

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma / energia- ja ympäristötekniikka

Teemu Järvisalo

HÖYRYKATTILASTANDARDIEN MUUTOKSET 2004 - 2011

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

JÄRVISALO, TEEMU	Höyrykattilastandardien muutokset 2004 - 2011
Opinnäytetyö	23 sivua + 11 liitesivua
Työn ohjaaja	Osaamisalapäällikkö Markku Huhtinen
Toimeksiantaja	Insinööritoimisto Evoplan Oy
Marraskuu 2011	
Avainsanat	höyrykattilat, standardit, maakaasusetus

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa vuonna 2004 painetun höyrykattila tekniikan kirjan sisältämät standardit ja tutkia, ovatko ne edelleen voimassa ja onko kumoituille tullut korvaavia standardeja.

Työ aloitettiin käymällä läpi kaikki kirjan sisältämät standardit. Standardeista tehdyn listan avulla selvitettiin Suomen Standardisoimisliiton avulla, mitkä standardit ovat edelleen voimassa ja mikä kumotun standardin korvaa.

Uudesta korvaavien standardien listasta käy ilmi että suurimmat muutokset ovat tapahtunut maakaasua koskevissa julkaisuissa. Maakaasua koskevia suomalaisia SFS-standardeja ei ole paljon, vaan ne on korvattu valtioneuvoston maakaasusetuksella. Työn muilla osa-alueilla muutokset ovat pienempiä, pääasiassa suomalaiset SFS-standardit on muutettu eurooppalaiseen SFS-EN-standardiin.

Opinnäytetyön avulla saatiin tieto uusimmista höyrykattiloita koskevista standardeista, joita voidaan käyttää höyrykattilatekniikan kirjan päivittämiseen.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Mechanical and Production Engineering

JÄRVISALO, TEEMU

Changes of Boiler Standards 2004 - 2011

Bachelor's Thesis

23 pages + 11 pages of appendices

Supervisor

Markku Huhtinen, Manager of Departments

Commissioned by

Insinööritoimisto Evoplan Oy

November 2011

Keywords

boiler, standards, natural gas decree

The purpose of this thesis is to identify all the standards in a book on steam boiler engineering published in 2004 and to study which standards are still in effect and whether there substitute standard for withdrawn ones.

The work started by listing of all the standards that the book contained. Based on the list compiled and the help from Finnish standard SFS, which standards are still in effect and which standards replace the withdrawn ones.

In the new list of replacing standards it appears that the biggest change has happened in documents concerning natural gas. There are not many SFS standards for natural gas. Standards for natural gas have been replaced by the Finnish Council of States' natural gas decrees. The other sectors of the work, changes are smaller, mainly Finnish standards SFS, have been modified to European standards, SFS-EN.

This thesis provides information about the latest standards for boilers, which can be used to update the book on steam boiler engineering.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	STANDARDISOINTI	6
3	ÖLJYN VARASTOINTI	7
	3.1 Lupa-, ilmoitus ja tarkastussäännökset	7
	3.2 Säiliöt	8
4	MAAKAASUASETUS	8
	4.1 Alueluokat	8
	4.2 Maanpäälliset rakenteet	9
	4.2.1 Aitaus	9
	4.2.2 Venttiiliasema	9
	4.2.3 Paineenlisäysasema	9
	4.2.4 Paineenvähennysasema	10
	4.3 Maakaasuputkiston rakenneaineet ja materiaalit	12
	4.3.1 Siirtoputkisto	12
	4.3.2 Jakeluputkisto	12
	4.3.3 Käyttöputkisto	13
	4.3.4 Rakenne- ja käyttöönottokoe	13
	4.3.4.1 Lujuus- ja tiiviyskokeet	14
	4.3.4.2 Koekäyttö	14
5	MATERIAALIT	14
6	LÄMMÖNSIIRRINPUTKIEN LUJUUSTEKNINEN MITOITUS	15
	6.1 Paineenalaisten osien mitat	15
	6.2 Paineenalaisten osien lujuus	16
7	SYÖTTÖVESIPUMPUT	16
	7.1 Yleistä	16

7.2	Syöttövesipumppujen lukumäärä	16
7.3	Syöttövesipumpun tuotto	17
8	PUTKISTOJEN VARUSTEET	17
9	SAVUPIIPUN RAKENNE	18
10	PIIRROSMERKIT	18
11	PÄÄSTÖMITTAUSTEN MUUNTAMINEN	19
12	VEDEN KÄSITTELY	20
12.1	Käsittely	20
12.2	Näytteenotto	20
12.3	Näytteenottokohdat	20
13	YHTEENVETO	21
	LÄHTEET	22
	LIITTEET	
	Liite 1. Vedenkäsittely, vaatimukset	
	Liite 2. Standardilista, vesiputkikattilat	
	Liite 3. Standardilista, tulitorvikattilat	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia Huhtisen, Kettusen, Nurmisen ja Pakkasen kirjassa Höyrykattilatekniikka esiintyvien standardien voimassaoloa tai niiden korvaajia, sekä niiden välisiä eroja. Standardit koskevat öljyn varastointia, maakaasua, käytettäviä materiaaleja, lämmönsiirtoputkien lujustechnistä mitoitusta, putkistojen varusteita, syöttövesipumppuja, veden käsittelyä, savupiipun rakennetta, päästömittauksia ja piirrosmerkkejä. Kirjan viimeisin painos on vuodelta 2004. (1.)

Työn tavoite oli kartoittaa kaikki Höyrykattilatekniikan kirjassa esiintyvät standardit ja laatia niistä kattava listaus mitkä ovat edelleen voimassa ja mitkä kumottu. Listauksen avulla olisi mahdollista päivittää standardit kirjaa varten.

2 STANDARDISOINTI

Standardisointi on yhteistyötä, jossa eri tahot noudattavat yhteisiä sääntöjä ja sopivat yhteisistä menettelytavoista toistuvien tehtävien ratkaisemiseksi. Standardi on yleisesti saatavissa oleva tekninen eritelmä tai muu asiakirja.

Standardeja tarvitaan järkeistämään toimintaa, lisäämään turvallisuutta, edistämään taloudellisuutta ja tekemään jokapäiväisestä elämästä helpompaa. (2, s.4)

Viime vuosina on Suomessa siirrytty suomalaisista SFS-standardeista eurooppalaisiin SFS-EN-standardeihin.

3 ÖLJYN VARASTOINTI

3.1 Lupa-, ilmoitus ja tarkastussäännökset

Asetuksessa öljylämmityslaitteista nro. 1211/95, öljylämmityslaitteistot on jaettu taulukon 1. mukaisesti, varastoitavan öljymäärän perusteella.

Taulukko 1. Luvat varastoitavan öljymäärän perusteella (3, s. 158).

