheuttaa monia terveysongelmia sekä ennenaikaisia kuolemia. Ilmansaasteet vahingoittavat myös rakennettua ympäristöä, ja aiheuttavat näin taloudellista vahinkoa.

Euroopan unionin tavoitteena on parantaa ilmanlaatua alueellaan lainsäädännön avulla. Suomessa valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista (PIPO-asetus 1065/2017) vastaa EU:n direktiivien mukaisesti päästöjen rajoittamisesta. Tässä opinnäytetyössä käsitellään PIPO-asetuksen lainsäädännöllistä taustaa, sen velvoitteita sekä muita keskisuuria energiantuotantolaitoksia velvoittavia lakeja ja asetuksia. Lisäksi opinnäytetyössä käsitellään PIPO-asetuksen velvoittamien laitosten tekniikkaa sekä keinoja vähentää savukaasupäästöjä.

Keskisuurilla energiantuotantolaitoksilla on vastuu rajoittaa päästöjään PIPO-asetuksen mukaisesti. Asetuksessa määritellään myös muita ympäristöä suojaavia toimenpiteitä. Määräajoin tehtävät laitteistojen tarkistukset, päästömittaukset ja analyysit varmistavat, että laitosten toiminta ei aiheuta ympäristölle vahinkoa. Näiden toimenpiteiden seuraamiseen laitokset tarvitsevat toimivan järjestelmän.

Tämä opinnäytetyö on tehty Orimattilan Lämpö Oy:n toimeksiannosta, ja sen tavoitteena on laatia seurantajärjestelmä PIPO-asetuksen toimenpiteiden aikatauluttamisen ja raportoinnin avuksi. Hyvä seurantajärjestelmä helpottaa energiantuotantolaitosten työtä selkeyttäen toimenpiteiden toteuttamisaikataulua sekä nopeuttaen raportointia.

2 Lainsäädäntö

2.1 Uuden PIPO-asetuksen tausta

Valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista eli uusi PIPO-asetus pohjaa Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviin tiettyjen keskisuurista polttolaitoksista ilmaan joutuvien epäpuhtauspäästöjen rajoittamisesta, eli MCP-direktiiviin (medium combustion plant directive) (MCP-direktiivi 2015/2193, 2. artikla). MCP-direktiivi on osa Euroopan Unionin ilmansuojelupakettia. Aiemmin Suomessa näiden laitosten toimintaa on säädellyt Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 MW energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista 750/2013, eli PIPO-asetus. Lyhenne tulee sanoista pienet polttolaitokset. MCP-direktiivin myötä PIPO-asetusta muokattiin vastaamaan uusia päästöraja-arvoja ja muita säännöksiä. (Lindroos & Ekholm 2014, 4, 30.)

2.2 Ilmansuojelupaketti

EU:n seitsemännessä ympäristöä koskevassa toimintaohjelmassa todetaan, että huolimatta ilmansaasteiden vähentymisestä viime vuosikymmenten aikana, ovat ilman epäpuhtauksien määrät edelleen ekosysteemejä ja unionin kansalaisia vahingoittavilla tasoilla (Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös N:o 1386/2013/EU 2013, kohta 25, liitteen kohta 3 ja 19). Maailman terveysjärjestö WHO ja Euroopan komissio ovat todenneet tutkimuksissaan ilmansaasteiden aiheuttaneen 400 000 ennenaikaista kuolemaa vuosina 2010 ja 2012. Lisäksi ilmansaasteet aiheuttavat sydän- ja hengityselinten sairauksia sekä syöpää. Ilmansaasteiden aiheuttamista sairauksista arvioidaan aiheutuneen satojen miljardien eurojen kulut vuonna 2010. Ilmansaasteiden ympäristövaikutukset uhkaavat ekosysteemipalveluita ja ilmastoa. Myös rakennettu ympäristö kärsii ilmansaasteista. Vuonna 2010 rakennuksille koituneiden vahinkojen kustannukset olivat arvioilta miljardi euroa. (Guerreiro, de Leeuw, Foltescu & Horálek 2014, 11.) Ilmanlaadun raja-arvot ja Maailman terveysjärjestön ilmanlaatuvaatimukset jäivät monilla unionin alueilla toteutumatta (Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös N:o 1386/2013/EU 2013, kohta 6 ja 45).

Euroopan unionin komissio julkaisi 18. joulukuuta 2013 ilmansuojelupaketin, joka sisältää toimenpiteitä ilmanlaadun parantamiseksi EU:n alueella. Ilmansuojelupaketti sisältää Puhdasta ilmaa Euroopalle -ohjelman sekä ehdotukset direktiiviksi eräiden ilmansaasteiden kansainvälisille päästörajoille (NEC-direktiivi) ja direktiiviksi keskisuurten voimalaitosten aiheuttamien ilmansaasteiden vähentämisestä (MCP-direktiivi) (Lindroos & Ekholm 2014, 4). Ilmansuojelupakettiin kuuluu myös Göteborgin pöytäkirjan muutoksen hyväksyntä (Suoheimo, Grönroos, Karvosenoja, Petäjä, Saarinen, Savolahti & Silvo 2015, 3).

Puhdasta ilmaa Euroopalle -ohjelmassa todetaan, että EU:n ilmanlaatustandardit eivät ole samalla tasolla kuin muiden kehittyneiden maiden. Ilmanlaatustrategian tavoitteena on uudistaa lainsäädäntöä niin, että ilmanlaatua heikentäviä päästöjä saadaan vähennettyä pitkällä aikavälillä. Tavoitteena on myös vaikuttaa ilmastonmuutokseen. Toimenpiteiden pohjana on ilman pilaantumista koskeva teemakohtainen strategia vuodelta 2005. (Puhdasta ilmaa Euroopalle 2013, 2.) Puhdasta ilmaa Euroopalle -ohjelman mukaan EU:n lainsäädännössä ei ole aiemmin huomioitu lämpökapasiteetiltaan 1 - 50 MW olevien polttolaitosten päästöjä. Tästä syystä ohjelmassa esitetään direktiiviä, joka puuttuisi näiden laitosten päästöihin ja auttaisi saavuttamaan jäsenvaltioiden päästövähennystavoitteet. (Puhdasta ilmaa Euroopalle 2013, 9.)

2.3 MCP-direktiivi

Puhdasta ilmaa Euroopalle -ohjelma, ilman pilaantumista koskeva teemakohtainen strategia ja seitsemäs ympäristöä koskeva toimintaohjelma pyrkivät kaikki parantamaan ilmanlaatua ja vähentämään haitallisia päästöjä. Keskisuurissa polttolaitoksissa toiminnasta johtuvien ilmansaasteiden vähentäminen on kustannustehokasta, ja siksi niiden päästöjen rajoittamiseksi on annettu MCP-direktiivi (MCP-direktiivi 2015/2193, kohta 6). Kyseinen direktiivi koskee polttolaitoksia, joiden kokonaispolttoaineteho on vähintään 1 MW mutta alle 50 MW. Direktiivissä käytetään termiä keskisuuret polttolaitokset. Direktiivillä rajoitetaan rikkidioksidin, typen oksidien ja hiukkasten päästöjä ilmaan. Lisäksi direktiivi sisältää hiilimonoksidipäästöjen tarkkailua koskevat säännöt. (MCP-direktiivi 2015/2193, 1. ja 2. artikla.)

Jäsenvaltioiden velvoitteet ovat lupa- tai rekisteröintimenettelyn määrittäminen, rekisteröinnin valvonta, toiminnanharjoittajan toteuttaman päästötarkkailun varmistaminen ja päästörajojen seuraaminen (MCP-direktiivi 2015/2193, 5. ja 7. artikla). Toiminnanharjoittajan tulee

- tarkkailla päästöjä ja pitää niistä kirjaa
- antaa valvovalle viranomaiselle pyydytyt tiedot laitoksen toiminnasta
- auttaa viranomaista tarvittaessa tarkastuksissa
- pitää laitoksen käynnistys- ja pysäytysvaiheet mahdollisimman lyhyinä.

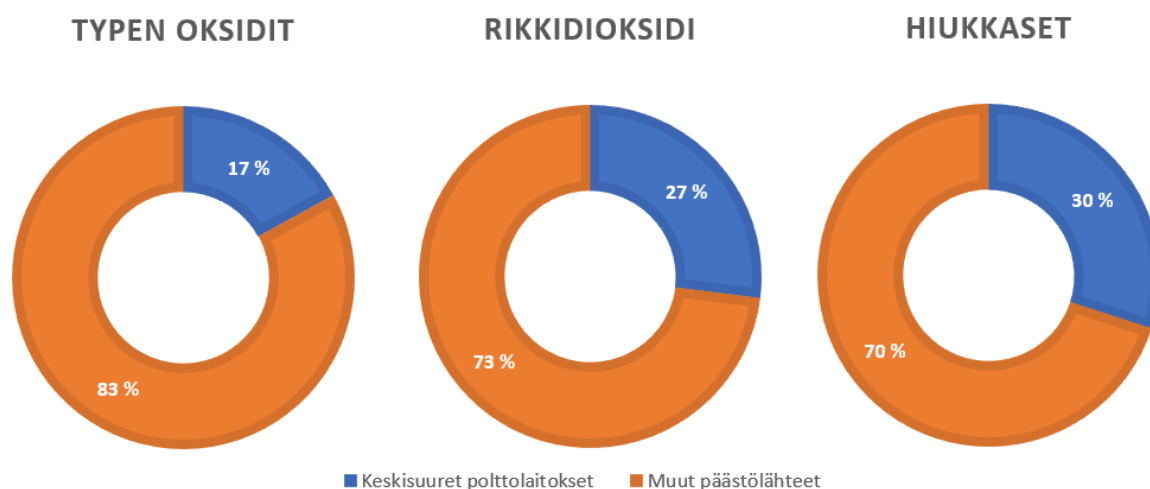
(MCP-direktiivi 2015/2193, 7. artikla).

MCP-direktiivi sallii jäsenmaiden vapauttaa monista raja-arvoistaan sellaiset laitokset, joita käytetään alle 500 tuntia vuodessa (Lindroos & Ekholm 2014, 30). Huomattavaa on, että MCP-direktiivissä annetaan jäsenvaltioille mahdollisuus vapauttaa laitoksia päästöraja-arvojen noudattamisesta vuoteen 2030 asti, mikäli kyseinen laitos toimittaa vähintään 50 %

hyötylämmöntuotannostaan julkiseen kaukolämpöverkkoon (MCP-direktiivi 2015/2193, 6. artikla). Lindroos ja Ekholm (2014, 28) arvioivat vuonna 2004, että 80 % Suomen kaukolämpövoimaloista on kokoluokaltaan sellaisia, joita MCP-direktiivi koskee, joten raja-arvoista joustaminen on Suomen mittakaavassa merkittävä asia. Uusi PIPO-asetus ei kuitenkaan huomioi erikseen kaukolämmöntuotantoon keskittyviä laitoksia, vaan päästörajojen noudattaminen riippuu laitoksen iästä ja koosta (PIPO-asetus 1065/2017, 22 §).

2.4 Uudistuksen vaikutukset ja lausunnot uudistuksesta

Lindroos ja Ekholm kommentoivat Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:lle laatimassaan raportissa MCP-direktiivin vaikutuksia Suomen ilmastopolitiikkaan. Lindroosin ja Ekholmin (2014, 52 - 53) mukaan MCP-direktiivi vaikuttaa olemassa olevien laitosten polttoainevalintoihin, lämmön hintaan ja päästökauppasektorin ulkopuolisiin päästöihin. Tiukempien päästörajojen myötä laitosten on investoitava kalliimpaan polttoaineeseen, esimerkiksi vaihdettava vähärikkiseen öljyyn. Laitosten nousevat kulut voivat siirtyä edelleen energian hintaan. Toisaalta esimerkiksi nousevan kaukolämmön hinta voi kannustaa kuluttajia parantamaan energiatehokkuutta. Kaukolämpötilastoista on laskettu, että vuonna 2012 Suomen 1 - 20 MW teholtaan olevat kaukolämpölaitokset tuottivat 2 % päästökauppasektorin ulkopuolisista kokonaispäästöistä. Huomattava osa keskisuurista polttolaitoksista on päästökauppasektorin ulkopuolella, joten MCP-direktiivillä on vaikutus näihin päästöihin. Vaikutus jää kuitenkin pieneksi verrattuna kokonaispäästöihin. (Lindroos & Ekholm 2014, 52 - 53.) Kuviossa 1 esitetään päästöjen prosentuaalista jakautumista keskisuurten polttolaitosten ja muiden päästölähteiden kesken. Tilasto on vuodelta 2001, eli se kertoo tilanteen ennen MCP-direktiivin täytäntöönpanoa. (Jalovaara, Aho, Hietämäki & Hyytiä 2003, 16.)



Kuvio 1. Päästöjen jakautuminen (mukailtu Jalovaara ym. 2003, 16)

Suomen ympäristökeskus tutki MCP-direktiivin vaikutuksia ja laati niistä raportin Päästö-kattodirektiiviehdotuksen ja keskisuurten polttolaitosten direktiiviehdotuksen toimeenpa-non vaikutukset Suomessa. Raportissa todetaan, että olemassa on jo päästöjen rajoitta-miseen keskittyvää lainsäädäntöä, muun muassa teollisuuspäästädirektiivi ja PIPO-ase-tus. Pienhiukkasten osalta merkittävä päästölähde on turpeen poltto. MCP-direktiivin ai-heuttamaksi pienhiukkasten päästövähennyspotentiaaliksi arvioidaan noin 10 % Suomen kokonaispäästöistä vuonna 2030. Typenoksidipäästöjen (NO_x) arvioidaan kasvavan kiin-teiden polttoaineiden käytön ja laitospölyn pienentymisen seurauksena. Rikkidioksidin (SO_2) päästötavoitteet arvioidaan saavutettavan helposti. Keskisuurille polttolaitoksille ar-vioidaan syntyvän lisäkuluja puhdistinlaitteinvestoinneista, kasvaneista käyttökuluista ja tarkkailukuluista. Puhdistinlaitteinvestoinnit koskevat erityisesti pienemmän kokoluokan kattiloita, sillä näillä savukaasujen puhdistus on aiemmin ollut vähäisempää. Myös rikin-erotuslaitteistoa tarvitsevat laitokset joutuvat tekemään laiteinvestointeja. (Suoheimo ym. 2015, 58.)

PIPO-asetuksen uudistustyön aikana ympäristöministeriö keräsi uudistusta koskevia lau-suntoja eri tahoilta. Lausunnoissa asetusluonnosta kannatettiin yleisesti, ja sitä pidettiin hyvänä. Kommentit koskivat lähinnä asetusluonnoksen eri pykälää ja niihin toivottuja muu-toksia tai tarkennuksia. Muutamat tahot olivat keskittyneet kannattamaan omalla lausun-nollaan toisen tahon tekemää lausuntoa, ja jotkut jättivät lausuntamahdollisuuden koko-naan käyttämättä. (Varis & Rinne, 2017.)

