

Miikka Korkala

PÄÄSTÖMITTAUKSEN TEKNIikka

PÄÄSTÖMITTAUKSEN TEKNIikka

Miikka Korkala
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, energiatekniikka

Tekijä: Miikka Korkala
Opinnäytetyön nimi: Päästömittauksen tekniikka
Työn ohjaaja: Jukka Ylikunnari
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2015
Sivumäärä: 43 + 1 liite

Opinnäytetyössä tutkittiin päästömittausten eroja suurten ja pienten polttolaitosten välillä. Suurten polttolaitosten päästömittauksista on määrätty EU:n direktiiveillä ja ne otetaan käyttöön Suomessa valtioneuvoston asetuksina ja ympäristölaissa. Pienten polttolaitosten päästömittauksista ei määrätä missään laissa tai asetuksissa, mutta pienpolttolaitosten päästöjä pyritään hillitsemään esimerkiksi ympäristönsuojelulain avulla.

Pienpolttolaitteistot, kuten takat, tulisijat, kiukaat ja kattilat, ovat Suomessa hyvin yleisiä. On arvioitu, että Suomessa on 2,2 miljoonaa tulisijaa. Lisäksi puukiukaita ja -patoja on noin 1,5 miljoonaa. Vuosittain Suomessa poltetaan noin 6 miljoonaa kiintokuutiometriä puuta, jonka energiasisältö on noin 13 TWh. Yleisimpiä syntyviä päästöjä ovat hiilimonoksidi eli häkä, hiilivedyt, pienhiukkaset ja noki.

Työssä selvitettiin pienpolttolaitteistoille sopivia päästönmittauslaitteita, esimerkiksi savukaasuanalysointilaitteita ja nokipumppu. Myös palamisilman optimointia varten esitettiin käytettäväksi termoelementtejä ja lämpömittareita lämpötilan mittaamiseksi ja kosteusmittareita puun kosteuden mittaamiseksi. Työssä selvitettiin, että laitteistojen hinnat ovat liian korkeita kuluttajille ja pienpolton päästömittaukset olisivatkin hyvä suorittaa yritysten tarjoamina palveluina.

Asiasanat: päästömittaus, pienpoltto, päästömittauslaitteisto

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö tehtiin Oulun yliopiston Oulun Eteläisen instituutin tulevaisuuden tuotantoteknologian (FMT) tutkimustyöryhmälle. Työn tilaajan yhdyshenkilönä toimi tutkimusjohtaja Kari Mäntyjärvi ja työn ohjaajana Oulun ammattikorkeakoulun lehtori Jukka Ylikunnari.

Tahdon kiittää Kari Mäntyjärveä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö ja tuesta työn aikana sekä ohjaavaa opettajaa lehtori Jukka Ylikunnaria.

Oulussa 5.2.2015

Miikka Korkala

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 PÄÄSTÖMITTAUKSEN LAINSÄÄDÄNTÖ JA ASETUKSET	7
2.1 Lainsäädäntö ja asetukset savukaasupäästöille teollisuuden energiantuotannossa	7
2.1.1 LCP-asetus	8
2.1.2 Jätteenpolttoasetus	10
2.1.3 Ympäristölainsäädäntö	13
2.2 Lainsäädäntö ja asetukset savukaasupäästöille pienpoltossa	14
2.2.1 Pienpolton määritelmä	14
2.2.2 Asetukset ja lainsäädäntö	15
3 PIENPOLTTO SUOMESSA	19
3.1 Polttopuun käyttö pienlämmityksessä	19
3.2 Polttolaitteet pienpoltossa	19
3.3 Puun palaminen ja päästöt	21
4 PIENPOLTON PÄÄSTÖMITTAUSLAITTEISTO	25
4.1 Päästömittausten tarpeen arviointi	25
4.2 Päästömittauslaitteiston valinta	31
5 YHTEENVETO	39
LÄHTEET	41
LIITTEET	
Liite 1 Lähtötietomuistio	

1 JOHDANTO

Työssä perehdytään erilaisiin pienpolttolaitosten päästömittauksen tekniikoihin ja laitteistoihin. Työssä tutkitaan suurten ja pienten polttolaitteistojen päästömittausten lainsäädännön ja käytännön toteutuksen eroja. Työssä esitellään pienpolttolaitosten tekniikkaa ja soveltuvuutta pienpolttolaitoksiksi määriteltyjen polttolaitosten mittauksiin, kuten takkojen, kiukaiden, kattiloiden ja kamiinoiden. Lisäksi esitellään erihintaisia päästömittauksiin soveltuvia laitteistoja ja tarkastellaan niiden käyttöä erityisesti puupolttolaitosten pienpolttolaitosten lyhyt- ja pitkäaikaisessa päästöjen mittauksessa. (Liite 1.)

Työn tavoitteina on selvittää, mitä päästömittaus on ja miten se poikkeaa pienissä ja suurissa polttolaitoksissa. Lisäksi tutkitaan, miten pienten ja suurten polttolaitosten lainsäädäntö poikkeaa toisistaan, ja selvitetään, mitkä laitteet soveltuvat päästömittaukseen ja mitä ne maksavat. Lisäksi selvitetään, miten lyhyt- ja pitkäkestoinen pienpolton päästömittaus tulisi suorittaa ja mitä laitteita tarvitaan. (Liite 1.)

2 PÄÄSTÖMITTAUKSEN LAINSÄÄDÄNTÖ JA ASETUKSET

Päästöjen vähentäminen on ollut jo pitkään EU:n ja muiden teollisuusmaiden yhteinen päämäärä. Päästöjen tarkkailu ja raportointi on myös oleellinen osa nykyisin vallalla olevaa päästökauppaa, joka on luonut päästömittausten ympärille paljon taloudellisia mahdollisuuksia ja työpaikkoja. EU onkin asettanut direktiivejä ja vaatimuksia päästöjen seuraamiseksi ja rajoittamiseksi, joita alueellisten toimijoiden tulee noudattaa jatkaakseen energiantuotantoaan. Erityisesti EU-direktiiveissä on keskitytty yli 50 MW:n polttolaitoksiin (1) ja jätteenpoltoon (2). EU-direktiivit otetaan käyttöön Suomessa valtioneuvoston asetuksina ja ympäristönsuojelulaissa. Paikalliset ympäristökeskukset valvovat lakien ja asetusten toteutumisen ja niiden asianmukaisen raportoinnin. (3, luku 5.)

Pienpoltossa päästömittauksia ei tarvita päästörajotusten takia, sillä niitä ei juurikaan ole. Pienpolton päästöjä rajoitetaan jossain määrin ympäristölakien avulla, mutta ilman huomattavia ympäristöhaittoja niihin ei puututa. Pääosin pienpolton tarpeisiin onkin tähän mennessä riittänyt palamisilman analysointi palamisen optimointia ajatellen. Jossain vaiheessa voidaan kuitenkin olettaa, että pienpoltonkin päästöihin tullaan asettamaan rajoituksia, sillä ne ovat merkittävä osuus taajamien ja muiden asutusalueiden ilmanlaadun sisällöstä.

2.1 Lainsäädäntö ja asetukset savukaasupäästöille teollisuuden energiantuotannossa

Energiantuotannossa päästöjen tarkkailu ja säätely ovat jatkuvasti tiukentumassa, joten savukaasupäästöjen määräykset elävät koko ajan. Viimeisimmät teollisuuden energiantuotantolaitosten savukaasupäästöjä koskevat muutokset ovat EU:n suurten polttolaitosten (2001/80/EY) ja jätteenpolttodirektiivien (2010/75/EU) asetukset. Nämä toimeenpannaan valtion valtioneuvoston asetusten 1017/2002 (1) ja 151/2013 (2) avulla. Myös Suomen ympäristölainsäädäntö määrittelee omalta osaltaan sallittujen päästöjen määrää.

2.1.1 LCP-asetus

Valtioneuvoston LCP-asetus (1017/2002) astui voimaan 9.1.2002. LCP-asetus koskee vähintään 50 MW:n polttoainetehoisia polttolaitoksia ja kaasuturbiineja, ja sen perimmäinen tavoite on rajoittaa rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjä. Tavoitteeseen pyritään pääsemään rajoittamalla päästöjä selvästi verrattuna edelliseen käytössä olleeseen lakiin vuodelta 1994. (1, 1§.)

LCP-asetusta sovelletaan kiinteää, nestemäistä tai kaasumaista polttoainetta käyttäviin polttolaitoksiin ja kaasuturbiineihin, joiden tarkoituksena on tuottaa energiaa. Asetusta ei kuitenkaan sovelleta polttolaitoksiin, joissa palamistuotteet käytetään hyväksi prosessissa, lämmityksessä, kuivauksessa tai esineiden tai aineiden muussa käsittelyssä. Asetuksen ulkopuolelle jäävät myös laitokset, jotka toimivat diesel-, bensiini- tai kaasukäyttöisillä moottoreilla, sekä koksamot, kemian teollisuuden reaktorit, soodakattilat, meesaniuunit ja merialueilla toimivien lauttojen kaasuturbiinit. (1, 2§.)

LCP-asetuksessa käsitellään ja määritellään uusien ja jo olemassa olevien polttolaitosten ja kaasuturbiinien velvoitteet ja päästöjen raja-arvot kokoluokan mukaan. Päästöjen raja-arvot astuvat olemassa olevien laitosten osalta voimaan 1.1.2008 ja uusien laitosten osalta 9.12.2002. Lisäksi yli 500 MW:n kiinteitä polttoaineita polttavien laitosten typenoksidien päästöraja-arvoja tiukennetaan vuoden 2016 alusta alkaen. Uudella asetuksella korvattiin aiemmin voimassa olleet päästörajoitteet kivihiiltä ja turvetta käyttäneiden polttolaitosten rikkidioksidi-päästöistä sekä kattilalaitosten ja kaasuturbiinien osalta typenoksideista ja hiukkaspäästöistä. (1, 22§.)

LCP-asetuksessa päästöraja-arvot annetaan vanhasta poiketen lyhytaikaisina pitoisuusarvoina. Tämä tarkoittaa, että käytetään kuukausi- tai vuosikeskiarvoja. Aiemmassa kansallisessa lainsäädännössä päästömääräykset on annettu ominaispäästömääräyksinä milligrammaa käytettyä polttoaine-energiayksikköä kohden vuosikeskiarvoina (mg/MJ), ja mukaan on laskettu laitoksen häiriötilanteet ja käynnistys- ja alasajotilanteiden tuottamat päästöt. Uudessa asetuksessa

raja-arvoissa ei oteta huomioon häiriö-, käynnistys- tai alasajotilanteiden päästöjä. (1, 3§.)

LCP-asetuksessa päästöraja-arvot annetaan milligrammoina normaalikuutiometrissä savukaasua (mg/m^3). Päästöt ilmoitetaan standardipaineessa 1,013 baaria ja lämpötilassa 273 kelviniä vesihöyryn määrän mukaan tehtävän korjauksen jälkeen $\text{m}^3(\text{n})/\text{h}$. (1, 3§.)