Luvanvaraisuus	Katsastus, tarkastus ja käyttöönottolupa
Lupaa tai ilmoitusta ei tarvita, mikäli yhteen laskettu säiliötilavuus on alle 200 m ³	<p>Laitteisto voidaan luovuttaa käyttöön kun laitteisto on kaikilta osin valmis ja laitteiston asentanut toiminnanharjoittaja on sen koekäyttänyt. Öljylämmityslaitteiston asentaneen toiminnanharjoittajan on toimitettava katsastusta varten paloviranomaisille jäljennös asennustyöstä annettusta todistuksesta.</p> <p>Paloviranomainen katsastaa laitteiston kolmen kuukauden kuluessa sen käyttöönotosta. Katsastuksesta laaditaan pöytäkirja, josta ilmenevät mahdolliset puutteet ja niiden korjaamiseksi sovitut määräajat.</p>
Ilmoitus paloviranomaiselle tarvitaan, jos yhteenlaskettu säiliötilavuus on yli 200 m ³ mutta alle 3000 m ³	<p>Paloviranomaisen tulee tarkastaa öljylämmityslaitteisto kolmen kuukauden kuluessa käyttöönotosta. Katsastuksesta laaditaan pöytäkirja, josta ilmenevät mahdolliset puutteet ja niiden korjaamiseksi sovitut määräajat. Öljylämmityslaitteiston asentaneen toiminnanharjoittajan tulee olla läsnä tarkastuksessa.</p>
Lupa Turvatekniikan keskukselta, jos yhteen laskettu säiliötilavuus on yli 1000 m ³	<p>Laitteistoa ei saa ottaa käyttöön ennen kuin sen on käyttöönototarkastuksessa todettu täyttävän annettujen määräysten ja lupapäätösten ehdot. Tarkastus pyydetään Turvatekniikan keskukselta. Tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja, johon merkitään havaitut puutteet ja niiden korjaamiseksi sovitut määräajat.</p>

3.2 Säiliöt

Jos säiliötä ei suunnitella, mitoiteta ja valmisteta tarkalleen standardien mukaan, on säiliön valmistajan tai maahantuojan haettava hyväksyminen säiliölle tarkastuslaitokselta. Hyväksyntä on haettava myös SFS 3915:n mukaisille muovisäiliöille.(3.)

Palavien nesteiden varastointia ja käsittelyä koskeva standardi SFS 2733 on kumottu. Standardi koski teräksisiä maanpäällisiä lieriömäisiä makaavia säiliöitä, joissa tilavuus oli vähintään 1,5 m³ ja enintään 100 m³. Kyseisen julkaisun korvaa standardi SFS-EN 12285-2en (Workshop fabricated steel tanks), joka eroaa aiemmasta siten, että sille on asetettu nimelliseksi halkaisijaksi 800-3000 mm, pituus enimmillään 6 kertaa nimellinen halkaisija, maksimi käyttöpaine 1,5 bar ja polttoaineen ominaispaino maksimis- saan 1,9 kg/l. (4; 5.)

SFS 2734 Palavien nesteiden varastointi ja käsittely, teräksinen maanpäällinen lieriömäinen pystysäiliö, on edelleen voimassa. (6, s.161)

SFS 2737 Maanpäällinen teräksinen palavien nesteiden ympyräpohjainen ja suoraseinäinen säiliö, ainevaatimukset ja mitoitus., tilavuus ≤ 500 m³ sekä SFS 2740, joka koskee säiliöitä joiden tilavuus ≥ 500 m³, on molemmat kumottu. Standardit korvaa SFS-EN 14015:en (Specification for the design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed, above ground, welded, steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature and above), jossa suunnittelupaine on vähemmän kuin 500 mbar ja sisäinen alipaine alhaisempi kuin 20 mbar. Suunniteltu lämpötila ei ole alhaisempi kuin -40 °C, eikä korkeampi kuin +300 °C. (7; 8; 9)

4 MAAKAASUASETUS

4.1 Alueluokat

Maakaasuasetuksessa on määritelty neljä alueluokkaa:

Alueluokka 1: Alueet, joiden laskettu asutustiheys on enintään 10 huoneistoa.

Alueluokka 2: Alueet, joiden laskettu asutustiheys on yli 10 ja enintään 45 huoneistoa.

Alueluokka 3: Alueet, joiden laskettu asutustiheys on yli 45 huoneistoa. Lisäksi luokkaan katsotaan kuuluvan alueen, jolla on tai jolle ennakoitaan tulevan:

1) rakennus, jossa tavallisesti oleskelee samanaikaisesti vähintään 20 henkilöä ja joka sijaitsee 100 m lähempänä putkiston lähintä osaa; sekä

2) erillinen rajattu alue, jolla tavallisesti oleskelee samanaikaisesti vähintään 20 henkilöä ja jonka reuna on 100 m lähempänä putkiston lähintä osaa.

Alueluokka 4: Alueet, joilla on useita rakennuksissa ja joissa on vähintään neljä asuinkerrosta maapinnan yläpuolella. (10.)

4.2 Maanpäälliset rakenteet

4.2.1 Aitaus

Paineenlisäysasema ja siirtoputkistoon kuuluvat paineenvähennys-, linjasulkuventtiili- ja kaavinasema tulee ympäröidä vähintään 2,4 m korkealla aidalla, elleivät ne sijaitse muutoin aidatulla alueella (10).

4.2.2 Venttiiliasema

Maakaasun siirtoputkistoon tehdään linjasulkuventtiilejä siten, että putkiston jokaisen paineenalaisen osan kaasumäärä voidaan tyhjentää turvallisesti ja kohtuujassa.

Ulospuhallusjärjestelmän on oltava sellainen, että se ei haittaa putkistoon kuuluvien laitteiden käyttöä tai toimintaa.

Linjasulkuventtiilien keskinäinen etäisyys määräytyy alueluokan mukaan. Alueluokan 1 linjasulkuventtiilien suurin sallittu keskinäinen etäisyys on 32 km, alueluokan 2 enintään 24 km, alueluokan 3 enintään 16 km ja alueluokan 4 enintään 8 km. (10.)

4.2.3 Paineenlisäysasema

Paineenlisäysaseman suunnittelussa ja sijoituksissa on otettava huomioon ympäristön, aseman henkilöstön ja laitteiden turvallisuus. Aseman sisäisessä sijoittelussa on huo-

mioitava, että aseman käyttö- ja kunnossapitotoimet voidaan suorittaa turvallisesti, laitteiden toimintahäiriöt eivät aiheuta häiriötä muille laitteille ja että aseman hätätilanteiden toiminnot voidaan suorittaa. (10.)

Paineenlisäysasema on voitava turvallisesti eristää venttiileillä siirtoputkistosta. Asemalla pitää olla reitit pelastuskaluston liikkumiselle sekä hätäpoistumiselle. Asemalla on oltava kaasun- ja palonvalvontajärjestelmät. (10.)

Paineenlisäysasemalle on suoritettava turvallisuustarkastus. Asema on varustettava turvatoiminnoilla ja turvalaitteilla, jotka on todettu turvallisuustarkastuksessa tarpeelliseksi henkilöiden, ympäristön tai aseman laitteiden ja putkistojen turvallisuuden takaamiseksi. (10.)

Turvatoimintojen tulee estää paineenlisäysaseman kaasuputkistojen tai kaasulaitteiden joutuminen sallittua korkeampaan paineeseen tai lämpötilaan. Paineenlisäysaseman kaasuputkistoissa tulee olla varoventtiili. (10.)

Paineenlisäysaseman suojarakennusten on oltava palamatonta materiaalia ja rakenteeltaan sellaisia, ettei kaasua keräänny rakennusten sisälle tai rakenteisiin (10).

Suomessa paineenlisäysasemia on Imatralla, Kouvolassa ja Mäntsälässä. Asemilla on yhteensä yhdeksän kaasuturbiinikäyttöistä turbokompressoria; neljä Imatralla, kolme Kouvolassa ja kaksi Mäntsälässä. Käytettävissä oleva kokonaisakseliteho on 64 MW. (11.)

