

# **Uusi kattilantestausstandardi ja lämmityskattiloiden testaus**

Klaus Torttila

Opinnäytetyö

Helmikuu 2019

Luonnonvara- ja ympäristöala

Agrologi (AMK), Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                     |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Tekijä(t)<br>Torttila, Klaus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä<br>Helmikuu 2019       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Sivumäärä<br>39                     | Julkaisun kieli<br>Suomi          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                     | Verkojulkaisulupa<br>myönnetty: x |
| Työn nimi<br><b>Uusi kattilantestausstandardi ja lämmityskattiloiden testaus</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     |                                   |
| Tutkinto-ohjelma<br>Agrologi (AMK), Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                     |                                   |
| Työn ohjaaja(t)<br>Honkanen, Hannariina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |                                   |
| Toimeksiantaja(t)<br>Jyväskylän ammattikorkeakoulun Biotalousinstituutin kattilantestauslaboratorio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                   |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Vuonna 2012 julkaistusta SFS EN 303-5-standardista on tekeillä uusi versio, joka tulee valmistuessaan korvaamaan voimassa olevan standardin. SFS EN 303-5:2012-standardi sisältää kiinteitä polttoaineita käyttäville alle 500 kW:n teholuokkaan kuuluville lämmityskattiloille asetetut vaatimukset ja kattiloiden testauksen. Jyväskylän ammattikorkeakoulun kattilantestauslaboratorio tekee SFS EN 303-5:2012-standardin mukaista testausta kattiloille ja heitä kiinnosti saada selville, minkälaisia muutoksia uusi standardi voisi aiheuttaa laboratorion testaustoimintaan. Tehtävä oli etsiä saatavilla oleva tieto keskeneräisestä standardista. Kävi ilmi, että standardista oli valmiina jäsenmailhin lausuntokierrokselle kommentoitavaksi lähtenyt luonnos, joka oli mahdollista saada luettavaksi.</p> <p>Standardiluonnoksesta löytyi useita eroja voimassa olevaan standardiin. Standardiin kuului kattilatyyppeihin oli lisätty kondenssikattilat sekä palamisilman ulkoilmasta ottavat alle 100 kW:n tehoiset kattilat. Suuri osa muista muutoksista liittyi edellä mainittujen kattilatyypin lisäyksen aiheuttamiin rakennetta, turvallisuutta ja testausta koskeviin tarpeisiin. Toinen merkittävä muutos liittyi energiatehokkuuden ja päästöjen laskentaan koskien kaikkia standardin kattilatyyppejä.</p> <p>Uusi standardi huomioi kattiloiden testauksessa sen, että käytännössä kattiloita käytetään huomattava osuus käyttöajastaan myös osateholla, jolloin palaminen on epäpuhtaampaa ja päästöt suurempia kuin täydellä teholla toimiessa. Testin tuloksista lasketaan painotetut arvot päästöille ja energiatehokkuudelle, joilla saadaan lähempänä todellisuutta oleva kuva kattilan energiatehokkuudesta ja päästöistä.</p> |                                     |                                   |
| Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                     |                                   |
| EN 303-5, lämmityskattila, standardi, testaus, päästörajat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                     |                                   |
| Muut tiedot                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                          |                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Author(s)<br>Torttila, Klaus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Type of publication<br>Bachelor's thesis | Date<br>February 2019<br>Language of publication:<br>Finnish |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Number of pages<br>39                    | Permission for web publication: x                            |
| Title of publication<br><b>New heating boiler standard and heating boiler testing</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                                              |
| Degree programme<br>Agricultural and Rural Industries                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                                              |
| Supervisor(s)<br>Honkanen, Hannariina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                                              |
| Assigned by<br>JAMK Institute of Bioeconomy heating boiler testing laboratory                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |                                                              |
| Abstract<br><br><p>A new version of the SFS EN 303-5-standard published in 2012 is being prepared, that will supersede the current standard once finished. The SFS EN 303-5:2012-standard covers requirements and testing of heating boilers up to nominal heat output of 500 kW, that burn solid fuels to produce heat. The boiler testing laboratory at JAMK Institute of Bioeconomy tests heating boilers according to SFS EN 303-5:2012 requirements and they were interested in knowing how the new standard might affect their testing activities. The task was to find out all the information available of the still unfinished standard. It turned out there was a draft of the standard that had been sent to member countries for consultation.</p> <p>Several differences were found between the draft of the new standard and the standard that's currently valid. The new standard also applies for condensing boilers and boilers up to 100 kW nominal heat output, that take air used in combustion from outside the building. Both are new additions to the currently valid standard. Many of the other changes in structural requirements, safety and testing were related to adding the two above mentioned boiler types to the scope of the standard. Another major difference was related to energy efficiency calculations and emissions for all boiler types.</p> <p>The new standard takes into account the fact that in practice boilers run often at partial heat output. At partial heat output fuel does not burn as clean as it does at nominal heat output which results in higher emissions and worse energy efficiency. Test results are used to calculate weighted values for emissions and energy efficiency that better reflect reality.</p> |                                          |                                                              |
| Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> )<br>EN 303-05, heating boiler, standard, testing, emission limits                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |                                                              |
| Miscellaneous                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |                                                              |

## Sisältö

|          |                                                                             |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Johdanto .....</b>                                                       | <b>5</b>  |
| 1.1      | Tausta .....                                                                | 5         |
| 1.2      | Tutkimustehtävä.....                                                        | 6         |
| 1.3      | Toteutus.....                                                               | 6         |
| <b>2</b> | <b>Standardoinnista ja puun palamisesta .....</b>                           | <b>7</b>  |
| 2.1      | Standardoinnin historiaa .....                                              | 7         |
| 2.2      | Standardit .....                                                            | 8         |
| 2.3      | Standardoinnin hyödyt ja standardien käyttö .....                           | 8         |
| 2.4      | Standardointijärjestöt ja standardit maailmalla .....                       | 9         |
| 2.5      | Standardien laatiminen Euroopassa .....                                     | 10        |
| 2.6      | Kattilat .....                                                              | 11        |
| 2.7      | Puupolttoaineet.....                                                        | 12        |
| 2.8      | Palaminen.....                                                              | 12        |
| 2.9      | Palamisen päästöt .....                                                     | 13        |
| 2.10     | EN 303-5-standardin kokoluokkaa suuremmat kattilat.....                     | 15        |
| <b>3</b> | <b>SFS EN-303-05:2012-standardin sisälllys.....</b>                         | <b>17</b> |
| 3.1      | Rakennetta koskevat vaatimukset .....                                       | 18        |
| 3.2      | Turvallisuus.....                                                           | 18        |
| 3.2.1    | Takapalo.....                                                               | 19        |
| 3.2.2    | Muita mahdollisia vaaratilanteita.....                                      | 19        |
| 3.3      | Kattilan toiminta ja suorituskyky.....                                      | 20        |
| 3.4      | Testaus.....                                                                | 20        |
| 3.5      | Testiraportti, merkinnät ja muut tekniset dokumentit.....                   | 22        |
| <b>4</b> | <b>Uuden standardin luonnos ja erot SFS EN 303-5:2012-standardiin .....</b> | <b>23</b> |
| 4.1      | Kattilatyypit .....                                                         | 23        |
| 4.2      | Polttoaineluokitukset .....                                                 | 24        |

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
|                                                                     | 2         |
| 4.3 Energiamerkinnot – asetukset ja direktiivit .....               | 25        |
| 4.4 Energiatohokkuus .....                                          | 25        |
| 4.4.1 Hyötysuhteen laskeminen (ylempi lämpöarvo, GCV).....          | 25        |
| 4.4.2 Tilanlämmityksen kausittainen energiatohokkuus.....           | 26        |
| 4.4.3 Energiatohokkuusindeksi.....                                  | 28        |
| 4.5 Päästöarvot.....                                                | 28        |
| 4.5.1 Tilanlämmityksen kausittaisten päästöarvojen laskeminen ..... | 30        |
| 4.6 Testaus.....                                                    | 30        |
| 4.6.1 Alle 70 kW:n kattilat ja osateho .....                        | 30        |
| 4.6.2 Kattilan tiiviiden testaus .....                              | 31        |
| 4.6.3 Mittaukset .....                                              | 31        |
| 4.6.4 Kondenssikattiloiden testit.....                              | 31        |
| 4.6.5 Muita testauksen, merkintöjen ja dokumenttien muutoksia ..... | 32        |
| 4.7 Rakenteelliset vaatimukset .....                                | 33        |
| 4.7.1 Kondenssikattiloiden yleiset vaatimukset.....                 | 33        |
| 4.7.2 Eristeet.....                                                 | 34        |
| 4.7.3 Ulkoa palamisilman ottavat kattilat .....                     | 35        |
| 4.7.4 Vuodot kattilajärjestelmässä .....                            | 35        |
| <b>5 Johtopäätökset.....</b>                                        | <b>36</b> |
| <b>6 Pohdinta.....</b>                                              | <b>37</b> |
| <b>Lähteet .....</b>                                                | <b>40</b> |

## Kuviot

|                                                                                                               |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Kuvio 1. Kansainväliset standardointijärjestöt ja niiden eurooppalaiset sekä suomalaiset jäsenjärjestöt ..... | 9 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

**Taulukot**

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Taulukko 1. Standardin mukaiset testipolttoaineet, suluissa vanhan standardin arvot.<br>..... | 24 |
| Taulukko 2. EN 303-5-standardin mukaiset luokkakohtaiset päästörajat. ....                    | 28 |
| Taulukko 3. EN 303-5 mukaiset tilanlämmityksen kausittaiset päästörajat. ....                 | 29 |
| Taulukko 4. Kondenssiveden suositellut pitoisuudet. ....                                      | 32 |

## Käsitteet

|                                                |                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kattila                                        | Laite, joka on suunniteltu lämmittämään vettä tai höyryä, joka kulkee esimerkiksi kiinteistön lämmitysjärjestelmässä.                 |
| Kondenssikattila                               | Kattila, joka pystyy hyödyntämään savukaasujen mukana kulkevan vesihöyryn sisältämän lämpöenergian                                    |
| Nimellisteho                                   | Valmistajan määrittämä ja ilmoittama kattilan suurin teho                                                                             |
| Osateho                                        | Määritelty osuus kattilan nimellistehosta                                                                                             |
| Ylempi lämpöarvo<br>GCV, Gross Calorific Value | Kalorimetrinen lämpöarvo, eli polttoaineen sisältämä ja palamisessa veden höyrystymiseen tarvittava energia                           |
| Alempi lämpöarvo<br>NCV, Net Calorific Value   | Tehollinen lämpöarvo, 1) polttoaineen kuiva-<br>aineen sisältämä energia tai 2) polttoaineen<br>sisältämä energia toimituskosteudessa |
| Vesivaraaja                                    | Vesisäiliö, joka vastaanottaa ja varastoi kattilan tuottamaa lämpöä, mistä sitä voidaan edelleen jakaa lämmön käyttökohteeseen.       |

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Lämmityskattila on yksi monesta vaihtoehdosta kiinteistöjen lämmitysratkaisua valittaessa. Kattiloita on monen kokoisia, alkaen alle 10 kW:n tehoisista pienempien kiinteistöjen lämmitykseen tarkoitettuista ratkaisuista aina suurten laitosten, alueellisesti lämpöä tuottaviin kattiloihin. Kattilassa polttoaine palaa korkeassa lämpötilassa ja siirtää tuotetun lämpöenergian välittäjäaineen, yleensä veden avulla käyttökohteeseen, esim. huoneiston pattereihin. Kattiloiden toimintaan ja käyttöön liittyy mahdollisia riskitilanteita, joiden syntyminen voidaan estää hyvällä suunnittelulla, oikein valituilla materiaaleilla, tarkoituksenmukaisilla ratkaisuilla ja näiden muodostaman kokonaisuuden toimivuuden testaamisella. Standardit vastaavat juuri tähän tarpeeseen. Ne antavat työkalut toimivan ja turvallisen tuotteen rakentamiseen, sekä ohjeet valmiin tuotteen testaamiseen luotettavalla tavalla.

Valmistaja teettää kattilalle tyyppitestauksen, jossa selvitetään täyttääkö kattila standardin asettamat vaatimukset. Tyyppitestauksen suorittaa virallinen testauslaboratorio. Standardin mukaisia testejä kattilalle tekee myös kattilavalmistaja, ennen tuotantoa ja tuotannon aikana. Standardin vaatimukset täyttävä kattila on turvallinen niin käyttäjälle kuin ympäristölle, käyttää polttoaineen sisältämän energian tehokkaasti hyväksi eikä päästä ilmaan suuria määriä haitallisia aineita savukaasujen mukana.

EN 303-5 on Euroopan unionin jäsenmaissa voimassa oleva standardi, joka koskee alle 500 kW:n tehoisia, kiinteitä polttoaineita lämpöenergian tuotantoon käyttäviä kattiloita. Nykyinen standardi tuli voimaan vuonna 2012, korvaten vuonna 1999 voimaan tulleen edeltäjänsä. Opinnäytetyön tekohetkellä uuden standardin luonnos oli käynyt läpi lausuntokierroksen CEN-jäsenmaissa ja lopullinen äänestykseen menevä versio standardista oli saatu valmiiksi.