LCP-asetuksessa määrätään myös jatkuvatoimisia mittauksia, joita ei aikaisemmissa säädöksissä ollut. Savukaasupäästöistä on mitattava jatkuvatoimisesti erityisesti rikki- ja typpioksideja sekä hiukkaspitoisuuksia. Myös savukaasujen happipitoisuutta, lämpötilaa, painetta sekä vesihöyrypitoisuutta on mitattava jatkuvatoimisesti. Jos laitoksen päästöjä ei mitata jatkuvasti, päästöjä on mitattava kertaluonteisesti vähintään joka kuudes kuukausi, tai niiden määrää on arvioitava ympäristölupaviranomaisen hyväksymällä tavalla. Arvioinneissa on käytettävä soveltuvia Euroopan standardointikomitean (CEN) standardeja tai niiden puuttuessa ISO-standardeja. (1, 18§, liite 3.)

Jatkuvatoimisille mittauksille on kuitenkin asetettu poikkeuksia. Niitä ei sovelleta laitoksiin, joiden jäljellä oleva käyttöikä on alle 10 000 tuntia, eikä esimerkiksi laitoksiin ja turbiineihin, joissa poltetaan maakaasua. Myöskään rikkidioksidipäästöjä ei tarvitse mitata jatkuvasti biomassaa polttavista yksiköistä, jos toiminnan harjoittaja osoittaa lupaviranomaisen hyväksymällä tavalla, etteivät rikkidioksidipäästöt koskaan ylitä päästöraja-arvoa. (1, 18§, liite 3.)

Päästöraja-arvoja katsotaan noudatetun, jos yksikään raja-arvoon verrattava päästöjen vuorokausikeskiarvo ei ylitä raja-arvoja eikä 95 % vuoden aikana raja-arvoon verrattavista päästöjen tuntikeskiarvoista ylitä 200 %:n raja-arvosta. Raja-arvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot ja tuntikeskiarvot määritetään mitatuista raja-arvoon verrattavista tuntikeskiarvoista, jotka saadaan vähentämällä mitatusta arvosta raja-arvopitoisuudesta laskettu mittaustuloksen 95 %:n luotet-

tavuutta kuvaava osuus. Rikinpoistoastetta katsotaan noudatetun, jos mittaukset osoittavat, että kaikkien kalenterikuukausien keskiarvot tai kaikki liukuvat kuukausikeskiarvot saavuttavat vaaditun rikinpoistoasteen. (1, 7§)

Toiminnanharjoittajan on vuosittain helmikuun loppuun mennessä toimitettava alueelliselle ympäristökeskukselle ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle määrätyt tiedot polttolaitoksista ja kaasuturbiineista sekä toimista, joilla voidaan arvioida tämän asetuksen säännösten noudattamista. Jalostamojen polttolaitosten päästöistä on tiedot toimitettava erikseen. Ympäristölupaviranomainen voi ympäristöluvassa määrätä toiminnanharjoittajan toimittamaan myös muita tietoja laitoksen päästöistä ja sen toiminnasta. (1,17§.)

Valtioneuvosto on uudistanut LCP-asetuksen ja ottanut uudistetun asetuksen (96/2013) käyttöön 20. 2013. Sitä sovelletaan kuitenkin vasta edellisessä asetuksessa (1017/2002) tarkoitettuihin laitoksiin 1.1.2016. (2, 26§.)

2.1.2 Jätteenpolttoasetus

Valtioneuvoston päätöksellä uudistettu jätteenpolttoasetus (151/2013) on otettu käyttöön 20.3.2013. Tämän asetuksen tarkoituksena on vähentää jätteiden polttamisesta syntyviä haitallisia päästöjä ja näin ollen ehkäistä niiden päätyminen ympäristöön. Tarkoituksena on myös taata turvallinen jätteiden käsittely, jotta voidaan ehkäistä maa-alueiden pilaantuminen jätteiden varastoinnin myötä. Tarkoituksena on myös estää vesistöjen pilaantuminen savukaasujen puhdistuksesta syntyvän jäteveden takia ja muulle ympäristölle mahdollisesti aiheutuvat melu- ja hajuhaitat. (4, 1§.)

Asetusta jätteen polttamisesta sovelletaan jätteenpolttolaitokseen ja jätteen rinnakkaispolttolaitokseen jossa poltetaan kiinteää tai nestemäistä jätettä. Asetusta ei kuitenkaan sovelleta kaasutus- tai pyrolyysilaitokseen jos jätteen lämpökäsittelyssä syntyvä kaasu puhdistetaan niin, ettei se ole enää jätettä ennen sen polttamista. Asetusta ei myöskään sovelleta laitokseen, jossa poltetaan

- maa- ja metsätalouden kasviperäisiä jätteitä

- elintarviketeollisuuden kasviperäisiä jätteitä, jos jätteen polttamisessa syntyvä lämpö hyödynnetään
- ensiomassan tuotannon tai massasta valmistettavan paperin tuotannon yhteydessä syntyviä kuituaineita sisältäviä kasviperäisiä jätteitä, jos syntyvä jäte hyödynnetään
- puujätteitä, lukuun ottamatta haitallisia yhdisteitä sisältävät
- korkkijätteitä
- radioaktiivisia jätteitä
- eläinten ruhoja
- öljyn etsimisestä syntyviä jätteitä, jotka voidaan uusiokäyttää. (4, 1§.)

Jätteenpolttoasetuksessa tarkoitetaan jätteellä jätelaissa (646/2011) määriteltyä jätettä. Jätteenpolttolaitokseksi luokitellaan kiinteää tai siirrettävää teknistä yksikköä ja laitteistoa, joka on tarkoitettu jätteiden lämpökäsittelyyn, riippumatta siitä, hyödynnetäänkö polttamisessa syntyvä lämpö vai ei. Jätteenpolttolaitokseen ja jätteen rinnakkaispolttolaitokseen sisältyvät lähes kaikki laitoksen läheisyydessä olevat tilat, laitteet ja järjestelmät. (4, 2§.)

Jätteenpoltto- ja rinnakkaispolttolaitosten on oltava etukäteen suunniteltu, rakennettu, varustettu ja sitä on käytettävä niin, ettei siitä aiheudu sellaisia päästöjä jotka voisivat aiheuttaa haittaa ympäröivälle maaperälle tai ilmastolle. Savukaasujen poiston on oltava hallittua. Savupiipun korkeus on määritettävä ottaen huomioon, mitä ilmanlaadusta annetussa valtioneuvoston asetuksessa (38/2011) säädetään ja siten, ettei toiminnasta aiheudu terveyshaittaa taikka merkittävää muuta ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa. (4, 13§.)

Ennen jätteenpolttolaitoksen ympäristöluvan myöntämistä on varmistettava, että lupahakemuksessa määritetyt mittausmenetelmät ilmaan ja veteen johdettujen päästöjen osalta ovat tämän asetuksen mukaiset (4, 14§).

Jätteen- ja jätteen rinnakkaispolttolaitteistoon on asennettava sellaiset mittalaitteistot ja käytettävä sellaisia menetelmiä, jolla voidaan seurata polttoprosessin kannalta merkityksellisiä muuttujia, olosuhteita ja päästöjä. Viranomaisen on

varmistettava että automaattisen päästömittauksen laitteisto on asianmukaisesti asennettu. Valvontaviranomaisen on lisäksi varmistettava että laitteisto toimii ja sille suoritetaan tarkistustestit kerran vuodessa. Päästömittauslaitteiston kalibrointi on suoritettava vähintään kolmen vuoden välein. (4, 17§.)

Jätteen- ja jätteen rinnakkaispolttolaitteistosta on jatkuvatoimisesti mitattava tiettyjä ilmaan johdettuja päästöjä ja polttotapahtumaan liittyviä suureita. Epäpuhtauksista jatkuvia mittauksia vaativat typenoksidit (NO_x), hiilimonoksidi (CO), hiukkasten kokonaismäärä, orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC), suolahappo (HCl), fluorivety (HF) ja rikkidioksidi (SO₂). (4, 18§.)

Jatkuvia mittauksia polttoprosessin toimintaan liittyvistä muutoksista tehdään palamiskammion sisäseinän lämpötilan osalta ja savukaasun happipitoisuudesta, paineesta, lämpötilasta ja vesihöyryn sisällöstä. (4, 18§.)

On myös tehtävä muitakin kuin jatkuvatoimisia mittauksia. Vähintään kahdesti vuodessa on tehtävä mittaukset raskasmetalleista, dioksiineista ja furaaneista, kuitenkin siten, että laitoksen ensimmäisen 12 käyttökuukauden aikana mittaukset tehdään vähintään joka kolmas kuukausi. Savukaasujen viipymäaika, vähimmäislämpötila ja happipitoisuus on todennettava asianmukaisesti vähintään kerran laitoksen käyttöönoton aikana ja epäedullisimmiksi ennakoituissa käyttöolosuhteissa. (4, 18§.)

Päästöjen raja-arvot on laskettava siten, että lämpötila on 273,15 kelviniä ja paine 101,3 kPa, kun savukaasujen vesihöyrypitoisuutta koskevat korjaukset on tehty. Savukaasun raja-arvot on standardoitava 11 %:n happipitoisuuteen, jollei kysymys ole öljyjätteen polttamisesta. Tällöin raja-arvot on standardoitava 3 %:n happipitoisuuteen. Päästöraja-arvot on esitettävä ominaispäästömääräyksinä milligrammaa käytettyä polttoainetilavuutta kohden, vaadittua keskiarvoa kohden (mg/m³)(n). Vuosi- ja puolivuotiskeskiarvot ja muut rajakeskiarvot on esitetty asetuksen 151/2013 liitteessä 2. (4, 20§.)

Mittaustulokset on tallennettava, käsiteltävä ja esitettävä siten, että valvontaviranomainen voi tarvittaessa tarkastaa että ympäristöluvassa määrättyjä toimintaa koskevia vaatimuksia ja päästöjen raja-arvoja noudatetaan. (4, 22§.)

2.1.3 Ympäristölainsäädäntö

Viimeisin säädetty ympäristönsuojelulaki astui voimaan 1.1.2014. Ympäristönsuojelulaki on ympäristön pilaantumisen ehkäisemistä koskeva yleislaki. Sitä sovelletaan toimintaan, josta aiheutuu tai saattaa aiheutua ympäristön pilaantumista. Lain myötä teollisuuspäästädirektiivi tuli osaksi kansallista lainsäädäntöä. Näin parhaan käyttökelpoisen tekniikan käyttämisestä tuli oikeudellisesti sitova velvoite päästötasojen osalta. (3.)

Ympäristönsuojelulain perimmäinen tarkoitus on ehkäistä ympäristön pilaantumista ja sen vaaraa, ehkäistä ja vähentää päästöjä sekä poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristövahinkoja. Lailla yritetään myös torjua ilmastonmuutosta, vähentää jätteiden määrää, tehostaa luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä parantaa kansalaisten mahdollisuuksia vaikuttaa ympäristöä koskevaan päätöksentekoon. (3, 1§.)

