

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Energiatekniikan koulutusohjelma / automaatio- ja prosessitekniikka

Jani Håkämies

SAVUHORMITESTAUSTEN ALOITTAMISEN MAHDOLLISUUDET
KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULUSSA

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikan koulutusohjelma

HÄKÄMIES, JANI	Savuhormitestausten aloittamisen mahdollisuudet Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa
Opinnäytetyö	33 sivua
Työn ohjaaja	Mikko Nykänen, Tutkimusinsinööri
Toimeksiantaja	Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Toukokuu 2014	
Avainsanat	hormit, piiput, mittaus, testaus

Tämä opinnäytetyö on tehty Kymenlaakson ammattikorkeakoulun päästömittauslaboratoriolle. Tutkimus päätettiin teettää, koska haluttiin saada tietoa hormitestausten aloittamisen mahdollisuuksista. Työn sisältö muuttui alkuperäisestä suunnitelmasta jonkin verran työn edetessä. Työn tavoitteina oli saada tarkempaa tietoa hormitestausten sisällöstä sekä laatia ohjeet testausta varten. Työohjeiden pohjana käytettiin standardia EN 1859:2009+A1:2013.

Opinnäytetyö aloitettiin vanhoihin raportteihin ja standardeihin syventymällä. Standardien läpikäyminen vei suurimman osan työhön käytetystä ajasta. Standardeihin käytetty aika johtui niiden suuresta määrästä sekä vieraasta kielestä. Työ sisältää myös yleistä tietoa hormoneista sekä eri hormimateriaaleista.

Standardien ja vanhojen raporttien läpikäymisen jälkeen alkoi tarkkojen mitta- ja testauslaitetietojen etsiminen. Joidenkin testien laitetiedot löytyivät nopeasti, mutta osa tiedoista jäi puuttumaan. Syitä tähän oli monia, esimerkiksi useat testauslaitteet valmistetaan itse, joten niihin ei ollut annettu tarkkoja ohjeita vaan rakentaja pystyi itse vaikuttamaan niiden tekemiseen. Lopputuloksena syntyi kuitenkin työ, jossa kerrotaan testauksen aloittamista suunnittelevalle pääkohdat, ja työ toimii myös jonkinlaisena ohjeena jo hormoneja testaavalle.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

HÄKÄMIES, JANI Possibilities to Start Chimney Testing in Kymenlaakso University of Applied Sciences

Bachelor's Thesis 33 pages

Supervisor Mikko Nykänen, Research Engineer

Commissioned by Kymenlaakso University of Applied Sciences

May 2014

Keywords flue, chimney, measurement, test

This thesis was written for the emission measurement laboratory of Kymenlaakso University of Applied Sciences. This thesis was done to obtain information about possibilities to start chimney testing. The content of the thesis changed from the original plan slightly as the work progressed. The objectives of this thesis were to obtain more detailed information about the content of chimney testing and to develop guidelines for testing. Work instructions for this thesis were based on a standard EN1859:2009+A1:2013

First, old reports and standards were studied. Due to large number of standards and the fact that they were written in foreign languages, it was very time consuming to study them. The thesis also includes general information about the chimney and chimney materials.

Furthermore, information about measuring and testing equipment was included in this thesis. Some of the testing device data was found quickly but some of the information did not exist. There were many reasons for this. For example, if the test equipment was manufactured by test group themselves they had not been given precise instruction.

The final result of the thesis and study is collection of principles for those who are planning to start testing. The thesis also serves as a guideline for those who are already testing chimneys.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

TERMIT

1. JOHDANTO	7
2. SAVUHORMIT	8
2.1 Hormien markkinat Suomessa	8
2.2 Hormimateriaalit	8
2.3 Hormien asennus ja ylläpito	10
2.4 Asennetun hormin fyysiset tarkastukset	10
3. CE-MERKINTÄ JA KÄSITELTÄVÄT STANDARDIT	11
3.1 CE-merkintä	11
3.2 Käsiteltävät standardit	12
3.3 Standardin SFS-EN 1856-1:2009 asettamat vaatimukset	13
4. TESTAUSTEN ALOITTAMISEN MAHDOLLISUUDET	14
4.1 Hankittavat laitteet	14
4.2 Testausympäristö	14
4.3 Ongelmat	15
5. TESTAUSOHJEET	15
5.1 Testauslaitteisto	15
5.2 Mittauslaitteisto	16
5.3 Toimenpiteet ennen mittauksia	17
5.4 Testivaiheissa seurattavat asiat sekä mitattavat suureet	17
5.5 Testeissä vaaditut tarkkuudet	19
5.6 Hormikoon valinta järjestelmäsavupiipuille	22
5.7 Hormikoon valinta hormiputkille, yhdysputkille ja liitoskappaleille	22
5.8 Mittauskohdan valinta	22
5.9 Testit järjestelmäsavupiipuille	23

5.10 Testit hormiputkille, yhdysputkille ja liitoskappaleille	26
5.11 Testauksen suorittaminen	27
5.12 Tulosten tarkastelu	28
6. TESTAUKSEN RAPORTOINTI	28
6.1 Tehtävä	28
6.2 Koekappale	29
6.3 Koejärjestelyt	29
6.4 Aikataulu	29
6.5 Koemenetelmä	29
6.6 Kokeet	29
6.7 Koeparametrit	30
6.8 Mittaukset	30
6.9 Koetulokset	30
6.10 Poikkeamat	30
6.11 Yhteenveto	30
6.12 Liitteet, viitteet ja jakelu	30
7. POHDINTA	31
8. YHTEENVETO	31
LÄHTEET	32

TERMIT

kuivat käyttöolosuhteet	lämpötila hormin sisäpinnalla on suurempi kuin veden kastepiste
kosteat käyttöolosuhteet	lämpötila hormin sisäpinnalla on sama tai pienempi kuin veden kastepiste
vesihöyryn diffuusio	tarkoittaa vesihöyryn tunkeutumista rakenteen läpi pyrkien tasoittamaan paine-eroa kappaleen sisä- ja ulkopuolella
termoelementti	lämpötila-anturi, joka perustuu kahden eri metallin liitoskohdan jännitteeseen, joka on riippuvainen lämpötilasta

1. JOHDANTO

Idea savuhormitestausten mahdolliseen aloittamiseen Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa sai alkunsa päästömittauslaboratorion sekä paikallisen yrityksen välisistä keskusteluista, ja niiden pohjalta minulle tarjoutuikin osuva opinnäytetyön aihe. Työn tarkoituksena oli siis selvittää, millaisia mahdollisuuksia koululla olisi testausten aloittamiseen. Selvityksen tärkeimpiä kohtia olivat, voidaanko testauksen aloittamista ylipäätään harkita ja mitä testauksen mahdollinen toteuttaminen pitäisi sisällään sekä olisiko se ylipäätään kannattavaa liiketoimintaa. Aluksi testauksen olisi tarkoitus koskea vain metallisia hormeja.

Hormitestausten ollessa uusi alue koulumme laboratoriolle tarvittiin siitä myös ohjeet, joiden pohjalta testauksen aloittamisen suunnitteluakin olisi helpompi miettiä. Testauksien raportointia varten tehtiin myös ohjeet, joiden avulla on helpompi seurata testauksen kulkua. Ohjeiden tavoitteena on myös nopeuttaa asiaan perehtymistä, koska niihin on pyritty kokoamaan testauksen pääseikat. Tehdyn opinnäytetyön tarkoitus olisi antaa käsitys siitä, mitä testausten mahdollinen aloittaminen kokonaisuudessaan vaatisi. On myös mietittävä, olisiko testauksesta syytä jättää joitakin vaiheita suosiolla pois ja keskittyä vain tiettyihin kohtiin, vai pystyykö laboratorio suorittamaan koko testauksen järkevillä investoinneilla.