## 1.2 Tutkimustehtävä

Työn tarkoitus oli selvittää minkälaisia muutoksia tulossa oleva uusi lämmityskattiloiden testausta koskeva standardi tuo tullessaan verrattuna voimassa olevaan SFS EN-303-5:2012-standardiin. Työn toimeksiantaja on JAMK Biotalousinstituutin kattilantestauslaboratorio, joka tekee virallista, VTT Expert Services Oy:n akkreditointiin kuuluvaa SFS EN 303-05:2012-standardin mukaista testausta kattiloille Saarijärven biotalouskampuksella (Kattilantestauslaboratorio n.d). Kattilantestauslaboratoriota kiinnosti, millaisia vaikutuksia uudella standardilla mahdollisesti tulee olemaan laboratorion testaustoimintaan ja asiakkaisiin.

Työssä tavoitteena oli luoda katsaus siihen, millaisia asioita kattilantestausstandardi sisältää, mitä on tulossa uuden standardin myötä ja millaisia vaikutuksia sillä mahdollisesti on toimeksiantajan ja muiden alalla toimivien yritysten toimintaan. Lisäksi työssä tutustuttiin lyhyesti siihen, minkälaisia rajoituksia on voimassa standardin kokuokkaa suuremmilla, yli 500 kW:n tehoisilla kattiloilla.

## 1.3 Toteutus

Työssä tarkasteltiin voimassa olevaa SFS EN-303-5:2012-standardia, lausuntokierrokselle lähetettyä luonnosta uudesta EN 303-5-standardista sekä viimeisintä äänestykseen menevää versiota standardiluonnoksesta. Rajaus tehtiin standardissa käsiteltyihin aiheisiin. Kattilan rakennetta ja materiaaleja käsittelevä osuus jätettiin vähemmälle huomiolle, koska toimeksiantajan kiinnostus kohdistui erityisesti testaukseen, päästöihin, kattilan toimintaan ja käytön turvallisuuteen.

Aineistoa saatiin kattilantestauslaboratorion asiantuntija Kimmo Puolamäeltä, uuden standardin laatimisprosessissa mukana olleelta Heikki Oravaiselta sekä perehtymällä aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja julkaisuihin erityisesti standardoinnin, palamisen ja kattilan toiminnan osalta. Tutkimusmenetelmänä oli vertaileva tutkimus, jonka avulla haluttiin selvittää, kuinka standardit eroavat toisistaan. Standardeja tarkasteltiin laadullisen analyysin menetelmin. Tarkastelussa löytyneistä muutoksista voitiin koota yhteenveto uuden standardiluonnoksen eroista voimassa olevaan standardiin ja sen perusteella pohtia, kuinka löytyneet muutokset mahdollisesti vaikuttavat toimeksiantajaan ja sen asiakkaisiin.

## 2 Standardoinnista ja puun palamisesta

### 2.1 Standardoinnin historiaa

Nykymuotoiset standardit ovat syntyneet tarpeesta yhdenmukaistaa asioita ja parantaa esimerkiksi laitteisiin ja käytäntöihin liittyvää turvallisuutta. 1800-luvun loppua kohden teollisuuden lisääntyessä julkaistiin Amerikassa standardeja liittyen muun muassa höyrykattiloihin ja rautatie kiskoihin.

Rautatie oli nopea ja taloudellinen keino siirtää suuria määriä tavaraa maan halki. Tehokkaasti toimiakseen järjestelmä tarvitsi yhteisesti sovitut mitat kiskoille, jotta vältyttäisiin kuorman siirtämiseltä junasta toiseen paikoissa, missä kaksi erilaista rautatietä kohtasivat. Alun perin Englannista lainatusta kiskojen mitasta tuli Amerikassa standardi vuonna 1886. (Through History with Standards n.d.) Vuonna 1865 Mississippillä sattui Yhdysvaltojen historian pahin laivaonnettomuus. Onnettomuuden aiheutti höyrylaivan räjähdys, mikä johti ensimmäisen höyrykattiloiden testausta koskevan standardin julkaisemiseen vajaa 20 vuotta myöhemmin. Hyvä esimerkki standardoinnin tärkeydestä löytyy myös vuodelta 1904, jolloin Baltimoren kaupunki tuhoutui suuressa tulipalossa. Toisista kaupungeista avuksi saapuneet palokunnat eivät voineet kunnolla avustaa sammutustöissä, koska palokuntien käyttämät liittimet olivat eri kaupungeissa erilaisia. Seuraavana vuonna julkaistiin standardi koskien paloletkujen liittimiä. (Avain standardien maailmaan 2018, 13–14.) Edellä mainitut tapaukset kuvaavat hyvin sitä, mistä tarve standardoinnille on aikanaan syntynyt.

Sähköalan IEC perustettiin vuonna 1906, ollen ensimmäinen kansainvälinen standardointijärjestö. ISA perustettiin vuonna 1920 teknisten alojen standardointijärjestöksi, mutta sen toiminta päättyi vajaan 20 vuoden jälkeen toisen maailmansodan vuoksi. Vuonna 1946 tilanteen rauhoituttua perustettiin ISO, joka on hoitanut laajalti standardointia siitä lähtien. (Avain standardien maailmaan 2018, 20.)

## 2.2 Standardit

Standardit ovat teknisiä kirjallisia julkaisuja, jotka sisältävät suosituksia tuotteiden valmistamiseen sekä palvelujen ja prosessien toteuttamiseen. Niitä julkaisevat kansainväliset ja kansalliset standardointijärjestöt ympäri maailman. Käytännössä standardeissa ohjeistetaan, miten jokin asia tulee tehdä, jotta se täyttää standardin laadulle, turvallisuudelle ja luotettavuudelle asettamat vaatimukset. (Standardointi Euroopassa n.d.)

Standardit ovat erilaisissa komiteoissa ja työryhmissä toimivien asiantuntijoiden yhteistyön ja yhteisymmärryksen tuloksia, mutta niiden laatimisessa on mukana ihmisiä kaikilta standardin aiheeseen liittyviltä osa-alueilta. Standardin valmistelu on aikaa vievä ja työläs prosessi, minkä takia ne ovat maksullisia julkaisuja. Standardit on tarkoitettu kaikkien käyttöön ja ne ovat saatavilla kansainvälisten tai kansallisten standardointijärjestöjen kautta. Standardeja tarkastetaan, päivitetään ja tuotetaan säännöllisesti, jotta ne pysyvät mukana teknologian ja tieteen kehityksessä. (Avainstandardien maailmaan 2018, 22–23.)

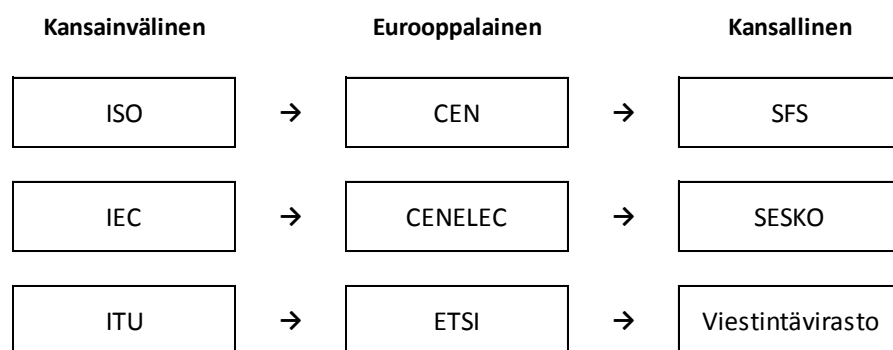
## 2.3 Standardoinnin hyödyt ja standardien käyttö

Suuntaa katseen sitten mihin tahansa, osuu silmiin väistämättä lukuisia asioita, joihin liittyy standardeja. Pyrkimyksenä niillä on taata esimerkiksi tuotteen tai palvelun kohdalla sen laatu ja turvallisuus, niin kuluttajalle kuin ympäristölle. Standardit ovat monella tapaa hyödyllisiä, ne auttavat esimerkiksi vertailtaessa tuotteita ja niiden ominaisuuksia keskenään. Testausta tai mittauksia tehtäessä voidaan varmistua siitä, etteivät tulokset vaihtelee merkittävästi testauksen tekijöiden välillä, jolloin tuloksia voidaan pitää luotettavina ja vertailukelpoisina. Ilman testaamisen standardoimista erilaisia testituloksia voisi olla yhtä monta kuin testin tekijöitä. Standardien avulla voidaan varmistaa, että jotkin tuotteet ja ratkaisut ovat keskenään yhteensopivia. Kaupasta ostettu sähkölaite sopii aina kytkettäväksi asunnosta löytyvään pistorasiaan. Lisäksi standardeja voidaan käyttää myös lainsäädännössä, jolloin standardin noudattamisesta voidaan tehdä pakollista, vaikka standardi itsessään onkin vain suositus. (Standardointi Euroopassa n.d.)

Standardeja käytetään apuna lainsäädännössä niin kansallisella kuin EU:n tasolla. EU antaa asetuksia ja direktiivejä jäsenmailleen, joista asetukset ovat pakollisia säädöksiä ja direktiivit kussakin jäsenmaassa sovellettavaksi tarkoitettuja säädöksiä. Standardit ovat vapaaehtoisia, mutta niiden avulla voidaan osoittaa tuotteen, palvelun tai prosessin täyttävän lain, asetuksen tai direktiivin asettamat vaatimukset. (Standarditutuksi n.d.) Yritykset hyödyntävät standardeja säännöllisesti toiminnassaan ja prosesseissaan. Standardit näkyvät esimerkiksi tuotantoprosesseissa, laadunvarmistuksessa, testauksessa sekä vaatimusten ja ominaisuuksien kuvaamisessa. (Avain standardien maailmaan 2018, 12.)

## 2.4 Standardointijärjestöt ja standardit maailmalla

ISO eli International Organization for Standardization on suurin kansainvälinen standardointijärjestö, jolla on maailmalla lukuisia jäsenjärjestöjä. Euroopan tasolla sen jäsenjärjestönä toimii CEN eli European Committee of Standardization ja kansallisella tasolla Suomessa SFS eli Suomen Standardisoimisliitto. ISO:n toiminta alkoi vuonna 1946, tavoitteena yhdenmukaistaa ja hallita paremmin standardointia maailmanlaajuisesti ja järjestö on tähän päivään mennessä julkaissut jo 22477 standardia (Standards 2019). Sähkö- ja telealalla on omat kansainväliset standardointijärjestönsä. IEC eli International Electrotechnical Commission edustaa sähköalaa ja ITU eli International Telecommunication Union telealaa. Molemmilla on Euroopan tasolla ja kansallisella tasolla omat jäsenjärjestönsä (ks. kuvio 1). (Avain standardien maailmaan 2018, 21.)



Kuvio 1. Kansainväliset standardointijärjestöt ja niiden eurooppalaiset sekä suomalaiset jäsenjärjestöt.

Standardin etuliitteestä selviää missä päin maailmaa kyseinen standardi on vahvistettu. Standardi voi olla vahvistettu useammassa järjestössä ja siten olla voimassa yhdessä tai useammassa maassa. ISO tarkoittaa kansainvälisesti vahvistettua standardia, EN Euroopassa vahvistettua standardia ja SFS Suomessa vahvistettua standardia. Eri maiden sisäisillä standardointijärjestöillä on kaikilla omat etuliitteensä. (Standardi tutuksi n.d.)

Suomen Standardisoimisliitto SFS perustettiin virallisesti vuonna 1947, mutta toiminta standardoinnin parissa alkoi jo vuonna 1924 Suomen standardisoimislautakunnan nimellä. SFS edustaa ja valvoo Suomen etuja kansainvälisesti CEN ja ISO järjestöjen jäsenenä. Suomessa SFS vahvistaa kansalliset standardit ja hoitaa standardeihin liittyviä asioita kuten standardoimistyötä ja ajantasaisen standardikokoelman ylläpitoa. Suomen Standardisoimisliiton kautta standardit ovat kaikkien saatavilla paperisena tai digitaalisena versiona. (Avain standardien maailmaan 2018, 30—31.)

## 2.5 Standardien laatiminen Euroopassa

Standardointi on tyypillisesti pitkä prosessi, joka saattaa kestää useamman vuoden. Standardin laatiminen alkaa aloitteen tekemisellä, jonka jälkeen standardiehdotusta alkaa laatia tehtävään asetettu työryhmä. Ennen työn alkamista CEN kuitenkin selvittää, olisiko standardi syytä toteuttaa laajemmassa mittakaavassa, eli maailmanlaajuisena ISO-standardina. Työryhmän saatua EN-standardiluonnoksen valmiiksi lähetetään se kommentoitavaksi CEN jäsenmailhin, jotka antavat kommentteja ja mahdollisia muutosehdotuksia standardia koskien, sekä äänestävät ensimmäisen kerran standardin hyväksymisestä. Kommentit käsitellään komiteoissa tai työryhmissä, jonka jälkeen sama kierros voidaan uusia vielä kerran. Mikäli luonnos saa riittävästi hyväksyviä ääniä, voidaan se lähettää viimeiseen äänestykseen, jossa CEN jäsenet äänestävät standardin lopullisesta hyväksymisestä tai hylkäämisestä. (Avain standardien maailmaan 2018, 27—28.)