Tämän lain tarkoituksena on antaa määräykset lupamenettelylle, sekä ohjeistaa teollisuuden toimijoita lupamääräyksiensä noudattamisessa tarkkailemaan päästöjänsä, vaatimalla tarpeen mukaan myös luvassa mainittujen tarkkailutapojen lisäksi muita käytön tarkkailutapoja. Ympäristönsuojelulaissa otetaan käyttöön valtioneuvoston asetukset ja ohjeistukset kaikkien teollisuuden mittakaavan poltto- ja energialaitosten osalta, joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta.

Suomen ympäristölainsäädäntö pyrkii seuraamaan Euroopan Unionin asettamia direktiivejä, mutta on monelta osin tiukempaa ja harkinnanvaraisempaa. Suomessa korkein hallintoelin ympäristöasioissa on ympäristöministeriö, joka vastaa valtakunnallisesta ympäristöpolitiikasta ja strategian suunnittelusta. Ympäristöministeriö asettaa tavoitteet ympäristöpolitiikalle, valmistelee lainsäädäntöä ja on osallisena kansainvälisessä yhteistyössä.

Ympäristöministeriölle tietoa, asiantuntija-apuja ja tutkimustuloksia antaa Suomen ympäristökeskus (SYKE). Suomen ympäristökeskuksen tehtävänä on kehittää tutkimusmenetelmiä vesistöjen-, ilmaston- ja maaperänsuojelun sekä jätehuollon ja kemikaalivalvonnan edistämiseksi. Suomen ympäristökeskus myös osallistuu lainsäädäntöön tarjoamalla asiantuntija-apua. (5.)

Paikalliset ympäristökeskukset toteuttavat ympäristönsuojelua ja vastaavat ympäristölainsäädännön valvonnasta omalla alueellaan. Tällaisia ympäristökeskuksia suomessa ovat elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset eli ELY-keskukset, joita on tällä hetkellä 15. Ne myös käsittelevät keskikokoisten tuotantolaitosten ja jätteenkäsittelyn ympäristöluvut sekä pilaantuneiden maiden kunnostusluvut. Ympäristölupavirastot käsittelevät suurten tuotantolaitosten ympäristöluvut. (6.)

Näiden alaisena toimivat vielä paikalliset kunnan ympäristöviranomaiset, jotka myöntävät ympäristölupia toiminnoille jotka ovat paikallisesti merkittäviä. Ympäristönsuojeluasetuksessa on määritelty mitkä toiminnot kuuluvat kunnan viranomaisille. Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen toimii jätelain mukaisena valvontaviranomaisena sekä vesilain mukaisena lupa- ja valvontaviranomaisena. Paikallinen vastuu ympäristönsuojelun edistämisestä ja valvonnasta kuuluu kunnille. Ne käsittelevät myös pienten laitosten tarvitsemat ympäristöluvut ja niiden hakemukset. (6.)

2.2 Lainsäädäntö ja asetukset savukaasupäästöille pienpoltossa

2.2.1 Pienpolton määritelmä

Pienpoltolla tarkoitetaan yleisesti puun tai muun kiinteän polttoaineen avulla tapahtuvaa lämmitystä kattilassa, tulisijassa tai kiukaassa. Pienpoltossa yksittäiset ihmiset lämmittävät omakoti- tai rivitaloa ja muita yksittäisiä pienrakennuksia puun, briketin tai pellettien avulla (7, s. 29). Pienpoltosta voidaan myös puhua öljylämmityksen osalta, mutta opinnäytetyössäni keskityn puun, tai muiden kiinteiden polttoaineiden polttamiseen, sillä öljylämmityksellä on omanlaiset säädöksensä. Öljylämmityksen hinta on myös kasvamaan päin puun pienpolttoon

verrattuna, joten voidaan olettaa, että puun pienpoltto tulee olemaan jatkossa kasvavampi trendi.

Suomessa on tällä hetkellä 2,2 miljoonaa tulisijaa. Lisäksi puukiukaita ja -patoja on noin 1,5 miljoonaa. (7, s. 29.) Voidaan siis sanoa, että useimmissa suomalaisissa kotitalouksissa on ainakin toissijaisena lämmitysmuotona jonkinlainen tulisija. Tulisijojen periaatteellinen luokittelu pienpoltoksi tarkoittaa, että lämpöteho on alle 300 kW. Useimmiten yksittäisten kotitalouksien käyttämät tulisijat ovat alle 30 kW. (8, s. 7.)

Tulisijojen ja kiukaiden kirjo on nykyään monen muotoinen, mutta yhteistä kaikille on se, että päästöt ja polttamisessa syntyvät savukaasut on ohjattava ulos melko samanlaisella poistotavalla. Useimmiten se on piippu tai jonkinlainen pakoputki, joten niiden päästöjen mittaaminen on mahdollista nykyaikaisilla laitteistoilla.

2.2.2 Asetukset ja lainsäädäntö

Suomessa on erittäin merkittävä määrä tulisijoja asuntomäärää kohden, ja näin ollen pienpoltto onkin iso osa esimerkiksi yhdyskuntailman pienhiukkasten aiheuttajista. Puun pienpoltto aiheutti arviolta 40 prosenttia hengitettävien hiukkasten (kokoluokka alle 10 mikrometriä) päästöistä, lähes puolet pienhiukkasten (kokoluokka alle 2,5 mikrometriä) päästöistä ja lähes viidenneksen Suomen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöistä vuonna 2000. Lisäksi arvioiden mukaan pienpoltto aiheutti Suomen dioksiinipäästöistä ilmaan yli 40 prosenttia. (7, s. 29.)

Vaikka pienpolton aiheuttamat pienhiukkaspäästöt ovat suuria, ei pienpolton päästörajoituksia ole tarkasti rajoitettu millään siihen soveltuvalla asetuksella tai lailla. Tärkeimmät pienpolttoa jossain määrin rajoittavat lainpykälät ovat terveys- ja ympäristönsuojelu-, naapurussuhde- ja järjestyslait. Nämä lakipykälät valvovat lähinnä sitä, ettei pienpoltossa tapahdu minkäänlaisia räikeitä yliyöntejä.

Terveydensuojelulain (764/1994) tarkoituksena on väestön ja yksilön terveyden ylläpitäminen ja edistäminen, sekä ennalta ehkäistä, vähentää ja poistaa sellaisia elinympäristössä esiintyviä tekijöitä jotka voivat aiheuttaa terveyshaittaa. (9, 1§.)

Terveydensuojelulain mukaan elinympäristöön vaikuttavaa toimintaa on harjoitettava siten, että terveyshaittojen syntyminen mahdollisuuksien mukaan estyy. Tällaisena toimintana voidaan pitää muun muassa puun, tai muun kiinteän aineen pienpolttoa. Kiinteistöllä tapahtuvasta pienpoltosta ei saa syntyä päästöjä siinä määrin, että ne aiheuttavat terveyshaittaa lähiympäristössä. (9, 2§.)

Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa (8, 26§). Jos asunnossa tai muissa oleskelutiloissa havaitaan edellä mainittuja haittoja, on toimenpiteisiin ryhdyttävä välittömästi. Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi tämän perusteella velvoittaa aiheuttajan toimenpiteisiin haitan rajoittamiseksi tai poistamiseksi. (9, 27§.)

Terveydensuojeluviranomaisella on oikeus tehdä tutkimuksia ja tarkastuksia mahdollisten haittojen takia, ja tarkastaja on päästettävä niitä tekemään alueille joissa niitä epäillään syntyvän. Asunnon tarkastus yksityiselle kuuluvassa asunnossa muutoin kuin asukkaan tai omistajan omasta aloitteesta, voidaan tehdä vain jos viranomaisella on perusteltu syy epäillä asunnosta aiheutuvan asukkaalle tai asunnon naapurille terveyshaittaa. (9, 46§.)

Käytäntö on kuitenkin osoittanut sen, että terveydensuojelulakiin vetoaminen on ollut vaikeaa, koska kynnys terveyshaitan toteutumiselle on ollut korkea. Laissa määrättyjen tutkimusten ja laboratoriotestien tekeminen tai teettäminen on kallista, joten siihen ei herkästi ole ryhdytty. Päästörajoitukset terveydensuojelulaki ottaa ympäristönsuojelulaista (4), mutta siinäkään ei ole mainittu tarkkoja päästörajoituksia pienpoltton energiantuottotapahtumille.

Ympäristönsuojelulaissa (527/2014) ja jätelaissa (1072/1993) on annettu kunnille mahdollisuuksia rajoittaa omilla määräyksillään yksittäisten ihmisten tulisijojen päästöjä, mutta näin ei ole vielä tapahtunut. Kunnat voivat myös ääritilanteessa kieltää välitöntä terveyshaittaa tai merkittävää välitöntä ympäristön pilaantumista aiheuttavan polton (4, 86§).

Naapuruussuhdelain mukaan kiinteistöä, rakennusta tai huoneistoa ei saa käyttää siten, että naapurille aiheutuu kohtuutonta rasitusta ympäristölle haitallisista aineista, kuten noesta, liasta, pölystä ja hajusta (10, 17§).

Nykyisten lakien puitteissa varmin tapa saada selvyyttä pienpolton rajoituksia koskien on ottaa yhteys kunnalliseen ympäristöviranomaiseen, sillä kunnille on jätetty viime kädessä oikeus rajoittaa pienpolton päästöjä. Tämä on sinänsä ymmärrettävää, koska pienpolton määrä vaihtelee suuresti eri paikkakunnilla ja asutusalueilla. Hiukkaspäästöjen pienpolton osuus verrattuna muihin päästölähteisiin on huomattavasti suurempi asutuskeskuksissa kuin haja-asutusalueilla, johtuen polttolaitteiden suuremmasta määrästä pinta-alaan nähden.

On vaikeaa arvioida pienpolton päästörajoittamisen tulevaisuuden kehitystä, sillä mitään konkreettisia suunnitelmia ei vielä ole olemassa. Toisaalta kansallisessa ilmansuojeluohjelmassa pyritään lisäämään puun ja muiden uusiutuvien energiamuotojen käyttöä lämmityksessä (7, s. 29), mutta yleisesti uskotaan Euroopan Unionin suuntauksen olevan päinvastainen.

Euroopan Unioni on tehnyt tutkimusta, miten pienpolton päästöjä voitaisiin hillitä. Tästä on merkinä esimerkiksi EcoDesign -direktiivi 2009/125/EC, jonka avulla pyritään asettamaan energiamerkintää, energiatehokkuutta sekä siihen liittyvää tarkastustoimintaa koskevat säädökset. Direktiiviä työstää EuP-Lot 15 -niminen työryhmä, joka on jo alustavasti ehdottanut pienpolttolaitteiden päästöille raja-arvoja. (11.)