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (2017) kannatti lausunnossaan keski-suurten energiantuotantolaitosten päästörajojen tiukentamista ja totesi, että sillä olisi

suotuisa vaikutus yleiseen ilmanlaatuun. Lausunnossa todettiin myös, että tarkkailu- ja raportointivelvollisuuden ansiosta saadaan kerättyä kattavammat päästötiedot, joiden avulla saadaan aikaan tarkempia ilmanlaadun mallinnuksia. Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön toimialan (2017) lausunnossa korostettiin samoja asioita. Lisäksi lausunnossa huomautettiin, että keskisuurten energiantuotantolaitosten vaikutus paikalliseen ilmanlaatuun on melko vähäinen. Myös metsäteollisuuden (2017) lausunnossa todettiin, että keskisuurten polttolaitosten vaikutus ilmanlaatuun on hyvin pieni muihin tekijöihin verrattuna.

Työ- ja elinkeinoministeriö (2017) ilmaisi lausunnossaan, että ympäristöhyötyihin nähden kohtuuttomia investointeja tulisi ehkäistä. Lisäksi lausunnossa todettiin, että uutta poltto- ja puhdistintekniikkaa tuottavaa liiketoimintaa tulisi edistää. Uudistuksen aiheuttamista kustannuksista huolensa ilmaisi myös Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry. MTK ry huomautti, että laitoksille koituu kustannuksia sekä rekisteröintivelvoitteen täyttämisestä että puhdistuslaitteiden vaatimista investoinneista. (Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry 2017.)

Suomen kuntaliitto (2017) totesi lausunnossaan, että Suomessa on suuri määrä pieniä, polttoaineteholtaan 1 - 5 MW olevia laitoksia, jotka tuottavat kaukolämpöä. Näitä laitoksia ei ollut ennen asetuksen voimaantuloa tarvinnut rekisteröidä. Rekisteröinneistä aiheutuvasta lisätyöstä ja kustannuksista huomautti myös Jyväskylän kaupunki (2017).

2.5 PIPO-asetuksen muutokset

Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista eli PIPO-asetus (750/2013) tuli voimaan marraskuun 1. päivä 2013 (PIPO-asetus 750/2013 § 20). Se kumosi kesäkuussa 2010 annetun Valtioneuvoston asetuksen polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista, niin kutsutun PINO-asetuksen (445/2010). MCP-direktiivin astuessa voimaan vanha PIPO-asetus päivitettiin direktiivin mukaiseksi PIPO-asetukseksi 1065/2017.

Merkittävin ero vanhaan asetukseen on sen velvoittamissa energiantuotantoyksiköissä. Uudistetun asetuksen myötä rekisteröinnin piiriin siirtyivät kaikki polttoaineteholtaan yli 1 MW:n yksiköt. Aiemmin polttoaineteholtaan alle 5 MW:n yksiköt noudattivat asetusta vain, jos ne muodostivat muiden yksiköiden kanssa yli 5 MW:n kokonaisuuden tai jos niiden toimintaan sovellettiin ympäristölupajärjestelmää. (PIPO-asetus 750/2013, 1 §.) Toinen huomattava muutos oli päästörajojen tiukennukset, joista varsinkin kiinteitä polttoaineita käyttävien laitosten hiukkaspäästöjen rajat tiukkenivat selvästi aiempaan verrattuna. Lisäksi PIPO-

asetuksessa sallittiin poikkeuksia päästörajoista alle 1 500 tuntia käyville laitoksille, mikä tiukkeni uudessa asetuksessa 500 tuntiin. (Suoheimo ym. 2015, 58.)

Edellä mainitun lisäksi MCP-direktiivi aiheutti pääasiassa tarkennuksia asetukseen. Asetukseen lisättiin mahdollisuuksia käyttää vaihtoehtoisia menetelmiä liittyen öljyisten jätevesien käsittelyyn ja johtamiseen sekä nestemäisten polttoaineiden käsittelyyn ja varastointiin. Vaihtoehtoisten menetelmien käyttäminen edellyttää energiantuotantolaitokselta tiettyjen määritelmien täyttämistä. (PIPO-asetus 1065/2017, 10 §, 13 §.)

2.6 Ympäristönsuojelulaki

Sen lisäksi, että keskisuuret energiantuotantolaitokset noudattavat uuden PIPO-asetuksen säännöksiä, niitä ohjaavat myös muut lait. Merkittävin näistä on ympäristönsuojelulaki, jonka nojalla myös PIPO-asetus on annettu. Ympäristönsuojelulaki on laaja yleislaki, joka pyrkii ennaltaehkäisemään ympäristön pilaantumista. Ympäristönsuojelulain 10 §:ssä määritetään, että ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi voidaan antaa tarkempia säännöksiä valtionneuvoston asetuksella. PIPO-asetus sisältää tällaisia tarkentavia säännöksiä. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 10 §.)

Ympäristönsuojelulain tarkoituksena on:

- 1) ehkäistä ympäristön pilaantumista ja sen vaaraa, ehkäistä ja vähentää päästöjä sekä poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristövahinkoja;*
- 2) turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö, tukea kestävää kehitystä sekä torjua ilmastonmuutosta;*
- 3) edistää luonnonvarojen kestävää käyttöä sekä vähentää jätteiden määrää ja haitallisuutta ja ehkäistä jätteistä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia;*
- 4) tehostaa ympäristöä pilaavan toiminnan vaikutusten arviointia ja huomioon ottamista kokonaisuutena; sekä*
- 5) parantaa kansalaisten mahdollisuuksia vaikuttaa ympäristöä koskevaan päätöksentekoon.*

(Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 1 §.)

Uudessa PIPO-asetuksessa on otettu huomioon ympäristönsuojelulain kaikki tavoitteet. Ensimmäinen kohta on merkittävin, sillä asetuksen taustalla olevan MCP-direktiivin tarkoitus

on nimenomaan päästöjen vähentäminen (European Commission 2020). PIPO-asetus on annettu ympäristönsuojelulain nojalla, mutta tämän lisäksi ympäristönsuojelulaki velvoittaa keskisuuria energiantuotantolaitoksia muillakin tavoilla. Ympäristönsuojelulain mukaan toiminnanharjoittajalla on velvollisuus ennaltaehkäistä ja rajoittaa ympäristön pilaantumista. Toiminnasta aiheutuvat päästöt on rajoitettava mahdollisimman pieniksi. Ympäristönsuojelulaki velvoittaa noudattamaan jätelain yleisiä velvollisuuksia ja periaatteita sekä kemikaalien turvallista käyttöä koskevia yleisiä periaatteita, jotka on eritelty kemikaalilaissa ja Euroopan unionin kemikaalilainsäädännössä. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 7 §.)

Keskisuuret energiantuotantolaitokset on rekisteröitävä ympäristönsuojelulain 116 § nojalla. Rekisteröinti-ilmoituksen sisällöstä ja viranomaisen ilmoituksesta rekisteröinnistä säädetään pykälässä 117. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 116 §, 117 §.) Rekisteröitävässä toiminnassa tulee käyttää parasta käyttökelpoista tekniikkaa, ja on huolehdittava siitä, että energiankäyttö on tehokasta. Toiminnanharjoittajalla tulee olla käytettävissään riittävä asiantuntemus suhteutettuna toiminnan laatuun ja laajuuteen. Päästöjä ja ympäristövaikutuksia tulee tarkkailla, ja toimittaa niistä sekä toimintaan liittyvistä muista asioista tarpeelliset tiedot viranomaiselle. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 8 §.)

Ympäristölain 123 §:ssä säädetään toimenpiteistä poikkeuksellisen tilanteen sattuessa. Tällaiseksi katsotaan tilanne, jossa yllättävästä syystä aiheutuu päästöjä tai syntyy jätettä niin, että asetuksen vaatimukset eivät täyty. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 123 §.) Toiminnassa tapahtuvista muutoksista tulee ilmoittaa ympäristönsuojelulain 170 § mukaisesti (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 170 §). Rekisteröidyn toiminnan loppuessa toiminnanharjoittajalla säilyy velvollisuus toteuttaa pilaantumisen ehkäisemiseen liittyviä toimia sekä selvittää ja tarkkailla toiminnan vaikutuksia asetuksen mukaisesti. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 94 §.)

2.7 Jätelaki ja tuhkat

Jätelaissa etusijajärjestys määritetään toiminnanharjoittajaa sitovaksi velvoitteeksi. Etusijajärjestyksen mukaisesti ensisijainen tavoite on vähentää syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta. (Jätelaki 646/2011, 8 §.) Kiinteää polttoainetta käyttävän energiantuotantolaitoksen kohdalla syntyvä jäte on tuhkaa, jonka määrää ei realistisesti voida vähentää. Tämän vuoksi tuhkalta tulee selvittää hyötykäyttökohteita. Laitoksissa syntyy lentotuhkaa, joka kulkeutuu savukaasujen mukana, ja pohjatuhkaa, joka koostuu petihiekasta ja kattilan pohjalle jääneestä tuhkasta. (Timonen 2020.) Tuhkaa ei tarvitse toimittaa hyötykäyttöön, mikäli hyötykäyttö ei ole teknisesti mahdollista tai aiheuttaa kohtuuttomia kustannuksia muuhun käsittelyyn verrattuna. Puupolttoaineiden tuhkaa voi sen ominaisuuksien mukaan hyödyntää lannoitteena tai maarakentamisessa. (Flyktman, Impola & Linna 2012, 31.)

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa, niin kutsuttu MARA-asetus, pyrkii edistämään jätteiden hyödyntämistä. MARA-asetus poistaa tiettyjen maanrakennukseen käytettävien jätteiden ympäristölupavelvollisuuden. Kivihiilestä, turpeesta ja puuperäisestä aineksesta syntyvät lento- ja pohjatuhkat sekä leijupetihiekka sisältyvät asetuksen soveltamisalaan. (MARA-asetus 843/2017 1 §.) MARA-asetuksessa määritellään suurimmat sallitut määrät hyödynnettävän jätteen sisältämille haitallisille aineille sekä jätteen sallitut kerrospaksuudet. Haitta-aineiden raja-arvoihin vaikuttaa suunniteltu käyttökohde. Päälystetyille kohteille raja-arvot ovat löyhemmät kuin pelkästään peitetuille rakenteille. (MARA-asetus 843/2017, liite 2.)

2.8 Muut lait ja asetukset

Energiantuotantolaitosten höyrykattilat, paineilmasäiliöt ja paineputkistot luetaan painelaitteisiin, joiden käyttöä säätelee painelaitelaki ja -asetus (HE = Hallituksen esitys 7/1999, yksityiskohtaiset perustelut, luku 1). Painelaitelaissa (1144/2016) määritellään muun muassa painelaitteiden turvallisuuden varmistamisesta, käytöstä, käytön valvonnasta sekä tarkastuksista. Painelaitteet tulee rekisteröidä, mikäli ne voivat aiheuttaa merkittävää vaaraa. Painelaitteille suoritetaan määräajoin painekokeita, käyttötarkastuksia ja sisäpuolisia tarkastuksia. (Painelaitelaki 1144/2016, 51 §, 56 §). Valtioneuvoston asetus painelaitteista (1648/2016) tarkentaa painelaitelakia.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005) liittyy olennaisesti öljyä polttoaineenaan käyttävien laitosten toimintaan, mutta muillakin laitoksilla toimintaan liittyy kemikaalien käsittelyä. Kemikaaleja käytetään esimerkiksi lauhdevesien käsittelyssä sekä laitteistojen puhdistuksessa (Timonen 2020). Lauhdevesien käsittelyssä tulee huomioida valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006).

3 Keskisuuret energiantuotantoyksiköt ja -laitokset

3.1 Uuden PIPO-asetuksen ohjaamat laitokset

Keskisuuriin energiantuotantoyksiköihin sovelletaan valtioneuvoston asetusta 1065/2017, jota kutsutaan uudeksi PIPO-asetukseksi. Uutta PIPO-asetusta sovelletaan ympäristönsuojelulain (527/2014 116 §) nojalla rekisteröitävään toimintaan sekä ympäristönsuojelun vähimmäisvaatimuksena toimintaan, johon tarvitaan ympäristölupa. Keskisuuri energiantuotantoyksikkö on uuden PIPO-asetuksen mukaan polttoaineteholtaan vähintään 1 MW, mutta alle 50 MW. Keskisuuri energiantuotantolaitos puolestaan on kokonaisuus, johon kuuluu yksi tai useampi edellä mainittu energiantuotantoyksikkö. (PIPO-asetus 1065/2017, 1 §.) Energiantuotantoyksiköllä uudessa PIPO-asetuksessa tarkoitetaan kattilaa, kaasuturbiinia, polttomoottoria tai vastaavaa laitetta, joka on tarkoitettu polttamisessa syntyvän lämmön hyödyntämiseen (PIPO-asetus 1065/2017, 2 §).

Uuden PIPO-asetuksen ohjaamissa laitoksissa voidaan polttaa kiinteitä, nestemäisiä tai kaasumaisia polttoaineita. Kiinteisiin polttoaineisiin luetaan kiinteä biomassa, esimerkiksi puu, ruokohelpi, olki ja pelletit. Nestemäisistä polttoaineista mainittakoon esimerkiksi kevyt polttoöljy ja kaasumaisista maakaasu. (PIPO-asetus 1065/2017, liite 1A.) Uutta PIPO-asetusta ei sovelleta yksiköihin, joita koskevat jätteen polttamiseen liittyvät säännökset (PIPO-asetus 1065/2017, 1 §). Kiinteän biomassan määritelmään kuitenkin sisältyy korkkijäte ja puujäte, ellei se ole pinnoitettua tai puunsuoja-aineella käsiteltyä. Samoin elintarvike- ja paperiteollisuuden kasviperäiset jätteet otetaan huomioon, mikäli niitä poltetaan tuotantopaikalla, ja syntyvä lämpö hyödynnetään. (PIPO-asetus 1065/2017, 2 §.)