4.2.4 Paineenvähennysasema

Paineenvähennysasemalla on useita tehtäviä. Asemalla pienennetään maakaasun paine siirtoverkon paineesta (enintään 54 bar) jakeluverkoston paineeseen (enintään 8 bar). Asemalla mitataan myytävän kaasun määrää sekä hajustetaan kaasu. Hajustus voidaan jättää tekemättä Teknillisen tarkastuskeskuksen luvalla, mutta se edellyttää, että kaasun kulutuskohteisiin sijoitetaan vuotokaasunilmaisimet. Hajustinaineista ja hajustinlaitteista oleva standardi SFS 3735 on kumottu ja se on korvattu standardilla SFS-EN ISO 3735:en (1; 12; 13.)

Siirto- ja jakeluputkiston välisestä paineenvähennysasemasta, jossa kaasun tulopaine on yli 8 bar, on standardi SFS 2895, joka on kumottu ja korvattu maakaasuasetuksella.

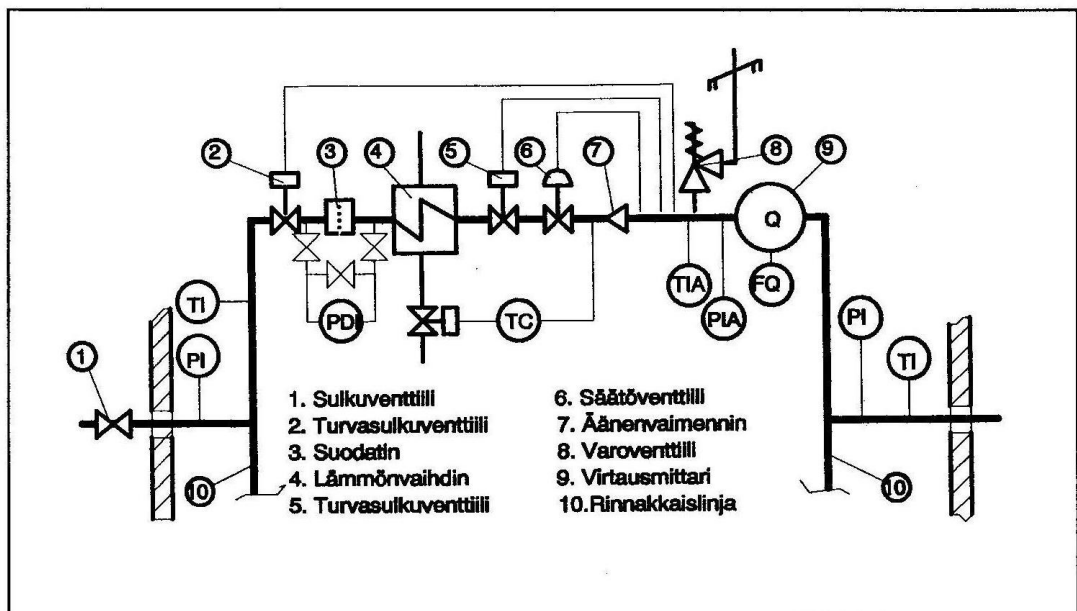
Paineenvähennysaseman paineensäätö- ja varolaitejärjestelmä on rakennettava niin, että paineenvähennysaseman laitteistossa ja lähtöputkistossa paine ei ylitä suurinta sallittua painetta. Varolaitejärjestelmässä tulee olla kaksi toisistaan riippumatonta turvallisuutta varmistavaa laitetta. (10.)

Paineenvähennysaseman kaasun tuloputkessa on oltava pääsulkuventtiili 10 - 50 metrin päässä paineenvähennysaseman rakennuksesta. (10.)

Paineenvähennysaseman suojarakennuksen pitää olla palamatonta materiaalia ja rakenteeltaan sellainen, ettei kaasua keräänny rakennuksen sisälle tai rakenteisiin. Paineenvähennyshuoneeseen sisäänkäynnin pitää tuolla suoraan ulkoa. (10.)

Paineenvähennyshuone on varustettava jatkuvatoimisella vuotokaasun ilmaisimella, josta on hälytys valvontapaikkaan. Asemarakennuksen ulkopuolella on oltava merkkilamput, jotka saavat tiedon vuotokaasun ilmaisimelta ja ilmoittavat kaasuvaarasta. (10.)

Paineenvähennysasemalla tulee olla reitit pelastuskaluston liikkumiselle ja hätäpoistumiselle. Asemalla pitää olla riittävät varoitusmerkinnät ja alkusammutuskalusto. (10.)



Kuva 1. Paineenvähennysaseman kuuluvien laitteiden kaavio (1, s.57).

4.3 Maakaasuputkiston rakenneaineet ja materiaalit

Maakaasuputkistossa käytettävien rakenneaineiden on oltava mekaanisesti riittävän lujia ja kestävä niitä paineita ja lämpötiloja, joihin putkisto tavanomaisessa käytössä saattaa joutua (14).

Kumottua SFS 2896 -standardia sovellettiin rakennusten ulkopuolella sijaitsevan maakaasun siirto-, jakelu- ja käyttöputkiston rakentamiseen.

4.3.1 Siirtoputkisto

Siirtoputkistolla siirretään maakaasua korkeapaineisena käyttöön jaettavaksi; siirto-putkistoon kuuluvat paineenlisäysasemat, paineenvähennysasemat sekä venttiili- ja kaavinasemat (14).

Maakaasun siirtoputkistossa käytetään hitsattuja tai saumattomia paineenalaiseen käyttöön tarkoitettuja teräsputkia. Rakenneaineen tulee olla lujuudeltaan, muodonmuutoskyvyltään, sitkeydeltään ja hitsattavuudeltaan asennus- ja käyttöolosuhteisiin sopivaa tiivistettyä terästä. (14.)

4.3.2 Jakeluputkisto

Jakeluputkistolla jaetaan maakaasua vähennetyllä paineella alueelliseen kulutukseen.

Maakaasun jakeluputkistossa voidaan käyttää joko teräsputkia tai muoviputkia. Muoviputkia saa käyttää maanalaisiin asennuksiin, vesistöjen alituksiin ja rakennukseen tulevaan nousuputkeen pääsulkuventtiilin asti. Maanpäällisen jakeluputkiston on oltava terästä. (14.)

Muoviputkina saa käyttää saumattomia polyeteenistä valmistettuja putkia ja niiden osia. Muoviputkien suurin sallittu käyttöpaine on materiaalista riippuen 4 bar (PE 80) tai 8 bar (PE 100). (14.)

SFS 3467 -standardin mukaiset yleiset vaatimukset ja testausmenetelmät PEM- ja PEH-kaasuputkien mekaanisille liitoksille, kun PEM- ja PEH-kaasuputkia liitetään muista materiaaleista valmistettuihin putkiin tai putkenosiin, ovat edelleen voimassa. (14.)

SFS 3470:n mukaiset laatuvaatimukset on kumottu ja korvattu SFS-EN 1555-1- ja 2-sarjalla sekä SFS-EN 1555:en (Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels. Polyethylene (PE)) sarjoilla 3-5. (16; 17.)

4.3.3 Käyttöputkisto

Käyttöputkistolla maakaasua johdetaan käyttölaitteelle.

Maakaasun käyttöputkiston tulee olla terästä, kuparia tai muuta maakaasukäyttöön tarkoitettua materiaalia (14).

4.3.4 Rakenne- ja käyttöönottokoe

Standardi SFS 3178, jonka mukaan aiemmin tehtiin rakenne-, käyttöönotto- ja määräaikaistarkastukset. on kumottu, ja tilalle tullut maakaasuasetus (18).

