

**Pienkattiloiden
testausmenetelmät
ja päästövaatimukset
Euroopassa**

Motivan julkaisu B 4 / 2000

**Pienkattiloiden testausmenetelmät ja päästövaatimukset Euroopassa
loppuraportti**

Heikki Oravainen, VTT Energia, Jyväskylä

Copyright Motiva, Helsinki 2000

Julkaisusarjan ulkoasu ja taitto: Meridian X ja Jenni Turunen, Motiva

Esipuhe

Motiva tilasi VTT Energialta tutkimuksen pienkattiloiden testausmenetelmistä ja päästövaatimuksista Euroopassa. Raportti kuvaa CEN:n¹⁾ hyväksymän uuden pienkattiloita koskevan yleiseurooppalaisen standardin EN 303-5, sekä Suomen lisäksi kotimaiselle pienkattilateollisuudelle potentiaalisimpien vientimaiden vaatimukset biopolttoaineella toimiville pienkattiloille. Tutkimuksen tarkoitus on tukea puuenergian pienkäytön edistämistä ja se korostaa puuenergiapienkattiloiden hyötysuhteen ja päästövaatimusten merkitystä niin kotimaan markkinoilla, kuin muualla Euroopassa.

Motiva toivoo tämän tutkimuksen edistävän myöskin virallisen, standardien mukaisen, testauslaboratorion perustamista Suomeen helpottamaan pienkattilan ostajaa valinnassaan ja tukemaan bioenergiakattiloiden vientiä Eurooppaan.

Tutkimuksen on tehnyt VTT Energiassa Jyväskylässä erikoistutkija Heikki Oravainen.

Helsingissä 26.5.2000

Juha Rautanen

¹⁾ CEN - (Comité Européen de Normalisation/European Committee for Standardization) - eurooppalainen, kaikki muut paitsi sähkö- ja telealan kattava standardisoimisjärjestö

Sisällysluettelo

| | |
|--|----|
| Esipuhe | 3 |
| 1 Tehtävän sisältö | 5 |
| 2 Testausmenetelmät ja päästörajat eri maissa | 6 |
| 2.1 Suomi | 6 |
| 2.2 Belgia | 6 |
| 2.3 Espanja | 6 |
| 2.4 Hollanti | 6 |
| 2.5 Irlanti | 7 |
| 2.6 Iso-Britannia | 7 |
| 2.7 Italia | 7 |
| 2.8 Itävalta | 7 |
| 2.9 Latvia | 8 |
| 2.10 Liettua | 8 |
| 2.11 Portugali | 8 |
| 2.12 Ranska | 8 |
| 2.13 Ruotsi | 8 |
| 2.14 Saksa | 9 |
| 2.15 Sveitsi | 9 |
| 2.16 Tanska | 10 |
| 2.17 Viro | 10 |
| 3 EN 303-5 standardi | 11 |

1 Tehtävän sisältö

Raportissa kuvaillaan lyhyesti suomalaiselle pienkattilateollisuudelle potentiaalisimpien vientimaiden vaatimukset biopolttoaineella toimiville pienkattiloille (< 300 kW). Selvityksessä on käyty läpi kunkin maan hyötysuhde- ja päästövaatimukset ja kuvattu lyhyesti käytettävä testausmenetelmä. Käsiteltävät maat ovat Belgia, Espanja, Hollanti, Irlanti, Iso-Britannia, Italia, Itävalta, Latvia, Liettua, Portugali, Ranska, Ruotsi, Saksa, Suomi, Sveitsi, Tanska ja Viro. Lisäksi kuvataan millainen tulee olemaan koko EU:ta koskeva uusi kiinteiden polttoaineiden pienkattilastandardi.

2 Testausmenetelmät ja päästörajat eri maissa

2.1 Suomi

Suomessa kehitettiin 1980-luvun alkupuolella pienkattiloille testausstandardi SFS 4800. Standardissa määritellään testauslaitteisto, kattilan kytkentä laitteistoon, testauksen kulku ja polttoainevaihtoehdot sekä tulosten ilmoittaminen. Standardia voidaan käyttää soveltuvin osin, jos se poikkeaa kattilan käyttöohjeista.