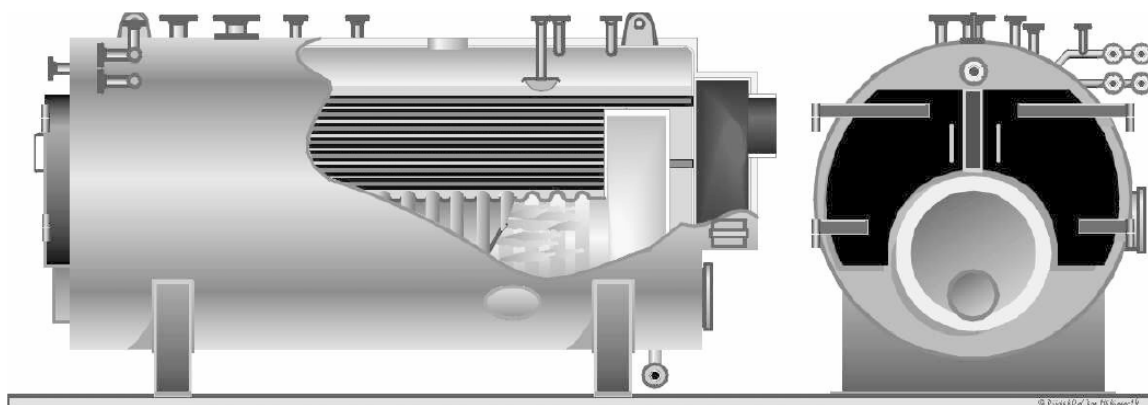
3.2 Laitostyypit Suomessa

Keskisuuret polttolaitokset tuottavat

- sähköä ja lämpöä tai höyryä
- pelkästään lämpöä tai höyryä.

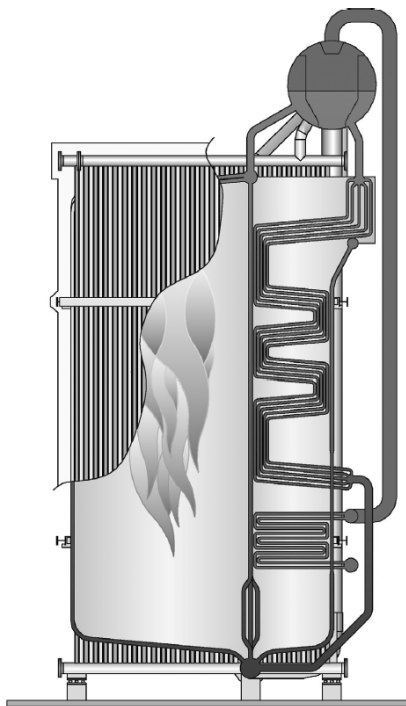
Pelkästään sähköä tuottavia laitoksia tässä kokoluokassa ei ole käytännössä lainkaan. Voimalaitostyypit jakautuvat höyryvoimalaitoksiin ja kaasuturbiini-, kaasumoottori- tai dieselmoottorilaitoksiin. Höyryvoimalaitoksista kokoluokassa 1 - 50 MW käytetään ainoastaan sähkön ja lämmön yhteistuotantoon perustuvaa vastapainevoimalaitosta. Näiden laitosten primäärituote on lämpö, ja ne ovat teollisuusvoimalaitoksia tai kaukolämpövoimalaitoksia. (Jalovaara ym. 2003, 20.)

Keskisuurten energiantuotantolaitosten höyrykattilat ovat joko vesiputkikattiloita tai suurvesitilakattiloita eli tulitorvi-tuliputkikattiloita. Tulitorvi-tuliputkikattiloiden suurin mahdollinen teho on 15 MW tulitorvea kohden. Yli 30 MW:n tulitorvi-tuliputkikattiloiden valmistaminen on teknisesti hankalaa, joten sitä suuremmat kattilat ovat yleensä vesiputkikattiloita. (Jalovaara ym. 2003, 22.) Tulitorvi-tuliputkikattiloissa (kuvio 2) käytetään polttoaineena yleensä öljyä tai kaasua. Polttoaine palaa tulitorvessa, ja savukaasut kulkevat kääntökammion kautta tuliputkiin. Tulitorvia on yksi tai kaksi. Tulitorvi ja tuliputket kulkevat vesitilassa, ja putkissa kulkevat savukaasut höyrystävät vesitilan vettä. Kattilan vesitilan yläpuolella on höyrytila, jonka kautta höyrystynyt vesi saadaan käyttöön. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2000, 112.)



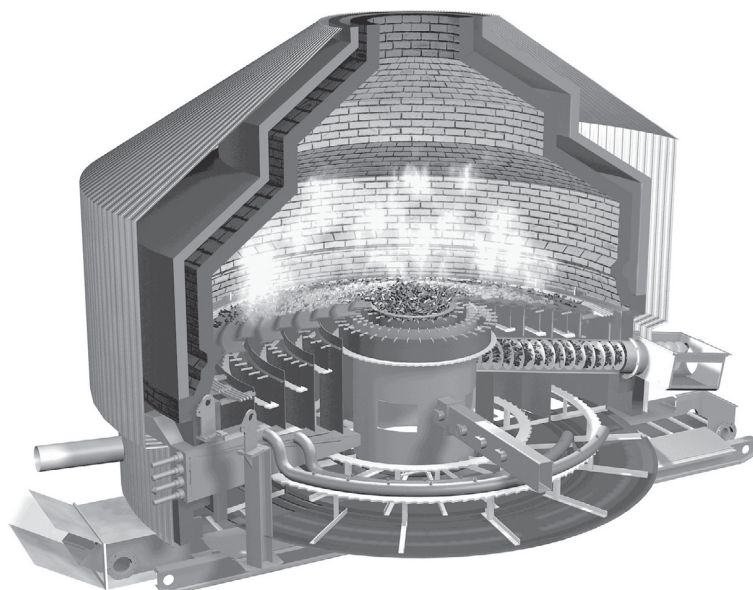
Kuvio 2. Tulitorvi-tuliputkikattila (Noviter Oy Jalovaaran ym. 2003, 23 mukaan)

Kiinteän polttoaineen kattilat ovat tyypillisesti vesiputkikattiloita (kuvio 3) (Jalovaara ym. 2003, 24). Vesiputkikattilat jaetaan luonnonkierto-, pakkokierto- ja läpivirtauskattiloihin. Nämä kattilat perustuvat veden höyrystymiseen putkissa (Huhtinen ym. 2000, 111). Vesi kiertää putkissa, ja savukaasut kulkevat putkien ulkopuolella. Tulipintaa on enemmän suhteessa vesitilavuuteen kuin tulitorvi-tuliputkikattiloissa. (Jalovaara ym. 2003, 22 - 24.) Luonnonkiertokattilassa vettä ja höyryä liikuttaa niiden välinen tiheysero. Pakkokierto- ja läpivirtauskattiloissa käytetään pumppua luomaan painetta, joka kierrättää vettä ja höyryä. (Huhtinen ym. 2000, 113, 118.)



Kuvio 3. Vesiputkikattila (Noviter Oy Jalovaaran ym. 2003, 23 mukaan)

Keskisuurten energiantuotantolaitosten käyttämät polttotekniikat ovat leijukerros poltto, arina ja kaasutus poltto. Leijukerros polttoa käsitellään tarkemmin luvussa 3.3. Kivihiilen polttoa varten kehitettyä arinatekniikkaa hyödynnetään nykyisin paljon biomassan poltossa. Arinatekniikassa polttoaine ja kattilan koko määrittävät arinan rakenteen. Arinapoltossa on palamisen hallinnan kannalta tärkeää saada polttoaine syötettyä tasaiseksi kerrokseksi, tosin mekaanisilla arinoilla polttoainetta saadaan sekoitettua arinaraudoilla. Nykytekniikka mahdollistaa arinapoltossa laadultaan vaihtelevien polttoaineiden käytön, ja esimerkiksi pyörivällä kekoarinalla (kuvio 4) voidaan polttaa hyvin märkää, kosteuspitoisuudeltaan jopa 60 % puujätettä. Arinan etuna on pieni kattilan omakäyttösähkön tehon tarve. Puutteita ovat säädön hitaus ja arinarautojen vaatima huolto. (Jalovaara ym. 2003, 29 - 31.)



Kuvio 4. Pyörivä kekoarina (Wärtsilä Finland Oy Jalovaaran ym. 2003 mukaan)

Polttoaineteholtaan 1 - 50 MW olevissa laitoksissa kaasutuspoltto on kiinteäkerroskaasutusta. (Flyktman, ym. 2012, 15 - 18.) Kiinteäkerroskaasutin voi olla vastavirta- tai myötävirtaperiaatteinen. Vastavirtaperiaate toimii niin, että polttoaine johdetaan reaktorin yläosaan, ja ilman ja hapen tai vesihöyryn seos alaosaan. Polttoaine käy läpi kuivumis-, pyrolyysi-, pelkistys- ja palamisvaiheet, jotka tapahtuvat omilla vyöhykkeillään reaktorissa. Reaktorin suhteellisen alhainen lämpötila aiheuttaa sen, että tuotekaasuun syntyy tervoja ja ammoniakkia. (Huhtinen ym. 2000, 181.)

Erilaisten lämpöpumppujen suosio on jo useamman vuoden ajan ollut jatkuvassa kasvussa, ja monet paikkakunnat ovat alkaneet tuottaa kaukolämpöä lämpöpumppulaitoksilla tai tutkia sen mahdollisuuksia. Lämpöpumppujen suosiota kasvattaa muun muassa teknologian kehittyminen, hintaepävarmuuden kasvu sähkön ja polttoaineiden suhteen sekä vaatimukset tuottaa energiaa uusiutuvista lähteistä. Mahdollisia lämmönlähteitä ovat savukaasut, teollisuuden hukkalämpö, yhdyskunnan jätevedet sekä meret, järvet, joet ja maaperä. Käytettäessä lämpöpumppua muun kaukolämmöntuotannon tukena, voidaan vähentää päästöjä ja saavuttaa joustavuutta lämmöntuotantoon. Lämpöpumppujen käyttämiseen kaukolämmöntuotannossa liittyy kuitenkin teknisiä ja taloudellisia haasteita, jotka vaativat ratkaisua ennen kuin tekniikan laajamittainen hyödyntäminen on mahdollista. Uuden PIPO-asetuksen määrittämien päästöraja-arvojen saavuttaminen olisi helpompaa, mikäli sen velvoittamissa polttolaitoksissa voitaisiin käyttää lämpöpumppua lämmöntuotannon tukena. (Energiateollisuus 2016, 3, 10, 13, 23, 25.)

3.3 Leijukerros poltto

Leijukerrostekniikan juuret ovat 1920-luvun kemianteollisuudessa. Alun perin menetelmää käytettiin öljyn krakkaukseen ja hiilen kaasutukseen. Suomeen leijukerrostekniikka on tullut 1960-luvulla, jolloin sitä on kehitetty kaasutuksen ja kaasunkehityksen sovelluksiin. 1970-luvulla leijupolttoa alettiin soveltaa kattilatekniikkaan. Nykyään leijukattiloilla on vakaa asema energiantuotannossa ympäristöystävällisenä vaihtoehtona kiinteiden polttoaineiden poltossa. Pääpolttoaineina käytetään metsähaketta, kuorta, sahanpurua ja jyrshinturvetta. Tyypillisiä rinnakkais- ja tukipolttoaineita ovat kutterinlastu, puupelletit, murskattu palaturve ja käytöstä poistettu puu. (Jalovaara ym. 2003, 15, 33.)

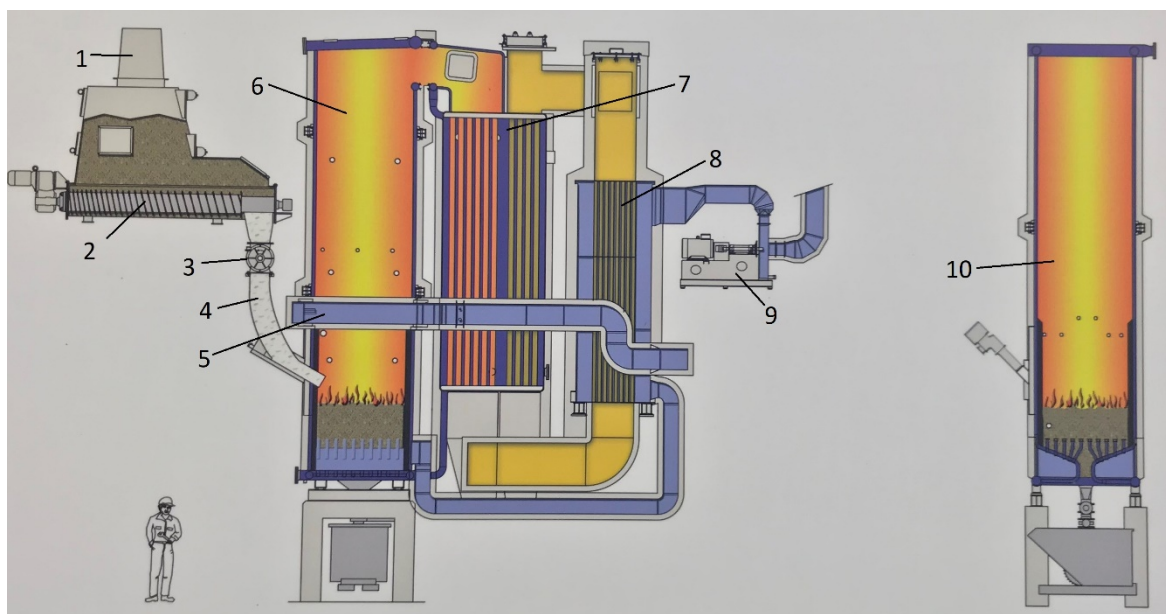
Leijukerros polton suosioon ja maineeseen ympäristöystävällisenä menetelmänä on useita syitä. Leijukerros poltolla voidaan polttaa samassa kattilassa erilaisia polttoaineita, ja huonolaatuistenkin, kosteiden tai matalalämpöarvoisten polttoaineiden poltto onnistuu hyvällä palamishyötysuhteella. (Jalovaara ym. 2003, 33.) Tämän mahdollistavat leijupetin suuri lämpökapasiteetti sekä hyvä kaasun ja kiintoaineen sekoittuminen. Kosteat polttoaineet kuivuvat nopeasti kattilassa sekoittuessaan kuumaan hiekkakerrokseen. (Jalovaara ym. 2003, 33; Huhtinen ym. 2000, 157.) Alhaisen palamislämpötilan ansiosta typen oksidien päästöjä syntyy vain vähän. Savukaasujen rikinpuhdistus onnistuu edullisesti syöttämällä kalkkia suoraan tulipesään. (Huhtinen ym. 2000, 153.)

Leijupoltossa kattilaan muodostuu leijupeti, joka koostuu kiinteästä petimateriaalista, polttoaineesta, ilmasta ja palamisessa muodostuvista savukaasuista (Jalovaara ym. 2003, 33). Petimateriaalina on usein hiekka, jonka keskiraekoko on 1 - 3 mm. Hiekkakerros on tyypillisesti 0,4 - 0,8 m. Ennen pääpolttoaineen lisäystä peti lämmitetään 500 - 600 °C lämpötilatasolle, jotta pääpolttoaine syttyisi turvallisesti. Polttoaine syötetään kattilaan putkien avulla, joita on yleensä useampi polttoaineen tasaisen jakautumisen saavuttamiseksi. (Huhtinen ym. 2000, 157 - 158.) Kattilan alaosaan syötetään ilmaa, joka saa pedin leijumaan (Jalovaara ym. 2003, 33). Tästä leijutusilmasta saadaan osa palamiseen tarvittavasta hapesta. Leijutusilman lisäksi kattilaan syötetään sekundääri-ilmaa liekin sivulle ja tertiääri-ilmaa kattilan yläosaan. (Timonen 2020.) Kuviossa 5 nähdään sekundääri-ilmakanavan sijainti. Palamisilman vaihteistamisella vähennetään myös ilmanpäästöjä. (Huhtinen ym. 2000, 158.)