Käyttöönottotarkastuksessa tarkastetaan, että maakaasuputkisto täyttää voimassa olevat säännökset sekä rakennusluvissa asetetut ehdot. Tarkastukseen kuuluu putkiston sijoituksen, rakenteen ja käyttövalmiuden tarkastaminen. (14.)

Käyttöönottotarkastus tehdään rakentamisen aikana siten, että maakaasuputkisto voidaan tarkastaa kaikilta osin. Putkiston tarkastus voidaan suorittaa yhdellä kerralla tai useassa osassa. Tarkastuksessa tehdään painekoe, johon käytetään vettä, ilmaa tai inerttikaasua. Painekokeen saa tehdä kaasunpainekeena yli 8 baarin putkistolle vain, jos olosuhteet ja koejärjestelyt ovat sellaiset, ettei kokeesta aiheudu vaaraa kokeeseen osallistuville tai ulkopuolisille. (14.)

Maakaasuputkistoille, jotka edellyttävät käyttöönottotarkastusta, on määräaikaistarkastus tehtävä ensimmäisen kerran kahdeksan vuoden kuluttua käyttöönotosta ja kahdeksan vuoden välein sen jälkeen. (14.)

Maakaasuputkiston määräaikaistarkastuksessa tarkastetaan, että putkistoa on hoidettu säännösten mukaisesti ja että putkisto sekä siihen liittyvät laitteet ja rakenteet ovat toimintakuntoisia (14).

4.3.4.1 Lujuus- ja tiiviyskokeet

Lujuus- ja tiiviyskoe on tehtävä ennen jakelu- ja käyttöputkiston käyttöönottoa. Lujuuskoe suoritetaan painekokeena käyttäen ilmaa, inerttikaasua tai vettä. Lujuuskokeessa koepaineen on oltava jakeluputkistolla vähintään 1,3 kertaa suurin sallittu käyttöpaine ja käyttöputkistolla vähintään 1,43 kertaa suurin sallittu käyttöpaine. Lujuuskokeesta voidaan jättää pois varusteet, joiden paine on rajoitettu suurimpaan sallittuun käyttöpaineeseen. Lujuuskokeen valvoo tarkastuslaitos tai asennusliikkeen vastuhenkilö. Lujuuskokeen järjestelyt tulee tehdä niin, ettei koe aiheuta vaaraa tarkastukseen osallistuville eikä ulkopuolisille. (10.)

Tiiviyskoe tehdään maakaasulla ja käyttöpaineella. Kaikki putkistoon kuuluvat osat ja varusteet tulee olla mukana tiiviyskokeessa. (10.)

4.3.4.2 Koekäyttö

Ennen käyttöputkiston ja siihen liitettyjen kaasulaitteiden luovuttamista käyttäjälle on kaasuasennusliikkeen koekäytettävä ja säädettävä laitteisto niin, että se toimii moitteettomasti koko tehoalueella (10).

5 MATERIAALIT

Höyrykattilakirjassa esitetyt materiaali koskevat standardit SFS 100 (teräkset, numerointi- ja merkintäjärjestelmä) ja SFS 1100 (yleiset paineastiaterästen laatuvaatimukset) on kumottu. Sain tiedon niitä korvaavista standardeista MetSta ry:n Mika Vartiainenilta. Standardin SFS 100 korvaa julkaisu SFS-EN 10027 (Terästen nimikejärjestelmät) osa 1 (Osa 1: Terästen nimikkeet) ja osa 2 (Osa 2: Numeerinen järjestelmä). Seostamattomia materiaaleja koskevan standardin SFS 1100 korvaa seuraavat julkaisut: SFS-EN 10028 (Painelaiteteräkset. Levytuotteet), SFS-EN 10272 (Painelaiteteräkset. Ruostumattomat terästangot) ja SFS-EN 10273 (Painelaiteteräkset. Kuuma- valssatut hitsattavat kuumaalujat terästangot). (19; 20.)

6 LÄMMÖNSIIRRINPUTKIEN LUJUUSTEKNINEN MITOITUS

6.1 Paineenalaisten osien mitat

Paineastioiden mitoitukseen tarkoitettu standardi SFS 3274 on kumottu. Yksi korvaavista standardeista on SFS-EN 12952-3 (Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 3: Paineenalaisten osien suunnittelu ja laskenta), joka on tarkoitettu vesiputkikatiloille ja niihin liittyville laitteistoille. (21; 22, s.91)

Vesiputkikattiloiden paineenalaiset osat suunnitellaan standardin EN 12952-3 vaatimusten mukaan. Suunnitelmat esitetään hyväksytyissä piirustuksissa ja määrittelyissä. Sillä varmistetaan suunnittelun vaatimusten oikea soveltaminen valmistuksen ja tarkastuksen aikana. (22, s 98)

Paineenalaisten osien seinämän paksuuden ja muiden mittojen riittävyys laskentapaineessa ja laskentalämpötilassa suunnitellun käyttöajan ajaksi määritetään standardin EN 12952-3 mukaan käyttäen standardin EN 12952-2 (Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 2: Kattiloiden ja niiden varusteiden paineenalaisiin osiin tarkoitettut materiaalit) mukaisia materiaaleja. (22, s.100)

Myös seuraavien tilanteiden aiheuttamat kuormitukset otetaan suunnittelussa huomioon: lieriön tai kammion taivutus palkkina oman painon ja sisällön painon vaikutuksesta, paikalliset tukivoimat lieriössä, lämpölaajenemisen aiheuttamat voimat ja momentit, jotka syntyvät sisäisiin putkistoihin tai jotka ne saavat aikaan, rakenteellisten kiinnikkeiden aiheuttamat paikalliset voimat putkissa sekä nopeat ja säännöllisesti toistuvat paineen tai lämpötilan muutokset. (22, s.100)

Nämä suunnittelusäännöt ovat riittävät koeteltua rakennetta oleville kattiloille, jotka asennetaan ja joita käytetään valmistajan ohjeiden mukaan.

Poikkeavissa olosuhteissa on paineenalaisten osien mitoitusta tehtävä erityistarkasteluilla, joita ei tässä standardissa esitellä. Tällaisia olosuhteita kuitenkin ovat mm. savukaasujen poikkeavan voimakas korrosiivisuus, savukaasujen korkea paine, huonosyöttöveden laatu. (22, s.100)

6.2 Paineenalaisten osien lujuus

Paineenalaisten osien lujuuden tulee olla riittävä kestäämään seuraavia kuormituksia:

- Sisäinen paine
- Kaikkien paineenalaisten osien sekä niiden sisältöjen paino. Niiden varassa olevien osien ja kerääntyneen kuonan, polttoaineen, tuhkan ja pölyn paino
- Kattilan tulipesässä ja savukaasukanavassa vallitsevasta kaasun paine-erosta aiheutuvat kuormitukset
- Kattilan ja muiden osien välisissä liitännöissä syntyvät voimat. (22, s.100)

7 SYÖTTÖVESIPUMPUT

7.1 Yleistä

Syöttövesipumpun päätehtävä on syöttää vettä kattilaan. Voimalaitosprosessin muihin pumppuihin verrattuna syöttövesipumpuilta vaaditaan rakenteellisesti eniten. Niiden tulee tuottaa suuria paineita. Lisäksi niiden tulee kestää korkeita lämpötiloja.