Lämmityskokeissa mitataan ns. palamishyötysuhde ja kattilahiötysuhde. Palamishyötysuhteella tarkoitetaan standardissa suuretta 100 % - savukaasujen mukana hukkaan mennyt energia. Häviö syntyy savukaasun lämmöstä ja savukaasun sisältämän palamiskelpoisen kaasun energiasta. Kattilahiötysuhde ilmoittaa kuinka monta prosenttia polttoaineen energiasta saadaan siirrettyä varaajaan. Siinä on mukana siten myös kattilan eristyshäviöt ja tuhkahäviö. Käytännössä hiötysuhdetta heikentävät lisäksi varaajan ja putkiston eristyshäviöt. Osa näistä saadaan hyödyksi, jos laitteet sijaitsevat lämmitettävän rakennuksen sisällä.

Testauksessa suoritetaan varaavan lämmityksen koe sekä tarvittaessa tutkitaan toimeksiantajan toivomuksesta soveltuvuus ns. suoraan lämmitykseen suorittamalla kattilalle tätä lämmitystapaa simuloiva koe vähintään seuraavilla osatehoilla:

- jatkuvan käynnin koe 1/1 -teholla
- jatkuvan käynnin koe 1/2 -teholla
- jatkuvan käynnin koe 1/5 -teholla
- tyhjäkäyntikoe

Savukaasuista mitataan CO₂-pitoisuus sekä savukaasun lämpötila. Näitä suureita käytetään hiötysuhteen laskennassa. Polttoaineen kulutus määritetään punnitsemalla ja hiötysuhde lasketaan suoralla menetelmällä.

Päästöille ei Suomessa ole mitään yleisiä määräyksiä pienkattiloille. Ainoastaan paikallisviranomaisille tehtyjen naapurivalitusten perusteella voidaan puun poltto pienkattiloissa kieltää. 1980-luvun alussa kehitetyn standardin tarkoituksena oli lähinnä testata kattiloiden todellinen teho ja hiötysuhde.

Suomi tulee ottamaan käyttöön uuden EN 303-5 standardin testausmenetelmänä. Suunnitelmista yleisiksi päästörajoiksi ei ole ollut julkisuudessa mitään tietoja.

2.2 Belgia

Belgiassa ei ole omaa testausstandardia eikä päästörajoja pienille puukattiloille.

2.3 Espanja

Espanjassa ei ole omaa testausstandardia eikä päästörajoja pienille puukattiloille.

2.4 Hollanti

Hollannissa ei ole omaa testausstandardia eikä päästörajoja pienille puukattiloille.

2.5 Irlanti

Irlannissa ei ole omaa testausstandardia eikä päästörajoja pienille puukattiloille.

2.6 Iso-Britannia

Iso-Britanniassa ei ole omaa testausstandardia eikä päästörajoja pienille puukattiloille. Ilmansuojelulaki asettaa rajoituksia hiukkaspäästöille varsinkin tiheään asutuilla alueilla (smoke control areas). Iso-Britanniassa on oma poikkeamavaatimus uudessa EN 303-5 standardissa johtuen heidän omista tiukemmista hiukkaspäästörajoistaan.

2.7 Italia

Italiassa ei ole omaa testausstandardia eikä päästörajoja pienille puukattiloille.

2.8 Itävalta

Itävallassa puukattilatestaukset tehdään uuden yleiseurooppalaisen EN 303-5 (*Heating boilers for solid fuels, hand and automatically stoked, nominal heat output of up to 300 kW*) mukaisesti. Tämä standardi valmisteltiin itävaltalaisien johdosta, josta johtuu, että se on otettu niin nopeasti käyttöön Itävallassa.

Vaikka Itävallassa puukattiloiden testaus tehdäänkin EN 303-5 -standardin mukaisesti, Itävalta on asettanut standardista poikkeavia määräyksiä hyötysuhteelle ja päästöille. Nämä maakohtaiset poikkeamat ovat mahdollisia niin kauan kuin standardin määräykset eivät ole missään EU-direktiivissä mukana.