Tehtyjen ohjeiden pohjaksi valittiin standardi EN 1859:2009+A1:2013.

2. SAVUHORMIT

Savuhormeja käytetään poistamaan tulipesästä palamisesta syntyneet savukaasut ulkoilmaan. Hormi voidaan liittää tulisijaan liitin- ja yhdyshormeilla. Rakennettavat hormit tulee mitoittaa aina kohteeseen sopiviksi, jotta saavutetaan riittävä veto, käyttöikä, kestävyys ja paloturvallisuus. Esimerkiksi poltettavan polttoaineen määrä on tärkeä ottaa huomioon, jotta lämpötilat pysyvät valmistajan ilmoittamissa rajoissa. (1; 2)

Uutta rakennusta tehtäessä hormimateriaalin valinta tulee ottaa huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa. Käytettävä materiaali vaikuttaa rakennuksen julkisivuun sekä perustuksiin. Suunnittelussa pyritään yleensä siihen, että kaikki tulisijat voisivat hyödyntää samaa piippua. Yleensä tärkeimpiä hormimateriaalin valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat hinta, ulkonäkö ja paloturvallisuus. (3)

2.1 Hormien markkinat Suomessa

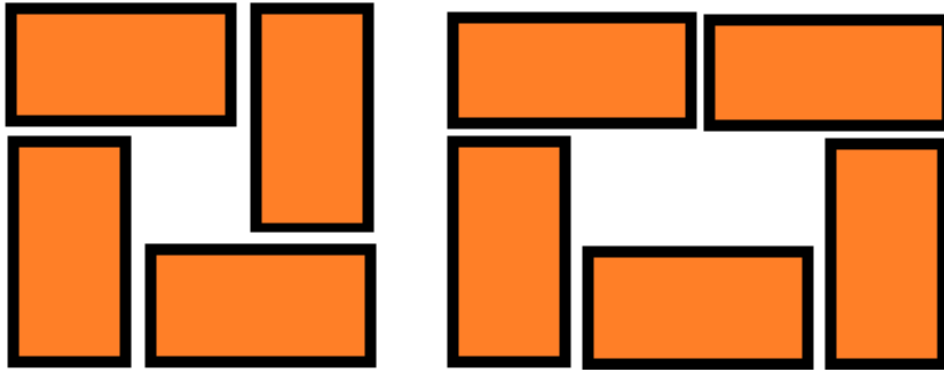
Suomalaisia teräshormivalmistajia ovat esimerkiksi Jalotakka ja Misa. Suomessa toimii yhteensä alle kymmenen erilaisia hormoneja valmistavaa yritystä. Suomalaiset hormivalmistajat kilpailevat markkinoilla toistensa lisäksi myös suurten ulkomaalaisten valmistajien kuten Schiedelin kanssa. Suomen markkinoilla toimii yhteensä alle viisi ulkomaalaista hormivalmistajaa. Suomalaiset hormivalmistajat ovat jakautuneet hormoneille tarkoitettujen käyttökohteiden mukaan. Yritykset valmistavat yleensä joko kaikille tulisijoille sopivia hormoneja tai pelkästään esimerkiksi kiuashormeja. (4)

2.2 Hormimateriaalit

Savuhormeja on mahdollista valmistaa eri materiaaleista, kuten perinteisellä menetelmällä muuraamalla tiilistä tai elementtejä käyttämällä metallista sekä harkoista. Hormien valmistusmateriaali riippuu yleensä valmistajasta ja asiakkaan määrittämästä käyttökohteesta. Niin sanotut kevythormit ovat nykyisin lisänneet suosiotaan monipuolisuutensa ja helppoutensa ansiosta varsinkin korjausrakentamisen puolella. Perinteiset muuratut piiput ovat puolestaan edelleen suosittuja uudisrakentamisessa. (5)

Muurattu tiilihormi

Muurattu hormi valitaan 26 %:iin rakennetuista omakotitaloista. Valinta perustuu yleensä materiaalin tunnettavuuteen, lämmönvarauskykyyn sekä hintaan, jollei työ- kustannuksia oteta huomioon. Rakennetun hormin kokona suositaan yleensä puolentiilen tai kokotiilen kokoista hormia. Hormin nimi tulee siitä, minkä kokoinen tiili mahtuu hormiin. Puolentiilen hormi soveltuu käytettäväksi kiukaille tai kevyttakoille. Kokotiilen kokoiset hormit soveltuvat puolestaan varaaville takoille ja vaikkapa lämpökattiloille. (3)



Kuva 1. Puolentiilen ja kokotiilen hormi

Teräshormi

Metallisen hormin valinta perustuu usein helppoon asennettavuuteen sekä ulkonäköön. Teräshormi valitaan monesti saneerauksessa tai tilanteissa joissa halutaan säästää tilaa mahdollisimman paljon. Ulkonäöltään teräshormit ovat monen mieleen, koska ne voidaan maalata eri väreihin. Teräksiset hormit soveltuvat myös yleensä kaikkiin tulisijoihin ja eri polttoaineille, joten hormin koko valitaan tulisijan tehon mukaan. (3)

Harkkoelementti hormi

Harkkoelementtihormit ovat helppoja koota ja ne pystytään asentamaan jopa itse. Näiden hormien suosio perustuukin luonnollisesti niiden asentamisen helppouteen ja paloturvallisuuteen. Nykyisin noin 50 % uusista hormeista tehdään harkkoelementteisistä. Elementtihormit sopivat myös ulkonäöltään moneen uuteen kotiin, koska ne voidaan jopa laatoittaa matalan pintalämpötilan vuoksi. Tällaiset hormit soveltuvat käytettäväksi, kun tarvitaan yhtä tai kahta kanavaa. (3)

2.3 Hormien asennus ja ylläpito

Tärkeintä on varmistaa hormin ja tulisijan yhteensopivuus. Hormin asennuksessa on huomioitava riittävät etäisyydet palaviin materiaaleihin ja vaikkapa varmuudeksi jopa ylittää ne. Lisäksi liitoksien riittävä tiiveys on syytä varmistaa. Myös läpiviennit ovat asennuksessa tarkasti huomioitava paikka, jotta saavutetaan riittävä turvallisuus. Hormin käyttäjien on syytä muistaa huolehtia hormin ja tulisijan kunnosta esimerkiksi nuohouksen sekä ihan vain tarkkailun avulla. (6; 7)

2.4 Asennetun hormin fyysiset tarkastukset

Hormin kasauksen jälkeen tulee tarkastaa seuraavat asiat:

- asennus on suunnitelman mukainen
- valmistajan asennusohjeita on noudatettu
- savukaasujen virtausreitti on suunnitellun mukainen
- piippu vastaa piipunkilven kuvausta
- hormi on suunniteltu tulisijan teholle
- komponentit eivät ole vaurioituneet kasauksen aikana
- piipun ja liitospalkkeiden täydellinen sopivuus lämmityslaitteen kanssa
- riittävät välimatkat palaviin materiaaleihin
- paloeristeet, välikappaleet ja tuenta on asennettu oikein
- testaus, puhdistus ja kunnossapitoaukot ovat käytettävissä
- kaikki lisävarusteet on asennettu oikein
- kaikki komponentit on asennettu oikein
- säänkestoa parantavat komponentit on asennettu oikein
- pääsy savupiipun huipulle täyttää asetetut määräykset
- piipun ulostulokohta on asetusten mukainen
- kohtien, joissa piippu menee esimerkiksi lattian tai seinän läpi, tulee olla vapaana ylimääräisestä materiaalista, kaasusta, vedestä tai sähkölaitteista
- tarvittaessa järjestetty ilman takaisinkierto on vaaditunlainen
- savukaasujen ja ilmanvaihdon kulku on esteetön
- putkien liitossaumat ovat ehjät
- piippuun ei saa olla asennettuna esimerkiksi lippua, pyykkinarua tai antennia
- ukkossuojaus on asennettu oikein. (8)