CEN äänestykset ovat painotettuja jäsenmaan koon mukaan, jolloin suuremmilla jäsenmailla on päätöksissä enemmän sananvaltaa. Kommentointiin ja alustavaan äänestykseen jäsenmailla on aikaa 12 viikkoa ja lopulliseen äänestykseen 8 viikkoa. CEN

jäsenjärjestöjä ovat kaikki EU-maiden, Efta-maiden, Serbian, Turkin ja Makedonian standardisoimisjärjestöt. (Avain standardien maailmaan 2018, 26—28.)

## 2.6 Kattilat

SFS EN 303-5:2012-standardiin kuuluvat kattilat on suunniteltu käyttämään kiinteitä polttoaineita välittäjäaineen eli veden lämmittämiseen, jonka jälkeen lämmitetty vesi kulkee käyttökohteen lämmitysjärjestelmässä tai sitä voidaan käyttää esimerkiksi kiinteistöjen käyttöveden lämmitykseen. Standardin kokoluokan kattilat ovat rakenteeltaan arinakattiloita, jotka haketta tai pellettejä polttaessa voidaan varustaa stokeripolttimella. Stokeri koostuu polttoainesäiliöstä, polttoaineen kuljettimesta, yleensä ruuvista sekä polttimesta, joka kiinnitetään kattilaan. Stokerin avulla kattilan toiminta saadaan pitkälti automatisoitua ja käyttäjän tehtäväksi jää polttoainesäiliön täyttäminen sen tyhjentyessä. Selvästi standardin kokoluokkaa suuremmissa laitoksissa käytetään myös leijupolttotekniikkaan perustuvia kattiloita, joiden etuja ovat muun muassa laaja polttoainevalikoima, mahdollisuus polttaa huonolaatuisempia ja kosteampia polttoaineita, alhaisemmat päästöt ja vähäisempi huollon tarve (Jalovaara, Aho, Hietamäki & Hyytiä 2003).

Arinakattiloissa polttoaine voi palaa yläpalo-, alapalo- tai käänteispaloperiaatteella. Yläpalokattila toimii panosperiaatteella. Polttoainepanos asetetaan arinan päälle tulipesään, palamisilma kulkee alhaalta ylöspäin arinan läpi ja koko polttoainepanos palaa kerralla tulipesässä. Alapaloperiaatteella toimivassa kattilassa palaminen tapahtuu arinan päällä polttoainekerroksen alaosassa ja palamaton polttoainekerros liikkuu kattilan pesässä alaspäin kohti arinaa sitä mukaa kun polttoainekerroksen alaosassa oleva polttoaine palaa pois. Käänteispaloperiaatteella toimivassa kattilassa polttoainekerros liikkuu alapalokattilan tapaan kohti arinaa kerroksen alaosassa olevan polttoaineen palaessa. Toisin kuin alapalokattilassa, käänteispalokattilassa palamisilma kulkee kattilan yläosasta polttoainekerroksen läpi kohti arinaa ja liekkien osoittaessa alaspäin arinan läpi. (Tuomi 2013.)

## 2.7 Puupolttoaineet

Puu on Suomessa yleisin tämän standardin kokoluokan kattiloissa poltettava kiinteä polttoaine, jota kattilasta riippuen voidaan polttaa halkoina, pilkkeenä, hakkeena tai pelletteinä. Luonnonvarakeskuksen tilastojen mukaan 2016–2017 pientalot käyttivät lämmitykseen 6,9 miljoonaa kiintokuutiometriä polttopuuta, mikä koostui haloista, klapeista, hakkeesta ja muusta puuaineksesta, kuten pelleteistä. Varaavissa taloissa ja uuneissa poltettiin eniten puuta (28 %), mutta lähes yhtä suuri määrä poltettiin kattiloissa (27 %). Käytetystä puusta koivun osuus on suurin, havupuiden ja muiden lehtipuiden kunkin ollessa noin puolet koivun käyttömäärästä. (Pientalojen polttopuun käyttö 2016/2017 2018.)

Pientalojen lämmitykseen soveltuvat kattilat edustavat vain osaa SFS EN 303-5:2012-standardiin kuuluvista kattiloista, sillä kotitalouksien lämmittämiseen tarvittava teho liikkuu korkeintaan kymmenissä kilowateissa, suurempien kattiloiden soveltuessa maatilojen, suurempien kiinteistöjen ja lämpölaitosten käyttöön.

Puupolttoaineet koostuvat pääasiassa kolmesta alkuaineesta, jotka ovat hiili, vety ja happi. Lisäksi ne sisältävät pieniä määriä typpeä, rikkiä ja klooria. Palamisen kannalta hiili ja vety ovat olennaisimmat aineet ja määrittävät polttoaineesta palamisessa saatavan energian määrän. Polttoaineen sisältämä rikki ja typpi aiheuttavat puun palatessa haitallisia päästöjä. Kloori, jota esimerkiksi havupuiden neulaset sisältävät, aiheuttaa korroosiota kattiloissa. (Jalovaara, Aho, Hietämäki & Hyytiä 2003, 27.)

## 2.8 Palaminen

Puun palaminen tapahtuu useassa eri vaiheessa. Aluksi polttoaine lämpenee noin 100°C asteeseen, jonka jälkeen sen sisältämä kosteus alkaa haihtua. Polttoaineen lämmitessä edelleen alkaa pyrolyysi, jossa polttoaineen sisältämät ainesosat hajoavat muiksi yhdisteiksi, kuten palaviksi pyrolyysikaasuiksi, palamattomiksi kaasuiksi sekä nestemäisiksi tervoiksi. Tähän asti tapahtuvat reaktiot sitovat lämpöä. (Alakan-gas, Erkkilä & Oravainen 2008, 41–42.)

Palamisen seuraavat vaiheet puolestaan luovuttavat lämpöä. Lämpötilan noustessa riittävän korkealle palavat ensin syntyneet pyrolyysikaasut ja lopuksi jäännöshiili. Pyrolyysikaasuja muodostuu lämpötilan vaikutuksesta ja pyrolyysi on voimakkaimmillaan lämpötilojen ollessa korkealla palamisvaiheessa. Pyrolyysiin ja siinä muodostuviin tuotteisiin vaikuttavia tekijöitä lämpötilan lisäksi ovat kosteus ja esimerkiksi palakoko. Palavia hiilivetyjä muodostuu sitä enemmän ja jäännöshiiltä vähemmän, mitä nopeammin ja korkeammaksi polttoaineen lämpötila nousee. Palamisen hiipuessä hidastuu myös pyrolyysikaasujen muodostuminen ja alkaa palamisen viimeinen, liekitön vaihe, eli jäännöshiilen palaminen. (Alakangas, Erkkilä & Oravainen 2008, 41–42.)

## 2.9 Palamisen päästöt

Palaessa puun sisältämä energia muuttuu lämmöksi ja valoksi. Täydellisen palamisen tuloksena syntyy lisäksi hiilidioksidia, vettä ja tuhkaa. Käytännössä täydellistä palamista ei kuitenkaan tapahdu, vaan palamistuotteina syntyy lisäksi erilaisia ympäristölle ja ihmisille haitallisia päästöjä, jotka poistuvat savukaasujen mukana ilmaan. (Behnke, A. & Kemper, B. M. 2018, 5.) Haitallisten päästöjen määrään voidaan vaikuttaa monella tapaa. Polttoaineen valinta ja laatu ovat ensimmäisiä tekijöitä, joilla voidaan vaikuttaa päästöihin. Erot koostumuksessa, kuten kosteus, polttoaineen puhkaus tai sen sisältämät aineet, kuten rikki tai typpi, voidaan havaita myös piipun päässä. Laitteiston toiminta ja sen säädöt vaikuttavat myös syntyviin päästöihin, esimerkiksi hiilimonoksidi- tai typen oksidi päästöjen muodossa. Ennen ulkoilmaan johtamista, savukaasuja voidaan vielä puhdistaa siihen tarkoitetulla laitteella, kuten vesipesurilla tai syklonilla. Kattilan tai tulisijan käyttäjän vaikutusta laitteiston toimintaan ja päästöihin ei myöskään pidä unohtaa. Ilmastonmuutos ja sen pysäyttäminen päästöjä leikkaamalla on yksi ajankohtaisimpia puheenaiheita ja päästöjen merkitys näkyy myös uudessa standardiluonnoksessa.

Hiilimonoksidi on vaarallinen, hajuton ja väritön kaasu, jota syntyy heikon palamisen seurauksena. Hiilimonoksidipäästöt lämpölaitosten kohdalla eivät ole ympäristölle merkittävä ongelma, mutta kertovat heikosta palamisesta, jossa syntyy vähemmän lämpöä kuin polttoaineen palaessa hyvin. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakka-



nen 2004, 91.) Hiilimonoksidi on ilmaa kevyempää ja terveydelle vaarallista. Hiilimonoksidi syrjäyttää hapen ihmisen verenkierrossa, mikä altistumisen määrästä ja ajasta riippuen aiheuttaa oireita päänsärystä hengenvaaraan hapen puutteesta johtuen. Ympäristölle hiilimonoksidi on haitallinen, mutta ei vaarallinen. (Hiilimonoksidi 2015.)

Hiilidioksidia syntyy, kun hiiltä sisältävä materiaali palaa. Palamisessa syntyvän hiilidioksidin määrä vaihtelee polttoaineen mukaan, enemmän hiiltä sisältävät polttoaineet tuottavat palaessaan enemmän hiilidioksidia. Hiilidioksidi on merkittävimpiä kasvihuonekaasuja ja siksi sen pääsemistä ilmakehään pyritään vähentämään palamista hyödyntävissä sovelluksissa. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 94.)

Typhen oksideja syntyy palamisreaktiossa, kun happi reagoi typhen kanssa. Typhen oksideilla on ympäristöä happamoittava vaikutus, minkä vuoksi päästöjä pyritään rajoittamaan. Polttoaineen sisältämän typhen lisäksi palamislämpötilalla on suuri vaikutus typhen oksidien muodostumisen määrään – alhaisemmassa lämpötilassa typhen oksidien muodostuminen vähenee. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 93.) Yläilmakehässä otsoni estää haitallisen ultravioletti säteilyn pääsyä maan pinnalle (Otsoni n.d.), mutta alailmakehässä se on kasvihuoneilmiötä voimistava ilmansaaste, jonka muodostumista typhen oksidit edistävät (Alailmakehän otsonia muodostavat päästöt vähenevät 2015). Typpidioksidi on hengityselimiä ärsyttävä terveydelle haitallinen kaasu. Terveydelle ongelmallisia pitoisuuksia ihmisille muodostuu pääasiassa liikenteestä, joka aiheuttaa päästöjä huomattavan lähellä hengittävää ihmistä. (Ilmatieteenlaitos n.d.)

Hiilivedyt ovat yhdisteitä, joita syntyy epätäydellisessä palamisreaktiossa, kun kaikki polttoaine ei pala kunnolla. Alhainen palamislämpötila kasvattaa palamisreaktiossa syntyvien hiilivetyjen määrää ja siksi teholtaan pienemmillä kattiloilla päästöjen määrät ovat suhteessa isoja laitoksia suuremmat. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 92.)

Pienhiukkaset ovat kiintoaineita, jotka koostuvat muun muassa tuhkasta ja muista palamattomista hiukkasista (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 92). Pienhiukkaset kulkeutuvat ihmisen hengittäessä keuhkoihin ja muualle hengitysteihin, ja saattavat aiheuttaa ajan kuluessa oireita allergioista aina vakavampiin henkeä uhkaaviin sairauksiin (Huttunen 2012). Kotitalouksien puulämmitys tuottaa paljon hiukkaspäästöjä ympäristöön. Yksi hiukkaspäästöihin vaikuttavista tekijöistä on polttoaineen kosteus. Liian kostea puu palaa heikommin ja tuottaa enemmän hiukkaspäästöjä kuin kuiva puu. Erittäin kuiva puu ei ole polttoaineena sen parempi, vaan myös se lisää palamisessa syntyviä hiukkaspäästöjä. Polttopuiden kohdalla hiukkaspäästöt nousevat merkittävästi, kun veden osuus polttoaineen kokonaismassasta ylittää 25% tai jää alle 10 %, optimin sijoittuessa 12% tienoille. (Hartmann & Turowski 2010, 10–11.)

Rikin oksideja syntyy rikkiä sisältävän polttoaineen palaessa. Rikki reagoi hapen kanssa ja muodostaa rikin oksideja. Rikin oksideista  $SO_3$  eli rikkitrioksidi on erityisen haitallinen, sillä se muodostaa veden kanssa reagoidessaan rikkihappoa, joka on ympäristölle haitallista. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 45.) Rikki auttaa estämään kuumakorroosiota suuremmissa kattiloissa, missä palamisen lämpötilat nousevat korkeiksi. Se voi myös aiheuttaa korroosiota savukaasujen kulkureitillä kanavissa ja laitteissa, kun lämpötilat pinnoilla laskevat rikin kastepisteen alapuolelle. (Alakangas, Hurskainen, Laatikainen-Luntama & Korhonen 2016, 198.)

## 2.10 EN 303-5-standardin kokoluokkaa suuremmat kattilat

500 kW – 1 MW:n välille asettuville kattiloille ei tällä hetkellä ole olemassa omaa standardia. Kiinnostusta myös tämän välin standardoimiseen löytyy CEN jäsenmaiden keskuudesta, mutta halua asian toteuttamiseen ja yhteisymmärrystä ei kaikilta merkittäviltä jäsenmailta ole löytynyt. (Oravainen 2018.)