Itävallassa voimassa olevat vaatimukset puupolttolaitteille nimellisteholla on esitetty seuraavassa taulukossa 1 (laki art. 15a B-VG).

Taulukko 1. Itävallan päästörajat puuta käyttäville pienkattiloille.

| Laitetyyppi | Päästöraja (mg/MJ) | | | |
|----------------------|--------------------------------|-----------------|-----|-----------|
| | CO | NO _x | OGC | Hiukkaset |
| Käsisyöttöiset | 1100 | 150 | 80 | 60 |
| Automaattisyöttöiset | 500 750 (30 %:n osateholla) | 150 | 40 | 60 |

Itävallassa ilmaistaan päästöt yksikössä mg/MJ, joka tarkoittaa mg kattilaan syötettyä energiayksikköä kohden. Tätä ei pysty suoraan muuntamaan pitoisuusyksiköksi mg/nm³, koska tarvittaisiin tietoja prosessiolosuhteista. CO-päästö 1100 mg/MJ on likimain 1700 mg/nm³ tai 1400 ppm laskettuna 13 % O₂-pitoisuudessa. NO_x-pitoisuus on vastaavasti noin 230 mg/nm³ tai 110 ppm ja hiilivetypitoisuus (OGC) 120 mg/nm³.

Myös hyötysuhdevaatimus eroaa EN 303-5 standardissa annettusta. Itävallan hyötysuhdevaatimus on annettu taulukossa 2.

Taulukko 2. Itävallan hyötysuhdevaatimus puuta käyttäville pienkattiloille.

| Laitetyyppi | Teho kW | Hyötysuhdevaatimus % |
|----------------------|------------|-------------------------------------|
| käsisyöttöinen | < 10 | 73 |
| | 10 - 200 | $65,3 + 7,7 \log Q_n$ (= 73 - 83 %) |
| | > 200 | 83 |
| automaattisyöttöiset | < 10 | 76 |
| | 10 - 200 | $68,3 + 7,7 \log Q_n$ (= 76 - 86 %) |
| | > 200 | 86 |

2.9 Latvia

Latviassa ei ole omaa testausstandardia eikä päästörajoja pienille puukattiloille.

2.10 Liettua

Liettuaassa ei ole omaa testausstandardia eikä päästörajoja pienille puukattiloille.

2.11 Portugali

Portugalissa ei ole omaa testausstandardia eikä päästörajoja pienille puukattiloille.

2.12 Ranska

Ranskassa ei ole yleisiä vaatimuksia < 2 MW bioenergiakattiloille. Pienkattiloita testataan DIN 4702:n mukaisesti.

2.13 Ruotsi

Ruotsissa on käytössä oma menetelmä puukattiloiden testaamiseen. Menetelmän on kehittänyt SP - Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. Menetelmä on SP-metod 1419, Vedpannor: Miljö- och effektivitetsprov.

Testausmenetelmä vastaa kattilan käyttöä varaajaan kytkettynä. Kokeen aikana poltetaan n. 400 MJ vastaava määrä puuta. Polttoaineen kosteus on oltava $18 \% \pm 3 \%$. Polttoaineena käytetään koivuklapia. Kattila esilämmitetään 3 - 4 kg polttoainepanoksella. Varsinainen polttoainepanos lisätään muodostuneen hiilloksen päälle. Savukaasujen näytteenotto alkaa 5 minuutin päästä puiden lisäyksestä. Toinen polttoainepanos lisätään kun savukaasun CO₂-pitoisuus on laskenut 4 %:iin. Kun toinen polttoainepanos on palanut niin pitkälle, että savukaasun CO₂-pitoisuus on jälleen laskenut 4 %:iin, mittaukset lopetetaan.