Leijupoltosta voidaan erottaa kaksi erilaista tapaa, kupliva leijupeti eli kerrosleijupeti ja kiertopeti. Nämä eroavat toisistaan pedin käyttäytymisessä, mikä puolestaan riippuu syötettävän ilman määrästä. Leijupedin hiekkakerros saadaan leijumaan, kun ilmapirran aiheuttama painehäviö on kasvanut yhtä suureksi kuin hiekkakerroksen hydrostaattinen paine. Tällöin ilmapirran aiheuttama voima vastaa maan vetovoimaa, ja peti alkaa leijua. Pedin leijuttamiseen vaadittavaa ilman virtausnopeutta kutsutaan minimileijutusnopeudeksi. (Huhtinen ym.

2000, 154 - 155.) Minimileijutusnopeuteen vaikuttaa voimalaitoksen ajotilanne: polttoaine, polttoaineen kosteus ja massavirta, petimateriaalin määrä ja koostumus (Timonen 2020). Luonnollisesti hiukkaskooltaan pienempi hiekka saadaan leijumaan hitaammalla nopeudella. Kun ilmavirran määrää lisätään minimileijutusnopeuden yli, ei painehäviö enää kasva. Ilmamäärä, joka ylittää minimileijutusnopeuden, siirtyy kerroksen läpi ilmakuplina. Tästä polttotekniikasta käytetään nimitystä kupliva leijupeti. Koska leijupeti muodostaa selkeän kerroksen, kutsutaan tätä tekniikkaa hyödyntäviä kattiloita kerrosleijukattiloiksi. (Huhtinen ym. 2000, 155.)

Kuviossa 5 nähdään leijukerroskattilan osat. Polttoaine kulkee syöttösiilosta syöttöruuvien ja sulkusyöttimen avulla pudotussuppiloon, ja sieltä tulipesään. Kuvion kattila on kuumavesikattila, jonka seinämät koostuvat pystysuuntaisesta vesiputkistosta. Ennen tulipesää vesiputket kulkevat veden esilämmityksen läpi, jossa tulipesästä tulevat savukaasut lämmitävät putkissa virtaavaa vettä. Myös primääri-ilmaa esilämmitetään savukaasuilla. (Timonen 2020.) Tämä kuivattaa polttoainetta, tehostaa polttoaineen syttymistä ja nopeuttaa palamista (Huhtinen ym. 2000, 196).



Kuvio 5. Leijukerroskattila (Renewa Oy)

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. Syöttösiilo | 6. Kattilan tulipesä |
| 2. Syöttöruuvit | 7. Veden esilämmitys |
| 3. Sulkusyötin | 8. Primääri-ilmakekanava ja primääri-ilman esilämmitys |
| 4. Polttoaineen pudotussuppilo | 9. Primääri-ilmapuhallin |
| 5. Sekundääri-ilmakekanava | 10. Kattilan tulipesä toiselta sivulta |

Toinen leijupoltossa käytettävä tekniikka on nimeltään kiertopetikattila. Nimensä mukaisesti kiertopetissä petimateriaali kiertää leijutuskaasun mukana. Tämä saadaan aikaan kasvatamalla leijutusnopeutta siihen pisteeseen asti, että saavutetaan hiekan lentoonlähönopeus. Myös petimateriaali on hienojakoisempaa kuin kerroskattiloissa. Kiertopetikattilan yhteydessä on erillinen sykloni, jotta kiertävä petimateriaali ja palamattomat hiukkaset saadaan palautettua tulipesän pohjalle. (Huhtinen ym. 2000, 155, 159.) Kiertopetikattilat ovat Suomessa yleisesti teholuokaltaan yli 100 MW, joten ne eivät tyypillisesti kuulu keskisuuriin energiantuotantolaitoksiin (Flyktman, ym. 2012, 15).

3.4 Arvioita Suomessa toimivien laitosten määrästä

Suomessa toimivien polttoaineteholtaan 1 - 50 MW laitosten tarkkaa määrää ei lainsäädännössä esitetystä veloitteesta huolimatta ole saatavilla. Uusi PIPO-asetus velvoittaa kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen tai luvan varaisen toiminnan kohdalla valtion

ympäristölupaviranomaisen ilmoittamaan laitosten tiedot yleisessä tietoverkossa. Laitoksista pitäisi löytyä melko yksityiskohtaiset tiedot, sisältäen muun muassa polttoainetehon, polttoaineen ja laitostyyppin. (PIPO-asetus 1065/2017, 21 §.) Tiedot ovat kuitenkin huonosti saatavilla tai saattavat puuttua kokonaan. Esimerkiksi Lahden kaupungin ympäristönsuojelusta kerrotaan, että tietojen vieminen yleiseen tietoverkkoon on työn alla (Saarola 2020). Helsingin ympäristöpalvelut ilmoittavat julkaisevansa internetissä ainoastaan pienten polttolaitosten lukumäärän (Pelkonen 2020). Jotkut paikkakunnat, esimerkiksi Kotka, ovat julkaisseet laitosten tiedot internetissä (Kotkan ja Pyhtään ympäristönsuojeluviranomainen 2020). Suomen ympäristökeskus on syksyllä 2020 lähestynyt kuntia kerätäkseen tietoja pienten ja keskisuurten energiantuotantoyksiköiden häikäpäästöistä EU:n komissiota varten. Tämä saattaa vauhdittaa tietojen julkaisemista. (Elsilä 2020.)

Ajantasaisten tietojen puuttuessa joudutaan tutkimaan vanhempia lähteitä. Ennen kuin keskisuurten energiantuotantolaitosten määritelmä ja rekisteröintivelvoite laajenivat käsittämään myös 1 - 5 MW polttoaineteholtaan olevat yksiköt, ei näistä laitoksista pidetty systemaattisesti kirjaa. Laitokset, jotka eivät tarvinneet ympäristölupaa tai rekisteröintiä, jäivät kokonaan pois tilastoista. Tämän lisäksi osalla luvanvaraisista laitoksista oli puutteelliset tiedot järjestelmässä. (HE 167/2017, kohta 2.5.) Suomen ympäristökeskus SYKE selvitti kunnille ohjatulla kyselyllä keskisuurten energiantuotantolaitosten määrää Suomessa vuonna 2014, kun PIPO-asetuksen päivittämistä valmisteltiin. Ennakkotietojensa ja kyselyn perusteella SYKE sai 1 - 50 MW teholtaan olevien laitosten määräksi 2349 yksikköä. Kuitenkin selvityksessä todetaan, että määrästä arvioidaan puuttuvan 10 - 20 % olemassa olevista yksiköistä. Todellisen laitosten määrän arvioitiin olevan noin 3000 yksikköä. (Suohimo ym. 2015, 22.)

MCP-direktiivin vaikutuksia Suomen ilmastopolitiikkaan käsittelevässä raportissa Lindroos ja Ekholm (2014, 28 - 30) arvioivat Suomessa vuonna 2014 toimivien laitosten määrää. Raportin laatimisen aikaan 80 % Suomen kaukolämpövoimaloista oli kokoluokaltaan sellaisia, joita MCP-direktiivi koskee. Tilastossa korostuivat kiinteää biomassaa käyttävät laitokset. MCP-direktiivin alaisuuteen laskettiin kuuluvan myös noin puolet teollisuuden energiantuotantoyksiköistä. Lindroos ja Ekholm (2014, 27) toteavat raportissaan VAHTI-tietokannassa olevan tilastoituna 1100 kattilaa, 180 prosessiuunia ja 40 kaasuturbiinia, joiden polttoaineteho on 1 - 50 MW. Tietokanta oli kuitenkin tuolloin osittain puutteellinen.

4 Menetelmät savukaasupäästöjen rajoittamiseksi

4.1 Palamisessa syntyvät haitalliset päästöt

Polttolaitosten savukaasut sisältävät hiilidioksidia, hiilimonoksidia, hiilivetyjä, rikkidioksidia, typen oksideja ja lentotuhkaa sekä ympäristölle vaarattomina pidettyjä vettä, happea, typpeä ja argonia. Kaikki Suomen energiantuotantolaitosten käyttämät polttoaineet sisältävät hiiltä, ja niiden poltossa syntyy siten hiilidioksidia. Hiilen määrä kuitenkin vaihtelee polttoaineen mukaan, joten myös hiilidioksidipäästöt vaihtelevat. Taulukossa 1 on esitetty eri polttoaineiden päästökertoimia. Päästöt on ilmoitettu sen mukaan, kuinka monta milligrammaa (mg) kutakin syntyy jokaista tuotettua energiamegajoulea (MJ) kohti. Taulukosta voidaan havaita, että hiilidioksidin kannalta edullisin polttoaine on maakaasu. Puun ja turpeen poltossa syntyy paljon hiilidioksidipäästöjä, mutta puuta pidetään silti ympäristöystävällisenä vaihtoehtona. Tämä johtuu siitä, että puun poltossa syntyvien hiilidioksidipäästöjen laskeaan sitoutuvan kasvavaan puustoon. (Huhtinen ym. 2000, 91, 94 - 95, 29.)

Hiilimonoksidia (CO) eli häkää syntyy epätäydellisessä palamisessa. Häkä on ihmiselle vaarallista, mutta energiantuotantolaitosten nykyisten häkäpäästöjen katsotaan olevan ympäristön kannalta turvallisella tasolla. Jos polttoaine ja palamisilma sekoittuvat huonosti, syntyy palamatta jääneestä polttoaineesta hiilivetyjä. Alhainen lämpötila tulipesässä lisää hiilivetypäästöjä. (Huhtinen ym. 2000, 91 - 92.)

Rikkidioksidia (SO₂) syntyy, kun polttoaineen rikki hapettuu. Rikkidioksidi aiheuttaa maaperän ja vesistöjen happamoitumista, joten rikkidioksidipäästöjä on pyritty rajoittamaan. Suurin osa Suomen rikkidioksidipäästöistä syntyy teollisuuden ja energiantuotannon kattilalaitoksissa. Rikkidioksidipäästöt riippuvat käytetystä polttoaineesta. Yleisimpien polttoaineiden rikkipitoisuudet vaihtelevat välillä 0 - 3 %. Maakaasu ja puupolttoaineet ovat käytännössä rikkittömiä. Kevyen polttoöljyn ja turpeen rikkipitoisuus on hyvin alhainen, noin 0,2 %. Sen sijaan raskaat polttoöljyt ja hiili sisältävät paljon rikkiä. Öljynjalostusprosessilla voidaan vähentää raskaiden polttoöljyjen rikkipitoisuutta. Hiilen rikkiä ei pystytä poistamaan ennen polttoa, joten hiiltä polttavat laitokset tarvitsevat savukaasujen rikinpuhdistusjärjestelmän. Polttoaineiden erilaisten rikkipitoisuuksien vaikutus rikkipäästöihin nähdään taulukossa 1. (Huhtinen ym. 2000, 92, 45 - 46.)

Hapen ja typen reagoidessa keskenään syntyy typen oksideja, typpimonoksidia (NO) ja typpidioksidia (N₂O). Palamisprosessissa hapen kanssa reagoiva typpi on peräisin palamisilmasta ja polttoaineesta. Polttoprosessissa typen oksideja syntyy kolmella eri tavalla. Termistä typpioksidia muodostuu, kun lämpötila on korkea, ja palamisilman typpi ja happi reagoivat keskenään. Nopeaa typpioksidien muodostumista tapahtuu liekinosassa, joka

sisältää runsaasti hiilivetyradikaaleja. Polttoaineperäinen typpioksidi muodostuu polttoaineen typen reagoidessa palamisilman hapen kanssa. Päästöjen mittauksissa typen oksidit lasketaan yhteen NO_x-päästöiksi. Typen oksidien suurin päästölähde Suomessa on liikenne. (Huhtinen ym. 2000, 92 - 93.)

Savukaasun sisältämät hiukkaset ovat polttoaineen sisältämää palamatonta tuhkaa ja hiukasia, jotka ovat jääneet palamatta (Huhtinen ym. 2000, 92). Polttoaineiden tuhkapitoisuudet vaihtelevat, joten hiukkaspäästöihin vaikuttavat polttoaine sekä poltto- ja puhdistustekniikat. Esimerkiksi turpeella on suuri tuhkapitoisuus, noin 4 - 6 % kuivapainosta. Maakaasun hiukkaspitoisuus sen sijaan on huomattavan alhainen, mikä voidaan todeta taulukosta 1. (Flyktman, ym. 2012, 6.)