Myös toinen EU:n työryhmä nimeltään UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) on valmistellut ilmansaasteiden pölypäästön raja-arvoja

pienpolttolaitteille (12). Raja-arvot noudattelevat pitkälti EuP-Lot 15 -työryhmän ehdottamia vaatimuksia.

Tähän mennessä pienpolton päästörajoitukset ovat kansainvälisesti hyvin hajanaisia ja useilla mailla on jonkinlaisia rajoituksia asiaa koskien, mutta yhteistä lainsäädäntöä ei ole. Erityisen kirjavia säädökset ovat hiukkaspäästöjen mittamisessa.

3 PIENPOLTTO SUOMESSA

3.1 Polttopuun käyttö pienlämmityksessä

Suomella on pitkät perinteet puulla lämmittämisessä, joka näkyy esimerkiksi rakentamisessa. On arvioitu, että Suomessa on 2,2 miljoonaa tulisijaa. Lisäksi puukiukaita ja -patoja on noin 1,5 miljoonaa (7, s. 29). Öljy- ja sähkölämmityksen hinnan noustessa on puun polttaminen lämmitysmuotona saavuttanut lisää suosiota erityisesti haja-asutusalueilla. Samanaikaisesti puun polttoa on pyritty edistämään energiaomavaraisuuden lisäämiseksi kansallisella tasolla ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi.

Vuosittain Suomessa poltetaan noin 6 miljoonaa kiintokuutiometriä puuta, jonka energiasisältö on noin 13 TWh. Tavanomaisimpia puupolttoaineita ovat puupilke, puuhake, pelletit ja briketit. (8, s. 12.)

Puu on kotimainen, uusiutuva polttoaine ja Suomessa puuta riittää kaadettavaksi suuren puupinta-alan takia. Suomen luonnonvarakeskuksen mukaan suomen maa-alasta kolme neljäsosaa eli 22,8 miljoonaa hehtaaria on metsää. Vuonna 2008 noin 80 % käytetystä polttopuusta on joko omasta metsästä kaadettua, tai muuten ilmaiseksi ja omatoimisesti hankittua. (8, s. 12.) Vaikka puuta käytetäänkin huomattava määrä joka vuosi, ei metsäpinta-ala pienene juuri ollenkaan metsänhoitoyhdistysten ansiosta, jotka istuttavat puuta säännöllisesti kaadetun tilalle.

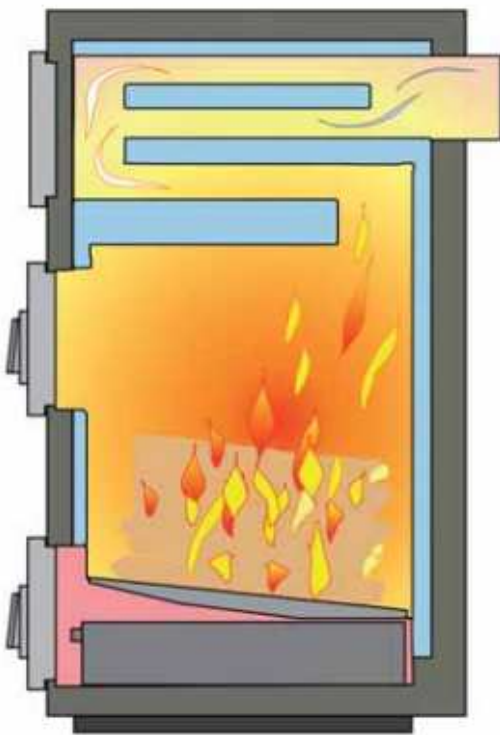
3.2 Polttolaitteet pienpoltossa

Erilaisia lämmitintyyppisiä, eli tulisijoja, kattiloita, kiukaita ja takkoja on useita kymmeniä ja määrä lisääntyy tekniikan kehittyessä. Nykyisin tulisijoilta vaaditaan CE-merkintä, joten itsetehtyjen tulisijojen määrä on laskemassa. Myös jatkuvasti kehittyvien rakennusmääräyksien avulla on saatu modernisoitua pienpolttolaitteistoa kiitettävästi. Tämä johtaa paremman hyötysuhteen omaaviin

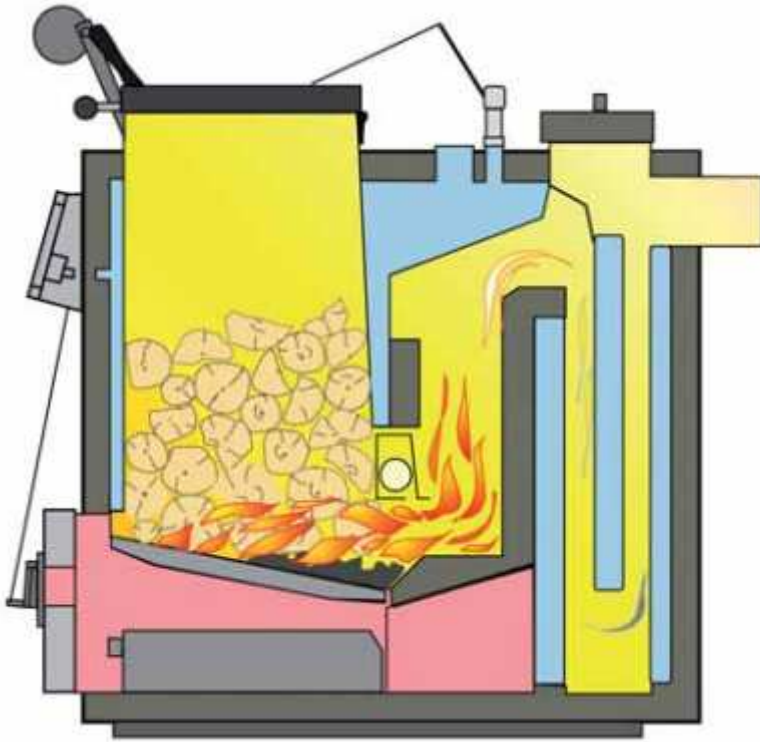
polttolaitteistoihin, joten myös päästöjen pitäisi periaatteessa vähentyä nykyisestä.

Yleisimpiä lämmitykseen tarkoitettuja pienpolttolaitteita ovat kattilat. Kattilat on ensisijaisesti tarkoitettu pienkiinteistöjen lämmitykseen ja niitä onkin useita eri tyyppisiä. Kattiloita käytetään ensisijaisina lämmittiminä, joten niiden päivittäiset käyttötunnit ovat suuria. Kattiloiden tuottamiin savukaasupäästöihin vaikuttaa oleellisesti niissä käytetty polttoaine. Nykyisemmät pellettipolttiset kattilat ovat vähäpäästöisempiä kuin perinteistä puupilkettä polttavat. Savukaasun laatuun vaikuttavat kuitenkin eniten kattilan kunto, huolto ja käyttäjän polttotottumukset.

Kattilat on jaettu karkeasti viiteen kategoriaan. Yläpalo-, alapalo- ja käänteisपालokattiloihin sekä kaksoispesä- ja puukattiloihin. Kuvissa 1 ja 2 on esitetty kaaviokuvat ylä- ja alapalokattiloista, jotka ovat yleisimpiä.



KUVA 1. Yläpalokattilan toimintaperiaate (12, s. 7)



KUVA 2. Alapalokattilan toimintaperiaate (12, s. 8)

Kattiloiden yhteyteen liitetään yleensä vesivaraaja, joka on kooltaan noin 1 - 5 m³. Näin saadaan myös lämmintä käyttövettä tai varaajan energiaa voidaan käyttää lämmitykseen kun kattilassa ei ole tulta. Vesivaraaja lisää kattiloiden hyötysuhdetta merkittävästi, sillä lämpöä saadaan hyödynnettyä myös jälkeensä.

Toissijaisiksi lämmitysmuodoiksi luokitellaan tulisijat, joita ovat erilaiset takat, kamiinat, leivinuunit, hellat ja kiukaat. Näitä käytetään yleisesti kauko- tai sähkölämmityksen ohessa.

3.3 Puun palaminen ja päästöt

Jotta voidaan määrittellä päästönmittauslaitteisto ja sen tarve pienpoltossa, on perehdyttävä sen aiheuttamiin päästöihin. Suurin haaste pienpoltton savukaasujen mittaamisessa on polttoaine, tarkemmin sen ominaislämpöarvon heikenty-

minen ja savukaasun epäpuhtauksien lisääntyminen kosteuspiitoisuuden vaihdella. Jos halutaan luotettavasti mitata puun polttamisen aiheuttamia päästöjä, on polttoaineen oltava kuivaa ja panostuksen oltava vakio.

Tärkein päästöjen ehkäisykeino puun polttamisessa on polttaa vain kuivaa ja ylivuotista puuta. Suurin vastuu asianmukaisen polton tuottamiseksi onkin jätetty pienpolttolaitteiston käyttäjille eli yksityisille ihmisille. Tämän vuoksi kunnat ovat velvoitettuja kertomaan oikeaoppisesta polttolaitteiston käytöstä (9, 6§), mikä on johtanut useisiin kampanjoihin ja ohjeistuksiin.

Puun epätäydellinen palaminen aiheuttaa päästöjä. Kaasumaisista aineista muodostuu eniten hiilidioksidia ja hiilimonoksidia eli häkää sekä metaania ja lukuisia muita haihtuvia hiilivetyjä, kuten formaldehydiä. Hiukkasmaisista epäpuhtauksista tärkeimpiä ovat orgaaniset hiiliyhdisteet, rikkihappo, hienojakoinen alkuainehiili eli noki sekä puun sisältämistä mineraaleista koostuva lentotuhka. Valtaosa päästöhiukkasista on halkaisijaltaan alle 1 µm (12, s. 13). Pienhiukkasten määrästä on kerrottu aikaisemmin kohdassa 2.2.2.

Erityyppiset ja erilaista puuta polttavat pienpolttolaitteistot tuottavat eri määrän savukaasupäästöjä. Taulukossa 1 on esitetty VTT:n ja Kuopion yliopiston mittauksia eri polttolaitosten välillä. Taulukossa on esitetty keskimääräiset hiilimonoksidin eli hään (CO), kokonaishiilivetyjen (OGC), halkaisijaltaan alle 1 µm:n hiukkasten (PM1) ja hiukkaslukumäärän (N) ominaispäästökertoimet sekä keskimääräiset päästöhiukkasten koot eri polttolaitteilla ja puupolttoaineilla. (12, s. 13.)

TAULUKKO 1. Pienpolttolaitosten vertailua (12, s. 13)

	CO mg/MJ	OGC mg/MJ	PM1 mg/MJ	N #/MJ	Koko nm
Kiukaat	3100	590	145	6,5E+13	110
Varaavat takat, takkasydämet	1200	130	85	4,0E+13	130
Pellettitakka	170	10	65	3,2E+13	155
Pellettipoltin, alle 30 kW	190	5	25	1,2E+13	145
Pienkattilat, alle 50 kW, pelletti	250	5	8	6,9E+12	105
Pienkattilat, alle 50 kW, hake	500	35	11	8,1E+12	105
Keskikattilat, 50-500 kW, pelletti	85	1	10	1,7E+13	80
Keskikattilat, 50-500 kW, hake	620	5	30	2,3E+13	105
Aluelämpökattila, 10 MW*	20		3	4,3E+11	230
Öljypoltin	35		2	1,1E+1	50

*) Multisykloni ja sähkösuodatin.