Palamisen hyvyttä mitataan savukaasujen orgaanisesti sitoutuneen hiilipitoisuuden (OGC) perusteella. Päästöraja on 150 mg OGC/nm³ 10 % O₂-pitoisuuteen laskettuna. Aikaisemmin Ruotsissa mitattiin ns. tervapitoisuutta, jonka päästöraja puukattiloille oli 30 mg/MJ. Suoritettujen vertailujen mukaan nykyinen päästöraja on hieman tiukempi kuin entinen tervapitoisuusraja.

2.14 Saksa

Saksassa puukattiloiden testaamiseen käytettävä standardi on DIN 4702. Se on periaatteeltaan samanlainen kuin uusi EN-normi. Saksassa voimassa olevat päästörajat on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Saksassa voimassa olevat päästörajat puhtaan puun poltossa.

| Teho (kW) | Peruste | Päästö lasketaan happipitoisuudelle (%) | Päästöraja | | | |
|---------------|-----------|---|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | CO mg/m ³ | Hiukkaset mg/m ³ | OGC mg/m ³ | NOx mg/m ³ |
| 15 - 50 | 1.BlmSchV | 13 | 4000 | 150 | - | - |
| 50 - 150 | 1.BlmSchV | 13 | 2000 | 150 | - | - |
| 150 - 500 | 1.BlmSchV | 13 | 1000 | 150 | - | - |
| 500 - 1000 | 1.BlmSchV | 13 | 500 | 150 | - | - |
| 1000 - 5000 | TA Luft | 11 | 250 | 150 | 50 | 500 |
| 5000 - 50 000 | TA Luft | 11 | 250 | 50 | 50 | 500 |

Päästöt lasketaan O₂-pitoisuuteen 13 tai 11 %, joka poikkeaa EN 303-5 standardista, jossa se on 10 %.

2.15 Sveitsi

Sveitsissä on ollut voimassa vapaaehtoinen tyyppihyväksyntätästä kattiloille vuodesta 1994 lähtien. Vuodesta 1997 lähtien tyyppihyväksytyille kattiloille on voinut saada VHe merkinnän. VHe tarkoittaa Schweizerische Vereinigung für Holzenergie.

Sveitsissä päästörajat on määritelty laissa (*Swiss Ordinance on Air Pollution Control of 1985-12-16*). Päästoarvot on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Sveitsin päästörajat puukattiloille.

| Kattilan teho | 20 kW - 70 kW | > 70 kW - 200 kW | > 200 kW - 500 kW | > 500 kW - 1 MW | > 1 MW - 5 MW | > 5 MW |
|---|------------------|---------------------|----------------------|--------------------|------------------|--------|
| Päästö lasketaan happipitoisuudelle (%) | 13 | 13 | 13 | 13 | 11 | 11 |
| Hiukkaset (mg/m ³) | - | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| CO (mg/m ³) | 4 000 | 2 000 | 1 000 | 500 | 250 | 250 |
| CO (%) | 0,32 | 0,16 | 0,08 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| OGC (mg C/m ³) | - | - | - | - | 50 | 50 |

Käytännössä tämä tarkoittaa, että EN 303-5 standardin mukaan testatuista kattiloista ainoastaan paras luokka on hyväksyttävissä Sveitsissä.

2.16 Tanska

Tanskassa on voimassa valtion investointiavustusjärjestelmä, jossa voidaan antaa tukea biopolttoainekattilan investointiin. Tuen määrä riippuu kattilan hyötysuhteesta ja päästöistä ja sitä voidaan antaa vain tyyppihyväksytylle kattilalle. Investointituki vaihtelee 10 - 26 %:n välillä. Tanskassa pienkattiloiden testaaminen tehdään myös standardin EN 303-5 mukaisesti, mutta tyyppihyväksynnän hyötysuhde ja päästövaatimukset ovat erilaiset kuin EN-normissa. Minimipäästörajat on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Tyyppihyväksyntävaatimukset Tanskassa.