Syöttövesipumppuja koskeva standardi SFS 2864 on kumottu. Nykyisin käytetään standardia SFS-EN 12952-7 (Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 7: Vaatimukset kattilan varusteille). (19; 2, s.7)

7.2 Syöttövesipumppujen lukumäärä

Yksi syöttöpumppu on riittävä silloin, kun seuraavat ehdot täyttyvät: Syöttöpumpun käyttövoiman saannin estyessä täytyy lämmitys lopettaa automaattisesti tai höyrykattilan täytyy olla öljy- tai kaasulämmitteinen tai lämmitysjärjestelmän tulee olla siten suunniteltu, että se takaa, että lämmityksen keskeytymisen jälkeen kattilan tulipesään tai kattilan rakenteisiin varautunut lämpö ei aiheuta kattilassa olevan veden haitallista höyrystymistä. Tämän katsotaan täyttyvän, jos voidaan osoittaa, että kun lämmitys lopetetaan jatkuvuustilassa täydellä kuormalla, savukaasujen lämpötila lämmitetyn pinnan korkeimmalla kohdalla putoaa alle 400 °C:seen ennen kuin veden pinta on laske-

nut alimmasta sallitusta vedenkorkeudesta kohtaan, joka on 50mm korkeammalla kuin lämmitetyn pinnan korkein kohta. (2, s.28 ja 30)

Höyrykattilat, jotka eivät täytä näitä vaatimuksia, täytyy varustaa vähintään kahdella syöttöpumpulla (2, s.30).

7.3 Syöttövesipumpun tuotto

Syöttöpumpun tuoton tulee olla vähintään 1,25 kertaa kaikkien höyrykattiloiden sallittua höyryn tuottoa vastaava. Turvallisuuden perusteella määrä, joka on 1,15-kertainen suurimman jatkuvan höyryvirran arvoon, on riittävä. Suurempi kerroin voi olla tarpeen käytettävyyden tai vaihtelevien olosuhteiden takia. (2, s.30)

Läpivirtauskattiloilla syöttöpumpun tuotoksi riittää määrä, joka on vähintään 1,0 kertaa suurin jatkuva höyrystys (2, s.30).

8 PUTKISTOJEN VARUSTEET

Paineastian sijoitukseen, varusteluun ja käyttöön tarkoitetuille kumotuille standardeille SFS 3268, SFS 3322, SFS 3323 ja SFS 3329, ei ole tullut suoraan korvaavia standardeja (19).

SFS 3322 on varoventtiilistandardi. Nykyisin varoventtiilin vaatimukset kertoo SFS-EN 12952-10 (Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 10: Vaatimukset sallitun paineen ylitykseltä suojaaville turvaärjestelmille). (2,s.139)

Jokainen höyrykattila ja jokainen erotettavissa oleva lämmitetty rakenneos (esim. välitulistin, tulistin tai syöttöveden esilämmitin) pitää varustaa ainakin yhdellä sopivalla varolaitteella, joka suojaa sallitun paineen ylitykseltä. Kaikkien kattilaan asennettujen varolaitteiden yhteen lasketun taatun puhallustehon on oltava vähintään yhtä suuri kuin kattilan suurin jatkuva teho. Varolaitteiden tarkoituksenmukaisuus on osoitettava kokeellisesti kokoonpannun kattilan kuumakokeella.(2, s.146)

Ainakin yhden seuraavista varolaitteista katsotaan olevan tarkoituksenmukainen:

- suoraan kuormitettu varoventtiili

- kevennysohjattu varoventtiili
- kuormitusohjattu varoventtiili
- esiohjattu varoventtiili, joka koostuu pääventtiilistä, jota ohjataan kolmella ohjausventtiilillä
- tai ohjattu varoventtiili, joka koostuu pääventtiilistä, jota ohjataan kolmelta mittauselimeltä tulevilla viesteillä. (2, s.146)

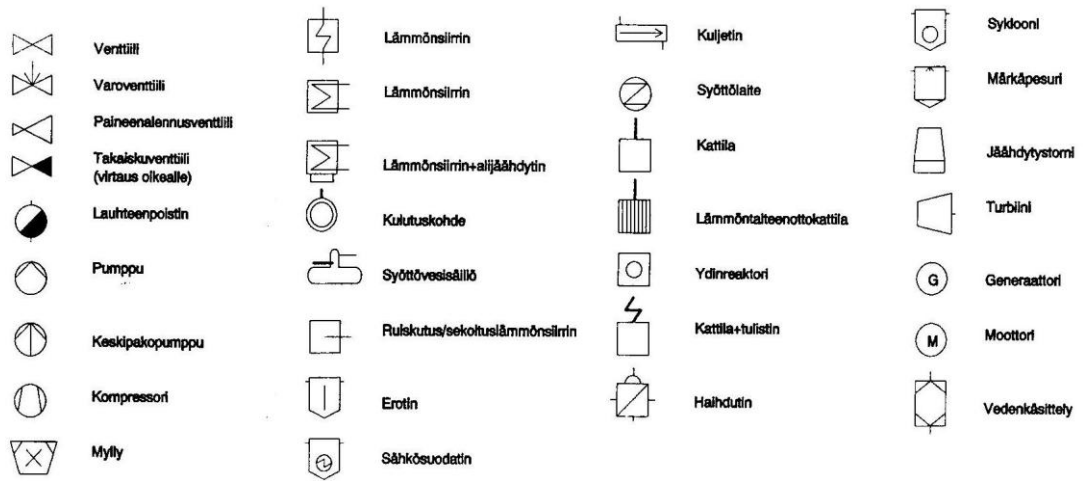
SFS 3329 on standardi höyrykattilasta, jonka paine on enintään 1 bar. Tällaiset kattilat eivät mene enää mihinkään rekisteriin, minkä takia tämä standardi on kumottu. (23.)

9 SAVUPIIPUN RAKENNE

Kattilalaitoksen koko vaikuttaa savupiipun rakenteeseen. Pienten ja keskisuurten kattilalaitosten savupiippu rakennetaan teräksestä. Suurissa kattilalaitoksissa piipun kantavana rakenteena on liukuvalettu teräsbetonipiippu tai vaihtoehtoisesti teräsristikkorakenne ja hormina teräksinen, kantavasta rakenteesta tuettu sisäpiippu. Suuriin piippuihin on mahdollista käyttää myös kantavaa sisävaippaa, mutta se ei ole kovin yleinen. Standardissa SFS 4937 on esitetty yksityiskohtaisesti teräsrakenteisten savupiippujen suunnitteluohjeet ja niihin liittyvät määräykset. (1 s.248)

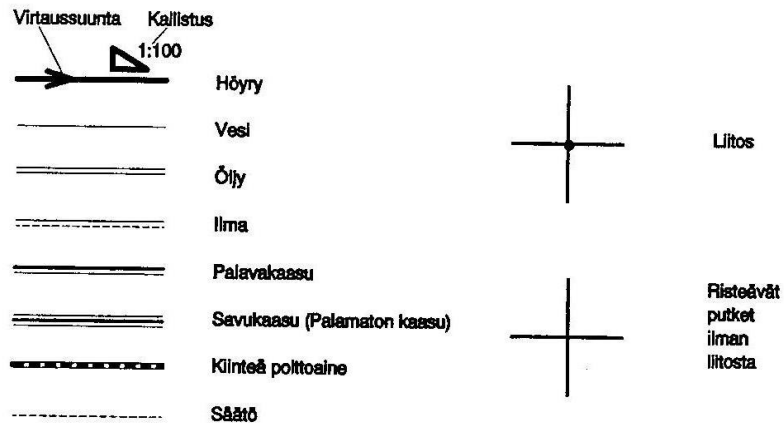
10 PIIRROSMERKIT

Höyrykattilakirjassa on useita kuvia ja piirroksia kattiloista tai niiden osista. Piirrosmerkit ovat olleet aiemmin SFS 4103:n mukaiset, mutta se on kumottu vuonna 2004. Nykyisin piirrosmerkit ja kirjainlyhenteet tulevat SFS-ISO 14617-6 standardin mukaan. Standardisoimisliiton tietopalvelun mukaan ei piirrosmerkeissä standardien osalta ole eroa. (24; 25.)