Jos vanha hormi on korvattu uudella, on syytä varmistaa vielä nämä asiat:

- kaikki kohdat on suljettu ja tiivistetty huolella
- hormiin ei ole jäänyt ylimääräisiä kappaleita. (8)

3. CE-MERKINTÄ JA KÄSITELTÄVÄT STANDARDIT

3.1 CE-merkintä

Lyhenne CE tulee ranskankielisestä nimestä Conformité Européenne. CE-merkintä kertoo viranomaisille, että tuote täyttää direktiivien oleelliset turvallisuusvaatimukset. Merkinnän avulla valmistaja saa tuotteelleen vapaan liikkuvuuden Euroopan talousalueella. (9)

Standardin EN 1856-1:2009 mukaisessa tuotteen tai tuotepakkauksen suppeassa CE-merkinnässä vaaditaan seuraavat tiedot:

- direktiivin 93/68/ETY mukainen CE-symboli yhdessä ilmoitetun laitoksen numeron kanssa
- valmistajan nimi, symboli tai logo
- merkinnän kiinnitysvuoden kaksi viimeistä numeroa
- tehtaan laadunvalvontatodistuksen numero
- standardin tunnus päiväyksineen (EN 1856-1:2009)
- standardin EN 1856-1:2009 luvun 9 mukainen tuotteen tyyppimerkintä (esim. T600-N1-D-Vm-L20100-G70). (10; 11; 12)

Tuotteen mukana toimitettavissa kaupallisissa asiakirjoissa tulee olla laaja CE-merkintä, joka pitää sisällään:

- direktiivin 93/68/ETY mukainen CE-symboli yhdessä ilmoitetun laitoksen tunnusnumeron kanssa
- valmistajan nimi, symboli tai logo sekä rekisteröityosoite
- merkinnän kiinnitysvuoden kaksi viimeistä numeroa
- tehtaan laadunvalvontatodistuksen numero
- standardin tunnus päiväyksineen (EN 1856-1:2009)

- tuotteen määrittely tuotteen tyyppinimen tai tunnuksen kanssa
- standardin EN 1856-1:2009 kappaleen 9 mukainen tuotteen tyyppimerkintä (esim. T600-N1-D-Vm-L20100-G70)
- muiden kuin tyyppimerkinnässä mainittujen olennaisten vaatimusten (standardin EN 1856-1:2009 taulukko ZA.1) suorituskykyarvot tai raja-arvot. (10; 11; 12)

CE-merkintää varten metallihormit tulee testata testistandardin EN 1859:2009+A1:2013 mukaisesti. (10)

3.2 Käsiteltävät standardit

Opinnäytetyössä perehdytään pääasiassa standardeihin EN 1859:2009+A1:2013 ja SFS-EN 1856-1:2009. Standardin EN 1859:2009+A1:2013 aiheena ovat metallisten hormien testausmenetelmät, eli kyseisen standardin avulla saadaan käsitys testauksen kulusta ja eri vaiheista. Puolestaan standardi SFS-EN 1856-1:2009 käsittelee metallisten savupiippujen vaatimuksia ja tarkemmin järjestelmäsavupiippuja kattavaa yksi- ja moniseinämäisiä piipput. Tämä standardi kertoo esimerkiksi tärkeimmät hormien merkintöihin liittyvät tiedot. Lisäksi on olemassa standardi EN 1856-2:2009, vaatimukset metallisavupiipuille eli standardin 1856 jatko-osa, joka pitää sisällään metallihormit ja yhdysputket. Standardi kattaa jäykät sekä joustavat metallihormiputket, jäykät metalliyhdysputket ja liitoskappaleet. Standardissa asetetaan myös vaatimuksia tuennalle. (13)

Opinnäytetyötä tehtäessä jouduttiin myös selvittämään asioita standardista IEC 60068-2-57 ed3.0, EN 15287-1:2007+A1:2010 ja standardista SFS-EN 1443 ed3.0. Standardi IEC 60068-2-57 ed3.0 käsittelee ympäristöttestausta ja tarkemmin sanottuna tärinää, joten tätä standardia hyödynnetään hormin tärytystesteissä. EN 15287-1:2007+A1:2010-standardi on enemmänkin hormivalmistajille suunnattu, mutta sen avulla saa paljon yleistä tietoa hormeista. Standardi SFS-EN 1443 ed3.0 käsittelee savupiippujen yleisiä vaatimuksia. Se kertoo esimerkiksi tärkeimmät tiedot paine- ja korroosionkestoluokista. (12)

3.3 Standardin SFS-EN 1856-1:2009 asettamat vaatimukset

Hormin tyyppimerkinnästä on löydyttävä tiedot lämpötilaluokasta T, paineluokasta N, P tai H, käyttöolosuhdeluokka W tai D, tieto korroosion ja nokipalon kestävyydestä sekä materiaalityyppi. Lisäksi on ilmoitettava hormin minimietäisyys palaviin materiaaleihin hormin pinnasta. (12)

Esimerkki:

Järjestelmä savupiippu tuote

EN 1856-1 – T400 – PI – W – Vx – L40045 – G(xx)

Tuote kuvaus

Standardin numero

Lämpötilaluokka

Paineluokka (N tai P tai H)

Kondenssin kestävyys (W: märkä tai D: kuiva)

Korroosionkestävyys,

Hormiputken materiaali määrittely

Nokipalonkestävyys (G: kyllä tai O: ei) ja etäisyys palaviin materiaaleihin (mm)

Kuva 2. Esimerkki hormin tyyppimerkinnästä (6)

Riittävää tyyppimerkintää varten pakollisia testejä hormoneille ovat:

- lämpötestit
- kaasutiiveystesti
- kondensaatin tunkeutumisvastustesti
- korroosionkestävyydestesti
- nokipalonkestävyydestesti
- käyttöturvallisuustestit. (11)

Lisäksi on testattava hormin mekaaninen kestävyys ja vakavuus seuraavilla testeillä:

- puristuslujuustestit
- vetolujuustesti
- poikittaissuuntainen lujuustesti
- tuulikuormatesti. (12)

Standardin SFS-EN 1856-2:2009 vaatimukset vastaavat pitkälti standardin SFS-EN 1856-1:2009 vaatimuksia.

4. TESTAUSTEN ALOITTAMISEN MAHDOLLISUUDET

Testausten aloittamisen mahdollisuuksien tutkimiseksi oli selvitettävä standardin EN 1859:2009+A1:2013 testilaitteille ja mittavälineille asettamat vaatimukset. Lisäksi oli selvitettävä, mitä laitteita ja välineitä on jo valmiina, sekä ovatko ne vaatimukset täyttäviä. Myös testaustilojen osalta on mietittävä, minne testausympäristö olisi järkevintä luoda.

4.1 Hankittavat laitteet

Testauslaitteiden ja vaadittujen mittalaitteiden vaatimuksista tuntui olevan kovin vaikea löytää tietoa näin yleisesti. Joihinkin testausvaiheisiin löytyi selkeät vaatimukset laitteille ja mittavälineille suoraan standardista, kun taas joidenkin testausvaiheiden tarkkoja tietoja ei löytynyt standardista lainkaan.

Mahdollisesti testien alkaessa olisi hankittava ainakin sadevedenkestävyystesteihin tarvittava laitteisto. Laitteisto pitää valmistaa itse, joten tähän projektiin on syytä varata aikaa, jotta saadaan aikaiseksi toimiva laite. Muita tarvittavia laitteita olisivat erilaiset testeissä käytetyt puhaltimet ja sähkötoimiset lämmittimet. Koululta löytyy joitakin testilaitteita valmiina, mutta niiden sopivuus on vielä varmistettava ennen testausten mahdollista aloittamista. Testilaittevaatimukset voivat nimittäin muuttua standardien uudistuksissa, joten on aina syytä varmistaa uusimmat kriteerit testilaitteille. (12)

4.2 Testausympäristö

Testausympäristöksi pyritään löytämään sellainen tila, joka soveltuisi mahdollisimman pienillä muutoksilla suoritettaviin testeihin. Tiloille asetettuja vaatimuksia olivat testeistä riippuen esimerkiksi hyvä ilmanvaihto, riittävä viemäröinti sekä kosteuden kesto.