| Polttoaine | Syöttötapa | CO-pitoisuus osateholla | CO-pitoisuus nimellisteholla | Hiukkaspitoisuus nimellisteholla |
|---|------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| | | ppm (10 % O ₂) | ppm (10 % O ₂) | ppm (10 % O ₂) |
| Klapi, pelletit, sahanpuru, hake, vilja | käsisyöttö | 5 000 | 5 000 | 300 |
| Klapi, pelletit, sahanpuru, hake, vilja | automaattisyöttö | 1 500 | 1 000 | 300 |
| Olki | käsisyöttö | 8 000 | 8 000 | 600 |
| Olki | automaattisyöttö | 4 000 | 3 000 | 600 |

Tanskassa on lisäksi vaatimus, että teho automaattisyöttöisillä laitteilla ei ylitä 250 kW ja käsisyöttöisillä laitteilla 400 kW.

Hyötysuhteen minimivaatimukset eri laitteille ovat seuraavat:

käsisyöttöiset $59 + 6 \log Q_n$ (= 59 - 74,6 %)
automaattisyöttöiset $70 + 6 \log Q_n$ (= 70 - 84,4 %)

paitsi oljella

käsisyöttöiset $50,1 + 6 \log Q_n$ (=50,1 - 65,7 %)
automaattisyöttöiset $58 + 6 \log Q_n$ (= 58 - 72,4 %)

Edellä esitetyt päästörajat liittyvät kattiloiden tyyppihyväksyntään ja investointitukijärjestelmään. Järjestelmä on vapaaehtoinen. Sen sijaan varsinaiset viranomaisten asettamat päästörajat ovat voimassa vain > 120 kW kattiloille, joilla hiukkaspitoisuus pitää olla < 300 mg/nm³ (10 % O₂).

2.17 Viro

Virossa ei ole omaa testausstandardia eikä päästörajoja pienille puukattiloille.

3 EN 303-5 standardi

CEN¹⁾ hyväksyi uuden yleiseurooppalaisen standardin EN 303-5 (*Heating boilers for solid fuels, hand and automatically stoked, nominal heat output of up to 300 kW*) EN-standardiksi 12.11.1998. Standardi koskee kattiloita, joiden teho on korkeintaan 300 kW.

Standardi EN 303-5 koskee muitakin kiinteitä polttoaineita kuin puuta. Oheisessa taulukossa 6 on lueteltu kiinteät polttoaineet, jotka kuuluvat standardin piiriin.

Taulukko 6. EN 303-5 standardiin kuuluvat kiinteät polttoaineet.

| Biopolttoaineet | kosteus % |
|--|----------------------------|
| klapi | < 25 |
| hake B1 | 15 - 35 |
| hake B2 | >35 |
| puupelletit ja briketit (vain luonnonmukaiset sideaineet sallitaan) | |
| sahanpuru | 20 - 50 |
| Fossiiliset polttoaineet | |
| bituminen hiili | |
| ruskahiili | |
| koksi | |
| antrasiitti | |

Savukaasupäästöt ja hyötysuhde määritetään nimellisteholla ja osateholla. Käsisyöttöisillä kattiloilla pitää saavuttaa vähintään 50 %:n osateho ja automaattisyöttöisillä 30 %. Mikäli käsisyöttöinen kattila ei pääse 50 % osatehoon, on se varustettava varaajalla ja siitä on oltava valmistajan maininta.

Käsisyöttöisillä kattiloilla palamisjakso yhdellä täytöllä pitää olla nimellisteholla biopolttoaineita poltettaessa vähintään 2 tuntia ja fossiilisia polttoaineita poltettaessa vähintään 4 tuntia. Automaattisyöttöisillä kattiloilla toiminta-aika on oltava vähintään 6 tuntia.

Kattilan tuottama teho mitataan vesivirtaaman ja lämpötilaeron perusteella. Kokeen aikana kulunut polttoaine punnitaan. Näiden perusteella lasketaan järjestelmän kokonaishyötysuhde ns. suoralla menetelmällä kun tunnetaan systeemiin syötetty energiamäärä ja jäähtytykseen saatu energia.