MCP-direktiivi 2015/2193 on EU:n marraskuussa 2015 antama direktiivi, jonka tarkoituksena on rajoittaa keskisuurista polttolaitoksista aiheutuvia päästöjä (rikkioksiidi-, typenoksiidi- ja hiukkaspäästöt) jäsenmaissaan. MCP-direktiivin taustalla on EU:n päästövähennys- ja ilmanlaadun parantamisen tavoitteet. Biomassojen hyödyntäminen energiaksi on lisääntynyt jatkuvasti EU:n alueella poliittisen tuen avustamana.

Euroopan komissio totesi toukokuussa 2013, että keskisuurissa polttolaitoksissa on mahdollista saavuttaa ja voidaan tavoitella selviä päästövähennyksiä. Direktiivi asettaa raja-arvot rikkioksidin-, typenoksidien- ja pienhiukkasten päästöille, sekä vaatimukset päästöjen tarkkailulle. (2015/2193 2015.)

Lokakuusta 2013 vuoden 2017 loppuun asti sovellettiin Suomessa 1 – 50 MW:n energiantuotantoyksiköihin ja -laitoksiin valtioneuvoston niin sanottua ”Pipo” – asetusta (750/2013), eli asetusta alle 50 MW:n energiantuotantoyksikköjä koskevista ympäristönsuojeluvaatimuksista. Vuoden 2018 ensimmäisestä päivästä alkaen astui voimaan uusi, vanhan asetuksen korvaava asetusta, jonka myötä tuli käyttöön EU:n MCP-direktiivin asettamat päästövaatimukset keskisuurille polttolaitoksille. (1065/2017 2017, 2015/2193 2015.)

Taulukot MCP-direktiivin ja asetuksen 1065/2017 uusille sekä eri tyyppisille olemassa oleville energiantuotantoyksiköille asettamista päästöraja-arvoista ovat nähtävissä Finlex-palvelussa edellä mainitun asetuksen liitteinä. Uusiin energiantuotantoyksiköihin asetusta sovelletaan 20.12.2018 alkaen. Sen sijaan olemassa oleviin 5 – 50 MW ja osaan 1 – 5 MW:n yksiköistä asetusta sovelletaan 1.1.2018 alkaen. Sellaisiin pieniin 1 – 5 MW:n energiantuotantoyksiköihin, jotka eivät kuulu edeltävän 750/2013 asetuksen piiriin, sovelletaan asetusta vasta 1.1.2030 alkaen. Yksiköitä, joihin asetusta ei sovelletaan vasta 1.1.2030 jälkeen;

- 1) *Samalla laitosalueella sijaitsevat yksiköt, joiden yhteenlaskettu polttoaineteho on 5 MW tai alle, ja jotka eivät ole muutoin osa ympäristöluvanvaraista toimintaa;*
- 2) *yksiköihin, joihin sovelletaan jätteen polttamisesta annettua valtioneuvoston asetusta (151/2013);*
- 3) *yksiköihin, joihin sovelletaan valtioneuvoston asetusta polttoaineteholtaan vähintään 50 megawatin polttolaitosten päästöjen rajoittamisesta (96/2013);*
- 4) *yksiköihin, jotka käyttävät palamistuotteita suoraan lämmitykseen, kuivaukseen taikka esineiden tai aineiden käsittelyyn, kuten uudelleenlämmitysuuneihin ja lämpökäsittelyuuneihin;*
- 5) *jälkipolttoyksiköihin, jotka on suunniteltu puhdistamaan savukaasuja polttamalla ja joita ei käytetä erillisinä energiantuotantoyksikköinä;*
- 6) *kokonaisten eläinten raatojen polttamiseen;*
- 7) *yksiköihin, joissa tutkitaan, kehitetään tai testataan diesel-, kaasu- tai monipolttainemoottoreita;*
- 8) *ympäristönsuojelulain 30 §:ssä tarkoitettuun koeluonteiseen lyhytaikaiseen toimintaan.* (750/2013 2013.)

Päästöraja-arvojen saavuttamiselle on asetettu siirtymäajat erikseen olemassa oleville 1 – 5 MW:n yksiköille ja 5 – 50 MW:n yksiköille. Asetuksessa uudet raja-arvot on asetettu rikkioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöille. Raja-arvot käyvät ilmi asetuksen liitteenä olevista taulukoista. Uusien energiantuotantoyksikköjen kohdalla raja-arvot tulevat voimaan samoin kuin muukin asetus, 20.12.2018 alkaen, minkä jälkeen asetuksen liitteen 1A taulukoiden 4 ja 5 mukaisia raja-arvoja ei saa ylittää.

(1065/2017 2017.)

Olemassa olevien 1 – 5 MW:n energiantuotantoyksiköiden päästöt eivät 1.1.2030 jälkeen saa ylittää asetuksen liitteen 1A taulukoiden 1 ja 3 asettamia raja-arvoja. Siirtymäajalla päästöt eivät saa ylittää asetuksen liitteen 1B asettamia raja-arvoja. 5 – 50 MW:n energiantuotantoyksiköiden kohdalla siirtymäaika päättyy 1.1.2025, jonka jälkeen asetuksen liitteen 1A taulukoiden 2 ja 3 asettamia raja-arvoja ei saa ylittää. Siirtymäaikana myös tässä kokoluokassa noudatetaan asetuksen liitteen 1B asettamia raja-arvoja. (1065/2017 2017.)

### **3 SFS EN-303-05:2012-standardin sisällys**

SFS EN 303-05-standardi kattaa kiinteitä polttoaineita lämmitykseen käyttävät alle 500 kW:n tehoiset kattilat. Standardin ensimmäinen luku määrittelee millaiset laitteet kuuluvat standardiin ja millaisia asioita standardissa käsitellään. Voimassa oleva standardi ei kata:

- Suoraan asennustilan lämmitykseen tarkoitettuja laitteita
- Keittiölaitteita
- Kattilan turvalaitteiden ulkopuolella järjestelmässä olevia polttoainesäiliöitä tai syöttölaitteita
- Kondenssikattiloita
- Palamisessa käytettävän ilman ulkoa ottavia kattiloita

Standardin tarkoituksena on antaa ohjeet sellaisen kattilan valmistukseen ja testaukseen, joka on toimiva ja turvallinen käyttäjälle sekä ympäristölle.

### 3.1 Rakennetta koskevat vaatimukset

Kattilan rakenteellisia vaatimuksia käsitellään standardin luvuissa 4.1 ja 4.2. Rakennetta koskevissa vaatimuksissa käsitellään valmistusmateriaaleja, eristeitä ja rakenteellisia ratkaisuja, sekä niiden käyttöä kattilalaitteiston eri osissa. Materiaalien ja ratkaisujen täytyy soveltua käyttökohteeseen ja kestää esimerkiksi korkeita lämpötiloja, korroosiota tai fyysistä rasitusta. Kattilan täytyy olla suunniteltu ja rakennettu siten, ettei sen sisälle pääse kertymään suuria määriä vaarallisia kaasuja, eikä se vuoda niitä asennustilaan tai aiheuta muunlaisia vaaratilanteita normaalissa käytössä.

Rakenteellisessa osiossa käsitellään myös kattiloiden piirroksia, paineenalaisissa rakenteissa käytettäviä teräslaatuja, hitsausseamoja, seinämävahvuuksia ja valettujen osien lujuusominaisuuksia. Suunnittelua ja rakenteellisia ratkaisuja käsittelevässä osiossa käydään läpi muun muassa huoltamiseen ja puhdistamiseen liittyviä asioita, laitteiston varaosia, eristeitä, kattilan tiiviyyteen vaikuttavia asioita, polttoaineen syöttöä ja tuhkan varastointia.

### 3.2 Turvallisuus

Yksi standardin tärkeimmistä tehtävistä on varmistaa, että sen mukaisesti valmistetut kattilat ovat turvallisia käyttää. Turvallisuuteen liittyviä asioita käsitellään standardin luvussa 4.3. Riskien tunnistaminen, arviointi ja ehkäiseminen rakenteellisia ratkaisuja ja turvalaitteita hyödyntäen ovat keinoja, joilla kattilan valmistaja huolehtii tuotteen turvallisuudesta. Valmistajan tunnistettua riskin on päätettävä millä keinoin vaarallisen tilanteen synty estetään. Ratkaisut luokitellaan sen mukaan, minkä tasoista vaaratilannetta ne on tarkoitettu estämään. Turvalaitteen tai rakenteellisen ratkaisun pettäminen valitussa käyttökohteessa ei välttämättä johda välittömästi vaarallisen tilanteen syntymiseen. Toisaalta toisessa kohteessa laitteen tai ratkaisun pettäminen voi johtaa välittömästi vaaraan, minkä vuoksi luokittelu tehdään vaarallisuuden mukaan riskiarvioinnissa.

### 3.2.1 Takapalo

Takapalo eli tulen leviäminen kattilan tulipesästä laitteistossa polttoaineen syötön suuntaan on vaarallinen tilanne, joka pyritään estämään rakenteellisilla ratkaisulla ja turvalaitteilla. Takapalo voi syntyä tulen tai palavien kaasujen levitessä polttoaineen-syötön puolelle, tai syöttölaitteiden pintalämpötilojen noustessa liian korkeiksi laitteistossa tapahtuvan lämmön johtumisen vuoksi. Valmistajan on tehtävä riskiarvio, jossa se kuvaa, millä keinoin takapalon vaara on estetty valmistamassaan kattilassa.

Polttoainetta kattilaan syöttävälle laitteistolle on asetettu yläraja mitattaville pintalämpötiloille ja esitetty ratkaisuja, millä rajan alittava lämpötila voidaan saavuttaa. Palavien kaasujen pääsy polttoaineensyöttöjärjestelmään on estettävä palovaaran sekä esimerkiksi hiilimonoksidin myrkyllisyyden vuoksi. Tuli ei saa päästä leviämään polttoainelinjaan. Sulkusyötin on esimerkki laitteesta, jolla saadaan aikaan tulen ja kaasujen leviämisen estävä sulku polttoaineen syöttöpuolelle, yhdessä savukaasujen poiston puolella vallitsevan riittävän vedon kanssa. Standardi listaa myös useita muita hyväksytyjä ratkaisuja edellä mainittujen vaaratilanteiden estämiseksi.

### 3.2.2 Muita mahdollisia vaaratilanteita

Riskejä ja vaaratilanteita ehkäiseviä ratkaisuja käsitellään turvallisuusosiossa myös polttoaineen ylitäytön ja polttoaineen syöttöjärjestelmän häiriöiden osalta. Kattilajärjestelmän on kyettävä estämään ylitäyttö esimerkiksi havaitessaan heikon palamisen tulipesässä. Myöskään häiriöt syöttölaitteistossa eivät saa aiheuttaa vaaratilannetta. Heikko palaminen tai palamiseen tarvittavan ilman puute eivät saa aiheuttaa vaaratilannetta esimerkiksi kerryttämällä kattilan sisälle vaarallisia määriä syttyviä kaasuja.

Kattilalaitteiston pintalämpötiloille on asetettu korkeimmat sallitut lämpötilat normaaleissa käyttöolosuhteissa. Kattilan operointiin tarvittaville osille, kuten kahvoille on asetettu maksimilämpötilat niiden valmistusmateriaalien mukaan, metallisille osille sallitun lämpötilan ollessa huomattavasti esimerkiksi muoviosia alhaisempi. Kattilalaitteistossa kiertävälle vedelle on asetettu korkein sallittu lämpötila, jonka ylittyminen on saatava estettyä myös kattilan häiriötilanteessa. Kattilassa kiertävän

veden on kyettävä siirtämään ylimääräinen lämpö johonkin ylikuumenemisen estämiseksi. Ratkaisu on oltava suunniteltu ja mitoitettu siten, että sen avulla pystytään turvallisesti siirtämään kattilasta pois kaikki syntyvä ylimääräinen lämpöenergia. Turvallisuusosiossa käsitellään vielä lämpötilan kontrollointiin ja rajoittamiseen tarkoitettuja laitteita, sekä lyhyesti sähkölaitteiden turvallisuutta viitaten asianmukaisiin standardeihin.

### 3.3 Kattilan toiminta ja suorituskyky

Standardin luku 4.4 käsittelee kattiloiden suorituskykyä, energiatehokkuutta ja päästörajoja. Kattiloille on standardissa olemassa kolme kategoriaa, se mihin kattila kuuluu, määräytyy kattilan nimellistehon, energiatehokkuuden ja päästöjen mukaan, mitkä saadaan standardissa kuvattujen testien tuloksena. Standardi määrittää kullekin kolmesta kategoriasta suurimmat sallitut päästöarvot hiilimonoksidille, hiilivedyille ja pienhiukkaspäästöille. Tässä osiossa standardia käsitellään lyhyesti myös savukaasujen lämpötilaa, savukaasujen poistumista kattilasta, polttoaineen palamisai-kaa ja pienintä osatehoa, jolla kattilan tulisi kyetä toimimaan.

### 3.4 Testaus

Luku 5 käsittelee testaamista ja siihen liittyvää laskentaa. Testauksen suorittajan tulee olla riippumaton osapuoli, joka täyttää EN ISO/IEC 17025-standardin testaajalle asettamat vaatimukset. Testauksen läpäissyt kattila saa käyttää CE-merkintää, jolla osoitetaan tuotteen täyttävän direktiivien ja asetusten sille asettamat vaatimukset (CE-merkintä n.d). Testattavan ja myytävän kattilan tulee olla varustelultaan ja rakenteeltaan samanlaisia.