Standardin 1859:2009+A1:2013 asettamia vaatimuksia testaustiloille ovat seuraavat:

- Testihuoneen tulee olla ilmastoitu tila, jossa veto ei saa olla suurempi kuin 0,5 m/s mitattuna termo-parien kohdalta. Vaatimus katsotaan täytetyksi suljetussa testihuoneessa.
- Kosteuden on oltava 30 % -70 % RH.
- Huoneen lämpötilan on oltava 15 °C – 30 °C, eikä se saa vaihdella yli 5 °C testin aikana.
- Ilman on pystyttävä liikkumaan vapaasti testitilan eri osien välillä.
- Testikokoonpanon on oltava vähintään metrin päässä muista rakenteista, esimerkiksi seinistä. (14)

4.3 Ongelmat

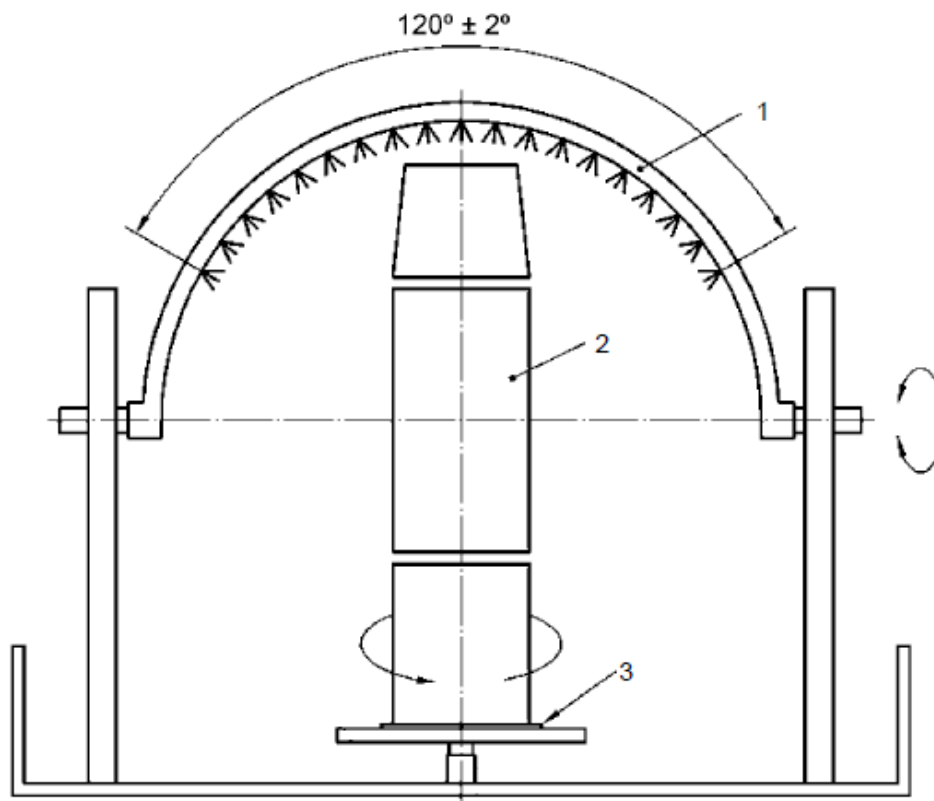
Tarkkojen mitta- ja testauslaitetietojen löytäminen muodostui jonkinlaiseksi ongelmaksi työn edetessä, mutta monista testeistä saatiin kuitenkin kerättyä tarvittavat tiedot. Lisäksi standardien suuri määrä sekä vieras kieli aiheuttivat aiheeseen tarkemmin syvennyttäessä ongelmia.

5. TESTAUSOHJEET

5.1 Testauslaitteisto

Testauslaitteisto koostuu yleensä monista erilaisista laitteista ja välineistä. Esimerkkejä testaukseen tarvittavista laitteista ovat kuumia savukaasuja tuottava laite sekä puhallin halutun virtausnopeuden saavuttamiseksi. Lisäksi esimerkiksi kondensaatin tunkeutumisvastuskokeessa on oltava värjätyn 50 °C veden ruiskutusjärjestelmä ja tärytystesteissä puolestaan tarvitaan tärytyspöytää. Monia testeihin tarvittavia laitteita ei pysty ostamaan valmiiksi rakennettuina, vaan ne pitää joko itse valmistaa tai muokata sopiviksi tilanteen mukaan. (14)

Korroosiotestien laitteisto muodostuu savukaasugeneraattorista, mittalaitteista ja liittokappaleesta. Savukaasugeneraattori itsessään koostuu kolmesta osasta eli palotilasta, jäädyttimestä ja liittimestä. V1-testissä käytetään savukaasugeneraattorin polttoaineena maakaasua, V2-testissä kevyttä polttoöljyä ja V3-testissä käytetään vuorotelien savukaasugeneraattorina 24 kW:n hiilikattilaa sekä 29 kW:n öljykattilaa. (12; 15)



- 1 Ruiskutusputki
2 Hormi
3 Tiiviste

Kuva 3. Sadeveden kestävyyskokeen testauslaitteisto (14)

Lämmönkestävyystestin testauslaitteisto kostuu kahdesta puhaltimesta ja kahdesta sähkölämmittimestä sekä yhdysputkista. (14)

Sadeveden kestävyyskokeen laitteisto koostuu pyörivästä alustasta ja liikkuvasta veden ruiskutusputkesta. Ruiskutusputken suuttimien koon tulee olla $1,3 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$. (14)

5.2 Mittauslaitteisto

Kaasutiiveyskoe

- paine-erolaippa
- paineen mittauslaite. (14; 16; 17)

Lämpötila

- lämpötilojen mittaamiseen käytetään erilaisia K-tyypin termoelementtejä. (14; 16; 17)

Savukaasujen virtaus

- pitot-putki
- paineen mittauslaite. (14; 16; 17)

Lisäksi tarvitaan riittävänlainen tiedonkeruuohjelmisto esimerkiksi kuvaajien piirtoa varten. (16)

5.3 Toimenpiteet ennen mittauksia

Ennen mittauksien aloittamista on syytä tarkastaa määritetyt mittapaikat ja kalibroida mittalaitteet. Myös mahdolliset ongelmat ja vaaratilanteet on pyrittävä ottamaan huomioon jo ennen mittauksen aloittamista. Esimerkiksi on huomioitava, että saunan kiukaasta lähtevien savukaasujen lämpötila voi olla jopa yli 1000 °C. (5)

5.4 Testivaiheissa seurattavat asiat sekä mitattavat suureet

Kaikki punnitus-, testaus- ja mittauslaitteet tulee tarkastaa ja kalibroida määräajoin noudattaen dokumentoituja ohjeita. (12)

Alla on lueteltu järjestelmäsavupiippujen eri testivaiheissa seurattavat asiat sekä mitattavat suureet.