Polttoaine	mg NO ₂ /MJ	mg SO ₂ /MJ	Hiukkaset mg/MJ	mg CO ₂ /MJ
Maakaasu	200	0,1	0,1	59
Kevyt polttoöljy	50	47	2	74
Raskas polttoöljy				
Vähärikkinen	150	485	40	77
Tavallinen	200	1185	100	77
Puu	60	0	240	110
Turve	250	215	2700	110

Taulukko 1. Eri polttoaineiden tyypillisiä päästökertoimia (mukailtu Huhtinen ym. 2000, 94)

4.2 Hiukkaset

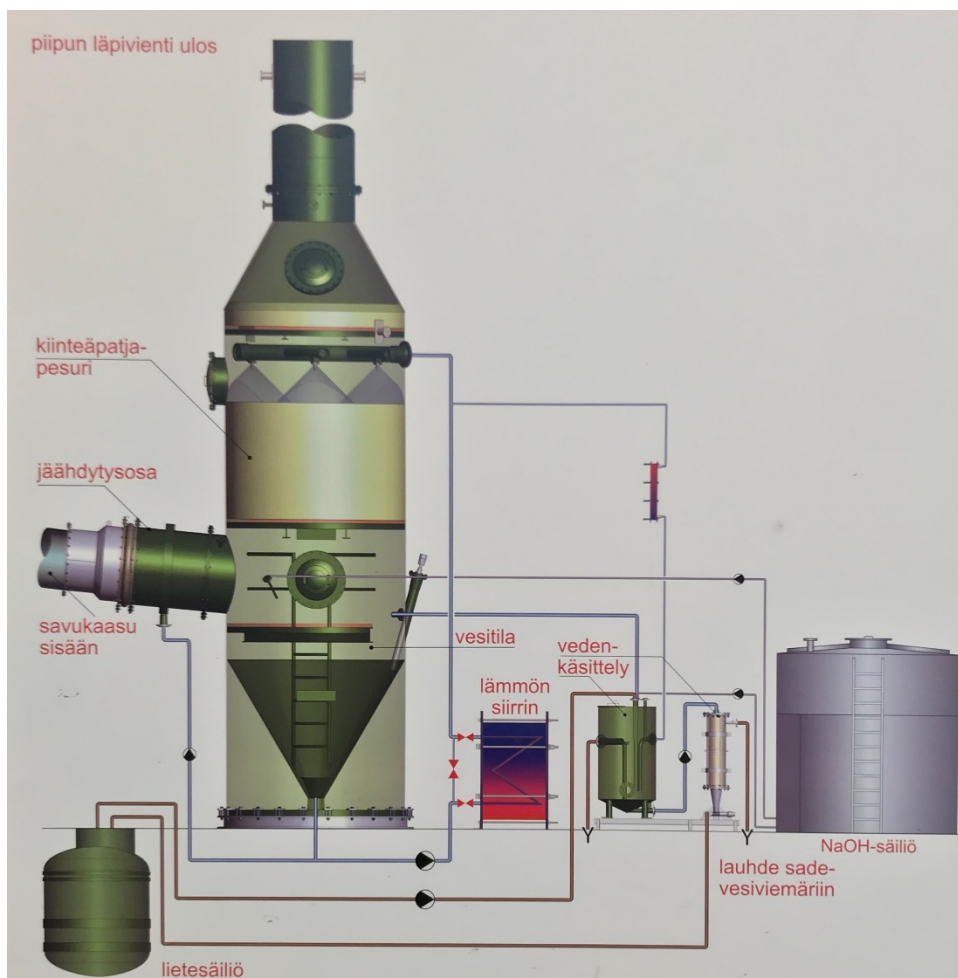
Ympäristönsuojeluvaatimusten täyttämiseksi energiantuotantolaitosten pitää huolehtia teknisillä keinoilla siitä, että savukaasut saavuttavat asetetut päästörajat. Ympäristönsuojelulaki (527/2014, 8 §) edellyttää käyttämään päästöjen vähentämiseksi parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Kiinteiden epäpuhtauksien poistamiseen savukaasuista on käytettävissä monia erotintyyppejä, kuten sähkösuodattimet, dynaamiset erottimet, letkusuodattimet ja savukaasupesurit. Sähkösuodattimessa kaasuvirta kulkee ionisoituneen vyöhykkeen läpi, jolloin kaasuvirrasta erotettavat hiukkaset varautuvat negatiivisesti. Varautuneet pölyhiukkaset kiinnittyvät erotuselektrodiin. Hiukkaset voidaan poistaa ravistimilla tai vesihuuhtelulla. Sähkösuodattimen etuja ovat valmius käsitellä suuria kaasumääriä, pitkä käyttöikä,

taloudellisuus sekä mahdollisuus erotella jopa alle 1 µm hiukkasia. (Huhtinen ym. 2000, 251 - 253.)

Dynaamisista erottimista yleisin on sykloni. Muita erotintyyppejä ovat laskeutumiskammio, keskipakoerotin ja pölyristikko. Kaikki erotintyypit perustuvat massavaikutukseen. Syklonissa massavaikutus sinkoaa pölyhiukkaset seinämiä vasten, mistä ne valuvat poistoaukkoon. Jos savukaasuvirta on suuri, se yleensä jaetaan useampaan pieneen sykloniin eli multisykloniin. Tällöin erotusaste paranee. (Huhtinen ym. 2000, 253.)

Kangassuodattimet valmistetaan luonnonkuidusta, mineraalikuidusta tai synteettisestä kuidusta. Pölypitoiset savukaasut puhdistuvat, kun ne johdetaan kankaan läpi. Käytettävien kankaiden lämmönkesto on parantunut niin, että ne kestävät jopa 200 - 250 °C savukaasuja. Hyvän erotusasteen omaava letkusuodatin on yleisimmin käytössä oleva kangassuodatin. Suodatinkangas puhdistetaan siihen kertyneestä pölystä mekaanisesti ravistamalla, paineilmasysäyksellä, ultraäänen avulla tai huuhtelemalla puhtaalla ilmalla. (Huhtinen ym. 2000, 253.)

Savukaasupesurien toiminta perustuu veden ja savukaasujen sekoittumiseen. Vesi hajoaa pesurissa pieniksi pisaroiksi joko savukaasun tai veden virtausnopeuden ansiosta. Nämä pisarat yhdistyvät savukaasujen pölyhiukkasten kanssa. Savukaasupesureja käytetään yleensä sellaisissa kohteissa, joissa savukaasujen korkea lämpötila estää muunlaisen tekniikan käytön. Pesurin lämpötehoa voidaan hyödyntää kaukolämpöveden lämmittämiseen kaukolämpövoimaloissa ja lämpökeskuksissa. (Huhtinen ym. 2000, 255 - 256.) Kuviossa 6 on esitetty tällaisen lämmönsiirtimellä varustetun pesurin toimintaa. Pesurin jälkeen vedet johdetaan käsittelyyn. Natriumhydroksidia eli lipeää käytetään kemialliseen saostukseen ja säätämään lauhdeveden pH:ta. Mikäli lauhdevesi saadaan puhdistettua vaatimuksia vastaavaksi, se voidaan kuvion mukaisesti johtaa sadevesiviemäriin. (Timonen 2020.)



Kuvio 6. Savukaasupesuri (Renewa Oy)

Savukaasujen puhdistimen valinnassa huomioidaan käytetty polttoaine, kattilan kokoluokka, haluttu puhdistustulos sekä puhdistuksen kustannukset. Taulukossa 2 on esitelty eri puhdistimien saavuttamia puhdistustuloksia. Karkeille hiukkasille sykloni on kustannustehokkain. Sähkösuodattimen hankintahinta on melko kallis, mutta käyttökustannukset pienet. Se sopii hyvin leijupetikattiloihin, joissa poltetaan puuta tai turvetta. Pesurin etuna on tehokas rikkidioksidin ja vetykloridin erotus. (Flyktman, ym. 2012, 21 - 22.)

Puhdistin	Puhdistustulos %	
	Hiukkaskoko 0,5 µm	Hiukkaskoko > 0,5 µm
Sykloni	< 40	50 - 97
Multisykloni	< 60	75 - 100
Sähkösuodatin	70	97 - 100
Pesuri	90	98 - 100
Letkusuodatin	99,5	100

Taulukko 2. Eri puhdistimilla saavutettuja puhdistustuloksia (mukailtu Huhtinen ym. 2000, 256)

4.3 Rikki

Yksinkertaisin tapa alentaa rikkipäästöjä on käyttää vähärikkisiä tai rikkittömiä polttoaineita. Päästöjä voidaan vähentää myös polttoteknisillä menetelmillä. Rikinpoisto savukaasuista jaetaan märkiin, puolikuiviin ja kuiviin menetelmiin. Märkämenetelmässä savukaasut johdetaan pesuriin, johon lisätään alkalista pesunestettä, jonka alkali on yleensä kalkkikiveä tai kalsiumoksidia. Aluksi rikkidioksidi erotetaan absorptiotornissa. Sen jälkeen pesuliuos ja lopputuote käsitellään. Lopputuloksena on kipsiä, joka voidaan hyödyntää rakennusaineena. Märkämenetelmän puhdistusaste on yli 90 %. (Huhtinen ym. 2000, 257.)

Puolikuivan menetelmän laitteiston pääosat ovat esierotin, SO₂-reaktori ja jälkierotin. Esierottimessa poistetaan lentotuhka, ja samalla saadaan vähennettyä syntyvän kipsijätteen määrää. Savukaasut johdetaan SO₂-reaktoriin, missä rikkidioksidi reagoi kalsiumhydroksidilietteen kanssa. Reaktiot jatkuvat vielä jälkierottimessa. Menetelmässä syntyy kalsiumsulfaattia, joka soveltuu rakennusmateriaalien valmistukseen. (Huhtinen ym. 2000, 257 - 258.)

Kuivien rikinpoistomenetelmien etuja verrattuna muihin menetelmiin ovat edulliset kustannukset ja yksinkertainen tekniikka. Injektiomenetelmä, leijukerros poltto, kuivareaktorimenetelmät, NaHCO₃-prosessi ja alkaliprosessi ovat tällaisia menetelmiä. Näistä menetelmistä leijukerros poltolla saavutetaan paras erotusaste, noin 90 %. Hyvän erotusasteen vuoksi leijukerros polton yhteyteen ei tarvita erillistä rikinpoistolaitteistoa savukaasukanavistoon. Rikinpoisto toteutetaan syöttämällä kalkkikiveä kattilan leijukerrokseen. (Huhtinen ym. 2000, 258.)

4.4 Typen oksidit

Typen oksidien määrään savukaasuissa voidaan vaikuttaa polttoteknisesti sekä puhdistamalla savukaasuja. Polttoteknisiä menetelmiä ovat kattilan lämmönsäätö sekä hapen määrän hallinta. Termisen typpioksidin muodostumiseen voidaan vaikuttaa kattilan lämpötilaa säätämällä. Polttoaineperäisen typpioksidin muodostumista voidaan vähentää alentamalla liekin happipitoisuutta. Kattilan lämpötilaa voidaan laskea johtamalla osa savukaasuista takaisin tulipesään tai lisäämällä tulipesän jäähdyttäviä lämpöpintoja. Polttoilman esilämmitystä vähentämällä saadaan liekin palamislämpötilaa laskettua. Typen oksideja voidaan pelkistää maakaasulla typpimolekyyleiksi. Maakaasu syötetään tulipesään pääpolttoaineen syöttökohdan yläpuolelle. Käyttämällä polttoaineena 10 - 20 % maakaasua saadaan typen oksidien päästöjä vähennettyä jopa 60 %. (Huhtinen ym. 2000, 92 - 94.)

Polttoilman vaiheistamisella voidaan tehokkaasti vähentää typen oksidien päästöjä. Vaihepoltossa palamisilma syötetään tulipesään kahdessa tai kolmessa vaiheessa. Esimerkiksi leijukerroskattilassa primääri-ilmaa syötetään polttoaineen mukana kattilan alaosaan. Primääri-ilma leijuttaa petiä ja sekoittaa petimateriaalia, jolloin kaasujen ja lämmön siirtyminen kattilassa tehostuu. Ilmamäärä jää vaiheistamisen vuoksi alussa vähäisemmäksi kuin normaalissa ilman syötössä ja palaminen tapahtuu ali-ilmalla. Alhaisempi liekin lämpötila vähentää termisen typpioksidin muodostumista. Myös happipitoisuus on alhaisempi, joten polttoaineesta muodostuvien typpioksidien määrä vähenee. Liekin sivulle syötettävä sekundääri-ilma tehostaa palamista. Automaatio seuraa hapen määrää ja lisää sekundääri-ilman syöttöä tarvittaessa. Kattilan yläosaan syötettävän tertiääri-ilman suhteen automaatio seuraa kattilassa olevan hiilimonoksidin määrää. Liika hiilimonoksidi huonontaa palamista, mutta toisaalta se sopivissa määrin esiintyessään auttaa vähentämään typen oksidien määrää. Jos hiilimonoksidin määrä laskee liikaa, tertiääri-ilman määrää vähennetään. (Huhtinen ym. 2000, 94, 143; Timonen 2020.)

5 Orimattilan Lämpö Oy

5.1 Perustiedot

Orimattilan Lämpö Oy on erikoistunut kaukolämmön erillistuotantoon. Se on perustettu vuonna 1983, ja sen omistavat Orimattilan kaupunki ja Kymenlaakson Sähkö Oy. Yhtiön liikevaihto on 3,8 miljoonaa euroa, ja se työllistää laskennallisesti 4,5 henkilöä. Orimattilan keskustan alueen kattavan kaukolämpöverkoston pituus on 25,1 km. (Orimattilan Lämpö Oy.) Vuosina 1986 - 2009 kaukolämmöntuotannon pääpolttoaineena käytettiin maakaasua. Vuonna 2009 siirryttiin käyttämään pääasiallisesti puupolttoaineita, ja nykyisellään kaukolämpö tuotetaan käyttäen 95 prosenttisesti uusiutuvia energianlähteitä. Maakaasuliiketoiminta myytiin vuonna 2019. Kaukolämmöntuotannossa hyödynnetään oman lämmöntuotannon lisäksi hukkalämpöjä. Vuonna 2019 hukkalämpö tuotti 1 GWh energiaa, joka on noin 2,5 % koko polttoainemäärästä. (Paajanen 2020a, 1, 3.)

Orimattilan Lämpö Oy sisältää Viljamaan ja Orionaukion lämpökeskusten toiminnallisen kokonaisuuden. Orionaukion maakaasukäyttöinen lämpökeskus sijaitsee tärkeällä pohjavesialueella, joten sille on ympäristölupa. Kyseinen lämpökeskus on siirretty yksinomaan huippu- ja varakäyttöön vuonna 2008. Se aiotaan lopettaa kokonaan lähivuosina, joten sitä ei käsitellä tässä työssä. (Orimattilan ympäristölautakunta 2008, Paajanen 2020b.)

5.2 Viljamaan lämpökeskus

Viljamaan lämpökeskukselle on myönnetty ympäristölupa 21.8.2008, ja se on rekisteröity uuden PIPO-asetuksen nojalla vuonna 2014. Pääasiallisesti käytettävän kiinteän polttoaineen kattilan polttoaineteho on 10 MW. Varayksikkönä toimii kaasukattila, jonka polttoaineteho on 6 MW. Kaasukattilassa poltetaan polttimella maakaasua ja moottoripolttoöljyä. Kaasukattilan arvioitu käyntiaika on 2 tuntia vuodessa (h/a). Vuonna 2019 Viljamaan lämpökeskus tuotti 94 % Orimattilan Lämpö Oy:n kaukolämmöstä. (Orimattilan Lämpö Oy 2014.)

Kiinteän polttoaineen kattilan polttoprosessi on leijupoltto ja polttotekniikka kupliva peti. Viljamaalla pääasiassa käytettävät polttoaineet ovat puu ja jyrsinturve. Suomessa kiinteää polttoainetta polttavat laitokset käyttävät tyypillisesti useita eri polttoaineita energiantuotannossa (Jalovaara ym. 2003, 16). Viljamaan laitoksella puu on pääasiallinen polttoaine, kuten voidaan nähdä taulukosta 3. Taulukon tiedot on laskettu vuosien 2017 - 2019 polttoainetiedoista. Lämmöntuotanto on 42 GWh vuodessa, ja arvioitu käyntiaika 8300 h/a. (Orimattilan Lämpö Oy 2014, Timonen 2020.)