Kattilalle suoritetaan tyyppitestaus, joka selvittää täyttääkö kattila sille asetetut vaatimukset. Jokaista teholtaan eri suuruista kattilamallia ei tarvitse erikseen testata, mikäli mallistossa olevien kattiloiden rakenne on samanlainen, eikä erot tehoissa ole määriteltyä suurempia. Joitain testejä voidaan myös sivuuttaa sellaisessa tapauksessa, että osa kattilassa käytettävästä laitteistosta on jo testattu aiemmin.

Testin suorittajan käyttämille laitteille ja menetelmille on määritelty sallitut virhemarginaalit erikseen kullekin mitattavalle asialle. Testauksessa käytettävän polttoaineen tulee vastata laadultaan ja ominaisuuksiltaan kaupallisia polttoaineita, sekä täyttää standardin muun muassa polttoaineen kosteudelle, tuhkapitoisuudelle ja lämpöarvolle asettamat vaatimukset.

Kattilan osiin kohdistuu käytettäessä paine, jonka vuoksi se on testattava paineen kestävyuden osalta. Osa testeistä tehdään ennen tuotantoa ja tuotannon aikana jokainen kattila on testattava standardin osoittamalla tavalla. Standardi määrittelee myös mitä tietoja ja tuloksia testeistä kunkin kattilan osalta on merkittävä kattilaan.

Suorituskyvyn testaamista varten on ohjeistus siitä, millainen testilaitteiston tulee olla. Testimenetelmien osalta automaattisella polttoaineen syötöllä varustetuille kattiloille ja käsisyöttöisille kattiloille on omat ohjeistuksensa koskien esimerkiksi testauksen aloittamista ja testauksen kestoa. Standardi kuvaa minkälaisilla menetelmillä kattilan tuottama lämmitysteho voidaan mitata ja miten kattilan nimellisteho ja osateho määritetään. Lisäksi kuvataan kuinka energiatehokkuus, sähkönkulutus ja päästöarvot määritetään osateholla ja nimellisteholla.

Testaukseen kuuluu myös turvalaitteiden testaus ja turvallisuus/riskiarvion tarkistus. Standardissa ohjeistetaan tärkeiden turvalaitteiden kuten, lämpötilan säätimien ja rajoittimien toiminnan testaus, liiallisen syntyvän lämmön siirtämiseen tarkoitetun turvalaitteen testaus, ja polttimeen testaus. Testauksen tekijä käy läpi ja vahvistaa myös valmistajan standardin EN ISO 12100 mukaan tekemän riskianalyysin. Standardissa ohjeistetaan mitä tietoja valmistajan tekemästä riskianalyysistä pitää ainakin löytyä. Riskianalyysin vahvistaminen itsessään ei välttämättä vaadi testaustoimia. Turvallisuuden osalta testataan myös mahdollinen polttoaineen ylitäyttö, polttoaineensyötön tukos, palamiseen tarvittavan ilman puute sekä pintalämpötilat määrätyissä paikoissa polttoaineensyöttölaitteistossa.



### 3.5 Testiraportti, merkinnät ja muut tekniset dokumentit

Testiraportti löytyy standardin luvusta 6. Se laaditaan standardin EN ISO/IEC 17025 vaatimusten mukaisesti ja sen tulee testauksen tekijän ja kattilan valmistajan tietojen lisäksi sisältää ainakin seuraavat asiat:

- 1) Testausmenetelmä
- 2) Kuvaus
  - a. Kattilan rakenteesta
  - b. Polttoaineen syötöstä
  - c. Palamisilman toteutuksesta
  - d. Turvalaitteista (tyyppi, hyväksyntä, laitteen toimittaja, säädöt, koko)
  - e. Muista olennaisista osista (puhallin, poltin, lämmönvaihdin)
- 3) Tarvittaessa lista osista
- 4) Testausaika
- 5) Testitulokset keskiarvoina, käsisyöttöisillä kattiloilla jokaisesta palamisjaksosta
- 6) Kuvaus hiukkasten mittaukseen käytetystä menetelmästä
- 7) Piirros kattilasta

Testatuista kattiloista on löydyttävä tekniset tiedot sisältävä tyyppikilpi, kirjoitettuna sillä kielellä, missä maassa kattila on myyty. Lisäksi kattilan mukana on toimitettava kaikki olennaiset tekniset tiedot, asennusohjeet ja käyttöohjeet sisältävät dokumentit. Kattilaa koskevia merkintöjä ja dokumentteja käsitellään standardissa luvuissa 7 ja 8. Seuraavat tiedot on löydyttävä kattilasta:

- 1) Kattilan nimi ja valmistaja
- 2) Kattilatyypin
- 3) Valmistenumero ja valmistusvuosi
- 4) Nimellisteho ja käyttöasteikko kullekin polttoaineelle, kW
- 5) Kattilaluokka testattujen polttoaineiden mukaan
- 6) Suurin sallittu käyttöpaine, bar
- 7) Suurin sallittu käyttölämpötila, °C
- 8) Vesimäärä, litraa
- 9) Sähkökytkentä (V, A, Hz) ja teho, W
- 10) Polttoaineluokka

## 4 Uuden standardin luonnos ja erot SFS EN 303-5:2012-standardiin

Uusi versio EN 303-5-standardista korvaa voimaan tullessaan nykyisen, vuonna 2012 voimaan tulleen SFS EN 303-5:2012-standardin. Tässä työssä tarkasteltiin lausunto-kierrokselle mennyttä versiota sekä lopulliseen äänestykseen menevää versiota (CEN/TC 57/WG 1 2018) tulevasta standardista. Standardiluonnosta ja lausuntokierroksella saatuja kommentteja käsiteltiin kokouksissa, joissa pyrkimyksenä oli päästä yhteisymmärrykseen standardin lopullisesta sisällöstä. Viimeinen versio standardista menee CEN-maiden viralliseen äänestykseen, jossa ratkeaa, hyväksytäänkö standardi.

### 4.1 Kattilatyypit

Standardiluonnoksen luvussa 1 käsitellään muutoksia standardiin kuuluviin kattilatyyppeihin. SFS EN 303-05:2012 eli voimassa olevaan standardi kattaa kiinteillä polttoaineilla toimivat lämmityskattilat ja niihin kuuluvat turvalaitteet 500 kW asti. Uudessa standardiluonnoksessa mukana on kaksi aikaisemmin standardin ulkopuolelle jäänyttä kattilatyyppejä, kondenssikattilat ja palamisilman ulkoa ottavat kattilat. Kondenssikattilat ovat kattiloita, jotka pystyvät hyödyntämään polttoaineen palamisessa syntyvän vesihöyryn sisältämän lämpöenergian, ottamalla sen talteen savukaasujen vesihöyryistä. Palamisilman ulkoa ottavat kattilat ottavat palamiseen tarvittavan ilman suoraan tai osittain ulkoilmasta. Standardi kattaa tällaiset kattilat jatkossa 100 kW:n tehoon asti.

Lämmöntalteenottolaitteistot ovat tuttu näky suuremmissa lämpölaitoksissa, mutta pienempien kattilajärjestelmien yhteydessä niitä ei juuri näe. Keski-Eurooppalaisilla valmistajilla tällaisia järjestelmiä alkaa olla tarjolla pienempiinkin kattiloihin, niin uusissa kattiloissa kuin myös jälkiasennuksena. Muun muassa Itävaltalaiselta Frölingiltä löytyy 15-60kW:n kokoluokan kattiloihin lämmöntalteenottolaitteisto. (Fröling n.d.)

Standardin ulkopuolelle jää uudessa luonnoksessa sähkön ja lämmön yhteistuotantoon tarkoitettut CHP-kattilat, käsisyöttöiset olkipaaleja polttoaineena käyttävät katti-

lat, suoraan asennustilan lämmittämiseen tarkoitettut kattilat ja laitteistot, keittiölaitteet sekä kattilan turvalaitteiden jälkeen liitetyt kuljetuslaitteet, syöttölaitteet ja varastointiratkaisut.

Standardiluonnoksessa kattilat on jaettu kolmeen kategoriaan sen mukaan, ottavatko ne palamisilman asennustilasta vai ulkoilmasta. Jako on seuraavanlainen:

- 1) Palamisilma otetaan asennustilasta
- 2) Palamisilma otetaan pääasiassa ulkoa
- 3) Palamisilma otetaan vain ulkoa

## 4.2 Polttoaineluokitukset

Polttoaineiden luokituksia koskeva standardi on uudistunut ja voimassa on nykyään EN ISO 17225-standardi kiinteiden biopolttoaineiden luokista ja laadusta. Standardiluonnoksessa tämä näkyy pieninä muutoksina. Vielä voimassa olevassa standardissa oleva puupuristeet luokka on jaettu luonnoksessa kahteen uuteen luokkaan; pelletit ja brikitit. Lisäksi polttoaineen alemman lämpöarvon (NCV) lisäksi jatkossa tarvitaan myös ylempää lämpöarvoa (GCV). Taulukko 1 on uuden standardin mukainen ja siihen on suluisia merkitty vanhat arvot, jotka löytyvät nykyisin voimassa olevasta standardista. Taulukossa 1 on esillä vain standardissa luetellut puupohjaiset polttoaineet. Testipolttoaineiden vaatimuksia käsitellään standardissa luvussa 5.3.

Taulukko 1. Standardin mukaiset testipolttoaineet, suluisia vanhan standardin arvot.

|                         | Klapit | Hake                            | Pelletit  | Brikitit | Sahanpuru |
|-------------------------|--------|---------------------------------|-----------|----------|-----------|
| Kosteus %               | 12-20  | 15-35 (20-30)<br>>35-50 (40-50) | ≤10 (≤12) | ≤12      | 35-50     |
| Tuhka %                 | ≤1     | ≤1,5                            | ≤0,7      | ≤1       | ≤0,5      |
| Lämpöarvo<br>NCV, MJ/kg | >17    | >17                             | >17       | >17      | >17       |
| Lämpöarvo<br>GCV, MJ/kg | >19    | >19                             | >19       |          | >19       |

### 4.3 Energiamerkinnot – asetukset ja direktiivit

EU:n energiamerkintäasetuksen (1.8.2017) ja ekosuunnittelu-direktiivin (2009) vaikutus näkyy EN 303-5-standardin uudessa luonnosversiossa. Kiinteitä polttoaineita käyttävät lämmityskattilat kuuluvat asetuksen ja direktiivin vaikutusalueeseen. Energiamerkinnoilla pyritään tekemään vertailusta kuluttajalle helpompaa, ohjaamaan kuluttajaa vertailun tekemiseen ja valitsemaan energiatehokkaampia vaihtoehtoja. Ekosuunnittelu-direktiivillä asetetaan vaatimuksia laitteiden suunnitteluun, valmistukseen ja käyttöön EU:n alueella (Tuotteiden ekologinen suunnittelu eli ecodesign n.d). Energiamerkintä on löydyttävä alle 70 kW:n kattiloista ja ekosuunnittelun vaatimukset koskevat kaikkia kattiloita standardin 500 kW:n kokoluokkaan asti (Ekosuunnittelu n.d).

### 4.4 Energiatehokkuus

Standardiluonnoksen luku 5 käsittelee testausta ja laskentaa. Jatkossa standardin mukaan tarvitaan neljä erilaista energiatehokkuutta kuvaavaa mittausta ja laskutoimitusta. Kattilan hyötysuhteen (nimellisteholla ja osateholla, alemman lämpöarvon NCV mukaan) ilmoittamisen lisäksi uudessa standardissa lasketaan lisäksi hyötysuhde (nimellisteholla ja osateholla, ylemmän lämpöarvon GCV mukaan), jonka avulla voidaan laskea tilanlämmityksen kausittainen energiatehokkuus ja energiatehokkuusindeksi.