Taulukosta voidaan nähdä, että suurimpia savukaasupäästöjä syntyy toissijaisiin lämmitysmuotoihin luokitelluista laitteistoista. Tämä on siinä mielessä hyvä asia, ettei näiden laitteistojen käyttöaika päivässä ole niin suuri, että ne ehtisivät ilmastoa merkittävästi saastuttaa.

Suuri vaikutus päästömääriin kiukaissa, kamiinoissa, liesissä ja avotakoissa on niiden toiminta panostusperiaatteella. Tämä tarkoittaa sitä, ettei polttotapahuma ole kovin tasainen koska edellinen panostus ehtii melkein palaa loppuun kunnes uusi lisätään. Jos halutaan vähentää näiden laitteistojen päästöjä, tulisi panostuksen olla sopiva ja tasaisin väliajoin. Tehokkainta palaminen on jatkuva-polttoisissa laitteistoissa, erityisesti pellettipolttoisissa.

Huonolla palamisella on huomattavan suuri vaikutus savukaasupäästöihin. Huono palaminen saadaan aikaan polttamalla kosteaa puuta, panostamalla väärin tai liian vähäisellä palamisilmalla. Huonoa polttotapaa käyttäessä pieni takka voi tuottaa moninkertaisen määrän kaasumaisia yhdisteitä ja hiukkasia tavanomaisen polton päästöihin verrattuna. Huonon polttotavan aiheuttamassa hiukkaspäästössä on moninkertainen määrä orgaanisia yhdisteitä, kuten polyaromaattisia hiilivetyjä (12, s. 14). Polttolaitteiden käyttäjällä on suuri vastuu tuottamiinsa pienpolton päästöihin.

Suuren osuutensa vuoksi yhdyskuntailmasta mielletään pienhiukkaspäästöt vaarallisimmaksi ihmisiä koskien. Euroopan Unionin CAFE2005-ohjelmassa (Clean Air for Europe, CAFE 2005) on arvioitu, että vuonna 2005 senhetkiset pienhiukkaspitoisuudet aiheuttivat melkein 350 000 ennenaikaista kuolemaa silloisen 25 jäsenmaan 450 miljoonan asukkaan keskuudessa. CAFE-ohjelmassa on arvioitu, että pienhiukkaset aiheuttivat Suomessa vuonna 2000 noin 1300 ennenaikaista kuolemaa ja heikensivät useiden kymmenien tuhansien lasten ja kroonisia hengitys- ja sydänsairauksia sairastavien toimintakykyä. (12, s. 17.) Nämä lukemat ovat vain arvioita eikä niitä ole aukottomasti todistettu, mutta pienpolton lisääntyessä nämäkin arviot oletettavasti kasvavat.

4 PIENPOLTON PÄÄSTÖMITTAUSLAITTEISTO

4.1 Päästömittausten tarpeen arviointi

Suurten ja pienten polttolaitosten päästömittaustarpeet eroavat suuresti toisistaan, niin lainsäädännöllisesti kuin laitteistoiltaan. Siinä missä suurten, teollisuuden tarpeisiin tarkoitettujen energiantuotantolaitteistojen päästöjen mittaaminen on hyvin pitkälti standardisoitu, ei pienpolton kuluttajatason päästömittauksia ole laissa määritelty. Tuleekin miettiä ja määritellä, minkälainen tarve pienpolton mittauslaitteistolle pitäisi asettaa.

Suurten polttolaitosten päästömittauksia on tutkinut esimerkiksi VTT, joka on julkaissut monenlaisia oheistuksia. Eniten asiaa tavalliselle yksityishenkilölle valaisee päästömittausten käsikirja, jossa on kattavat ohjeet ja neuvot myös alan ammattilaisille. Päästömittausten käsikirja on tehty ilmastonsuojeluyhdistyksen ja VTT:n yhteistyön tuloksena. (13.)

Käsikirjassa on esitetty mittausvaatimukset ja standardit mittauspaikalle, hiukaspäästöille ja jatkuva- ja kertaluontoisille mittauksille. Siinä kerrotaan myös päästömittauksiin liittyvästä laskennasta, raportoinnista, standardeista ja lukuisista muista asioista. Näitä ohjeistuksia on kuitenkin hankala soveltaa pienemmän mittakaavan päästömittauksiin järkevällä tavalla.

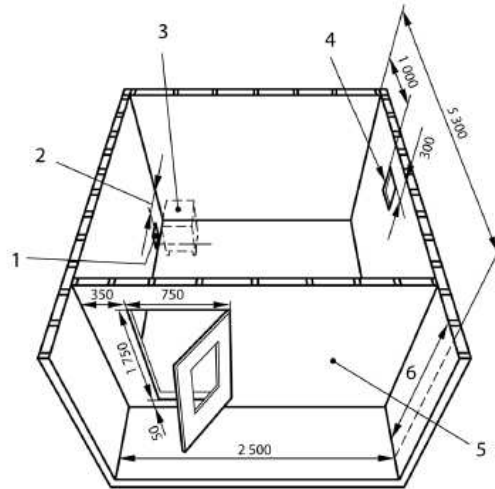
Pienpolttolaitteistot sen sijaan vaativat nykyisin CE-hyväksynnän, joten niiden valmistamista varten ovat olemassa standardit. SFS-standardeista löytyvät säännökset kiinteää polttoainetta käyttäville kotitalousliesille (SFS-EN 12815), takkasydämille (SFS-EN 13229), kamiinoille (SFS-EN 13240), varaaville tulisijoille (SFS-EN 15250) ja jatkuvalämmitteisille saunan puukiukaille (SFS-EN 15821). Näissä standardeissa määritellään pienpolttolaitteiston suunnittelua, valmistusta, rakennetta, turvallisuutta ja toiminnallisuutta koskevat vaatimukset sekä annetaan näihin vaatimuksiin liittyviä ohjeita (14, s. 8).

Pienpolttolaitteistoille on siis omat standardinsa, mutta ne ovat peruseriaatteeltaan melko yhteneväisiä. Kaikissa näissä standardeissa polttoaine on sama, joten niissä vaaditaan samanlaisia päästöjen ja hyötysuhteiden mittauksia. Myös mittauslaitteistojen vaatimukset ovat samanlaiset. Kaikille pienpolttolaitteille on oltava saatavilla valmistajan laatimat asiakirjat ja/tai kokoonpanon mittakaava- piirustukset, jossa ilmenee polttolaitteiston perussuunnittelu ja -rakenne. Niissä on kerrottava vähintään tuotteen pintamateriaali sekä polttoainelisäyksen paino ja mahdollisten lisäyspanosten lukumäärä ja paino. Käyttöohjeiden tulee sisältää kaikki tärkeät yksityiskohtat kyseisen laitteiston käytöstä. (14, s. 18)

Esimerkkinä pienpolttolaitteiston standardista toimii SFS-EN 15821, eli jatkuvalämmitteiset saunan puukiukaat, vaatimukset ja testausmenetelmät (14). Standardissa kerrotaan yksityiskohtaisesti vaatimukset mm. rakenteesta, valmistuksesta ja turvallisuudesta, mutta opinnäytetyössä keskitytään kertomaan lyhyesti päästön mittauksiin liittyvistä säädöksistä.

SFS-EN 15821:ssä määrätään toiminnalliset vaatimukset, jotta mittaustulokset olisivat luotettavia. Nämä koskevat savukaasun lämpötilaa, hiilimonoksidipäästöjä, hyötysuhdetta, savukanavan vetoa, polttoainelisäyksiä ja lämmöntuottoa huonetilaan (14, s. 22 - 24). Jatkuvalämmitteisten saunan kiukaiden vaatimustenmukaisuus on osoitettava alkutestauksella ja tehtaan sisäisellä laadunvalvonnalla (14, s. 28).

Kiukaan testaaminen on suoritettava standardin SFS-EN 15821 mukaisella testihuoneella. Testihuoneelle on asetettu useita määräyksiä, kuten testihuoneen lämpötila, ulkoapäin tuleva lämpö ja lämmönlähteet. Testihuoneen lämpötila on mitattava 300 mm sisäkaton keskikohdasta ja ulkoapäin tuleva lämpötila on mitattava metrin etäisyydeltä tuloilmaukon keskikohdasta ja sellaisesta kohdasta, johon mikään lämmönlähde ei vaikuta. Tulisija tulee myös sijoittaa valmistajan ohjeiden mukaisesti. Saunatestihuoneen tekniset mitat ovat säädettävissä. Testihuone tulee varustaa ilmanvaihdolla. (Kuva 3.) (14, s. 40.)



Selite

- 1 tuloilma-aukko
- 2 säädettävä etäisyys
- 3 saunan kiuas
- 4 poistoilma-aukko
- 5 siirrettävä seinä
- 6 1 900 mm, 2 100 mm tai 2 300 mm

HUOM. Saunatestihuoneessa on myös sisäkatto, jota ei ole kuvassa.

KUVA 3. Saunatestihuoneen havainnekuva (14, s. 62)

Savukaasujen lämpötila tulee mitata anturilla, esimerkiksi termoelementillä, standardissa määrätystä paikasta joka on tässä tapauksessa sijoitettava suurilta osin seinän sisään (14, s. 42). Savukaasun näytteenottoon on käytettävä imupyrometrin anturia, joka on liitetty savukaasuanalysointoriin. Savukaasuanalysointorin tulee täyttää standardin asettamat vaatimukset mittausepävarmuudesta eri mittausparametreille. Nämä näkyvät taulukossa 2. Myös staattinen paine tulee mitata.

TAULUKKO 2. Mittalaitteiden sallittu mittausepävarmuus (14, s. 46)

Mitattava parametri	Mittausepävarmuus
Kaasuanalyysi	
CO	≤ 6 % mittausalueesta
CO ₂	≤ 2 % mittausalueesta
O ₂	≤ 2 % mittausalueesta
Lämpötila	
Savukaasu	≤ 5 K
Saunatestihuone	≤ 2 K
Ympäröivä huone	≤ 2 K
Pinta	≤ 2 K
Kosketettava alue	≤ 2 K
Ristiveto	≤ 0,2 m/s
Staattinen paine	≤ 2 Pa
Paino	
Polttoainelisäys ≤ 7,5 kg	± 5 g
> 7,5 kg	± 10 g

Savukaasuista on määritetty mitattavaksi hiilimonoksidi- (CO), hiilidioksidi- (CO₂) ja happipitoisuuksia joko jatkuvasti tai säännöllisesti minuutin välein, jolloin täytyy määrittää pitoisuuksien keskiarvot. Päästöjä ja lämpötiloja mitataan niin syttymis- ja esitestausjakson kuin varsinaisen testausjakson ajalta. (14, s. 48.)