Polttoaine	Osuus polttoaineesta %	Tuotetun energian määrä (MWh/a)	Tehollinen lämpöarvo (MJ/kg)	Määrä (t/a)
Puu	93 - 95	38 000	19,2	13 300
Jyrsinturve	5 - 7	2 100	21,0	800

Taulukko 3. Viljamaan lämpökeskuksen polttoaineet (Orimattilan Lämpö Oy 2020)

5.3 Viljamaan lämpökeskuksen päästöt

Viljamaan lämpökeskuksella ilmanpäästöjä vähennetään typen oksidien suhteen palamisilman vaiheistamisella, ja hiukkasten suhteen sähkösuodattimella ja savukaasupesurilla. Sähkösuodatin on Viljamaan lämpökeskuksen kuvassa (kuva 1) näkyvä harmaa rakenne, jonka kyljessä kulkee keltainen putki. Rikkipäästöjä ei juurikaan synny käytössä olevista polttoaineista. Kiinteän polttoaineen kattilan savupiipun päästökorkeus on 33,2 m. (Orimattilan Lämpö Oy 2014.) Kyseinen piippu on pisin kuvassa 1. Muut piiput ovat varayksikön piippuja.



Kuva 1. Viljamaan lämpökeskus (Orimattilan Lämpö Oy 2011)

Taulukossa 4 on esitetty Viljamaan vuoden 2019 keväällä mitatut ilmanpäästöt verrattuna uuden PIPO-asetuksen päästöraja-arvoihin. Taulukossa esitetyt päästöt on ilmoitettu milligrammoina normaalikuutiometrissä savukaasua. Viljamaalla asetetut päästörajat alittavat selvästi sekä siirtymäkauden raja-arvot että varsinaiset päästörajat. Hiilimonoksidille ei ole asetettu päästörajaa, mutta sitä tulee seurata jatkuvatoimisesti, ja sen määrä vaikuttaa palamisprosessiin.

		Hiukkaset mg/m ³ n	NO _x mg/m ³ n	SO ₂ mg/m ³ n	CO mg/m ³ n
Viljamaa mitatut		2,8	155	2,3	179
Päästörajat	Siirtymäaika	150	450	200	-
	2025 alkaen	50	450	200	-

Taulukko 4. Viljamaan lämpökeskuksen päästöt ja PIPO-asetuksen päästöraja-arvot (Orimattilan Lämpö Oy 2014, PIPO-asetus 1065/2017, liitteet 1A ja 1B)

Orimattilan Lämpö Oy osallistuu ilmanlaadun ja pohjavesien yhteistarkkailuun Orimattilan kaupungin kanssa. Ilmanlaadun tarkkailusta tuotetaan vuosittain CO₂-raportti, joka on kuntien ilmastotyöhön tarkoitettu työkalu. Sen avulla kunnat voivat seurata energiankulutusta ja ilmanpäästöjä. CO₂-raportti toimii myös maakuntatasolla päästöjen seuraamisen apuna. Viimeisimmän CO₂-raportin mukaan kaukolämmön kasvihuonepäästöjen osuus Orimattilan kokonaispäästöistä oli 1 %, joka vastaa 2,0 kt hiilidioksidiekvivalenttia. (Benviroc Oy 2020, 5 - 6.) Vuoden 2019 päästömittauksissa Viljamaan lämpökeskuksen savukaasujen hiilidioksidipitoisuus oli 14,4 % kuivassa kaasussa (Piispa 2019, 3).

Lämpökeskuksessa syntyy savukaasupesurista lauhdevesiä, jotka käsitellään uuden PIPO-asetuksen mukaisesti. Toistaiseksi lauhdevedet johdetaan jätevesiviemäriin, mutta johtaminen Palojokeen on suunnitteilla. (Paajanen 2020b.) Lauhdevesien haitta-ainepitoisuuksia on selvitetty, ja ne ovat alhaiset, täyttäen suurimmaksi osaksi jopa talousvedelle asetetut laatuvaatimukset. Taulukossa 5 on vertailtu lauhdevesianalyysien tuloksia talousveden laatuvaatimuksiin. Koboltille ei ollut määritelty arvoa laatuvaatimuksissa. (Opasnet 2014.) Reinikaisen (2007, 11) mukaan koboltin turvallinen päivittäisen saannin määrä on 1,4 µg/kg. Tähän verrattuna lauhdevesissä esiintyvä koboltin määrä on pieni. Elohopean suurin sallittu päästöraja-arvo on 50 µg/l (Valtioneuvoston päätös eräiden ympäristölle tai terveydelle vaarallisten aineiden johtamisesta vesiin 363/1994, 12 §). Orimattilan Vesi Oy:n Vääräkosken jätevedenpuhdistamon ympäristöluvan mukaiset puhdistusvaatimukset ovat ≤ 20 mg/l tyypelle ja ≤ 0,3 mg/l fosforille (Ramboll Oy 2019). Näihin arvoihin verrattuna Viljamaan lämpökeskuksen lauhdevesien pitoisuudet ovat hyvällä tasolla.

	$\mu\text{g/l}$							mg/l		
	Hg	Cd	Cr	Pb	Ni	As	Co	N	P	SO ₄
Mitattu	1,7	0,28	< 3	1,3	< 3	< 1	< 0,5	15	0,3	120
Talousveden laatuvaati- mus	1	5	50	10	20	10	-	-	-	250

Taulukko 5. Viljamaan lämpökeskuksen lauhdevesien haitta-ainepitoisuudet (mukailtu Opasnet 2014, Opasnet 2018, Eurofins 2019)

As = arseeni

Cd = kadmium

Co = koboltti

Cr = kromi

Hg = elohopea

N = typpi

Ni = nikkeli

P = fosfori

Pb = lyijy

SO₄ = sulfaatti

Viljamaan lämpökeskus sijaitsee taajama-alueella. Lähimpiä melulle altistuvia kohteita ovat asuinkiinteistö (etäisyys 120 m) ja päiväkotia (etäisyys 180 m). Lämpökeskuksen toiminnasta aiheutuva melu on tyypillisesti vaimeaa huminaa. Melupäästöjä on kartoitettu uuden PIPO-asetuksen mukaisesti mittauksilla 20.2.2012 ja 21.2.2013. Jälkimmäinen mittaus tehtiin 50 metrin päässä lämpökeskuksesta äänitasomittauksella. Melutasojen määrittämisessä käytetään valtioneuvoston päätöstä melutason ohjearvoista (993/1992). Melutasot alittivat uudessa PIPO-asetuksessa määritellyt tasot (Orimattilan Lämpö Oy 2014).

Lämpökeskuksella syntyy lentotuhkaa 150 t vuodessa ja pohjatuhkaa 90 t vuodessa. Tuhkaa varastoidaan alueella suljetuissa konteissa ja toimitetaan Kujalan jätekeskukselle. Tuhkaa käytetään pääasiassa täytemateriaalina rakenteissa. Tuhkan kaatopaikka- ja hyötykäyttökelpoisuutta seurataan. (Paajanen 2020b.) Vuoden 2019 tutkimuksissa pohjatuhka todettiin hyötykäyttökelpoiseksi. Lentotuhka osoittautui kyseisellä tarkkailukerralla hyötykäyttöön soveltumattomaksi. Peitettyssä ja päällystetyssä rakenteessa käytettävän tuhkan osalta ylittivät liukoisten kloridin, sulfaatin, lyijyn, seleenin ja sinkin raja-arvot. Peitetyn rakenteen raja-arvot ylittivät fluoridin, kromin ja molybdeenin liukoisten pitoisuuksien osalta. (Saltioli & Luste 2019; Orimattilan Lämpö Oy 2014.) Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden

hyödyntämisestä maarakentamisessa, niin kutsuttu MARA-asetus (843/2017, liite 2), määrittelee tuhkan hyötykäytön raja-arvot.

6 Uusi PIPO-asetus

6.1 Päästöraja-arvot ilmaan johdettaville päästöille

Päästöraja-arvojen voimaantulo ja itse raja-arvot riippuvat energiantuotantolaitoksen polttoainetehosta sekä siitä, lasketaanko laitos uudeksi vai olemassa olevaksi laitokseksi. Käytetty polttoaine vaikuttaa sovellettaviin päästörajoihin. Myös käytössä oleva tekniikka huomioidaan siten, että polttomoottoreille ja kaasuturbiineille on omat päästörajansa. (PIPO-asetus 1065/2017, 5 §.) Olemassa olevat energiantuotantolaitokset ovat asetuksen mukaan sellaisia, jotka on otettu käyttöön ennen 20.12.2018 tai jotka ovat saaneet ympäristöluvan tai rekisteröityneet ennen 19.12.2017, ja otettu käyttöön viimeistään 20.12.2018. Muut laitokset lasketaan asetuksen mukaan uusiksi. (PIPO-asetus 1065/2017, 2 §.)

Uusien energiantuotantolaitosten on tullut saavuttaa asetuksen mukaiset tiukimmat päästörajat 20.12.2018. Olemassa olevien energiantuotantolaitosten kohdalla tiukempien rajojen voimaantulo riippuu laitoksen koosta. Polttoaineteholtaan 1 - 5 MW olevien laitosten tulee saavuttaa päästörajat vuoden 2030 alusta, kun taas yli 5 MW laitosten tulee noudattaa päästöraja-arvoja vuoden 2025 alusta alkaen. Siirtymäkaudelle on asetettu molemmille kokoluokille omat päästöraja-arvonsa. (PIPO-asetus 1065/2017, 5 §.)

Toiminnanharjoittajan velvollisuus on tehdä määräaikaismittaukset päästörajojen toteutumisen seuraamiseksi sekä laatia seurannasta tarkkailusuunnitelma. Määräaikaismittauksen tiheyteen vaikuttavat laitoksen polttoaineteho sekä vuotuiset käyttötunnit. (PIPO-asetus 1065/2017, 17 §.) Päästöraja-arvojen noudattamisen arvioinnissa ei huomioida käynnistys- ja pysäytysjaksoja eikä ympäristönsuojelulaissa määriteltyjä polttoaineen saatu- vuushäiriöihin liittyviä tilanteita (PIPO-asetus 1065/2017, 6 §). Asetus velvoittaa pitämään käynnistys- ja pysäytysjaksot mahdollisimman lyhyinä (PIPO-asetus 1065/2017, 5 §).

Taulukkoon 6 on valittu Orimattilan Lämpö Oy:n kannalta oleelliset tiedot laitoksen kokoluokan ja polttoaineiden mukaan. Taulukko antaa kuvan olemassa olevien energiantuotantolaitosten päästöraja-arvoista siirtymäajalla ja sen jälkeen. Taulukko on laadittu polttoaineteholtaan yli 5 MW olevalle laitokselle. Kuten edellä on todettu, päästöraja-arvot vaihtelevat laitosten koon mukaan. (PIPO-asetus 1065/2017, liitteet 1A ja 1B.)

Polttoaine	Hiukkaset mg/m ³ n		NO _x mg/m ³ n		SO ₂ mg/m ³ n	
	Siirtymä- kausi	2025 alkaen	Siirtymä- kausi	2025 alkaen	Siirtymä- kausi	2025 alkaen
Puu	150	50	450	450	200	200
Turve	150	50	600	600	500	500
Kevyt polttoöljy	-	-	900	200	-	-
Maakaasu	-	-	400	200	-	-

Taulukko 6. Polttoaineteholtaan yli 5 MW olevan energiantuotantolaitoksen päästöraja-arvot (mukailtu PIPO-asetus 1065/2017, liite 1A, 1B)

6.2 Meluntorjunta

Meluhaittojen ehkäisy pitää ottaa huomioon energiantuotantolaitoksen toiminnassa ja sijoittelussa. Melupäästöjä vähennetään käyttämällä parasta käyttökelpoista tekniikkaa sekä estämällä melun leviämistä rakennusteknisesti. Meluhaittojen ehkäisyssä huomioidaan laitoksen toimintaan liittyvät liikenne-, purkaus- ja lastaustoiminnot. Melutasojen toteutumisen arvioinnissa käytetään laitoksen tavanomaisia käyttötilanteita. Melutaso ei saa päivällä (klo 7 - 22) ylittää keskiäänitasoa 55 dB eikä yöllä (klo 22 - 7) 50 dB. Loma-asumiseen käytettävillä alueilla, luonnonsuojelu- ja leirintäalueilla sekä taajamien ulkopuolisilla virkistysalueilla melutasojen tulee olla kymmenen desibeliä matalammat. (PIPO-asetus 1065/2017, 8 §.)

Melutaso mitataan kerran kahdentoista kuukauden sisään toiminnan aloittamisesta. Mittaukset suoritetaan lähimmissä altistuvissa kohteissa laitoksen tavanomaisissa käyttöolosuhteissa. Valvova viranomainen voi myös katsoa mittaukset tarpeettomiksi. Mikäli toiminnasta aiheutuva melu kasvaa merkittävästi, on mittaukset uusittava. (PIPO-asetus 1065/2017, liite 3)

6.3 Jätevedet

Jäteveden käsittelyssä huomioidaan lauhdevedet, elvytys-, nuohous- ja peittausvedet, öljyiset jätevedet sekä muut jätevedet, mukaan lukien hulevedet. Lauhdevesiksi luetaan savukaasupesurissa ja savukaasujen lauhdutuksessa muodostuvat vedet. Ne tulee

neutraloida, selkeyttää ja suodattaa. Mikäli lauhdevedet johdetaan ojaan, tulee ne edellä mainittujen lisäksi saostaa kemiallisesti. Elvytys-, nuohous- ja peittausvedet on neutraloitava. Elvytysvesille suoritetaan lisäksi täyssuolanpoisto, ja nuohousvedet tulee lisäksi selkeyttää. (PIPO-asetus 1065/2017, 9 §.)

Jätevedet, jotka saattavat sisältää öljyä, tulee johtaa öljynerottimiin tai umpikaivoihin. Moilemmilla tulee olla täyttymisestä ilmoittava hälytysjärjestelmä, jonka toimivuus testataan vuoden välein. Öljynerottimet ja umpikaivot tulee tarkistaa vähintään kerran vuodessa. Viemäriissä, johon öljyisiä jätevesiä johdetaan, tulee olla öljynerottimen jälkeen näytteenotto- ja sulkuventtiilikaiho. (PIPO-asetus 1065/2017, 10 §.)

Kiinteistössä syntyvät talousjätevedet johdetaan normaalisti jätevesiviemäriin. Hulevedet tulee ohjata niin, että ne eivät pääse öljynerottimiin johdettaviin viemäriin. Lisäksi polttoaineiden ulkovarastokentillä tulee olla hulevesijärjestelmä, joka sisältää kiintoaineen erotuksen. Toiminnanharjoittajan on selvitettävä laitoksella syntyvien jätevesien määrä ja laatu. Mikäli jätevedet johdetaan ojaan tai vesistöön, tulee jäteveden päästöjä tarkkailla asetuksen liitteessä 3 määritetyllä tavalla. Taulukossa 7 esitetään lauhdevesille määritetyt seurantaparametrit sekä seurantataajuus. Raskasmetalleja lukuun ottamatta samat parametrit selvitetään elvytysvesistä aina elvytyksen yhteydessä. Nuohous- ja peittausvesistä kyseiset parametrit selvitetään aina nuohouksen tai peittauksen yhteydessä. (PIPO-asetus 1065/2017, 9 §, 11 §, 17 §, liitteen 3 kohta 3.)