#### 4.4.1 Hyötysuhteen laskeminen (ylempi lämpöarvo, GCV)

Hyötysuhde lasketaan ylempää lämpöarvoa käyttäen seuraavasti:

$$\eta_{GCV} = \eta_{NCV} * \frac{NCV}{GCV}$$

Ylempi lämpöarvo, GCV saadaan selville seuraavasti, mikäli tiedossa on polttoaineen tarkka koostumus:

$$GCV_{ar,v} = NCV_{ar,p} + [0,2122 * H_d + 0,0008 * (O_d + N_d)] * \frac{100 - M}{100} + 0,02443 * M$$

Mikäli tarkkaa koostumusta ei tiedetä:

$$GCV_{ar,v} = GCV_d * (1 - M)/100$$

missä

$GCV_{ar,v}$  = ylempi lämpöarvo toimituskosteudessa, MJ/kg

$GCV_d$  = ylempi lämpöarvo kuivassa massassa, MJ/kg

$M$  = kosteus polttoaineessa %

$O_d$  = hapen määrä polttoaineessa %

$N_d$  = typen määrä polttoaineessa %

$H_d$  = vedyn määrä polttoaineessa %

#### 4.4.2 Tilanlämmityksen kausittainen energiatehokkuus

Hyötysuhteelle on standardiluonnoksessa toisistaan hieman poikkeavat vaatimukset kattilan tehosta riippuen. 20 kW tai sitä pienempien kattiloiden kohdalla hyötysuhteen on oltava  $\geq 75\%$  ja 20 kW tai sitä teholtaan suurempien kattiloiden kohdalla  $\geq 77\%$ . Laskennassa käytetään ylempiä lämpöarvoja (GCV). Hyötysuhteen laskemisessa käytetään kahta erilaista tapaa jakaen kattilat seuraavasti:

1) Automaattisella polttoaineensyötöllä varustetut kattilat ja käsisyöttöiset  $\leq 50\%$  osateholla toimivat kattilat. Tilanlämmityksen kausittaisesta energiatehokkuudesta (%) vähennetään (A) lämpötilansäätimien aiheuttama hyötysuhteen aleneminen (3 %, vakio) sekä (B) sähkönkulutuksen aiheuttama hyötysuhteen aleneminen.

$$\eta = 0,85 * \eta_{osateho} + 0,15 * \eta_{nimellisteho} - A - B$$

missä

$$\eta_{osateho} = \eta_{ncv,osateho} * NCV_{M20}/GCV_{M20}$$

$$\eta_{nimellisteho} = \eta_{ncv,nimellisteho} * NCV_{M20}/GCV_{M20}$$

$$A = 3\%$$

$$B = 2,5 * \left[ \frac{0,15 * el_{max} + 0,85 * el_{min} + 1,3 * PSB}{0,15 * P_n + 0,85 * P_p} \right] * 100[\%]$$

missä

$el_{max}$  = sähkönkulutus nimellisteholla

$el_{min}$  = sähkönkulutus osateholla

$PSB$  = sähkönkulutus valmiustilassa

$P_n$  = nimellisteho

$P_p$  = osateho

$NCV_{M20}$  tarkoittaa polttoaineen alemmaa lämpöarvoa 20 % kosteudessa ja se voidaan laskea seuraavasti:

$$NCV_{M20} = [NCV_d * (100 - 20) - 2,442 * 20] / 100$$

missä

$NCV_d$  = polttoaineen alempi lämpöarvo kuivassa massassa, MJ/kg

2,442 = veden höyrystymiseen tarvitsema energia MJ/kg

$GCV_{M20}$  tarkoittaa polttoaineen ylempää lämpöarvoa 20 % kosteudessa ja se voidaan laskea seuraavasti:

$$GCV_{M20} = GCV_d * (100 - 20) / 100$$

missä

$GCV_d$  = polttoaineen ylempi lämpöarvo kuivassa massassa, MJ/kg

2) Käsisyöttöiset kattilat, joita ei voida käyttää  $\leq 50$  % osateholla. Tilanlämmityksen kausittainen energiatehokkuus vastaa energiatehokkuutta nimellisteholla, josta vähennetään (A) lämpötilansäätimien aiheuttama hyötysuhteen aleneminen (3 %, vakio) sekä (B) sähkönkulutuksen aiheuttama hyötysuhteen aleneminen.

$$\eta = \eta_{nimellisteho} - A - B$$

missä

$$\eta_{nimellisteho} = \eta_{NCV,nimellisteho} * NCV_{M20}/GCV_{M20}$$

$$A = 3 \%$$

$$B = 2,5 * \left[ \frac{el_{max} + 1,3 * PSB}{P_n} \right] * 100 [\%]$$

#### 4.4.3 Energiatohokkuusindeksi

Energiatohokkuusindeksin laskemiseen standardissa on käytössä seuraava kaava:

$$EEI = 0,85 * \eta_{osateho} + 0,15 * \eta_{nimellisteho} * BLF - A - B$$

missä

$BLF$  = Biomassaa käyttävälle kattilalle arvo on 1,45 ja fossiilisia polttoaineita käyttävälle kattilalle 1,0.

Muut selitteet ovat samat kuin kohdissa 4.4.1 ja 4.4.2.

#### 4.5 Päästöarvot

Varsinainen päästöarvojen luokkakohtainen taulukko (ks. taulukko 2) on uuden standardin luonnoksessa esillä samanlaisena, kuin voimassa olevassa SFS EN 303-05:2012-standardissa.

Taulukko 2. EN 303-5-standardin mukaiset luokkakohtaiset päästöarajat.

| Emission limits |          |                           |                                           |         |         |         |         |         |          |         |         |
|-----------------|----------|---------------------------|-------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
| Stoking         | Fuel     | Nominal heat output<br>kW | Emission limits                           |         |         |         |         |         |          |         |         |
|                 |          |                           | CO                                        |         |         | OGC     |         |         | PM(dust) |         |         |
|                 |          |                           | mg/m <sup>3</sup> at 10% O <sub>2</sub> a |         |         |         |         |         |          |         |         |
|                 |          |                           | class 3                                   | class 4 | class 5 | class 3 | class 4 | class 5 | class 3  | class 4 | class 5 |
| Manual          | Biogenic | ≤ 50                      | 5000                                      | 1200    | 700     | 150     | 50      | 30      | 150      | 75      | 60      |
|                 |          | > 50 ≤ 150                | 2500                                      |         |         | 100     |         |         | 150      |         |         |
|                 |          | > 150 ≤ 500               | 1200                                      |         |         | 100     |         |         | 150      |         |         |
|                 | Fossil   | ≤ 50                      | 5000                                      |         |         | 150     |         |         | 125      |         |         |
|                 |          | > 50 ≤ 150                | 2500                                      |         |         | 100     |         |         | 125      |         |         |
|                 |          | > 150 ≤ 500               | 1200                                      |         |         | 100     |         |         | 125      |         |         |
| Automatic       | Biogenic | ≤ 50                      | 3000                                      | 1000    | 500     | 100     | 30      | 20      | 150      | 60      | 40      |
|                 |          | > 50 ≤ 150                | 2500                                      |         |         | 80      |         |         | 150      |         |         |
|                 |          | > 150 ≤ 500               | 1200                                      |         |         | 80      |         |         | 150      |         |         |
|                 | Fossil   | ≤ 50                      | 3000                                      |         |         | 100     |         |         | 125      |         |         |
|                 |          | > 50 ≤ 150                | 2500                                      |         |         | 80      |         |         | 125      |         |         |
|                 |          | > 150 ≤ 500               | 1200                                      |         |         | 80      |         |         | 125      |         |         |

Uusi standardi esittää tilanlämmityksen kausittaisen energiatehokkuuden mukaan painotetut rajat päästöarvoille (ks. taulukko 3). Käytännössä raja-arvot vastaavat aiemman taulukon asettamia tiukimpia, luokan 5 raja-arvoja. Raja-arvot on määritetty hiilimonoksidin, orgaanisten kaasuyhdisteiden, hiukkasten ja typen oksidien päästöille. Arvot ilmoitetaan  $\text{mg}/\text{m}^3$  10% happipitoisuudessa ja samat raja-arvot koskevat kaikkia kattiloita 500 kW saakka, lukuun ottamatta ainoastaan polttoainetyypille E (puuton biomassa ja muut eloperäiset kiinteät polttoaineet) testattuja kattiloita.

Taulukko 3. EN 303-5 mukaiset tilanlämmityksen kausittaiset päästörajat.

| Polttoaineen syöttö | Polttoainetyyppi | CO<br>$\text{mg}/\text{m}^3$ | OGC<br>$\text{mg}/\text{m}^3$ | Hiukkaset<br>$\text{mg}/\text{m}^3$ | Typen oksidit<br>$\text{mg}/\text{m}^3$ |
|---------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| Käsi                | eloperäiset      | 700                          | 30                            | 60                                  | 200                                     |
| Käsi                | fossiiliset      | 700                          | 30                            | 60                                  | 350                                     |
| Automaatti          | eloperäiset      | 500                          | 20                            | 40                                  | 200                                     |
| Automaatti          | fossiiliset      | 500                          | 20                            | 40                                  | 350                                     |

Typen oksidien kohdalla mitattuihin arvoihin tehdään laskennallinen korjaus ennen kirjaamista tyyppitestin raporttiin. Polttoaineen sisältämällä tyypellä on suuri vaikutus palamisessa syntyvien typpioksidien määrään ja standardin luonnoksessa esitetyllä laskennallisella korjauksella saadaan päästöarvoista vertailukelpoiset, vaikka kattiloita olisi testattu tyyppitestissä eri polttoaineilla. Laskenta tapahtuu seuraavasti:

$$NO_x(\text{ilmoitettava arvo}) = NO_x(\text{mitattu arvo}) * 0,27 * N^{-0,511}$$

missä

$$N = \text{polttoaineen sisältämä tyyppi \%wt}$$

Kaavaa käytettäessä maksimiarvo puupolttoaineelle on  $0,3\%_{\text{wtd}}$  ja muulle biomassalle  $0,7\%_{\text{wtd}}$



#### 4.5.1 Tilanlämmityksen kausittaisten päästöarvojen laskeminen

Standardin mukaisessa päästöarvojen laskennassa kattilat jaetaan kahteen ryhmään samaan tapaan kuin energiatehokkuutta laskettaessa:

**1)**  $\leq 50$  % nimellistehosta jatkuvatoimisesti toimivat käsisyöttöiset kattilat sekä automaattisella polttoaineensyötöllä varustetut kattilat.

$$CO = 0,85 * CO_{osateho} + 0,15 * CO_{nimellisteho}$$

$$OGC = 0,85 * OGC_{osateho} + 0,15 * OGC_{nimellisteho}$$

$$Hiukkaset = 0,85 * Hiukkaset_{osateho} + 0,15 * Hiukkaset_{nimellisteho}$$

$$NO_x = 0,85 * NOx_{osateho} + 0,15 * NOx_{nimellisteho}$$

**2)** Käsisyöttöiset kattilat, joita ei voida käyttää jatkuvatoimisesti  $\leq 50$  % osateholla. Tällaisten kattiloiden kohdalla päästöt ovat samat kuin nimellisteholla tehdyissä mitauksissa. Esimerkiksi:

$$CO = CO_{nimellisteho}$$

## 4.6 Testaus

### 4.6.1 Alle 70 kW:n kattilat ja osateho

Nimellisteholtaan alle 70 kW:n automaattisella polttoaineensyötöllä varustetut kattilat, jotka eivät toimi 30 % tai sitä pienemmällä osateholla, voidaan kytkeä erilliseen vesivaraajaan testauksen ajaksi. Tällaista kattilaa osateholla testatessa mitataan varaajan luovuttamaa lämpöä, jonka on oltava 30 % tai vähemmän kattilan ilmoitetusta nimellistehosta. Varaajasta kattilaan kulkeva meno- ja paluuvesi on oltava testin aikana lämpötilaltaan vähintään 40°C. Hyötysuhdetta laskettaessa tällaisen kattilan kohdalla varaajaa ei huomioida laskuissa.

#### 4.6.2 Kattilan tiiviyn testaus

Kattilan tiiviyn testauksen osalta luonnoksessa on pieniä muutoksia edelliseen standardiin, koska kattilat on jaettu kolmeen kategoriaan sen mukaan, mistä ottavat palamiseen tarvittavan ilman. SFS EN 303-5:2012-standardissa olevassa testissä mainitaan vain savukaasujen poistokanavan sulkeminen tiiviisti, uuden standardin luonnoksessa savukaasujen poisto ja polttoaineen syöttö suljetaan molemmat tiiviisti testausta varten. Lisäksi kategorioissa 2 ja 3 myös palamisilman kanavan liitos ja savukaasujen poistokanavan liitos kuuluu testata.

#### 4.6.3 Mittaukset

Seuraavat mittaukset on lisätty standardiluonnoksessa tyyppitestiin:

- 1) Kertaluontoiset mittaukset ja määritykset:
  - a. polttoaineen ylempi lämpöarvo GCV
  - b. polttoaineen koostumus (C, H, N ja tuhka)
  
- 2) Jatkuva mittaus:
  - a. Typen oksidit
  - b. Energiankulutus valmiustilassa

#### 4.6.4 Kondenssikattiloiden testit

Kondenssikattiloille on lisätty uudet testit, joilla vahvistetaan kattilan ilmoitettu nimellisteho ja osateho lämmöntalteenoton ollessa käytössä. Syntyvästä kondenssivedestä voidaan ottaa testinäyte, jos sellaista vaaditaan. Suositus on, etteivät standardin liitteen E raja-arvot ylity (ks. taulukko 4). Kerätyn nesteen pH:n suositellaan olevan yli 5. Näytteenotto alkaa aikaisintaan, kun kattilaa on käytetty 2 tuntia nimellisteholla ja kestää vähintään 3 tuntia.

Taulukko 4. Kondenssiveden suositellut pitoisuudet.

|         | mg/l |
|---------|------|
| Lyijy   | 0,5  |
| Kadmium | 0,05 |
| Kromi   | 0,5  |
| Kupari  | 0,5  |
| Nikkeli | 0,5  |
| Sinkki  | 2    |
| Tina    | 0,5  |

Uusi testi on lisätty myös kondenssiveden poiston tukkeutumisen varalta. Testissä veden poistokanava tukitaan ja kattilaa käytetään nimellisteholla. Testataan ajaako kattila itsensä alas vai jatkaako toimintaa normaalisti. Hiilimonoksidimittausta suoritetaan koko testin ajan.