Kaasutiiveyskoe:

- paine
- ilman virtaus. (14; 16; 17)

Lämpösuorituskykytesti:

- ympäröivän ilman lämpötila
- pintojen lämpötila
- kuumien kaasujen lämpötila

- piipun muodonmuutokset
- kuumien savukaasujen virtaus. (14; 16; 17)

Lämpörasitusko:

- kaasutiiveys. (14)

Nokipalokoe:

- kaasutiiveys
- savukaasujen säännöllisyys
- lämpötilojen kirjaaminen. (14)

Lämmönkestävyyskoe:

- savukaasujen lämpötila
- lämmitysteho watteina
- pinnan sisä- ja ulkopuoliset lämpötilat. (14)

Vesihöyrydiffuusion kestävyyskoe:

- kirjataan ylös havainnot kosteuden tunkeutumisesta ja painon muutoksista. (14)

Kondensaatin tunkeutumisvastuskoe:

- veden suihkutusnopeus
- suihkutetun veden lämpötila
- havainnoidaan veden tunkeutumista
- kirjataan ylös painon muutokset ja paikat, joista vesi tunkeutui läpi. (14)

Sadevesivastuskoe:

- kirjataan ylös kappaleiden painon muutokset. (14)

Virtausvastuskoe:

- kirjataan ylös paine-ero hormin ja ulkopuolen välillä. (14)

5.5 Testeissä vaaditut tarkkuudet

Korroosiotesteissä V1:

- savukaasun nopeus $1 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}$ alipaineisessa ja $3 \text{ m/s} \pm 0,3 \text{ m/s}$ ylipaineisessa piipussa
- savukaasun vesihöyrypitoisuus $17 \pm 0,5$ tilavuus-%
- savukaasun CO₂-pitoisuus $10 \pm 0,5$ tilavuus % kuivana
- ylipaineisen piipun paine $100 \text{ Pa} \pm 10 \text{ Pa}$
- rikkidioksidipitoisuus $10 \text{ mg/m}^3 \pm 10 \%$
- kloridipitoisuus $4 \text{ mg/m}^3 \pm 10 \%$
- tuuletusilman lämpötila $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- tuuletusilman kastepisteen tulee olla $12 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ vähintään 90 % testausajaksosta
- testaustilan lämpötilan tulee olla $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- ilmanvirtauksen oltava alle 0.5 m/s kahden metrin säteellä testauskokoontanosta vähintään 90 % testausajasta
- lämpötilan säätö jäähdyttimellä $\pm 5 \%$. (12; 14)

Korroosiotestissä V1 kirjataan:

- polttoaineen syöttövirtaus $\pm 5 \%$:n tarkkuudella
- seinämän lämpötila 5 K:n tarkkuudella
- savukaasun lämpötila 10 K:n tarkkuudella
- testitilan lämpötila kokoonpanon lähetyvillä 1 K:n tarkkuudella
- tuuletusilman lämpötila 1 K:n tarkkuudella
- tuuletusilman kastepiste 2 K:n tarkkuudella
- palamisilman kastepiste 2 K:n tarkkuudella
- ilmanvirtaus kokoonpanon ympärillä 0,1 m/s tarkkuudella
- savukaasun koostumus 5 %:n tarkkuudella
- ylipaineisen savupiipun paine 5 %:n tarkkuudella. (12; 14)

Lämpörasitusko:

- kuumien kaasujen virtaus 0-10 %:n tarkkuudella luokkakohtaisesta taulukon arvosta
- lämpötila 0-5 %:n tarkkuudella luokkakohtaisesta taulukon arvosta
- kaasujen lämpötilan nousunopeus $T=(T_t*60/50) s \pm 30 s$, jossa T_t on määritetty kaasun lämpötila
- tasapainotila on saavutettu, kun lämpötila ei nouse hormissa tai rakenteissa yli $2\text{ }^\circ\text{C}$ 30 minuutissa
- pystysuuntaisen siirtymän mittaustarkkuus 0,001m. (14)

Lämmönkestävyystesti:

- kuuman ilman nopeus vähintään 4 m/s
- kuuman kaasun lämpötila ei saa poiketa yli 10 K
- alipaineinen piippu paine välillä 0 Pa ja -10 Pa
- kuivat käyttöolosuhteet: sisäpinnan lämpötilan on oltava 20 % pienempi kuin suunnitellun käyttölämpötilan, mutta kuitenkin enintään $200\text{ }^\circ\text{C}$
- kosteat käyttöolosuhteet: sisäpinnan lämpötilan tulee olla $70\text{ }^\circ\text{C}$ ja kaasun kosteuden on oltava 95 % tai suurempi mitattuna sisääntulosta
- tasapainotila on saavutettu, kun hormin osien ja ympäristön välinen lämpötilan muutos ei ole yli 1 % 60 minuutissa
- toinen vaadittu tasapainotila saavutetaan, kun savukaasujen ja ympäristön välinen lämpötilan muutos ei ole yli 1 % 3 tunnissa. (14)

Sadevedentunkeutumisvastustesti:

- vettä ruiskutetaan $60\text{ min} \pm 1\text{ min}$
- kulma $120^\circ \pm 5^\circ$
- yksi kokonainen matka kestää $6\text{ s} \pm 1\text{ s}$, kokonainen matka sisältää kaksi 120° jaksoa
- sokkelin pyörimisnopeus $5\text{ min} \pm 1\text{ min}$
- sadeintensiteetti $1,6 \pm 0,2\text{ mm / min}$
- vaakasuora ilmavirtaus $12\text{ m / s} \pm 0,5\text{ m / s}$. (13)

Taulukko 1. Testeissä vaadittuja tarkkuuksia (12; 14)

Testin nimi	Tarkkuus
Puristuslujuustesti	Kuorma 2 %
Piipun tuenta	Siirtymä 0.1mm Kuorma 2 %
Vetolujuus	Kuorma 2 %
Sivusuuntainen vahvuus	Taipuma 0.1mm
Tuulikuorma	Kuorma 1,5 kN/m ² ± 2,5 %, Yksittäinen kuorma 1 % Kuormien väli 0,2 ± 0,01 m
Kaasutiiveys	Koepaine ± 5,0 %. Virtausnopeus ± 5,0 %.
Käyttölämpötilakoe	Ympäröivä lämpötila ± 1,5 °C Kuumien kaasujenlämpötila: kun lämpötila 600 °C tai alle ± 3 °C kun lämpötila yli 600 °C ± 0,75 % Metallipinnat ± 1,5 °C Puu ja palavat materiaalit ± 1,5 °C Piipun veto ± 2 % Kuumien kaasujen tilavuusvirta: + 10 %, - 5 %
Nokipalokoe	Nosta lämpötila 1000 °C 10 min ± 1 min Ylläpidä savukaasujen lämpötila 1000 °C +50 °C, -20 °C
Vesihöyry diffuusion kestävyyskoe	Vesihöyry lämpötila 55 °C ± 2 °C Nopeus 4 m/s ± 0,1 m/s Aika 24 h ± 15 min Alipaineisilla piipuilla paine 0 Pa - 10 Pa Painon kasvu ± 0,5 g
Kondensaatin tunkeutumisvastuskoe	Painon kasvu ± 0,5 g

5.6 Hormikoon valinta järjestelmäsavupiipuille

Kun testataan lämpöä, kaasutiiveyttä, sadeveden tunkeutumista, vesihöyryn diffuusiota ja kondensaatin kestävyyttä, testataan suurinta hormin halkaisijaa, mutta kuitenkin enintään 200 mm. Jos valikoimaan kuuluu hormoneja 300 mm:stä yli 600 mm:iin, käytetään lämpötesteissä esimerkiksi hormin ja palavan materiaalin etäisyyden määrittämiseksi tiettyjä kertoimia halkaisijan mukaan. Mekaanisen kestävyuden ja vakavuuden testaaminen tehdään pienimmälle ja suurimmalle halkaisijalle sekä lisäksi yhdelle välikoolle. Valmistajan ohjeet voivat myös joissakin tapauksissa vaikuttaa halkaisijan valintaan. Lisäksi ylimääräinen kaasutiiveystesti tulee tehdä ylipaineisille piipuille käyttäen eri halkaisijaa kuin lämpöominaisuuksien määrittämisessä. Testattavien piipunhattujen valinta puolestaan riippuu niiden halkaisijasta ja muodosta. (12)