Seurantaparametri	Seurantataajuus
Virtausmäärä	Jatkuva
Lämpötila	Jatkuva
pH	Jatkuva
Sulfaattipitoisuus	Kaksi kertaa vuodessa
Kokonaisfosforipitoisuus	Kaksi kertaa vuodessa
Kokonaistyyppipitoisuus	Kaksi kertaa vuodessa
Biologinen hapenkulutus (BHK7)	Kaksi kertaa vuodessa
Kiintoainepitoisuus	Kaksi kertaa vuodessa
Raskasmetallit	Kerran vuodessa

Taulukko 7. Lauhdevesien seuranta (PIPO-asetus 1065/2017, liite 3)

6.4 Jätteet

Jätehuolto pohjaa jätelakiin (646/2011). Toiminnasta ei saa aiheutua roskaantumista, maaperän pilaantumista tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. Lento- ja pohjatuhkan varastoinnin tulee olla sellaisissa tiloissa, ettei tuhka pääse leviämään ympäristöön. Pölyämisen estäminen huomioidaan myös tuhkan siirroissa. Mikäli tuhkaa on tarkoitus käyttää lannoitevalmisteenä, noudatetaan lannoitevalmistelain (539/2006) vaatimuksia. Vaarallisten jätteiden säilytyksestä ja loppukäsittelyyn toimittamisesta annetaan tarkempia ohjeita. (PIPO-asetus 1065/2017, 14 §.)

6.5 Tarkkailu ja raportointi

Energiantuotantolaitoksen toiminnan, päästöjen ja vaikutusten tarkkailusta säädetään erillisessä liitteessä 3. Liitteessä veloitetaan toiminnanharjoittaja tarkkailemaan savukaasupäästöjä ja jätevesiä, suorittamaan yleistä käyttötarkkailua, seuraamaan jätteiden ja tuhkan hyötykäyttöä sekä tarkkailemaan melutasoa, maaperän tilaa ja ympäristövaikutuksia. Tarkkailusta laaditaan tarkkailusuunnitelma, jota päivitetään tarvittaessa. (PIPO-asetus 1065/2017, 17 §, liite 3.) Energiantuotantolaitoksen toiminnasta pidetään kirjaa, ja tämän pohjalta laaditaan vuosittain raportti kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle tai lupaviranomaiselle luvanvaraisen toiminnan ollessa kyseessä. (PIPO-asetus 1065/2017, 18 §.)

6.6 Toiminnan lopettaminen

Toiminnanharjoittajan vastuu ei pääty, vaikka toiminta lopetetaan. Ympäristönsuojelulain (527/2014, 94 §) mukaan toiminnanharjoittajan tulee selvittää ja tarkkailla toiminnan vaikutuksia sekä jatkaa ympäristön pilaantumisen ehkäisemistä myös lopettamisen jälkeen. Toiminnanharjoittajan tulee poistaa alueelta energiantuotantoyksikön rakenteet sekä selvittää maaperän ja pohjaveden mahdollinen pilaantuminen. Näistä toimista laaditaan suunnitelma, joka toimitetaan kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Mikäli toiminta on luvanvaraista, suunnitelma toimitetaan lupaviranomaiselle. (PIPO-asetus 1065/2017, 20 §.)

Toiminta-alueesta ei saa lopettamisen jälkeen aiheutua terveyshaittaa tai ympäristön pilaantumista. Toiminnanharjoittajan vastuulla on siistiä alue, ja toimittaa alueella varastoidut jätteet hyödynnettäväksi tai käsiteltäväksi. Jätteiden jatkokäsittely toteutetaan jätelain mukaisesti. (PIPO-asetus 1065/2017, 20 §.)

7 Seurantajärjestelmä

7.1 Tarve

PIPO-asetus (1065/2017) sisältää useita eri aikoina toteutettavia tarkkailuvelvoitteita ja muita toimenpiteitä ohjaamilleen energiantuotantolaitoksille. Lisäksi kyseisten laitosten toimintaa ohjaavat muut lait, jotka sisältävät velvoitteita toimintaan liittyen. Jotta ympäristönsuojeluvelvoitteiden seuranta ja raportointi olisi sujuvaa, on laitoksella hyvä olla toimiva seurantajärjestelmä. Tällainen järjestelmä helpottaisi toimenpiteiden aikatauluttamista ja etukäteissuunnittelua. Kun tehdyt toimenpiteet on kirjattu yhteen paikkaan, myös raporttien laatiminen helpottuu.

Orimattilan Lämpö Oy toivoi ympäristönsuojeluvaatimusten seurantaan työkalua, joka helpottaisi asetuksessa määriteltyjen mittausten ja raportointien aikatauluttamista. Tätä opinnäytetyönä toteutettua seurantajärjestelmää voisi hyödyntää kaikissa PIPO-asetusta noudattavissa laitoksissa.

7.2 Esittely

Seurantajärjestelmän ensimmäisessä taulukossa on PIPO-asetuksen velvoittamat toimenpiteet, niiden suoritustaajuudet, tieto mahdollisesta raportoinnista sekä lainkohta, johon toimenpide liittyy. Toimenpiteet on jaettu luokkiin, mikä helpottaa yleiskuvan luomista. Toimenpideluokat ovat:

- jätehuolto
- kirjanpito
- laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto
- lauhdevesien seuranta
- palamisolosuhteiden seuranta
- polttoaineen laadun ja määrän seuranta
- päästömittaukset
- ympäristövaikutusten tarkkailu.

Kun luokkasarakkeen järjestää aakkosjärjestykseen, saman luokan toimenpiteet tulevat alilekkain, ja niitä on helpompi tutkia. Kuvassa 2 nähdään osa luokan mukaan aakkostetusta taulukosta. Joitakin toimenpiteitä on kuvattu tarkemmin toimenpiteiden soluista aukeavilla muistiinpanolla, jotka näkyvät kuvassa 2 punaisina kolmioina solujen kulmissa. Esimerkiksi lauhdevesianalyysistä kerrotaan muistiinpanossa tutkittavat asiat: biologinen hapenkulutus

(BHK7), kiintoainepitoisuus, kokonaisfosfori, kokonaistyyppi ja sulfaattipitoisuus. Kuvassa 3 näkyy avattuna polttoaineen ominaisuuksien seurantaa koskeva muistiinpano.

Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Mittalaitteiden kalibrointi	f. Kerran vuodessa
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Öljynerottimien ja umpikaivojen hälytysjärjestelmän testi	f. Kerran vuodessa
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Öljynerottimien ja umpikaivojen tarkistus	f. Kerran vuodessa
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Rekisteröimättömien painelaitteiden tarkistus	g. Kahden vuoden välein
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Rekisteröityjen painelaitteiden tarkistus	g. Kahden vuoden välein
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Öljysäiliöiden kunnon tarkistus sisäpuolelta	i. Kymmenen vuoden välein
Lauhdevesien seuranta	Jatkuva seuranta	a. Jatkuvasti
Lauhdevesien seuranta	Lauhdevesianalyysi	d. Kaksi kertaa vuodessa
Lauhdevesien seuranta	Lauhdevesianalyysi: raskasmetallit	f. Kerran vuodessa
Palamisolosuhteiden seuranta	Jatkuva seuranta	a. Jatkuvasti
Polttoaineen laadun ja määrän seuranta	Ominaisuuksien seuranta	a. Jatkuvasti
Polttoaineen laadun ja määrän seuranta	Tuhkan laadun silmämääräinen seuranta	a. Jatkuvasti
Polttoaineen laadun ja määrän seuranta	Öljyn käytön seuranta	d. Kaksi kertaa vuodessa & käytönaikainen
Polttoaineen laadun ja määrän seuranta	Raskasmetallien määrittäminen	j. Tarvittaessa
Päästömittaukset	Savukaasun hiukkasten määrittäminen	h. Kolmen vuoden välein
Päästömittaukset	Savukaasun typen oksidien määrittäminen	h. Kolmen vuoden välein
Päästömittaukset	Savukaasun rikkidioksidin määrittäminen	k. Määritellään laskennallisesti

Kuva 2. Taulukko järjestettynä luokan mukaan.

C	D
Toimenpide	Ajankohta
Jatkuva seuranta	a. Jatkuvasti
Jatkuva seuranta	a. Jatkuvasti
Jätteiden laadun ja määrän seuranta	b. Kerran kuukaudessa
Kuitusuodattimen paine-eron seuranta	e. Säännöllisesti, ei määritelty a
Lauhdevesianalyysi	d. Kaksi kertaa vuodessa
Lauhdevesianalyysi: raskasmetallit	f. Kerran vuodessa
Maaperän pilaantuneisuuden selvittäminen	j. Kemikaalivahingon yhteydessä
Melumittaukset	j. Mikäli melupäästöt lisääntyvä
Mittalaitteiden kalibrointi	f. Kerran vuodessa
Ominaisuuksien seuranta	a. Alkuperä, kosteus, kulutus, lämpöarvo, turpeen tuhkapitoisuus, nestemäisten polttoaineiden viskositeetti, turpeen rikkipitoisuus
Polttoaineen käsittelyn ja varastoinnin vaikutusten seuranta	e. Yleensä
Raskasmetallien määrittäminen	j. Määritellään laskennallisesti
Rekisteröimättömien painelaitteiden tarkistus	g. Kahden vuoden välein
Rekisteröityjen painelaitteiden tarkistus	g. Kahden vuoden välein
Savukaasun hiukkasten määrittäminen	h. Kolmen vuoden välein
Savukaasun rikkidioksidin määrittäminen	k. Määritellään laskennallisesti
Savukaasun typen oksidien määrittäminen	h. Kolmen vuoden välein

Kuva 3. Muistiinpano

PIPO-asetuksen velvoitteilla on vaihtelevia seurantataajuuksia. Joitakin asioita seurataan jatkuvasti, toisia kerran vuodessa tai kolmen vuoden välein. Seurantataajuuksia on merkitty

a:sta k:hon siten, että tihein seuranta on merkitty a:lla (kuva 4). Näin toimenpiteet saadaan järjestettyä niin, että useimmiten toistuvat tulevat ensimmäiseksi, ja seurantataajuus harvennee loogisesti taulukossa alaspäin edetessä. Seurantataajuuksia on värikoodattu, jotta ne olisi helpompi hahmottaa. Taulukkoa suunniteltaessa värikoodauksen käyttöä pohdittiin, sillä se voi saada taulukon näyttämään sekavalta, kun se on järjestetty jonkin muun kuin aikataulun mukaan (kuva 2). Värikoodien käyttö aikataulun mukaan koettiin kuitenkin hyödylliseksi.

Seuranta		
Luokka	Toimenpide	Ajankohta
Lauhdevesien seuranta	Jatkuva seuranta	a. Jatkuvasti
Palamisolosuhteiden seuranta	Jatkuva seuranta	a. Jatkuvasti
Polttoaineen laadun ja määrän seuranta	Ominaisuuksien seuranta	a. Jatkuvasti
Polttoaineen laadun ja määrän seuranta	Tuhkan laadun silmämääräinen seuranta	a. Jatkuvasti
Jätehuolto	Jätteiden laadun ja määrän seuranta	b. Kerran kuukaudessa
Jätehuolto	Tuhkan määrän seuranta	b. Kerran kuukaudessa
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Öljysäiliöiden kunnon tarkistus (silmämääräinen)	c. Neljä kertaa vuodessa
Lauhdevesien seuranta	Lauhdevesianalyysi	d. Kaksi kertaa vuodessa
Polttoaineen laadun ja määrän seuranta	Öljyn käytön seuranta	d. Kaksi kertaa vuodessa & käytönaikainen
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Kuitusuodattimen paine-eron seuranta	e. Säännöllisesti, ei määriteltä asetuksessa
Ympäristövaikutusten tarkkailu	Polttoaineen käsittelyn ja varastoinnin vaikutusten seuranta	e. Säännöllisesti, ei määriteltä asetuksessa
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Savukaasupesurin paine-eron seuranta	e. Säännöllisesti, ei määriteltä asetuksessa
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Savukaasupesurista poistuvan lauhdevesimäärän seuranta	e. Säännöllisesti, ei määriteltä asetuksessa
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Savukaasupuhdistimista erottuvan aineen määrän seuranta	e. Säännöllisesti, ei määriteltä asetuksessa
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Syklonien ja multisyklonien paine-eron ja tiivyyden seuranta	e. Säännöllisesti, ei määriteltä asetuksessa
Lauhdevesien seuranta	Lauhdevesianalyysi: raskasmetallit	f. Kerran vuodessa
Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto	Mittalaitteiden kalibrointi	f. Kerran vuodessa
Jätehuolto	Tuhkien analysointi ja määrän seuranta	f. Kerran vuodessa

Kuva 4. Aikataulun mukaan järjestetty taulukko.

Raportointiin liittyen taulukossa on kaksi saraketta, toisessa sarakkeessa on merkintä, jos toimenpide raportoidaan esimerkiksi tarkkailuraportissa, ja toiseen sarakkeeseen on merkitty ne toimenpiteet, jotka raportoidaan vuosiraportissa (kuva 5). Vuosiraportointisarakkeesta aukeaa jokaisen toimenpiteen kohdalla muistiinpano, joka kertoo, mitä tarkalleen ottaen vuosiraporttiin merkitään. Esimerkiksi lauhdevesianalyysin kohdalla muistiinpanossa lukee: "Tieto tarkkailtavien jätevesien määrästä ja laadusta". Lainkohta on merkitty asetuksen tai lain numerolla sekä pykälällä. Näistä soluista aukeaa muistiinpano, josta lainkohdan voi lukea. Lainkohtiin on liitetty linkit, joiden avulla pääsee finlex.fi-sivustolle kyseisen pykälän kohdalle. Koska liitetiedosto aukeaa pdf-muodossa, on taulukon käyttäjän suositeltavaa tallentaa liitteet omalle tietokoneelleen, ja muuttaa liitteitä koskeva linkki johtamaan kyseiseen tiedostoon.

Raportointi	Vuosiraporttiin	Pykälä
Automaatio	x	1065/2017 §9, §17, liite 3: taulukko 4
Automaatio, tarkkailuraportti	x	1065/2017 §17, liite 3: taulukko 3
Tarkkailuraportti	x	Jätelaki 646/2011 §120
Tarkkailuraportti		1065/2017 §17, liite 3
Tarkkailuraportti	x	1065/2017 §9, §17, liite 3: taulukko 4
	x	1065/2017 §9, §17, liite 3: taulukko 4
		1065/2017 §16, liite 3
	x	1065/2017 §8, liite 3
		1065/2017 §17, liite 3
Tarkkailuraportti	x	1065/2017 §17, liite 3
Tarkkailuraportti		1065/2017 §17, liite 3
		1065/2017 §17, liite 3

Kuva 5. Raportointia ja lakia koskevat sarakkeet

Seurantajärjestelmän toinen taulukko on tehtyjen toimenpiteiden kirjaamista varten (kuva 6). Tähän taulukkoon käyttäjä voi siirtyä aikataulutaulukon yläreunassa olevan painikkeen avulla. Painike näkyy kuvassa 4. Seurantataulukkoon merkitään luokka, johon toimenpide kuuluu, itse toimenpide, päivämäärä ja toimenpiteen suorittaja. Taulukon yläreunassa on painike, josta aukeaa lomake toimenpiteen lisäämistä varten. Toisesta painikkeesta pääsee takaisin aikataulutaulukkoon.