Testausjakson aikana tulisijaan lisätään valmistajan ilmoittama paino polttoainetta. Jos käyttöohjeissa on niin määritelty, polttoaine voidaan lisätä lisäyspanoksina, jolloin lisäyspanos tai lisäyspanokset on lisättävä määriteltyjen ajanjaksojen kuluttua. Testausjakso on aloitettava välittömästi tulisijan polttoainelisäyksen jälkeen jolloin mitataan ja tallennetaan savukaasun lämpötila ja koostumus. (14, s. 50.)

Näitä standardeja tulisi mahdollisuuksien mukaan yrittää soveltaa muihinkin pienpolttolaitteistojen päästömittauksiin. Hankaluuksia aiheuttavat kuitenkin jo pelkästään mittausolosuhteet, sillä valmistajien luomia mittausolosuhteita ja tarvittavien mittausyhteiden luomista ei ole mahdollista toteuttaa. Myöskään mittausvälineiden, kuten termoelementtien upotusta rakenteisiin ei ole perusteltavaa kuluttajatasolla tehdä. Standardien avulla pienpolttolaitteistojen käsikirjojen ja ohjeistuksien laatu on kuitenkin kasvanut, ja niihin kannattaakin paneutua.

Jos halutaan kehittää mittauslaitteistoa yksityishenkilöiden ja tuotekehityksen käyttöön, on suhteutettava rahallisen panostuksen määrä, liikuteltavuuden tarve ja päästömittausvaatimukset pienpoltoon. Ei mielestäni voida olettaa, että tavalliselta kuluttajalta voitaisiin vaatia lähellekään samanlaisia mittauksia kuin suuremmilta energiantuottajilta tai pienpolttolaitteistojen valmistajilta. Teollisuudessaakin mittauspalvelut ovat pitkälti ulkoistettu niihin erikoistuneille yrityksille, pois lukien vaaditut jatkuvatoimiset mittaukset.

Kuten aiemmin kohdassa 3.3 on kerrottu, tärkeimmät päästöt pienpoltossa ovat pienhiukkaset, häkä eli hiilimonoksidi ja kokonaishiilivedyt. Polttotapahtuman optimoimiseksi olisi hyvä mitata myös happipitoisuutta, polttolämpötilaa ja huoneen sisälämpötilaa jossa polttolaitteisto sijaitsee. Pienhiukkasia lukuun ottamatta näitä suureita mitataan myös polttolaitteistojen valmistajien toimesta.

Päästönä syntyvän hiilidioksidin mittaaminen ei ole tarpeellista, sillä puunpoltossa syntyvä hiilidioksidi käytetään hyväksi puun kasvussa joten sen nettovaikutus ilmakehän hiilidioksiditaseseen on nolla. Puun poltossa syntyy kuitenkin myös metaania, joka on luokiteltu vakavaksi kasvihuonekaasuksi ja sen mittaamista tulisi harkita.

Puun poltossa syntyy sivutuotteena tuhkaa, mutta pienpoltossa sen määrä ei ole huomattava. Lisäksi puun polttamisessa syntyvää tuhkaa pidetään hyvänä lannoitteena, eli se hajoaa ja tuottaa ravinteita luontoon esimerkiksi kompostoitessa tai muuten oikein hävitettynä. Kiinteiden polttoaineiden palamisessa hiilivetyjen höyrystyessä syntyy nokea joka vaikuttaa ilmanlaatuun ja sen määrää olisi myös suotavaa mitata.

Jotta pienpolton päästömittaaminen olisi mahdollista, tulisi mittauslaitteistojen olla suhteellisen kompaktin kokoisia. Savukaasujen mittaaminen pienpoltossa on melkein poikkeuksetta suoritettava läheltä ulostuloa, eli piipun ulkopäästä. Parhaat tulokset saataisiin suorittamalla mittaukset tekemällä mittausyhteitä

polttolaitteiston ja piipun ulostulon keskivaiheille, riippuen piipun pituudesta. Tämän kuitenkin estää, että piippu on melkein pä poikkeuksetta eristetty rakennuksen sisältä rakennusmääräysten mukaisesti.

Tuotekehityksessä päästömittaus on huomattavasti helpompaa, jos mittauspuitteet ovat muuten kunnossa ja tuotteet eivät ole missään varsinaisessa rakennuksessa, vaan esimerkiksi tuotekehitykseen tarkoitettussa mittauskontissa. Asuinrakennuksissa sijaitsevien pienpolttolaitteistojen mittaaminen on siis suoritettava katolta tai välikatolta, joten laitteiston tulisi olla helposti kannettavissa.

Jatkuvatoimisten mittausten suorittaminen ei ole kovin kannattavaa, koska pienpolttolaitteistoa ei yleensä käytetä ympärivuorokautisesti ja käyttötunnit jakautuvat epätasaisesti koko vuorokaudelle. Jatkuvatoimiset mittauksia on kuitenkin mahdollista suorittaa, mutta viisaimpana ratkaisuna olisi ottaa paljon yksittäisiä mittauksia ja laskea niiden keskiarvot. Erityisesti panospolton yleisyys pienpolttolaitteistoissa aiheuttaa haasteita jatkuvatoimisille mittauksille, koska palaminen ei ole tasalaatuista panostuksen aikana ja panostusten välillä. Tulosten luotettavuuden kannalta mittaukset tulisi suorittaa panostusten välillä ja panostuksen tulisi olla mahdollisimman tasaista.

Pienpolton mittauslaitteiston ei kannata myöskään vaatia huomattavan suurta rahallista panostusta. Muutoin mittauslaitteistot voivat jäädä helposti tavallisten kuluttajien ulottumattomiin. Tällöin lakimuutosten vaatiminen pienpolton päästömittauksiin tulisi erittäin hankalaksi ja tilanne ei oletettavasti kehittyisi mihinkään suuntaan. Tämä onkin mielestäni suurin ongelma tulevaisuuden mittausvaatimusten kannalta.

Kuluttajia tulisi valistaa aiempaa enempää puun polttamisesta, sillä hän on viime kädessä vastuussa tuottamistaan päästöistä ja niiden vähentämisestä. Polttotapahtuman optimointi parantaa polttolaitteiston hyötysuhdetta ja sillä voidaan säästää huomattavia summia rahaa. On suotavaa tutustua tarkemmin polttolaitteiston valmistajan antamiin ohjeistuksiin, esimerkiksi polttoaineen ja

panostuksen suosituksen osalta. Uusien CE-merkintävaatimusten avulla ohjekirjoihin on lain mukaan lisättävä tarvittavat tiedot polttolaitteistojen tehokkaasta käytöstä ja valmistajan on suoritettava tarvittavat mittaukset niiden tueksi.

4.2 Päästömittauslaitteiston valinta

Tavalliselle kuluttajalle savukaasupäästöjen helpoin, monipuolisin ja halvin mittausräjäline asetetuille mittaustavoitteille on savukaasumittari, eli savukaasuanalyysaattori. Savukaasuanalyysaattorin mukana tulevat savukaasuanturit ovat helpokäyttöisiä ja niiden asennus mittaustaikalle on yksinkertaista.

Savukaasuanalyysaattoreiden mittausräjäline on melko yksinkertainen. Analyysaattoriin kiinnitetään savukaasuanturit, jotka sijoitetaan savukaasuvirtaan sellaiseen paikkaan josta mittausräjäline halutaan suorittaa. Savukaasuantureiden avulla savukaasut johdetaan analyysaattorissa sijaitseviin elektrokemiallisiin mittausräjälineihin, jotka mittaavat savukaasujen päästöominaisuudet.

Savukaasuanalyysaattorit ovat kehittyneet huomasti viime aikoina ja ne ovat pieniä ja helpokäyttöisiä. Niiden standardointi on ajantasainen, ja valmistajat tarjoavat tuotteilleen kalibrointi- ja käyttöopastuspalveluita mittausräjälineiden laadun varmentamiseksi. Mittalaitteiden kalibrointi on usein takuuehtona, joten se kannattaa ehdottomasti muistaa suorittaa. Mittausräjäline maksavat kahdensadan euron molemmin puolin, ja on käyttäjän itse päätettävissä, näkeekö sellaisen tarpeelliseksi. Jotta laitteistolla saisi luotettavia tuloksia, on sitä kuitenkin syytä osata käyttää oikein.

Savukaasuanalyysaattoreita myyvät suomessa useat yritykset. Kuluttajalla onkin varaa valita oman käyttökohteensa tarpeiden mukainen analyysaattori. Savukaasuanalyysaattoreiden puutteiksi voidaan laskea, etteivät ne toimi kovalla pakkasella ja hinnat ovat korkeita. Mittausräjälineolosuhteet vaikuttavat myös lopputulokseen.

Savukaasuanalyysaattoreita on monen kokoisia, kannettavia ja järeämpiä, kiinteäasenteisia malleja. Kuluttajatasoisen laitteeksi olisi viisainta sijoittaa kannettava

malli, koska vaatimuksia teollisuustason mittauksiin ei ole. Kiinteäasenteiset savukaasuanalysaattorit ovat yleensä tarkoitettu isompiin polttolaitoksiin. Hinnat myös kasvavat, mitä suurempi mittaustarkkuus laitteistossa on.

Esimerkkinä kannettava savukaasuanalysaattori Kane 900 Plus (15), jonka hinta ilman arvonlisäveroa on 1 600 euroa (Kuva 4). Kyseinen savukaasuanalysaattori on kannettava ja EPBD-sertifioitu ja sillä voi mitata hapen (O₂), hiilimonoksidin (CO) ja optiona on typpimonoksidin (NO) mittaus jolloin myös typpenoksidit (NO_x) voidaan laskea. Analysaattorilla voi myös mitata savukaasun- ja nettolämpötilan ja paineen, laskea hiilidioksidin (CO₂), hyötysuhteen, yli-ilman, myrkkyyindeksin ja CO/CO₂ suhdeluvun. Tarkemmat tekniset tiedot ja mittausrajat voi katsoa valmistajan esitteestä (16).



KUVA 4. Kannettava savukaasuanalysaattori (16)

Muita hyviä vaihtoehtoja ovat esimerkiksi Drägerin EM200-sarja (17), rbr Mess-technik GmbH:n Ecom -sarjan tuotteet, erityisesti Ecom-EN-2F, jossa on myös

valmius nokimittaukseen (18) ja Teston valmistama Testo 350 (19). Kaikilla edellä mainituilla on melkein samanlaiset mittausominaisuudet, ja kaikilla saadaan aikaan erittäin korkealaatuisia mittauksia.

Edellä on mainittu vain muutama vaihtoehto savukaasuanalysaattoreiden tarjonnasta, joten asiaan perehtymättömällä kuluttajalla saattaakin olla vaikeuksia valita omaan käyttötarkoitukseen sopivaa laitetta. Siksi valmistajat suosittelevatkin käyttöopastusta ja kommunikointia asiaan perehtyneen myyjän kanssa. Valmistajien kotisivuilla kerrotaan myös kattavasti laitteiden mittausparametrit ja mittausalueet.