Kuva 2. Prosessikaavioiden piirrosmerkit (1, s.320).

Virtaavia aineita koskeva standardi DIN-2481, on edelleen voimassa (19).



Kuva 3. Virtaavien aineiden merkit (1, s.320).

11 PÄÄSTÖMITTAUSTEN MUUNTAMINEN

Aiemmin mittauksissa käytettiin muunnosta, jossa mittausarvo mg/m^3 muunnettiin päästöarvoksi mg/MJ . Nykyisin mg/m^3 on sekä mittausarvo että päästöarvo (26).

12 VEDEN KÄSITTELY

12.1 Käsittely

Syöttöveden ja kattilaveden tiettyjä laatuominaisuuksia on parannettava käsittelemällä vesiä kemikaaleilla. Esimerkiksi: Magnetiittikerroksen tai muun suojaavan oksidikerroksen muodostamiseen ja korroosion minimoimiseen, pH-arvoa optimoimalla. Kovuuden tasapainottamiseksi, estämiseksi tai minimoimaan kattilakiven syntymistä kemialliseen hapenpoistoon sekä erityisten suojaavien pinnoitteiden muodostamiseen, kehittämällä filmikalvo metallipinnalle. (2, s.226)

Tavanomaisia epäorgaanisia lisäaineita ovat esim. natrium- ja kaliumhydroksidi, natriumfosfaatti, natriumsulfiitti, ammoniakki ja hydratsiini (2, s.226).

Orgaaniset lisäaineet ovat kuitenkin olleet käytössä jo vuosia. Jos orgaanisia lisäaineita käytetään, on kemikaalin toimittajan määrittävää käytettävät määrät ja menetelmät samoin kuin analyysimenetelmät. (2, s.226)

12.2 Näytteenotto

Kattilaveden ja höyryn näytteenotto on suoritettava standardin ISO 5667-1 mukaisesti, ja näytteiden valmistelu ja käsittely standardin ISO 5667-3 mukaisesti (2, s.244).

12.3 Näytteenottokohdat

Näytteenottokohdat on järjestettävä laitteiston edustaviin kohtiin.

Tyypillisiä näytteenottokohtia ovat syöttövesi sisääntuloventtiililtä, kattilavesi laskuputkista tai jatkuvan ulospuhalluksen putkesta, lisävesi alavirtaan lisäveden käsittelylaitokselta tai varastosäiliöstä ja lauhde lauhduttimen ulostulosta, jos sellainen on, muussa tapauksessa lauhteen näytteenottokohdan on oltava niin lähellä syöttövesisäiliötä kuin mahdollista. (2, s.244)

12.4 Vaatimukset

Liitteessä 1 on esitetty suurimmat sallitut pitoisuudet joillekin epäpuhtauksille sekä suurimmat ja vähimmäispitoisuudet kemiallisille lisäaineille. Kyseisiä lisäaineita lisätään korroosion vähentämiseksi sekä lietteen ja kerrostumien muodostumisen estämiseksi. (2. 226)

13 YHTEENVETO

Työn lopputuloksena on kattava lista Höyrykattilatekniikkakirjassa esitetyistä standardeista, voimassa olevista, kumotuista sekä niiden korvaajista. Myös maakaasuasetuksesta on seloste, josta ilmenee, mitkä höyrykattilakirjassa esitetyt maakaasua koskevat standardit se korvaa.

LÄHTEET

1. Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P. & Pakkanen, H. 2004. Höyrykattilatekniikka. Helsinki. Oy Edita Ab.
2. SFS-käsikirja 43-2. Vesiputkikattilat. Osa 2: Varusteet, laitteistot ja järjestelmät 2009. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto ry
3. Huhtinen, M., Jalonen, O., Rauhala, H & Virtanen, K. 1999. Öljylämmitystekniikka. Helsinki. Suomen Lämmitystieto Oy.
4. SFS 2733. 1985. Palavien nesteiden varastointi ja käsittely. Teräksinen maanpäällinen lieriömäinen makaava säiliö. Suomen Standardisoimisliitto.
5. SFS-EN 12285-2en. 2005. Workshop fabricated steel tanks. Part 2: Horizontal cylindrical single skin and double skin tanks for the aboveground storage of flammable and non-flammable water polluting liquids. Suomen Standardisoimisliitto.
6. SFS 2734. 1985. Palavien nesteiden varastointi ja käsittely. Teräksinen maanpäällinen lieriömäinen pystysäiliö. Suomen Standardisoimisliitto.
7. SFS 2737. 1975. Maanpäällinen teräksinen palavien nesteiden ympyräpohjainen ja suoraseinäinen säiliö. Tilavuus ≤ 500 m³. Ainevaatimukset ja mitoitus. Suomen Standardisoimisliitto.
8. SFS 2740. 1972. Maanpäällinen teräksinen palavien nesteiden ympyräpohjainen ja suoraseinäinen säiliö. Tilavuus ≥ 500 m³. Ainevaatimukset ja mitoitus. Suomen Standardisoimisliitto.
9. SFS-EN 14015:en. 2005. Specification for the design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed, above ground, welded, steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature and above. Suomen Standardisoimisliitto.
10. Edilex lakitietopalvelu verkkosivut. Saatavissa:
<http://www.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20090551> [Viitattu 15.10.2011]

11. Gasumin verkkosivut. Saatavissa:
<http://www.gasum.fi/kaasuverkostot/siirto/Sivut/default.aspx> [Viitattu 25.11.2011]
12. SFS 3735. 1997. Raakaöljy ja polttoöljyt. Kiintoaineen määrittäminen. Uttomenetelmä. Suomen Standardisoimisliitto.
13. SFS- EN ISO 3735:en. 1999. Crude petroleum and fuel oils. Determination of sediment. Extraction method. Suomen Standardisoimisliitto.
14. Suomen kaasuyhdistyksen verkkosivut. Saatavissa:
<http://www.maakaasu.fi/kirjat/maakaasukasikirja/maakaasuputkistot> [Viitattu 13.10.2011]
15. SFS 3467. 1988. Muoviputket. PEM- ja PEH-kaasuputket ja putkenosat. Mekaaniset liitokset. Suomen Standardisoimisliitto.
16. SFS 3470. 1990. Muoviputket. PEM- ja PEH-kaasuputket ja putken osat. Laatuvaatimukset. Suomen Standardisoimisliitto.
17. SFS-EN 1555. 2011. Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels. Polyethylene (PE). Suomen Standardisoimisliitto.
18. SFS 3178. 1987. Maakaasuputkisto. Tarkastus. Suomen Standardisoimisliitto.
19. SFS-tietopalvelu. 2011. Suomen Standardisoimisliitto. Puhelinkeskusteluja syksyllä 2011.
20. Vartiainen, M. Diplomi-insinööri. MetSta ry. Puhelinkeskustelut syksy. 2011.
21. SFS 3274. 1975. Paineastiain mitoitus. Putkistot. Suora putki. Sisäinen paine. Suomen Standardisoimisliitto.
22. SFS-käsikirja 43-1. Vesiputkikattilat. Osa 1: Materiaalit, suunnittelu, valmistus ja tarkistus. 2009. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto ry
23. Topp, E. Turvallisuusinsinööri. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES. Puhelinkeskusteluja syksyllä 2011.