#### 4.6.5 Muita testauksen, merkintöjen ja dokumenttien muutoksia

##### Riskianalyysi

SFS EN 303-5:2012-standardissa esitettyyn EN ISO 12100 mukaisen riskianalyysin sisältöön on lisätty standardiluonnoksessa asennustilassa vallitsevan ilmanpaineen huomiointi, koska kategorian 2 ja 3 kattilat ottavat palamiseen käyttämän ilman osittain tai kokonaan rakennuksen ulkopuolelta.

##### Sähkönkulutus

Sähkönkulutusta testataan kattilan toimiessa nimellisteholla, 30% nimellistehosta sekä valmiustilassa.

##### Testiraportti

Standardin luvussa 6 esitettyyn testiraporttiin on luonnoksessa lisätty testipolttoaineen tiedot (standardin mukainen; kosteus, NCV, GCV, koostumus, ...)

## Merkinnät

Kattilaa koskevista merkinnöistä on löydyttävä SFS EN 303-5:2012 luvussa 7.2 lueteltujen tietojen lisäksi:

- 1) Kattilan käyttömuoto (jos kondenssi, palamisilma ulkoa)
- 2) Kattilakategoria (1,2,3)

## Kattilan mukana toimitettava tekniset dokumentit

Kattilan mukana toimitetaan erilaisia teknisiä dokumentteja, joista on löydyttävä jatkossa SFS EN 303-5:2012-standardissa luvuissa 8.2 ja 8.3 vaaditun sisällön lisäksi:

- 1) Savukaasukanavan koko (mm), muoto, sekä liitosten materiaali tarpeen mukaan
- 2) Ulkoa palamisilman ottavien kattiloiden kohdalla ilmakehän koko, muoto ja liitosmateriaalit
- 3) Pisin sallittu vaihtoväli tiivisteille, jotta kategorian 2 ja 3 kattiloiden kohdalla tiiviys pysyy ilmoitetun mukaisena
- 4) Huolto-ohjeet tiivisteiden vaihtoon
- 5) Varoitusteksti jos kattila ottaa palamisilmansa ulkoa
- 6) Suurin sallittu alipaine kattilan asennustilassa
- 7) Tarvittavat mittaukset ja tarkastukset turvalaitteille
- 8) Vaihto- tai huoltoväli turvalaitteille
- 9) EN ISO 17225 mukainen polttoaineen laatu
- 10) Suositteleva ammattilaisen opastuksesta laitteen käyttöön

## 4.7 Rakenteelliset vaatimukset

### 4.7.1 Kondenssikattiloiden yleiset vaatimukset

Kondenssiveden kanssa kosketuksissa olevat kattilan osat on valmistettava korroosionkestävästä materiaalista. Kondenssiveden poistojärjestelmän on oltava helposti tarkastettavissa, puhdistettavissa sekä suunniteltu siten, että kondenssivesi poistuu sen kautta mahdollisimman esteettömästi. Poistojärjestelmä ei myöskään saa päästää palamistuotteita asennustilaan. Savukaasujen pääsy asennustilaan voidaan estää

esimerkiksi vesilukolla, jonka on oltava vähintään 25 millimetrin suuruinen. Lisäksi poistojärjestelmän putkien on oltava sisähalkaisijaltaan vähintään 40 millimetriä.

Standardi sisältää listan paineen alaisissa kohteissa käyttöön soveltuvista teräksistä ja lisäksi uudessa standardiluonnoksessa on eritelty ne teräkset, jotka soveltuvat käytettäväksi kondenssikattiloissa. Kondensoitumista näissä kattiloissa saa tapahtua vain siihen tarkoitetuissa paikoissa, eikä se saa heikentää kattilan toimintaa tai käytön turvallisuutta.

#### 4.7.2 Eristeet

Eristeiden tulee säilyttää muotonsa ja ominaisuutensa normaaleissa käyttöolosuhteissa ja ikääntyessään, eikä niistä saa irrota haitallisia aineita. Pääasiassa eristeet on valmistettava palamattomista materiaaleista standardin 13501-1 mukaisesti, mutta joitain poikkeuksia tähän löytyy uudesta standardiluonnoksesta. Materiaaleja, jotka eivät ole palamattomia, saa standardin mukaan käyttää alle 100°C pintalämpötilaan olevien vesijäähdytteisten osien eristeinä. Riskianalyysillä täytyy kuitenkin tässä tapauksessa todentaa, ettei vaarallisen tilanteen synty materiaalin käyttökohteessa ole mahdollista. Palamisarkojen materiaalien minimi etäisyys savukaasujen kanssa kosketuksissa olevista pinnoista on 100 millimetriä. Materiaaleja, jotka eivät ole palonkestäviä voidaan käyttää vesijäähdytetyillä pinnoilla seuraavin standardissa esitetyin ehdoin:

- 1) materiaalin ollessa lämmönkestävä 120°C asti ja päällystetty vähintään 0,5mm paksuisella jäykällä palamattomalla materiaalilla
- 2) päällyste voi olla syttyvää materiaalia, mikäli sen pintalämpötila ei kattilan toimiessa nimellisteholla ylitä huonelämpötilaa yli 20 K
- 3) veden lämpötilansäätimen maksimi on 85°C ja turvalaitteen 100°C
- 4) kattila toiminta veden puuttuessa on estetty
- 5) sähkölaitteet eivät voi aiheuttaa palovaaraa

#### 4.7.3 Ulkoa palamisilman ottavat kattilat

Ulkoa palamisilman ottavat kattilat (kategoria 2 ja 3) asennetaan käyttäen tiiviitä, hyväksytyjä palamisilmalle ja savukaasujen poistolle tarkoitettuja putkia. Molemmissa kategorioissa on puhaltimien avulla varmistettava palamisilman ja savukaasujen oikeansuuntainen kulku kattilalaitteiston läpi. Kategorian 2 kattiloista on löydyttävä savukaasujen puolelta puhallin sekä järjestelmä, joka sammuttaa kattilan turvallisesti, jos palotilaan ei saada aikaiseksi riittävää alipainetta. Kategorian 3 kattiloissa puhallin voidaan asentaa savukaasujen puolelle, palamisilman puolelle tai molemmin puolin.

#### 4.7.4 Vuodot kattilajärjestelmässä

Ulkoa palamisilman ottavat kattilat eivät saa päästää asennustilaan vaarallisia määriä palamistuotteita. Turvallisuuden takaamiseksi kattiloille on asetettu suurimmat sallitut vuotomäärät. Mittaukset tehdään kattilajärjestelmälle sisältäen kattilan lisäksi liitokset polttoaineensyötölle, palamisilmalle ja savukaasujen poistolle. Vaarallisia määriä palamistuotteita ei saisi päästä kattilan asennustilaan myöskään kattilaa normaalisti operoitaessa, kuten polttoainetta syötettäessä. Kattilan liitokset, joita joudutaan avaamaan esimerkiksi huoltotöiden vuoksi, on toteutettava tiiviillä rakenteellisilla ratkaisuilla, joissa ei saa käyttää tiivisteinä teippejä, tahnoja tai nesteitä.

Kattilakategorioille 2 ja 3 on kummallekin määritetty omat raja-arvot sallitulle vuotomäärälle. Kategorian 2 kattiloiden vuotomäärä ei saa ylittää 2 m<sup>3</sup> tunnissa paine-eron ympäröivään tilaan ollessa 10 Pa. Kategorian 3 kattilat on jaettu kahteen ryhmään, sen mukaan vallitseeko palotilassa negatiivinen vai positiivinen paine. Paineen ollessa negatiivinen kattilan palotilassa, ei vuoto saa ylittää 3 m<sup>3</sup> tunnissa testissä käytettävän paineen ollessa 50 Pa. Paineen ollessa positiivinen kattilan tulipesässä, ei vuoto saa ylittää 0,6 m<sup>3</sup> tunnissa testauksessa käytettävän paineen ollessa 50 Pa + tulipesän ja ympäristön välinen paine-ero.

## 5 Johtopäätökset

Työn tavoite oli selvittää millaisia muutoksia uudelta valmisteilla olevalta EN 303-5-standardilta on odotettavissa. Lausuntokierroksella käynyttä ja viimeistä standardiluonnosta tarkastellessa löytyi useita muutoksia voimassa olevaan SFS EN 303-5:2012-standardiin.

Uuden standardin luonnoksessa standardin kattamien kattilatyyppeiden määrä oli lisääntynyt, kattaen jatkossa myös kondenssikattilat sekä palamiseen tarvittavan ilman ulkoilmasta ottavat  $\leq 100$  kW:n tehoiset kattilat. Useat muut muutokset liittyivät näiden kattilatyyppeiden lisäämiseen osaksi standardia. Rakenteellisia asioita, materiaaleja, turvallisuutta, testausta ja merkintöjä käsittelevissä osioissa oli kussakin useita uusiin kattilatyyppeihin liittyviä muutoksia ja joitakin vain uusille kattilatyypeille tarkoitettuja testejä, esimerkiksi kondenssiveden poiston testaus, kondenssiveden pitoisuuksien määrittäminen ja kattilan toiminnan testaus lämmöntalteenoton ollessa käytössä. Muutokset tarkoittavat testaajalle jonkin verran uusia testejä ja tarkastettavia asioita SFS EN 303-5:2012-standardin mukaiseen testaukseen verrattuna, varsinkin jos testattava kattila on toinen uusista standardiin lisätyistä kattilatyypeistä. Ulkoa palamisilman ottaville kattiloille on myös järjestettävä palamisilmaa varten ulkoilmaan johtava kanava testilaitteiston yhteyteen.

Toinen merkittävä muutos liittyi kattiloiden energiatehokkuuteen ja päästöihin, joiden laskennassa poiketaan selvästi aiemmasta standardista. Laskuissa tarvitaan jatkossa myös polttoaineiden ylempää lämpöarvoa, joka huomioi polttoaineen palaessa syntyvän vesihöyryn sisältämän lämpöenergian. Kondenssikattilat on varustettu lauhduttimella, joka kykenee ottamaan savukaasuista vesihöyryjen sisältämän lämpöenergian talteen ja näin parantamaan kattilan hyötysuhdetta. Standardiluonnos esitteli myös käsitteet tilanlämmityksen kausittainen energiatehokkuus ja tilanlämmityksen kausittaiset päästöarvot. Molemmissa on huomioitu se, että kattiloita ei käytetä jatkuvasti täydellä teholla, vaan huomattavasti myös osateholla, jolloin kattila ei toimi yhtä tehokkaasti ja puhtaasti kuin täydellä teholla toimiessaan. Standardiluonnoksessa esitetyt tilanlämmityksen kausittaiset päästörajat vastaavat voimassa olevan SFS EN 303-5:2012-standardin asettamia tiukimpia raja-arvoja hiilimonoksidin, orgaanisten kaasuyhdisteiden ja hiukkasten osalta. Lisäksi raja-arvo asetetaan myös

typen oksidien päästöille. Koska osateholla saaduille päästöarvoille on annettu laskennassa merkittävä painoarvo, antaa tulos todennäköisesti paremmin todellisuutta vastaavan kuvan kattilan normaalissa käytössä tuottamista päästöistä.

SFS EN 303-5:2012-standardin mukaan kattiloiden on käytännössä pitänyt alittaa asetetut päästörajat ja saavuttaa vaadittu hyötysuhde vain täydellä teholla toimiessaan. Uuden standardiluonnoksen esittämän painotuksen vuoksi osateholla toimimisen merkitys kasvaa huomattavasti. Jatkossa kattilat on saatava toimimaan entistä paremmin ja puhtaammin myös osateholla täyttääkseen standardin asettamat tiukentuneet vaatimukset.

## 6 Pohdinta

Huoli ilmaston lämpenemisestä, alueellisesta ilmanlaadusta ja tiukempi suhtautuminen päästöihin yhteiskunnan eri osa-alueilla näkyy uuden standardin luonnoksessa. Teollisuus, maatalous, liikenne ja erilaiset kotitalouksien tulisijat ovat esimerkkejä kriittisen tarkastelun kohteena olevista päästölähteistä. Lämmityskattilat eivät ole tässä poikkeus, vaan uuden standardin myötä niiden osalta suuntaus on sama, päästöjä halutaan vähentää ja energiatehokkuutta parantaa.

Mitä lähempänä täyttä tehoa kattilaa voidaan käyttää, sen paremmin se toimii, tuottaen samalla vähemmän ei-toivottuja päästöjä ympäristöön. Kattilan täytyisi pystyä tuottamaan riittävästi lämpöä suurimman lämmitystarpeen aikana, mutta ei kuitenkaan olla kooltaan käyttökohteeseen kohtuuttomasti ylimitoitettu, jolloin muina aikoina, kun lämmön tarve on pienempi, sitä jouduttaisiin käyttämään pääasiassa pienellä osateholla. Kausittainen lämmitystarpeen suuri vaihtelu aiheuttaa kattilan mitoitukselle haasteita. Lämpötilat voivat Suomen olosuhteissa vaihdella vuoden mittaan yli  $-30^{\circ}\text{C}$  pakkasen ja yli  $+30^{\circ}\text{C}$  helteiden välillä, mikä aiheuttaa valtavan piikin lämmitystehon tarpeeseen talviaikaan, kesällä tarpeen ollessa pieni. Keski-Euroopan suunnalla vaihtelu on monin paikoin pienempää, mutta myös siellä kovimmat pakkaset voivat kivuta ajoittain suomalaisittain tuttuihin lukemiin. Vesivaraajan avulla kattilan käyttöastetta täydellä teholla voidaan kasvattaa, kun tuotettua lämpöenergiaa



saadaan varastoitua väliaikaisesti myöhempää käyttöä varten. Varaajan avulla saadaan lisää pelivaraa kattilan käyttöön ja mitoitukseen, mikä on käyttäjälle monella tapaa eduksi. Varaaja tuo lisäkustannuksia kattilan hinnan lisäksi, mutta oikein mitoitettuna sen tuomat hyödyt ovat varmastikin lisäkustannusten arvioiset. Vaihteleva lämmityksen tarve ei muodosta helppoa yhtälöä kattilalle ratkaistavaksi, kun päästöt halutaan samalla pitää kurissa. Sopiva varaaja vähentää osateholla toimimisen tarvetta tai pidentää käyttövälejä, mikä on hyödyksi myös ympäristölle. Varaaja vaikuttaa olevan olennainen osa toimivaa lämmitysjärjestelmää, joten huomiota olisi varmasti hyvä kiinnittää erityisesti sen valintaan ja mitoitukseen kattilan hankinnan yhteydessä.