Savukaasuanalysaattoreilla osaava ihminen voi mitata erittäin tarkasti melkeinpä kaikki pienpolttolaitteistojen aiheuttamat päästöt. Laitteiden mukana tulevat kattavat liitännät ja nykyaikaiset langattomat yhteydenmuodostusmahdollisuudet tietokoneeseen tai dataloggeriin ajantasaista seuranta varten. Analysaattoreiden tehokkaan käytön mahdollistamiseksi useiden tuotteiden mukana tulee myös tietokoneohjelmisto, joilla esimerkiksi tilastojen ja keskiarvojen laskenta helpottuu. Kuvassa 5 näkyy savukaasuanalysaattori kytkettynä mittauslaitteisiin ja tietokoneeseen.



KUVA 5. Ecom EN-2F -savukaasuanalysaattori (18)

Pienhiukkasten mittaaminen tehdään yleensä laboratoriotestien avulla, joka on yksityiselle kuluttajalle kallista ja hankalaa järjestää. Suomessa pienhiukkasmäärää mitataan yleensä isoilta aluekokonaisuuksilta kerrallaan, eikä yksittäisistä käyttökohteista (20, s.16). Pienhiukkaspäästöjä pyritäänkin vähentämään laajemmin kansallisella lainsäädännöllä ja asetuksilla. Pienhiukkaspäästömittaukseen tarkoitettua laitteistoa ei ole saatavilla kuluttajille, joten niiden mittauksista varten täytyisi palkata ympäristömittauksia ja laboratoriotutkimuksia suorittava yritys. Näkisin tämän kuitenkin niin kalliina vaihtoehtona, ettei se ole yksityiselle kuluttajalle kannattavaa.

Nokimäärän mittaamiseksi on saatavilla siihen tarkoitettuja nokipumppuja. Myös useat savukaasuanalysaattorit tukevat nokimäärän mittauksia. Esimerkiksi Brigon nokipumppu maksaa noin 140 euroa ilman arvonlisäveroa (21). Nokipum-

pun testimetodi on jo pitkään ollut standardiksi hyväksytty menetelmä mm. öljypoltinten savukaasumittauksissa. Sitä käytetään laboratorioissa testattaessa ja hyväksyttäessä öljypolttimia ja se on määritetty testausstandardiksi niin Saksassa (DIN 51–402) kuin Yhdysvalloissakin (D2156-65).

Nokipumpun käyttö on melko yksinkertaista. Testipaperi laitetaan testiaukkoon ja kiristetään paikalleen, näytepää asetetaan mitattavaan savukaasuvirtaan ja pumpppua pumpataan hitaasti 10 kertaa. Sitten näytepää otetaan pois mittauspaikasta ja paperi irrotetaan. Lopuksi paperi laitetaan mukana tulevan vertailutaulukon taakse ja verrataan näytettä taulukkoon.

Lämpötilojen mittaamiseen soveltuu termoelementein toteutettu mittaus. Tällöin mittaus voidaan suorittaa samanlaisella laitteistolla niin polttolaitteiston ympäristöstä, kuin varsinaisesta polttotapahtumasta. Polttolaitteiston ympäristön mittaamiseen käy myös muunlainen toteutus, kunhan lämpötilamittari on tarpeeksi tarkka.

Palamislämpötilan mittaamiseksi suositellaan K-tyyppin termoelementtiä, koska se on edullinen ja sopii suurien lämpötilojen mittaukseen. Pienpoltton lämpötilojen mittaukseen käy sopivat termoelementtilangat, kuten vaikka Watlow K20-2-350 (22, s. 144) hyväksi kehitetty lämpötilan kestävyytensä vuoksi. K-tyyppin termoelementtejä löytyy useilta muiltakin valmistajilta, koska se on yleisesti käytetty lämpötilan mittauksissa ja niihin löytyy yhteensopivia lämpömittareita. Vaihtoehtoisena termoelementtinä esimerkkinä SKS-automaation termoelementit, joita voidaan räätälöidä käytön mukaiseksi (23, s. 13).

Pienpoltossa lämpötilat vaihtelevat suuresti eri polttolaitteistojen välillä ja esimerkiksi kiukaan polttolämpötilan mittaamiseksi kannattaa harkita jopa kestävämpää termoelementtiä kiukaiden korkean lämmöntuoton takia. K-tyyppin termoelementtiä suositellaan käytettäväksi enintään 1000 celsiusasteessa, kun käyttö on jatkuvaa. Maksimilämpötila, jota K-tyyppin termoelementti kestävä on noin 1 200 celsiusastetta (24). Tarvittaessa termoelementti voidaan vielä päällystää.

Termoelementti sijoitetaan haluttuun mittauskohteeseen ja liitetään lämpömittariin, jossa on sopiva liitin termoantureille. Lämpötilamittari muuttaa termoelementin antaman jännitetiedon halutuksi lämpötilatiedoksi. Tällaisia ovat esimerkiksi Sarlin TC 301 ja TC 309 mallit (25). Kummatkin mallit ovat tarkoitettu lämpötilanmittauksiin K-tyyppin antureilla lämpötila-alueella $-200 - +1\ 370\ ^\circ\text{C}$, joten ne soveltuvat hyvin pienpolton lämpötilamittauksiin. Tarkkuudet ovat noin $0,1\ \% \pm 0,7\ ^\circ\text{C}$. Mittareiden tieto voidaan välittää myös dataloggeriin, tai optiona PC-ohjelmaan mittausten online seuranta varten. Kuvassa 6 on esitetty digitaalinen lämpötilamittari, johon voidaan liittää termoelementti lämpötilanmittausta varten.



KUVA 6. Digitaalinen lämpömittari (25)

Vaihtoehtona edellä mainituille mittareille ovat esimerkiksi Ebron TFN 520/530 -mallit (26), joiden eduksi voidaan mainita mahdollisuus liittää jopa yli sata erilaista termoparianturia. Mittausalueet ja tarkkuudet vastaavat hyvin pitkälle Sarlinin TC-sarjan laitteita.

Jotta palamistapahtuman päästöjä voidaan pitää luotettavina, on polttoaineiden oltava valmistamien määäämiä niin tyyppiltään kuin laadultaan. Panostuksen määrään ja panostustapaan tulee myös kiinnittää erityistä huomiota. Käyttöohjeiden suosituksia polttoaineen suhteen tulee noudattaa ja erityisesti puutuotteiden kosteudet ovat oltava tiedossa. Näin ollen olisi hyvä myös omistaa mittari polttoaineen kosteuden mittaamiseksi.

Puutuotteiden kosteusmittareita löytää kaupoista suhteellisen helposti. Niitä on kuluttajille saatavilla niin isoista tavarataloista kuten Motonetistä ja Biltemasta tai verkkokaupoista. Kosteusmittaukset tapahtuvat yleensä anturitekniikan avulla, joko puun pinnasta tai muusta halutusta kohdasta. Kosteusmittareiden eduksi voidaan laskea niiden edullisuus (noin 20 - 60 €), mutta luotettavan mitaustuloksen varmistamiseksi puutuotteet tulisi säilyttää oikein.

Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskuksen kuluttajaohjeistuksen mukaan sahattu ja halkaistu puu tulisi säilyttää aluksi ulkona peittämättä avoimessa pinossa. Loppukesästä tai alkusyksyllä halot tulee siirtää sisätiloihin hyvin tuulettuvaan varastoon, tai puupino voidaan peittää katteella, joka asennetaan noin 10 cm pinon yläpuolelle siten että ilma pääsee vapaasti kiertämään pinon läpi. Palamisen tehostamiseksi halkoja olisi suotavaa siirtää esimerkiksi viikon tarve kerralla lämpimiin tiloihin. (12, s. 12.)

Kuluttajille on saatavilla paljon mittausvälineistöä omien pienpolton aiheuttamien päästöjen seurantaan. Laitteistot vaativat kuitenkin perehtymistä ja niiden oikeaoppista käyttöä, joten päästöjen mittaaminen ei sovi jokaiselle. Jos halutaan mitata tarpeeksi useita päästölajeja, nousee laitekokonaisuuksien hinta helposti useiden tuhansien eurojen yli. Tämä mielestäni heikentää mielenkiintoa

suurelta osalta kuluttajista, mutta esimerkiksi laitteiden kehitykseen ja tutkimustyöhön panostus ei luultavasti ole liikaa.

Kalleimmat laitekustannukset syntyvät savukaasujen analysoinnin ja mahdollisten pienhiukkaspäästöjen mittaamisen osalta. Oikeanlaisen polttoaineen valinnalla ja sen laadun varmistamisella saadaan aikaan hyvät polttoarvot ja hyötysuhteet. Tämä ei polttoaineen ostohinnasta riippuen vaadi kohtuuttomia kustannuksia, ja olisi suotavaa varmistaa pienpolttolaitteistoja käytettäessä.

On mielenkiintoista seurata pienpolton päästömittausvaatimusten kehitystä ja varsinkin sitä, minkälaisia laitevaatimuksia kuluttajatason mittaksiin tulevaisuudessa tullaan vaatimaan. Jos päästömittaukset pienpoltossa lisääntyvät, tulevat laitteistojen hinnat luultavasti putoamaan nykyisestä. Jos laitteiden hinnat eivät kuitenkaan laske vastaamaan kuluttajien kysyntää, voisi mielestäni pohtia jonkinlaista tukijärjestelmää laitteiden hankintaa varten esimerkiksi valtiontasolla.

Nykyisellään hintataso suosii enemmänkin perustamaan yrityksiä pienpolton päästömittauksia varten, sillä laitehankintoja ei nykyisellä hintatasolla voi perustella vain muutaman yksityiskäyttöön tarkoitetun pienpolttolaitteiston mittaamiseen. Tämän suuntainen kehitys vaatisi mielestäni pienpolton päästömittausyrityksille jonkinlaista standardisointia, jotta osaaminen ja mittaustulosten tasokkuus pysyisivät korkealla tasolla ja hajontaa ei esiintyisi liikaa. Päästömittausyritykset voisivat harkita myös välineistön vuokraamista, jolloin harvakseltaan tehtävä päästöjen mittaus pysyisi edullisena kuluttajalle.

5 YHTEENVETO

Päästöjen mittaaminen suurten ja pienten polttolaitosten välillä eroaa niin lainsäädännössä ja asetuksissa kuin käytännön suorittamisessakin. Teollisuuden energiatuotantolaitoksien päästömittaukset on suurelta osin määrätty Euroopan Unionin direktiiveissä, joissa yleiset päästörajat ja mittauskeinot määritellään. Nämä direktiivit otetaan käyttöön kansallisessa lainsäädännössä valtioneuvoston asetuksina ja ympäristönsuojelulakien avulla. Pienpolton päästömittauksille vaatimuksia ei ole, mutta niitä voidaan viranomaisten toimesta suorittaa. Tämä kuitenkin vaatii pienpolttolaitteiston ja polttoaineiden melkein päällekkäistä väärinkäyttöä.