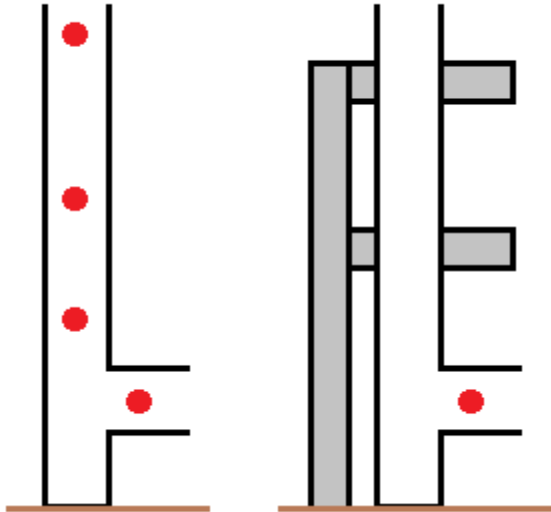
5.7 Hormikoon valinta hormiputkille, yhdysputkille ja liituskappaleille

Testattaessa metallihormiputkia, yhdysputkia tai liituskappaleita sovelletaan standardin SFS-EN 1856-1:2009 liitettä B eli testit suoritetaan kuin järjestelmäsavupiipuille. Jos testataan joustavia hormiputkia, testeihin tulee muutoksia. Lämmönkestävyydestä käytetään suurinta valmistajan ohjeiden sallimaa kokoa, joka asennetaan testirakenteen sisään. Mekaanisen kestävyuden testissä käytetään pienintä ja suurinta halkaisijaa sekä välikokoa paitsi, jos kyseessä on ulosvetotesti. Ulosvetotestissä käytetään samaa näytekappaletta kuin lämmönkestävyyden testauksessa. Lisäksi joissakin tapauksissa halkaisijan valintaan voivat vaikuttaa valmistajan ohjeet. Kaasutiiveystestissä käytetään samaa näytekappaletta kuin lämmönkestävyydestä. Myös vähintään kaksimetriselle liituskappaleiselle joustavalle hormiputkelle suoritetaan ylimääräinen kaasutiiveystesti ylipaineella jokaiselle halkaisijalle, jota ei ole lämmönkestävyydestä. (18)

5.8 Mittauskohdan valinta

Mittauskohdat valitaan standardin EN 1859:2009+A1:2013 perusteella. (14)

Esimerkiksi savukaasujen lämpötilan mittauskohta riippuu hormin asennuspaikasta. Seuraavassa kuvassa on esitetty vapaasti seisovan ja nurkkaan asennetun hormin savukaasujen lämpötilan mittauspaikat täplien avulla. (14)



Kuva 4. Savukaasujen lämpötilan mittauspaikat eri asennustavoissa

5.9 Testit järjestelmäsavupiipuille

Mekaaninen kestävyys ja vakavuus

Puristuslujuustesti suoritetaan suorille piippukappaleille ja liitoskappaleille. Testin avulla saadaan selville hormin maksimikorkeus. Piipun ja liitoskappaleiden tulee kestää kuorma, joka on suuruudeltaan vähintään kolme kertaa valmistajan ilmoittama mitoituskuorma. Jos hormi on kantava, tulee sen kestää vähintään neljä kertaa mitoituskuorma. (6; 12)

Toinen puristuslujuustesti tehdään piipun tuennalle, jossa valmistajan ilmoittamalla mitoituksella kuormitetun piipun suurin siirtymä saa olla tukien kohdalta korkeintaan 5 mm. Lisäksi tuennan tulee kestää kuorma, joka on vähintään kolme kertaa ilmoitettu mitoituskuorma. (12)

Vetolujuustestissä piipun tulee kestää 1,5-kertainen valmistajan ilmoittama mitoituskuorma. (12)

Poikittaissuuntainen lujuustesti tehdään, kun valmistaja on ilmoittanut piippukappaleiden soveltuvan myös vinoasennukseen. Testissä minkään osan taipuma ei saa olla yli 2 mm/m. (12)

Tuulikuormatesti puolestaan tehdään, kun valmistaja on ilmoittanut piippukappaleiden soveltuvan myös ulkokäyttöön. Tällöin kappaleiden tulee kestää vähimmäiskuorma, joka on $1,5 \text{ kN/m}^2$. (12)

Tärytys

Kaikki palokokeisiin liittyvät kappaleet tulee asettaa tärytyspöydälle pystyasennossa ja altistaa ne 45 minuutiksi sinimuotoiselle värähtelylle, jonka kiihtyvyys on 9.81 m/s^2 , värähtelytaajuus 10 Hz ja amplitudi 2.5 mm. Tärytyksen suorittaminen löytyy standardista IEC 60068-2-57:2013. (14; 16; 17; 19)

Kaasutiiveys

Hormin kaasutiiveys voidaan määrittää kuuteen eri luokkaan. Testin vaatima paine on annettu standardissa EN 1859:2009+A1:2013 taulukossa 1. Haluttaessa saavuttaa esimerkiksi kaasutiiveysluokka N1, koepaineena käytetään 40 Pa:n painetta. Tällöin hormin sisäpuolen ja huonetilan välisen vuodon tulee olla korkeintaan 2 l/s/m^2 . Pinta-ala lasketaan hormin sisäpinta-alasta. Alipaineisille ja korkeapaineisille järjestelmille kaasutiiveystesti suoritetaan lämpösuorituskyky ja nokipalokokeen yhteydessä. (6,14)

Korroosiokestävyys

Korroosiokestävyysluokkien testaamista varten on laadittu erilliset ohjeet standardissa SFS-EN 1856-1:2009. (12)

Lämpörasituskoee

Lämpörasituskokeessa hormiin johdetaan savukaasuja, joiden lämpötila ja virtaus riippuvat testattavasta paine- ja lämpötilaluokasta. Paineluokan asettamat vaatimukset löytyvät standardista EN 1443:2003. Lisäksi testattavan hormin halkaisija vaikuttaa johdettavan savukaasun arvoihin. Lämpötilaa nostetaan standardin EN 1859:2009+A1:2013 mukaisesti. Lämmitystä jatketaan niin kauan, että saavutetaan tasapainotila, jossa piipun tai rakenteiden lämpötilan nousu ei ylitä $2 \text{ }^\circ\text{C}$ 30 minuutissa. (6; 14; 15)

Lämpösuorituskyky käyttölämpötilassa

Kun hormi on suunniteltu kestäväksi nokipalo, tulee sille tehdä lämpösuorituskykytestit ennen ja jälkeen nokipalokoea. Lisäksi eristeiden nokipalokestävyyden tulee olla testattu. (6)

Nokipalokoe

Nokipalokokeessa piippuun johdetaan savukaasuja siten, että 1000 °C lämpötila saavutetaan 10 minuutissa ± 1 minuutti. Lämpötilaa 980 -1050 °C ylläpidetään 30 minuutin ± 1 minuutti ajan, tämän jälkeen savukaasujen kehitin voidaan kytkeä pois. Hormin pintalämpötila palavien materiaalien lähellä ei saa ylittää 100 °C, ympäristön lämpötilan ollessa 20 °C. Käytettävä virtausnopeus on ilmoitettu standardissa EN 1859:2009+A1:2013 taulukossa 1. (6; 14)

Lämmönkestävyydesti

Lämmönkestävyydestissä kierrätetään kuumaa kaasua testauskoonpanossa vähintään nopeudella 4 m/s. Lämmönkestävyysarvo saadaan lopuksi laskennallisesti kaavasta, johon sijoitetaan testin aikana mitatut arvot. (14)

Käyttöturvallisuus

Hormien käyttöturvallisuus täytyy myös selvittää. Esimerkiksi on mitattava pintalämpötila, jotta ihmisen tahaton kosketus hormiin ei aiheuttaisi vaaraa. Jos mitattu lämpötila ylittää annetut rajat, on hormi suojattava kosketukselta. Lisäksi on määritettävä myös lämmöneristävyys- ja virtausvastus arvoja joko kokeellisesti tai laskennan avulla. (6; 12; 14)