SFS EN 303-5:2012-standardin mukaisissa testeissä kattiloiden oli läpäistävä asetetut päästö- ja energiatehokkuusvaatimukset ilmoitetulla täydellä teholla toimiessaan.

Kattiloita käytetään kuitenkin käytännössä paljon myös osateholla, mihin standardin laatijat ovat selvästi halunneet kiinnittää huomiota ja muuttaa testauksen vaatimuksia vastaamaan paremmin laitteiden todellista käyttöä. Vahva painotus osateholla tehdyissä mittauksissa saatuihin tuloksiin saattaa aiheuttaa haasteita kattiloille, varsinkin jos vanhan laskutavan mukaan tehtyjen mittausten läpäiseminen on ollut työllästä. Suuremmilla valmistajilla lienee helpompaa sopeutua luonnoksessa esitettyihin muutoksiin, etenkin jos uusien vaatimusten läpäiseminen vaatii kattilamalliston suunnittelussa paljon muutoksia tai kehitystyötä.

Standardin laatimisprosessi oli työn tekemisen hetkellä vielä kesken, eikä julkaisun ajankohdasta ollut tarkkaa tietoa. Työssä tarkasteltu ensimmäinen luonnos oli tehty loppuvuodesta 2017 ja vuoden 2018 loppupuolella käsiteltiin siitä lausuntokierroksella saatuja kommentteja. Lopullinen äänestykseen menevä versio standardista oli laadittu joulukuussa 2018. Standardin lopullisen version hyväksymisestä äänestettävien jäsenmaiden kesken vuoden 2019 aikana. Keskimäärin standardin laatimiseen käytetään yli 2 vuotta aikaa. Jos standardi hyväksytään lopullisessa äänestyksessä, tulee se voimaan EU:n virallisessa lehdessä julkaisemisen jälkeen (Oravainen 2018).

Työtä tehdessä suurimman osan ajasta tarkasteltavana oli jäsenmaihiin lausuntokierrokselle lähetetty versio uuden standardin luonnoksesta. Viimeisin, lopulliseen äänestykseen menevä luonnos oli tarkasteltavana aivan työn loppuvaiheessa ja se sisälsi edeltävään luonnokseen verrattuna joitain pieniä muutoksia ja tarkennuksia,

jotka oli päivitettävä myös opinnäytetyöhön. Mikäli standardiehdotus hyväksytään äänestyksessä, tulee työssä esiteltyt muutokset sellaisenaan uuteen standardiin, kun se aikanaan virallisesti julkaistaan. Työn tuloksia voidaan siten pitää varsin luotettavina. Tarkasteltavista vieraskielisistä, alakohtaista sanastoa sisältävistä dokumenteista johtuen pieni käännös- tai tulkintavirheiden mahdollisuus on toki aina olemassa.

Opinnäytetyön aihe oli tutkinto-ohjelmassa hieman poikkeava, sillä työ sisälsi paljon käsitteitä ja teknistä tietoa, jota ei Agrologin koulutuksessa käsitellä tai mikä ei koulutusohjelmaan läheisesti liity. Sain ymmärrystä ja tietoa kerrytettyä perinteisen kirjallisen aiheeseen perehtymisen ja asiantuntijoiden kanssa keskustelun lisäksi myös erikoistumisharjoittelussa, jossa pääsin tutustumaan lämpölaitoksen toimintaan ja lämmön tuotantoon tarkemmin. Aihe osoittautui suhteellisen haastavaksi, mutta se osaltaan teki työn tekemisestä erittäin kiinnostavaa. Työn suurin anti tekijälleen oli ehdottomasti kaikki sen tekemisen aikana tapahtunut oppiminen ja tiedon kertyminen niin työn tekemisestä kuin myös uudesta, kiinnostavasta aiheesta. Työtä tehdessä kasvoi kiinnostus aihetta kohtaan ja halu ymmärtää standardissakin käsiteltyjä asioita syvällisemmin. Samalla huomasi myös sen, kuinka kokemus, aihepiirin laajempi tuntemus ja osaaminen olisivat voineet auttaa saamaan aiheesta vielä huomattavasti enemmän irti. Työn suunnittelu ja toteutus olisi myös sujunut järkevämmiin ja hallitummisiin, jos olisi tiennyt työn tekemisestä ja aiheeseen liittyvistä asioista sen, mitä työn loppua kohden ehti oppimaan. Lähitulevaisuudessa on mielenkiintoista nähdä, miten kattilat kehittyvät ja yleistyvätkö esimerkiksi standardiin lisätyt lämmöntalteenotolla varustetut kattilat myös pienessä kokoluokassa.

## Lähteet

- A 1065/2017. Valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista. Viitattu 5.8.2018.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171065>.
- A 750/2013. Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Viitattu 6.8.2018.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130750?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=750%2F2013>.
- Alailmakehän otsonia muodostavat päästöt vähenevät. 2015. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Julkaisija Suomen Ympäristökeskus. Viitattu 3.1.2019.  
[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Ympariston\\_tilan\\_indikaattorit/Ilman\\_epapuhtaudet/Alailmakehan\\_otsonia\\_muodostavat\\_paastot\(28646\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Ilman_epapuhtaudet/Alailmakehan_otsonia_muodostavat_paastot(28646)).
- Alakangas, E., Erkkilä, A. & Oravainen, H. 2008. Tehokas ja ympäristöä säästävä tulisijalämmitys. VTT:n julkaisu. Jyväskylä. 2008. Viitattu 28.12.2018.  
<https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT-R-10553-08.pdf>.
- Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT:n julkaisu. Viitattu 10.9.2018. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>.
- Avain standardien maailmaan. 2018. Suomen standardisoimisliiton julkaisu. Viitattu 11.1.2019. [https://www.sfs.fi/files/83/kk1\\_avain\\_standardien\\_maailmaan\\_web.pdf](https://www.sfs.fi/files/83/kk1_avain_standardien_maailmaan_web.pdf).
- Behnke, A. & Kemper, B.- M. 2018. Heizen mit Holz. Ohje oikeaoppiseen ja puhtaaseen puulla lämmittämiseen. Saksan ympäristöviraston verkkosivuillaan julkaisema ohje. Julkaistu 11.2018. Viitattu 13.1.2018.  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/heizen\\_mit\\_holz\\_2018\\_web.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/heizen_mit_holz_2018_web.pdf).
- CE-merkintä. N.d. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston verkkosivut. Viitattu 6.1.2019.  
<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>.
- CEN/TC 57/WG 1. 2018. Luonnos valmisteilla olevasta uudesta EN 303-5 standardista. Viitattu 8.2.2019.
- D 2015/2193. Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi tiettyjen keskisuurista polttolaitoksista ilmaan joutuvien epäpuhtauspäästöjen rajoittamisesta. Viitattu 6.8.2018. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32015L2193>.
- Ekosuunnittelu. N.d. Energiaviraston virallinen sivusto ekosuunnittelu- ja energiamerkintävaatimukseen liittyvistä säädöksistä tiedottamiseen. Viitattu 1.9.2018.  
<https://ekosuunnittelu.info/vaatimus/kiintean-polttoaineen-tulisijat/>.
- Fröling. N.d. Lämmöntalteenottolaitteistoja Itävaltalaisen kattilanvalmistajan verkkosivuilla. Viitattu 10.10.2018.

[https://www.froeling.com/fileadmin/content/foerderung/Flyer\\_Brennwertw%C3%A4rmetauscher\\_DE\\_2015\\_MAIL.pdf](https://www.froeling.com/fileadmin/content/foerderung/Flyer_Brennwertw%C3%A4rmetauscher_DE_2015_MAIL.pdf).

Hartmann, H. & Turowski, P. 2010. Feinstaubemissionen aus Holzheizungen. Baijerin osavaltion metsätalousinstituutin julkaisu. Julkaistu verkkolehdeissä LWF aktuell 74/2010. Viitattu 19.1.2019.

<https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/forsttechnik/dateien/a74-feinstaubemissionen-aus-holzheizungen.pdf>.

Hiilimonoksidi. 2015. Ohjeita onnettomuuden vaaraa aiheuttavista aineista Työterveyslaitoksen verkkosivuilla. Päivitetty 10.12.2015. Viitattu 4.1.2019.

<http://www.ttl.fi/ova/hiilmono.html>.

Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P. & Pakkanen, H. 2004. Höyrykattilatekniikka. Edita. Helsinki. 2004.

Huttunen, J. 2012. Hengitysilman pienhiukkaset – savusta ja saasteista sairautta. Kolumni Duodecim terveyskirjasto verkkosivulla. Julkaistu 15.3.2012. Viitattu 3.1.2019.

[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=kol00207](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=kol00207).

Jalovaara, J., Aho, J., Hietämäki, E. & Hyytiä, H. 2003. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) 5-50 MW polttolaitoksissa Suomessa. Suomen ympäristökeskuksen julkaisu. Helsinki. 2003. Viitattu 10.9.2018.

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40560/SY\\_649.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40560/SY_649.pdf?sequence=1).

Kattilantestauslaboratorio. N.d. Jyväskylän ammattikorkeakoulun verkkosivut. Viitattu 13.12.2018. <https://www.jamk.fi/fi/Palvelut/Testaus-ja-analysointi/Kattilantestauslaboratorio/>.

Oravainen, H. 2018. Sähköpostikeskustelut standardiluonnoksesta.

Otsoni. N.d. Ilmatieteenlaitoksen verkkosivut. Viitattu 4.1.2019.

<https://ilmatieteenlaitos.fi/otsoni>.

Pientalojen polttopuun käyttö 2016/2017. 2018. Tilastotietoa Luonnonvarakeskuksen verkkosivuilla. Julkaistu 19.6.2018. Viitattu 9.1.2019. [https://stat.luke.fi/pientalojen-polttopuun-k%C3%A4ytt%C3%B6-20162017\\_fi](https://stat.luke.fi/pientalojen-polttopuun-k%C3%A4ytt%C3%B6-20162017_fi).

SFS-EN 303-5:2012. Heating boilers. Part 5: Heating boilers for solid fuels, manually and automatically stoked, nominal heat output of up to 500 kw. Terminology, requirements, testing and marking. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 13.8.2012. Viitattu 10.8.2018.

Standardi tutuksi. N.d. Suomen Standardisoimisliitto SFS verkkosivut. Viitattu 20.3.2018. [https://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/standardi\\_tutuksi/sfs\\_en\\_iso](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/sfs_en_iso).

Standardointi Euroopassa. N.d. EU:n virallinen verkkosivusto. Tarkistettu 15.3.2018. Viitattu 20.3.2018.

[https://europa.eu/youreurope/business/product/standardisation-in-europe/index\\_fi.htm](https://europa.eu/youreurope/business/product/standardisation-in-europe/index_fi.htm).

Standards. 2019. Kansainvälisen standardointijärjestö ISO:n verkkosivut. Viitattu 3.1.2019. <https://www.iso.org/standards.html>.

Tuomi, S. 2013. Selvitys rakennusten biokattilalämmittäjien energiatehokkuusneuvonnan toteuttamiseksi ja neuvonnan vaikutusten arvioimiseksi. Motivan julkaisu. Viitattu 7.2.2019.  
[https://www.motiva.fi/files/9249/Selvitys\\_rakennusten\\_biokattilalammittajien\\_energiatehokkuusneuvonnan\\_toteuttamiseksi\\_ja\\_neuvonnan\\_vaikutusten\\_arvioimiseksi.pdf](https://www.motiva.fi/files/9249/Selvitys_rakennusten_biokattilalammittajien_energiatehokkuusneuvonnan_toteuttamiseksi_ja_neuvonnan_vaikutusten_arvioimiseksi.pdf)

Tuotteiden ekologinen suunnittelu eli ecodesign. N.d. Työ- ja elinkeinoministeriön verkkosivut. Viitattu 1.9.2018. <https://tem.fi/tuotteiden-ekologinen-suunnittelu-eli-ecodesign>.

Through History with Standards. N.d. Yhdysvaltojen standardointijärjestö ANSI:n verkkosivut. Viitattu 13.12.2018.  
[https://www.ansi.org/consumer\\_affairs/history\\_standards](https://www.ansi.org/consumer_affairs/history_standards).

Typpidioksidi. N.d. Ilmatieteenlaitoksen verkkosivut. Viitattu 3.1.2019.  
<https://ilmatieteenlaitos.fi/typpidioksidi>.