EN 303-5 standardissa kattilat luokitellaan suorituskyvyn mukaan kolmeen eri luokkaan. Savukaasupäästöistä mitataan CO-pitoisuus, orgaanisesti sitoutuneen hiilen pitoisuus (OGC) sekä hiukkaspitoisuus. Päästörajat eri kattilaluokille on annettu taulukossa 7.

Orgaanisesti sitoutuneen hiilen mittaukseen käytetään kokonaishiilivety-analysaattoria, joka perustuu liekki-ionisaatiodektooriin (FID). Se siis mittaa kaiken orgaanisessa muodossa olevan hiilen savukaasuista. FID-analysaattori on kaupallisesti saatava laite, joka mittaa pitoisuuden jatkuvatoimisesti kuivaamattomasta savukaasusta. Ennen analysaattorille johtamista suodatetaan hiukkaset pois.

¹⁾ CEN - (Comité Européen de Normalisation/European Committee for Standardization) - eurooppalainen, kaikki muut paitsi sähkö- ja telealan kattava standardisoimisjärjestö

Taulukko 7. EN 303-5 standardin päästöraajat eri tehoisille ja tyyppisille kattiloille.

| Syöttötapa | Polttoaine | Nimellisteho kW | Päästöraaja | | | | | | | | |
|------------------|---------------|-----------------|--|----------|----------|--|----------|----------|--|----------|----------|
| | | | CO | | | OGC | | | Hiukkaset | | |
| | | | mg/m ³ laskettuna 10 % O ₂ | | | mg/m ³ laskettuna 10 % O ₂ | | | mg/m ³ laskettuna 10 % O ₂ | | |
| | | | luokka 1 | luokka 2 | luokka 3 | luokka 1 | luokka 2 | luokka 3 | luokka 1 | luokka 2 | luokka 3 |
| Käsisyöttö | Biopolttoaine | < 50 | 25 000 | 8 000 | 5 000 | 2 000 | 300 | 150 | 200 | 180 | 150 |
| | | 50 -150 | 12 500 | 5 000 | 2 500 | 1 500 | 200 | 100 | 200 | 180 | 150 |
| | | 150 - 300 | 12 500 | 2 000 | 1 200 | 1 500 | 200 | 100 | 200 | 180 | 150 |
| | Fossiilinen | < 50 | 25 000 | 8 000 | 5 000 | 2 000 | 300 | 150 | 180 | 150 | 125 |
| | | 50 -150 | 12 500 | 5 000 | 2 500 | 1 500 | 200 | 100 | 180 | 150 | 125 |
| | | 150 - 300 | 12 500 | 2 000 | 1 200 | 1 500 | 200 | 100 | 180 | 150 | 125 |
| Automaattisyöttö | Biopolttoaine | < 50 | 15 000 | 5 000 | 3 000 | 1 750 | 200 | 100 | 200 | 180 | 150 |
| | | 50 -150 | 12 500 | 4 500 | 2 500 | 1 250 | 150 | 80 | 200 | 180 | 150 |
| | | 150 - 300 | 12 500 | 2 000 | 1 200 | 1 250 | 150 | 80 | 200 | 180 | 150 |
| | Fossiilinen | < 50 | 15 000 | 5 000 | 3 000 | 1 750 | 200 | 100 | 180 | 150 | 125 |
| | | 50 -150 | 12 500 | 4 500 | 2 500 | 1 250 | 150 | 80 | 180 | 150 | 125 |
| | | 150 - 300 | 12 500 | 2 000 | 1 200 | 1 250 | 150 | 80 | 180 | 150 | 125 |

Hyötysuhdevaatimus eri kattilaluokille on seuraava:

luokka 1 $\eta = 47 + 6\log Q_n$

luokka 2 $\eta = 57 + 6\log Q_n$

luokka 3 $\eta = 67 + 6\log Q_n$

missä

Q_n on kattilan nimellisteho (kW).

Esimerkiksi, jos kattilan nimellisteho on 20 kW, minimihyötysuhdevaatimus on eri luokissa seuraava:

luokka 1 54,8 %

luokka 2 64,8 %

luokka 3 74,8 %