Pienpolttolaitteita Suomessa on paljon ja erilaisia. Puun polttaminen lämmitystarkoituksessa on hyvin yleistä, joten takkoja, kiukaita, ja tulisijoja on olemassa laaja kirjo. Melkein kaikki uudet pienpolttolaitteet ovat CE-merkittyjä, ja niiden valmistamista varten on määrätty standardit 2000-luvun alusta alkaen. Näillä standardeilla yritetään lisätä pienpolttolaitteiden turvallisuutta, energiatehokkuutta ja rajoittaa päästöjä. Standardien vaatimia olosuhteita on kuitenkin vaikea toteuttaa jo olemassa olevien pienpolttolaitteistojen mittauksissa, joten niitä ei voida sellaisenaan soveltaa kuluttajatasoisiin mittauksiin. Jotain vinkkejä mittauslaitteistojen osalta standardien pohjalta voidaan kuitenkin saada.

Tavallisen kuluttajan kannalta pienpolttolaitteistojen päästöjen mittaaminen ei ehkä tällä hetkellä kannata, koska sitä ei vaadita. Tulevaisuudessa asia voi kuitenkin muuttua, erityisesti Euroopan Unionin työryhmien selvitysten seurauksena. On hankalaa ennustaa tulevaisuuden mittaustarpeita pienpoltossa, mutta työssäni yritin jotain arvioita tehdä.

Pienpolton päästömittaukset ovat pienimuotoisia suurten energiantuottolaitosten vastaaviin. Mittauslaitteistoa on tavallisellekin kuluttajalle saatavilla, ja se on laadukasta. Laitteistot ovat kuitenkin verrattain kalliita, ja mittaus tulokset voivat vaihdella esimerkiksi mittajaan, käytetyn polttoaineen ja mittausolosuhteiden

vuoksi. Laitteistojen korkeiden hintojen takia ne saattavat jäädä tavalliselta kuluttajalta hankkimatta, joten jonkinlaista taloudellista tukea tulisi antaa, jos pienpolton päästömittauksia edellytetään tulevaisuudessa tehtäväksi.

Pienpolton päästömittaukset olisi tulevaisuudessa järkevintä toteuttaa yritysten palvelutoimintana. Yritykset voisivat toteuttaa mittaukset itse tai jopa vuokrata laitteistoa yksityisille kuluttajille. Näin harvakseltaan toteutettavien pienpolton päästömittauksien kulut pysyisivät kuluttajille pieninä, mutta toisivat tuloja liiketoimintaa harjoittaville yrityksille.



LÄHTEET

1. LCP-Asetus N:o 1017/2002 Polttoaineteholtaan vähintään 50 megawatin polttolaitosten ja kaasuturbiinien rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen rajoittamisesta. 2002. Helsinki: FINLEX. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2002/20021017>. Hakupäivä 27.1.2015.
2. Valtioneuvoston asetus 96/2013 polttoaineteholtaan vähintään 50 megawatin polttolaitosten päästöjen rajoittamisesta. 2013. Helsinki: FINLEX. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130096#Pidp3781184>. Hakupäivä 27.1.2015.
3. Ympäristönsuojelulaki 527/2014. 2014. Helsinki: FINLEX. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>. Hakupäivä 27.1.2015.
4. Valtioneuvoston asetus 151/2013 jätteen poltosta. 2013. Helsinki: FINLEX. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130151#P29>. Hakupäivä: 27.1.2015.
5. SYKE Info: tietoa organisaatiosta ja osaajista. 2013. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: http://www.syke.fi/fi-FI/SYKE_Info. Hakupäivä 27.1.2015
6. Ympäristöviranomaiset. Yritys Suomi, Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa: <https://www.yrityssuomi.fi/ymparistoviranomaiset>. Hakupäivä: 27.1.2015.
7. Ilmansuojeluohjelma 2010. 2002. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B09D516A1-B6C3-4118-8546-7827315E52AB%7D/57481>. Hakupäivä 27.1.2015.
8. Puun pienpolttoa koskevat terveydelliset ohjeet. Opas 6. 2008. Helsinki: Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus. Saatavissa: http://www.valvira.fi/files/ohjeet/Puun_poltto-opas.pdf. Hakupäivä 27.1.2015.

9. Terveysturvallisuuslaki.1994. Helsinki: FINLEX. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763>. Hakupäivä 27.1.2015.
10. Laki eräistä naapuruussuhteista annetun lain muuttamisesta. 2000. Helsinki: FINLEX. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000090>. Hakupäivä 27.1.2015.
11. Euroopan Unionin EcoDesign direktiivi. 2009. Brysseli: EUR-LEX. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=OJ:L:2009:285:FULL&from=FI>. Hakupäivä 27.1.2015.
12. Strategies and Policies for Air Pollution Abatement. 2013. New York & Genève: United Nations. Saatavilla: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2013/air/FINAL_version_of_the_publication_as_of_19_Feb_2014.pdf. Hakupäivä 27.1.2015.
13. Päästömittausten käsikirja. Helsinki: Ilmastonsuojeluyhdistys. Saatavissa: <http://www.isy.fi/kasikirja.html>. Hakupäivä 27.1.2015.
14. SFS-EN 15821. 2011. Jatkuvalämmitteiset saunan puukiukaat. Vaatimukset ja testausmenetelmät. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.
15. KANE 900PLUS Savukaasuanalysaattori. 2010. Kimrok OY. Saatavissa: <http://www.kimrok.fi/sivut/savukaasuanalysaattorit/kane-900plus-savukaasuanalysaattori>. Hakupäivä 27.1.2015.
16. KANE 900PLUS savukaasuanalysaattorin tekniset tiedot. 2010. Kimrok OY. Saatavissa: http://www.kimrok.fi/sivut/images/kane_900_plus.pdf. Hakupäivä 27.1.2015.
17. DRÄGER EM-200. 2013. Hyvinkää: Aimtek OY. Saatavissa: <http://www.aimtec.fi/?Product=1578&Cat=120>. Hakupäivä 27.1.2015.
18. Ecom-EN-2F. Saksa: Rbr Messtechnik GmbH. Saatavissa: <http://www.sintrol.fi/images/Esitteet/ecom-en2-f.pdf>. Hakupäivä 27.1.2015.

19. Testo 350 Portable Emission Analyzer. 2014. Yhdysvallat: Testo. Saatavissa: <http://www.testo350.com/testo-350/350-overview.html>. Hakupäivä 27.1.2015.
20. Ilmanlaadun alustava arviointi Suomessa. Pienhiukkaset. 2011. Helsinki: Ilmatieteenlaitos. Saatavissa: http://www.ilmanlaatu.fi/ilmansaasteet/julkaisu/pdf/pienhiukkasten_alustava_arviointi_2011_2.pdf. Hakupäivä 27.1.2015.
21. BRIGON nokipumppu. 2010. Kimrok OY. Saatavissa: <http://www.kimrok.fi/sivut/savukaasuanalysaattorit/brigon-nokipumppu>. Hakupäivä 27.1.2015.
22. SERV-RITE® Wire. Watlow. Saatavissa: <https://www.watlow.com/downloads/en/catalogs/wire.pdf>. Hakupäivä 31.1.2015.
23. Lämpötila-anturit. Valmistusohjelma ja anturityypit. Vantaa: SKS Automaatio OY. Saatavissa: [http://www.sks.fi/www/sivut/E2A17DF1464354E2C2257B6A002E9D02/\\$FILE/SKS_Sensors%C2%AE_lampotila-anturiluettelo-2013-01-10.pdf](http://www.sks.fi/www/sivut/E2A17DF1464354E2C2257B6A002E9D02/$FILE/SKS_Sensors%C2%AE_lampotila-anturiluettelo-2013-01-10.pdf). Hakupäivä 31.1.2015.
24. Lämpötilan mittaus termoelementeillä. 2002. Nokeval OY. Saatavilla: http://www.nokeval.com/pages.php?page_id=12&. Hakupäivä 27.1.2015.
25. Lämpötilamittarit K-tyypin anturille. Helsinki: Sarlin Oy Ab. Saatavilla: http://www.sarlin.com/sarlin_products/Lampotilamittari-/3boves0n/5b8aa001-5b89-4254-87a2-3f9dcabe111d. Hakupäivä 31.1.2015.
26. Lämpömittari TFN 520/530. OY Teknocalor AB. Saatavissa: <http://www.teknocalor.fi/fi/mittauslaitteet/tuotteet/lampotila-ja-kosteus/lampotilamittarit-ja-anturit/ebro-tfn-520530-lampomittari>. Hakupäivä 31.1.2015.

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä ¹ Miikka Korkala, 0509120592, t0komi00@students.oamk.fi	Tilaaaja ² Oulun yliopisto, Oulun Eteläisen instituutti Tulevaisuuden tuotantoteknologiat (FMT) tutkimusryhmä
	Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot ³ Kari Mäntyjärvi, 0400843050, kari.mantjarvi@oulu.fi	
	Työn nimi ⁴ Päästömittauksen tekniikka	
	Työn kuvaus ⁵ Työssä perehdytään erilaisiin pienpolttolaitosten päästömittauksen tekniikoihin ja laitteistoihin. Työssä käydään läpi aihealueen tekniikkaa ja sen soveltuvuutta erilaisten pienpolttolaitoksiksi (takat, kiukaat, kaminat, kattilat, yms) katsottavien polttolaitosten päästöjen mittaukseen. Työssä esitellään erihintaisia päästomittauksiin soveltuvia laitteistoja ja tarkastellaan näiden käyttöä lyhyt ja pitkäaikaisessa päästömittauksessa.	
	Työn tavoitteet ⁶ Selvittää mitä päästömittaus on ja miten se poikkeaa suurien ja pienten polttolaitosten välillä. Selvittää tyyppilliset pienpolttolaitosten päästömittauksen tekniikat ja mittausjärjestelyt. Selvittää minkälainen lainsäädäntö koskee pienpolttolaitoksia (eli erilaisia tulisijoja ja kattiloita) ja näiden päästöjä. Selvittää kohdealueelle soveltuvat laitteistot ja näiden hinta. Selvittää miten lyhytkestoinen ja pitkäkestoinen pienpolton päästömittaus tulisi suorittaa ja mitä laitteita tarvitaan.	
	Tavoiteaikataulu ⁷ Työn olisi tarkoitus valmistua vuoden 2014 puolella, luultavasti joulukuun loppuun mennessä	
Päiväys ja allekirjoitukset ⁸ 24 / 9 / 2014 Tekijän allekirjoitus 		29 / 9 / 2014 Tilaaajan allekirjoitus  Kari Mäntyjärvi, Tutkimusjohtaja
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite. 2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi. 3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta. 4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan. 5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat. 6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet. 7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa. 8. LähtötietomuiSTIO päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö. 		