24. SFS 4103. 1985. Instrumentoinnin piirrosmerkit. Mittaus-, ohjaus- ja säätötoimintojen perusmerkit. Suomen Standardisoimisliitto.
25. SFS-ISO 14617-6. 2004. Kaavioissa käytettävät piirrosmerkit. Osa 6: Mittaus- ja ohjaustoiminnot. Suomen Standardisoimisliitto.
26. Huhtinen, M. Osaamisalapäällikkö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu Oy. Keskustelut syksyllä 2011

Taulukko 5.1 Luonnonkierto- tai avustetun kierron höyry- ja kuumavesikattiloiden syöttövesi

Muuttuja	Yksikkö	Syöttövesi sisältään liuennetta kiintoaineita	Syöttövesi ja ruiskutusvesi suolaton	Kuumavesikattiloiden lisävesi
Käyttöpaine	bar (= 0,1 Mpa)	> 0,5...20	> 40...100	koko alue
Ulkonäkö	-	kirjas, ei liukenemattomia aineita		
Suora sähköjohtavuus 25 °C lämpötilassa	µS/cm	ei määritetty, vain ohjearvot kattilavedelle tarpeen, ks. taulukko 5.2	-	ei määritetty, vain ohjearvot kattilavedelle tarpeen, ks. taulukko 5.2
Kationivaihdettu sähköjohtavuus 25 °C lämpötilassa ^a	µS/cm	-	< 0,2	-
pH-arvo 25 °C lämpötilassa ^b	-	> 9,2 ^c	> 9,2 ^d	> 7,0
Kokonaiskovuus (Ca + Mg)	mmol/l	< 0,02 ^e	< 0,005	< 0,05
Natrium ja kalium (Na + K)	mg/l	-	-	-
Rauta (Fe)	mg/l	< 0,050	< 0,020	< 0,2
Kupari (Cu)	mg/l	< 0,020	< 0,003	< 0,1
Silikaatti (SiO ₂)	mg/l	ei määritetty, vain ohjearvot kattilavedelle tarpeen, ks. taulukko 5.2	< 0,020	-
Happi (O ₂)	mg/l	< 0,020 ^f	< 0,020	-
Öljy-rasva (ks. standardi EN 12952-7)	mg/l	< 1	< 0,5	< 1
Orgaaniset aineet (TOC)	mg/l	ks. alaviite ^h	< 0,5 g	ks. alaviite ^h
Vaihtoehtoisesti permanganaattiluku	mg/l	5	3	5

a lisäksi tulisi ottaa huomioon orgaanisten lisäaineiden vaikutus
b jos laitteistossa on kupariseoksia, pH-arvon tulee olla alueella 8,7...9,2
c pehmenneyteliä vedellä pH arvo > 7,0 tulisi taulukon 5.2 mukaisia kattilaveden pH-arvoa harkita
d ruiskutusvedelle vain haluttavat alkalointiaineet ovat sallittuja
e käyttöpalneen ollessa < 1 bar hyväksytään kokonaiskovuuden suurin arvo 0,05 ml/l
f tämän arvon seuraamisen sijasta jaksottaisessa käytössä tai kun ei käytetä kaasunpoistinta, seurataan filminmuodostavia lisäaineita tai happea sitovia yhdistettä.
g käyttöpalneen ollessa > 60 bar, suositellaan TOC > 0,2 mg/l
h Orgaaniset aineet ovat tavallisesti yhdistettä useista erilaisista aineista. Sellaisten yhdisteiden koostumusta ja niiden yksittäisten ainesosasten käyttäytymistä kattilan toimintaolosuhteissa on vaikea ennakoita. Orgaaniset aineet voivat hajota muodostaen hiilnhappoa tai muita happamia hajoamistuotteita, jotka kasvattavat kationivaihdettua sähköjohtavuutta ja aiheuttavat korroosiota ja kerrostumien muodostumista. Ne voivat myös aikaansaada vaahtoamista ja kuplimista, joiden määrä on pidettävä niin vähäisenä kuin mahdollista.

Taulukko 5.2 Luonnonkierto- tai avustetun kierron höyry- ja kuumavesikattiloiden kattilavesi

Muuttuja	Yksikkö	Höyrykattilan kattilavesi silloin, kun Syöttövesi sisältää liuenneita kiintoaineita		Kuumavesikattiloiden kattilavesi	
		Suora sähköjohtavuus > 30 µS/cm	Suora sähköjohtavuus > 40...60	Syöttövesi suolanpoistettua kationivahdettu sähköjohtavuus < 0,2 µS/cm ^a	Kattilaveden alkalointi kiinteillä alkalointiaineilla
Käyttöpain	bar	> 0,5...20	> 20...40	> 0,5...60	> 60...100
Ulkonäkö	-	kirkas, ei pysyvää vahtoa			
Suora sähköjohtavuus 25 °C lämpötilassa	µS/cm	ks. kuva 5.1 ^b		suositeltu arvo kuvassa 5.2	< 100
Kationivahdettu sähköjohtavuus 25 °C lämpötilassa — ilman — fosfaattinostusta — fosfaattinostuksella	µS/cm	-	-	-	< 30
pH-arvo 25 °C lämpötilassa	-	10,5...12,0	10,3...11,8	10,0...11,0	9,5...10,5
Alkaliteetti	mmol/l	1...15 ^b	0,5...5 ^b	0,1...1,0	0,05...0,3
Silikkaatti (SiO ₂)	mg/l	riippuu paineesta; kuvan 5.3 tai kuvan 5.4 mukaan			
Fosfaatti (PO ₄) ^f	mg/l	10...20	8...15	5...10	< 6
Orgaaniset aineet	-	ks. alaviite ^g			
^a ilman käsittelyainetta					
^b tulistimen kanssa pidetään 50 % ilmoitetusta ylärajasta suurimpana arvona					
^c kationivahdettu sähköjohtavuus < 3, jos lämpövirta on yli 250 kW/m ²					
^d pH-arvo tulee säätää syöttövedessä ja sen tulisi olla ≥ 8,5, kun käyttöpain on > 60 bar.					
^e Jos laitteistossa on ei-metallisia materiaaleja, esim. alumiinia, ne voivat vaatia alhaisempaa pH-arvoa ja suora sähköjohtavuutta. Kuitenkin kattilan suojaaminen on etusijalla.					
^f Käytetäessä koordinoitua fosfaattikäsittelyä ovat korkeammat PO ₄ -pitoisuudet sallittuja (ks. myös kohta 4).					
^g ks. ^h taulukossa 5.1					