Käyttöturvallisuuteen liittyvät säätetit:

Kondensaatin tunkeutumisvastus

Testi tehdään jo lämmönkestävyysskokeissa olleille hormille. Testissä suihkutetaan värjättyä 50 °C vettä 3 baarin paineessa neljän tunnin ajan tai niin kauan, kunnes vettä valuu ulkopuolelle. Suihkutetun vedenmäärän määrää hormin halkaisija. (14)

Vesihöyrydiffuusion kestävyys

Kun suora hormi tai sen liitoskappaleet on tarkoitettu kosteisiin olosuhteisiin, tulee niiden ulkopinnan pysyä testin ajan kuivana eikä eristeiden massa saa kasvaa yli 1 %. Testissä hormin läpi puhalletaan kosteaa ilmaa 24 tunnin ajan. (6; 14)

Sadeveden tunkeutuminen

Testissä hormiin suihkutetaan vettä 60 min ajan liikkuvalla sumulla. Kokeen jälkeen hormi puretaan ja kappaleet pidetään ilmastoituna 12 -24 tuntia, minkä jälkeen ne punnitaan. (6; 14)

5.10 Testit hormiputkille, yhdysputkille ja liitoskappaleille

Kaasutiiveys

Kaasutiiveystestissä ilmaa syötetään halutun paineen aikaansaamiseksi. Syötetyn ilman nopeutta mitataan koko ajan. Yhdysputkea testattaessa testi suoritetaan ilman sen ensimmäistä mutkakohtaa.(18)

Mekaaninen kestävyys

Vetolujuustestissä joustavan hormiputken päähän kiinnitettyyn hormijatkeeseen kohdistetaan kuorma, joka on suuruudeltaan 1,5 kertaa valmistajan ilmoittama mitoituskuorma ja lisätään siihen vielä 50 kg. Kuorma tulee kohdistaa jatkeen keskikohtaan. Vetolujuustestin jälkeen suoritetaan kaasutiiveystesti testatulle kappaleelle. (18)

Poikittaisessa puristuskestävyydestä noin 125 mm halkaisijaltaan oleva vähintään 1m pitkä hormiputki kohdistetaan 640 N:n kuormalle ja ylläpidetään kuormaa 5 -10 s. Testatulle putkelle tehdään tämän jälkeen kaasutiiveystesti. (18)

Taipuisuustestissä taivutetaan joustavaa hormiputkea testiohjeen mukaisesti ja lopuksi testaan testin läpikäyneen kappaleen kaasutiiveys. (18)

Vääntölujuustestissä joustava hormiputki tai yhdysputki kohdistetaan yhteensä 10 minuutin ajan vastakkaissuuntaisille rasituksille. Käytetyn vääntömomentin ei tarvitse olla suurempi kuin 50 Nm. Lopuksi testattu putki viedään kaasutiiveystestiin. (18)

Lämmönkestävyys

Lämmönkestävyydestissä mitataan eri asioita kappaleesta riippuen. Joustavasta hormiputkesta mitataan vuotomäärää sekä painetta ja jäykästä hormiputkesta mitataan puolestaan vuotomäärää. Yhdysputkesta mitataan etäisyyttä palaviin materiaaleihin. (18)

Lämpörasitus- ja lämpöshokkitestit tehdään standardin EN 1859:2009 mukaisesti. (18)

5.11 Testauksen suorittaminen

Metallisen hormin testaus voi koostua seuraavista kohdista:

- valmistajan ohjeiden tarkastelu
- hormin mittojen tarkastelu
- lujuuskokeet: puristuslujuus, piipun tuenta, vetolujuus, haarakappaleiden vahvuus ja tuulikuorma
- värähtelytestit
- piipun kokoaminen
- kaasutiiveyskoe
- lämpökoe käyttölämpötilalle ja lämpörasituskoe
- savukaasujen säännöllisyyden mittaaminen
- kaasutiiveyskoe
- nokipalokoe
- savukaasujen säännöllisyyden mittaaminen
- kaasutiiveyskoe
- käyttölämpötilakokeen toistaminen
- kaasutiiveyskoe
- lämmönkestävyyden määrittäminen
- vesihöyrydiffuusion vastustusluku ja kondensaatin tunkeutumisvastuskoe tarvittaessa
- sadeveden kestävyyskoe tarvittaessa
- virtausvastus
- aerodynaaminen käyttäytyminen

- valmistajan antamien tietojen paikkansapitävyyden ja riittävyyden tarkastaminen. (14)

5.12 Tulosten tarkastelu

Tässä kohdassa katsotaan, mitkä testit ovat hyväksytyjä ja mitkä testit eivät. Hylättyjen testien kohdalla on myös hyvä miettiä, mistä mahdollinen esimerkiksi ylittynyt mittauservo voisi johtua.

6. TESTAUKSEN RAPORTOINTI

Raportista on löydyttävä standardin EN 1859:2009+A1:2013 vaatimat tiedot. Lisäksi testausraportin tulee olla mahdollisimman selkeä sekä lukijan tulee saada sen avulla yleiskuvaus kokeen kulusta ja järjestelyistä. Myös tarkemmat tiedot on tärkeä mainita raportissa, myöhempiä tarkasteluja varten. Lisäksi kuvat ja kuvaajat antavat sellaiselle lukijalle, joka ei ole alan ammattilainen, paljon informatiivista tietoa ja niiden avulla tekstin epäselvät kohdat tarkentuvat. Standardin EN 1859:2009+A1:2013 vaatimia tietoja raportissa ovat standardin numero, julkaisuvuosi sekä testatun tuotteen tai kokoonpanon kuvaus. Lisäksi raportista on löydyttävä käytetyt testit ja niistä saadut tulokset. (14)

Seuraavassa on laadittu esimerkkipohja testauksen raportointia varten.

6.1 Tehtävä

Raportointi aloitetaan saadun tehtävän kuvailulla, eli kerrotaan mitä tehdään ja miten. Esimerkiksi terässavuhormin testaukseen voivat kuulua seuraavat testit: lämpörasituskestävyyden, nokipalokestävyyden, kaasutiiveyden ja kondensaatin tunkeutumisvastuksen testaus. Lisäksi testaukseen valittu palonkestävyyskokeiden käyttölämpötilaluokka ilmoitetaan. Piipun sekä seinien väliset suojaetäisyydet ja eristeiden valinta tulee myös selvittää. Kuvailun lopuksi kerrotaan piipulle tehtyjen testien määrät, esimerkiksi yksi tärytyskoe, kaksi käyttölämpötilakoetta, yksi nokipalokoe, neljä tiiveyskoetta ja yksi kondensaatin tunkeutumisvastuskoe. (16; 17)

6.2 Koekappale

Koekappaleesta kerrotaan kappaleen mitat, seinämävahvuudet, minkä standardin mukaan kappale on valmistettu sekä mahdolliset eristeet ja pinnoitteet. Lisäksi mahdollisesti käytetyn sivuttaissiirtymäkappaleen tiedot esitellään tässä kohdassa samalla tavalla kuin muun piipun. (16; 17)

6.3 Koejärjestelyt

Seuraavaksi raportissa kerrotaan koejärjestelyistä eli kuvataan, miten kokeet on järjestetty. Testipaikka esitellään kuvin sekä selityksin. Lisäksi kerrotaan esimerkiksi rakentamiseen liittyvät standardit ja testauspaikan rakennusmateriaalien tarkemmat tiedot. (16; 17)

6.4 Aikataulu

Neljäntenä vaiheena on testausaikataulun kertominen. Tässä kohdassa on haluttaessa mahdollista eritellä päivät esimerkiksi testien perusteella tai ilmoittaa vain koko testaukseen kulunut aika. (16; 17)