	Aikataulu		Lisää toimenpide			

Kuva 6. Seurantataulukko

Kuten kuvasta 7 nähdään, lomakkeessa on samat kohdat kuin taulukossa. Luokka valitaan pudotusvalikosta. Toimenpide, päivämäärä ja tekijä täydennetään kirjoittamalla. Lisää taulukkoon -painike tallentaa täytetyt tiedot seurantataulukkoon. Lomakkeesta voi poistua tallentamatta valitsemalla "peruuta". Taulukkoa voi halutessaan täyttää myös suoraan, ilman lomaketta.

Kuva 7. Lomake

Lomake helpottaa kirjaamista, kun luokan voi valita valikoista. Suurin hyöty lomakkeesta on siinä vaiheessa, kun kirjattuja toimenpiteitä on niin paljon, että taulukon viimeinen tyhjä rivi katoaa näkyvistä. Lomakkeen avulla toimenpiteen voi tallentaa ilman, että etsii taulukon alareunan. Uusin kirjaus tulee taulukkoon viimeiseksi. Jos käyttäjä haluaa nähdä viimeisimmän kirjauksen ylimpänä, se onnistuu helposti järjestämällä päivämäärät uusimmasta vanhimpaan päivämääräotsikon painikkeesta.

Seurantajärjestelmän kolmas taulukko on tehty Orimattilan Lämpö Oy:n toiveesta tuhkien määrän seuraamista varten. Taulukossa on omat sarakkeensa lento- ja pohjatuhkille vuosittain. Tuhkien määrä merkitään taulukkoon tonneina. Tuhkien sarakkeet on merkitty eri väreillä helpottamaan hahmottamista (kuva 8). Taulukon riveille merkitään kuukausittainen tuhkamäärä, ja viimeiselle riville Excel laskee tuhkien yhteismäärän. Kuvan 8 tuhkamäärät on täytetty esimerkinomaisesti eivätkä ne vastaa todellisia määriä.

	Lentotuhka (t)	Pohjatuhka (t)	Lentotuhka (t)	Pohjatuhka (t)	Lentotuhka (t)	Pohjatuhka (t)
	2020	2020	2021	2021	2022	2022
tammi	14	8				
helmi	13	8				
maalisk	13	7				
huhti	12	7				
touko	11	7				
kesä	10	6				
heinä	9	6				
elo	9	7				
syys	11	8				
loka	13	8				
marras						
joulu						
Yhteensä	115	72	0	0	0	0

Kuva 8. Tuhkien seurantataulukko

7.3 Kehitysehdotukset

Seurantajärjestelmää voisi kehittää edelleen niin, että jokaisen toimenpiteen kohdalla näkyisi päivämäärä, koska toimenpide on viimeksi tehty, ja koska se pitää tehdä seuraavan kerran. Viimeisin toimenpiteen suorituspäivämäärä siirtyisi automaattisesti seurantataulukosta aikataulutaulukkoon. Toimenpiteen seuraava suorituspäivämäärä päivittyisi viimeimmän suorituksen perusteella. Näin toimenpiteiden seuranta onnistuisi yhden taulukon avulla.

Seurantajärjestelmästä olisi mahdollista kehittää älypuhelimeen sopiva sovellus, jossa toimenpiteet olisivat kalenterissa. Sovellus ilmoittaisi lähestyvistä aikarajoista halutusti, esimerkiksi kahta viikkoa tai kuukautta aiemmin. Sovelluksen avulla myös muuttuvan lainsäädännön seuraaminen voisi olla helpompaa. Tässä opinnäytetyössä laadittu seurantajärjestelmä on hyvä lähtökohta tällaisen sovelluksen kehittämiseen, sillä siinä on valmiina tarvittavat seurannat ja aikataulut.

8 Yhteenveto

Keskisuurten polttolaitosten päästöjen rajoittamiseksi on Suomessa annettu PIPO-asetus, jota on uudistettu MCP-direktiivin mukaisesti. PIPO-asetus sisältää päästörajojen lisäksi muitakin ympäristönsuojeluun tähtääviä määräyksiä, esimerkiksi lauhdevesien puhdistamisesta, melupäästöistä ja öljysäiliöiden suojauksista. Savukaasupäästöjä voidaan rajoittaa monilla tavoilla, joista tietyille energiantuotantolaitokselle sopivimmat valitaan muun muassa käytetyn polttotekniikan ja polttoaineiden mukaan.

PIPO-asetuksen uudistuksen jälkeen asetus on laajentunut koskemaan useampia laitoksia. Laitosten vastuulla on huolehtia PIPO-asetuksen määrittämien toimenpiteiden toteutamisesta sekä niiden raportoinnista aikataulun mukaisesti. Tätä työtä helpottaa, jos laitoksella on käytössään toimiva seurantajärjestelmä.

Opinnäytetyössä toteutettiin Excel-ohjelmalla käytettävä seurantajärjestelmä PIPO-asetuksen toimenpiteiden seurantaan. Kyseinen järjestelmä auttaa toimenpiteiden aikataulutuksessa, kirjaamisessa sekä raportoinnissa. Seurantajärjestelmän avulla voidaan nopeasti tarkistaa lainkohta, joka määrää tietyn toimenpiteen. Raportointia helpottaa, kun taulukkoon on merkitty, mitä asioita raportoidaan ja kenelle.

Toteutettua seurantajärjestelmää voivat käyttää kaikki ne energiantuotantolaitokset, jotka noudattavat PIPO-asetusta. Järjestelmää voidaan edelleen kehittää vastaamaan vielä paremmin käyttäjien tarpeita. Jatkokehittelyä voitaisiin toteuttaa joko nykyisessä Excel-pohjassa tai luomalla sen tietojen avulla uusi älypuhelinsovellus.

Lähteet

Benviroc Oy. 2020. Orimattilan kasvihuonekaasupäästöt 2008 - 2018, ennakkotieto 2019. Raportti.

Elsilä, A. 2020. VS: Yleisessä tietoverkossa julkaistavat tiedot. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Helenius, U. Lähetetty 29.10.2020.

Energiateollisuus. 2016. Suuret lämpöpumput kaukolämpöjärjestelmässä. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa https://energia.fi/files/993/Suuret_lampopumput_kaukolampojar-jestelmassa_Loppuraportti_290816_paivitetty.pdf

Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös N:o 1386/2013/EU 2013

European Commission. 2020. The Medium Combustion Plant Directive. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa <https://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/mcp.htm>

Eurofins. 2019. Savukaasupesurin lauhdeveden määritykset. Raportti.

Flyktman, M., Impola, R., Linna, V. 2012. Kotimaista polttoainetta käyttävien kattilalaitosten tekniset ratkaisut. Energiateollisuus ry, Ympäristöministeriö. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC1EA01A4-C78E-4152-A601-3AE51323EDEB%7D/119826>

Guerreiro, C., de Leeuw, F., Foltescu, V., Horálek, J. 2014. Air quality in Europe — 2014 report. EEA Report No 5/2014. European Environment Agency. Viitattu 19.11.2020. Saatavissa <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2014>

Hallituksen esitys eduskunnalle painelaitelaksi ja laiksi ydinenergiain muuttamisesta 7/1999. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa: <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/sivut/trip.aspx?triptype=ValtiopaivaAsiat&docid=he+7/1999>

Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi ympäristönsuojelulain muuttamisesta 167/2017. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa: https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE_167+2017.aspx

Helsingin kaupunki, kaupunkiympäristön toimiala. 2017. Lausuntopyyntö luonnoksesta valtioneuvoston asetukseksi polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Ympäristöministeriö. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/4bfad872-2d26-419c-9099-414e3899d5bf/9b44de73-2828-49ed-b13c-abc427d355c9/LAUSUNTO_20171006114022.pdf

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. 2017. Lausuntopyyntö luonnoksesta valtioneuvoston asetukseksi polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/4bfad872-2d26-419c-9099-414e3899d5bf/a0e1cef9-f9c5-4d91-a9e3-72c018afdb71/LAUSUNTO_20171017070611.pdf

Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P., Pakkanen, H. 2000. Hörykattilatekniikka. 5. uudistettu painos. Helsinki: Oy Edita Ab.

Jalovaara, J., Aho, J., Hietamäki, E., Hyytiä, H. 2003. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) 5-50 MW:n polttolaitoksissa Suomessa. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 5.11.2020. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40560/SY_649.pdf?sequence=1

Jyväskylän kaupunki. 2017. Lausunto luonnoksesta valtioneuvoston asetukseksi polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM022:00/2016>

Jätelaki 646/2011

Kotkan ja Pyhtään ympäristönsuojeluviranomainen. 2020. Tietojen rekisteröinti ja julkistaminen - keskisuuret energiantuotantolaitokset. Kotka. Viitattu 20.10.2020. Saatavissa <https://www.kotka.fi/wp-content/uploads/2020/10/Kotkan-keskisuuret-energiantuotantolaitokset.pdf>

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005

Lannoitevalmistelaki 539/2006

Lindroos, T., Ekholm, T. 2014. Yhteenveto komission ehdottamasta ilmanlaatupaketista ja arvio sen vaikutuksista ilmastopolitiikkaan Suomessa. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Viitattu 5.11.2020. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2014/VTT-R-05840-14.pdf>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi tiettyjen keskisuurista polttolaitoksista ilmaan joutuvien epäpuhtauspäästöjen rajoittamisesta 2015/2193

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry. 2017. Lausunto luonnoksesta valtioneuvoston asetukseksi polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM022:00/2016>

Metsäteollisuus. 2017. Lausunto luonnoksesta valtioneuvoston asetukseksi polttoainete-holtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/4bfad872-2d26-419c-9099-414e3899d5bf/19ebf065-9cb6-4c59-993a-6b9e78a10394/KIRJE_20171010104124.pdf

Opasnet. 2014. Ympäristöterveydelliset viite- ja raja-arvot. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa http://fi.opasnet.org/fi/Ymp%C3%A4rist%C3%B6terveydelliset_viite-_ja_raja-arvot

Opasnet. 2018. Sulfaatin terveysriskinarvion taustatiedot ja ohjeet. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa http://fi.opasnet.org/fi/Sulfaatin_terveysriskinarvion_taustatiedot_ja_ohjeet

Orimattilan Lämpö Oy. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa <https://www.orimattilanlampo.fi/yhtiö/>

Orimattilan Lämpö Oy. 2011. Viljamaan lämpökeskus.

Orimattilan Lämpö Oy. 2014. Pienen energiantuotantolaitoksen ilmoitus ympäristönsuojelun tietojärjestelmään rekisteröintiä varten. Rekisteröinti-ilmoitus.

Orimattilan Lämpö Oy. 2020. KPA_yhteenvedo. Polttoaineiden seurantataulukko.

Orimattilan ympäristölautakunta. 2008. Ympäristölupa. Ympäristölupapäätös.

Paajanen, M. 2020a. Vuosikertomus 2019. Vuosikertomus.

Paajanen, M. 2020b. Toimitusjohtaja. Orimattilan Lämpö Oy. Haastattelu 28.9.2020.

Painelaitelaki 1144/2016

Pelkonen, J. 2020. VS: Yleisessä tietoverkossa julkaistavat tiedot. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Helenius, U. Lähetetty 5.11.2020.

Piispa, M. 2019. Päästömittaukset 3.4.2019 Orimattilan Lämpö Oy, Viljamaan KPA kattila. Raportti.

Puhdasta ilmaa Euroopalle -ohjelma 2013. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. Viitattu 6.11.2020. Saatavissa: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-18155-2013-INIT/fi/pdf>

Ramboll Oy. 2019. Orimattilan Vesi Oy:n Vääräkosken jätevedenpuhdistamon velvoitetarkkailu, tuloslausunto joulukuu 2019. Viitattu 19.11.2020. Saatavissa https://www.orimattilan-vesi.fi/wp-content/uploads/2020/06/201912_Orimattila_saate_joulukuu.pdf

Reinikainen, J. 2007. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisperusteet. Suomen ympäristö 23/2007. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 18.11.2020. Saatavissa https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38431/SY_23_2007.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Renewa Oy. Leijukerroskattila.

Renewa Oy. Savukaasupesuri.

Saarola, J. 2020. VS: Yleisessä tietoverkossa julkaistavat tiedot. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Helenius, U. Lähetetty 29.10.2020.

Saltiola, S. Luste, S. 2019. Orimattilan Lämpö Oy, Lento- ja pohjatuhkan hyötykäyttö- ja kaatopaikkakelpoisuus 2019. Raportti.

Suoheimo, P., Grönroos, J., Karvosenoja, N., Petäjä, J., Saarinen, K., Savolahti, M., Silvo, K. 2015. Päästökattodirektiiviehdotuksen ja keskisuurten polttolaitosten direktiiviehdotuksen toimeenpanon vaikutukset Suomessa. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 5.11.2020. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/153981/SY-KEra_6_2015.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Suomen kuntaliitto. 2017. Lausuntopyyntö luonnoksesta valtioneuvoston asetukseksi polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/4bfad872-2d26-419c-9099-414e3899d5bf/e1debb7b-a85a-4d06-a6db-632cc7387030/LAU-SUNTO_20171006112956.pdf

Timonen, M. 2020. Käyttömestari. Orimattilan Lämpö Oy. Haastattelu. 7.10.2020.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2017. Lausunto luonnoksesta valtioneuvoston asetukseksi polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/4bfad872-2d26-419c-9099-414e3899d5bf/fc0ad5f8-981d-4de3-bed7-601ba79d88bf/LAU-SUNTO_20171005130844.PDF

Valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista 1065/2017

Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista 750/2013

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 1022/2006

Valtioneuvoston päätös eräiden ympäristölle tai terveydelle vaarallisten aineiden johtamisesta vesiin 363/1994

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992

Varis, T., Rinne, S. 2017. Lausuntopyyntö luonnoksesta valtioneuvoston asetukseksi polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Ympäristöministeriö. Viitattu 16.11.2020. Saatavissa https://api.hankeikuna.fi/asiakirjat/4bfad872-2d26-419c-9099-414e3899d5bf/c0a396bc-71e0-4b9c-b347-b949ed092f65/LAUSUNTOPYYNTO_20170908115130.pdf

Ympäristönsuojelulaki 527/2014