6.5 Koemenetelmä

Koemenetelmissä ilmenee, minkä standardien pohjalta testataan. Pelkkä käytettyjen standardien luettelo riittää. (16; 17)

6.6 Kokeet

Kokeet-vaiheessa kerrotaan kokeiden ja testien järjestys sekä suorituspaikka. Jokaisesta kokeesta mainitaan siihen liittyvä standardi ja kokeeseen oleellisesti liittyvät tiedot, esimerkiksi käytetty taajuus tai paine. Lyhyt selostus kokeen kulusta on myös hyvä kertoa tässä kohdassa. (16; 17)

6.7 Koeparametrit

Kun kokeet on saatu selitettyä, kerrotaan koeparametreista eli mistä standardista ne ovat peräisin ja ilmoitetaan, mitkä standardien määräämät parametrit kussakin testissä ovat. (16; 17)

6.8 Mittaukset

Mittaukset-kohdassa selviää suoritettujen mittausten paikat ja etäisyydet. Valitut paikat ja etäisyydet on hyvä perustella mahdollisen standardin pohjalta. Lisäksi tässä kohdassa tulee mainita, mistä käytetyt laitteet löytyvät raportissa. (16; 17)

6.9 Koetulokset

Koetulokset-vaiheessa ilmenee testin nimi, päivämäärä, vaatimus ja saatu tulos. Myös muita tietoja on mahdollista mainita testistä riippuen. Selkeyden puolesta taulukkoa käytetään yleensä näiden tietojen raportoimiseen. (16; 17)

6.10 Poikkeamat

Tässä kohdassa selvitetään mahdolliset poikkeamat standardien ja toteutuksen välillä, myös muut testaukseen liittyvät huomiot voidaan kertoa. (16; 17)

6.11 Yhteenveto

Yhteenvedossa kerrataan, mitä tehtiin ja käydään läpi saatuja tuloksia. Materiaalivaihto voidaan lisäksi vielä mainita. (16; 17)

6.12 Liitteet, viitteet ja jakelu

Lopuksi numeroidaan ja listataan liitteet. Tuotetiedot muodostavat liitteiden suurimman osan. Viittauksissa kerrotaan, mistä materiaaleista raporttiin on viitattu. Viimeisenä voidaan mainita raportin levikki. (16; 17)

7. POHDINTA

Opinnäytetyön edetessä ja aiheen tarkemmin hahmottuessa niin tekijälle kuin työn teettäjille jouduttiin tekemään alkuperäiseen suunnitelmaan hieman muutoksia. Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen opinnäytetyö jaettiin periaatteessa kahteen toisiaan täydentävään osaan. Tämän niin sanotun ensimmäisen osan tarkoitus on perehtyä vaatimuksiin ja luoda jonkinlainen yleiskuva testien kulusta ja niiden sisällöstä. Toinen työ puolestaan pyrki käsittelemään tarkemmin itse testausta ja sen aloittamisen järkevyyttä.

Työ onnistui kuitenkin muuttuneista suunnitelmista huolimatta aikataulussa ja sille asetetut tavoitteet täyttyivät. Tehty työ jäi kuitenkin joistain kohdin hiukan suppeaksi, koska tarvittavaa tietoa ei ollut saatavilla. Uskon opinnäytetyön kuitenkin palvelevan lukijaa testauksen aloittamisen mahdollisuuksiin perehdyttäessä.

8. YHTEENVETO

Opinnäytetyö saatiin suunnitellussa aikataulussa valmiiksi, mutta joiltain osin tarkat tiedot jäivät vielä puuttumaan. Syitä tietojen puuttumiseen olivat esimerkiksi standardien tulkinnanvaraisuus ja vieras kieli. Puuttuvat tiedot täydentyvät varmasti opinnäytetyön seuraavassa osassa. Yhtenä työn alkuperäisen suunnitelman tavoitteena oli selvittää testauksen aloittamisen kannattavuutta. Tähän en kuitenkaan ota tässä työssä kantaa, koska tarkat tiedot jäivät joiltain osin puuttumaan ja näin ollen laskelmia on vaikea tehdä. Lisäksi tilojen mahdollisia muutoksia ja niiden hintaa ei ole vielä selvitetty.

Valmis työ pitää kuitenkin sisällään ohjeet testauksen raportointiin ja antaa lukijalle tietoa hormitestauksen eri vaiheista ja niiden tarkemmasta kulusta. Tämän työn pohjalta pystytään varmasti jatkamaan testauksen aloittamisen mahdollisuuksien tarkempaa selvittelyä.

LÄHTEET

1. Suomen rakentamismääräyskokoelma, E3 Pienten savupiippujen rakenteet ja paloturvallisuus Määräykset ja ohjeet 2007. Ympäristöministeriö.
http://www.finlex.fi/data/normit/30497-RakMk_E3_2007_FI.pdf [viitattu 31.1.2014]
2. JT-teräshormiston asennus-, käyttö- ja hoito-ohje 1.11.2012. Jalotakka.
3. Savuhormin valinta, Tiili, harkko ja teräs piippuvaihtoehtoina.
<http://www.suomirakentaa.fi/korjaaja/hormit-ja-tulisijat/savuhormin-valinta> [viitattu 30.3.2014]
4. Muurinen, Mikko. Jalotakka. Kotka. Haastattelu 12.5.2014
5. Jämsä, Jani. Savuhormin ja tulisijan valinta vaatii ammattitaitoista suunnittelua ja asentaminen suurta huolellisuutta. <http://www.rakennaoykein.fi/fi/node/1601> [viitattu 26.1.2014]
6. Metallisten kevythormien paloturvallisuus, Palolaboratorio tutkimusselostus nro palo 1950/2011
<http://www.tut.fi/idcprod/groups/public/@1912/@web/@p/documents/liit/p041951.pdf> [viitattu 1.2.2014]
7. Aaltonen, Janne. Pientalon paloturvallisuus liittyen kevythormeihin. Opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61117/Aaltonen_Janne.pdf [viitattu 6.2.2014]
8. EN 15287-1:2007+A1:2010 Chimneys. Design, installation and commissioning of chimneys – Part 1: Chimneys for non-roomsealed heating appliances
9. Turvatekniikan keskus. CE-merkintä.
<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/CE-merkki/> [viitattu 3.2.2014]
10. Turvatekniikan keskus. Metallisten kevythormien CE- merkintä ja määräysten mukaisuus.

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Rakennustuotteet/Uutiskirjeet/Ajankohtaiskirje-rakennusvalvontaan/> [viitattu 2.2.2014]

11. Siponen, Kari. 2010. Kevythormien CE-merkintä. Turvatekniikan keskus. http://www.tukes.fi/tiedostot/pelastustoimen_laitteet/aineisto/kevythormien%20ce-merkint%C3%A4.pdf [viitattu 1.2.2014]

12. SFS-EN 1856-1:2009 Savupiiput. Vaatimukset metallisavupiipuille. Osa 1: Järjestelmäsavupiiput

13. Virtanen, Matti J. 2011. Metalliset kevythormit tarkastelussa. RY Rakennettu ympäristö. <http://www.rakennustieto.fi/lehdet/ry/index/lehti/62E7Y6vZU.html> [viitattu 25.3.2014]

14. EN 1859:2009+A1:2013 "Chimneys. Metal chimneys. Test methods".

15. SFS-EN 1443 ed3.0 Savupiiput. Yleiset vaatimukset.

16. Testausseloste VTT-S-3190-11 14.6.2011 [julkaisematon]

17. TEST REPORT NO VTT-S-379-08 25.11.2008 [julkaisematon]

18. SFS-EN 1856-2:2009 Savupiiput. Vaatimukset metallisavupiipuille. Osa 2: Metallihormiputket ja yhdysputket

19. IEC 60068-2-57 ed3.0 Environmental testing – Part 2-57: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history and sine-beat method