Taulukko 5.3 Lämpivirtauskattiloiden syöttövesi ja ruiskutusvesi ^a

Muuttuja	Yksikkö	Suolaton vesi
Käyttöpaine	bar	koko alue
Ulkonäkö	–	kirkas, ei liukenevia aineita
Suora sähkönjohtavuus 25 °C lämpötilassa	μS/cm	ei määritetty ^b
Kationivaihdettu sähkönjohtavuus 25 °C lämpötilassa	μS/cm	< 0,2
pH-arvo 25 °C lämpötilassa	–	7...10 ^c ks. kuva 5.5
Natrium ja kalium (Na+K)	mg/l	< 0,010
Rauta (Fe)	mg/l	< 0,010 ^d
Kupari (Cu)	mg/l	< 0,003
Silikaatti (SiO ₂)	mg/l	< 0,020
Happi (O ₂)	mg/	≤ 0,250 ^c ks. kuva 5.5
Orgaaniset aineet (TOC)	mg/	< 0,2

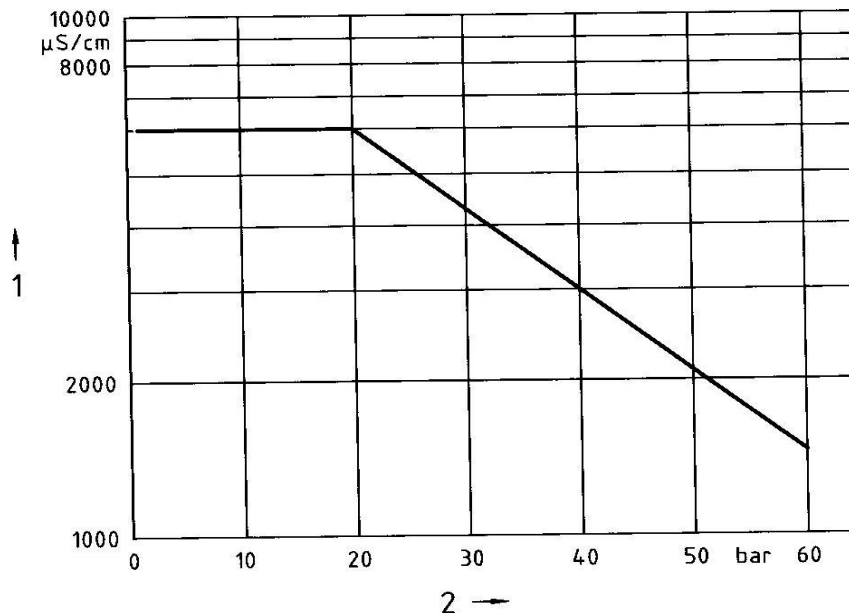
^a Lämpivirtauskattiloissa, jotka tuottavat kosteaa höyryä, voidaan käyttää syöttövetä, johon on liuennut kiintoaineita, taulukon 5.1 mukaan.

^b Suoraa sähkönjohtavuutta voidaan käyttää apusuurena pH:n asetukseen, ja suositellaan käytettäväksi pH:n ja ammoniakkin mittaamisen asemesta.

^c Seuraavat kohdat on otettava huomioon, kun tutkitaan pH:n ja happipitoisuuden välistä riippuvuutta:

- pH:n yläraja on annettu tapauksille, joissa laitteistossa on muita materiaaleja kuin terästä, esim. kupari- tai alumiiniseoksia.
- Happi on tarpeen käsittelylle matalilla pH-arvoilla, mutta se on sallittu myös korkeilla pH-arvoilla alkalointiaineita käytettäessä. pH-arvon ollessa > 9 ovat myös happipitoisuudet lähellä 0:aa mahdollisia. pH-arvon ja happipitoisuuden välillä on riippuvuus, yleensä mitä enemmän pH-arvo lähestyy alarajaa 7, sitä korkeampi happipitoisuuden tulee olla.
- Mainituissa rajoissa pH-arvo ja happipitoisuus tulee säätää siten, että rauta ja kuparipitoisuudet syöttövedessä ylävirtaan kattilan syöttöveden sisääntulosta ovat mahdollisimman vähäiset.

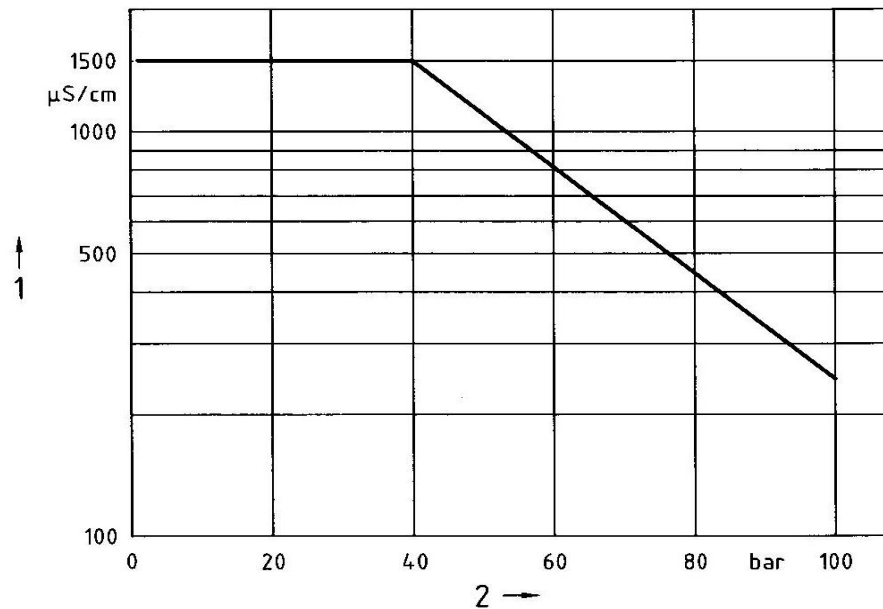
^d Käyttöpaineilla 60 bariin asti rauta (Fe) pitoisuus < 0,020 mg/l on hyväksyttävä.

**Selite**

1 suora sähkönjohtavuus

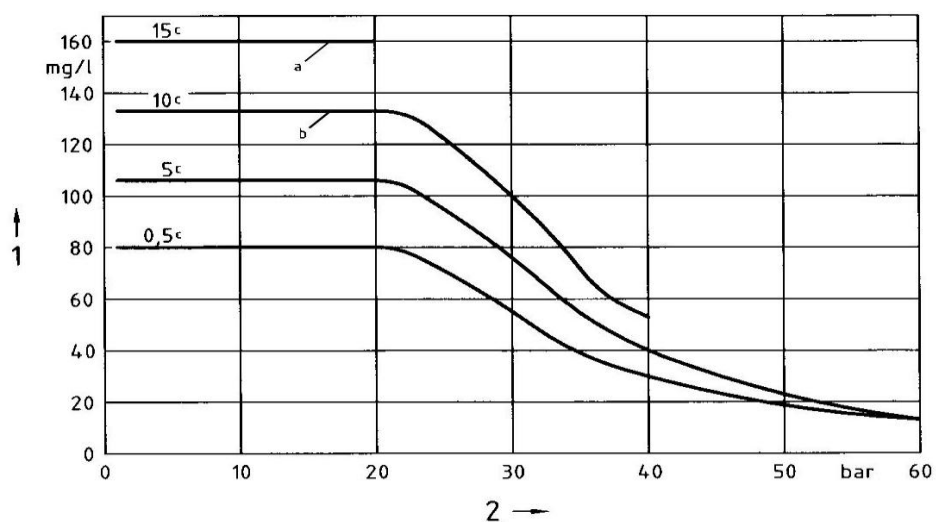
2 käyttöpaine

Kuva 5.1 Kattilaveden paineesta riippuva suurin hyväksyttävä suora sähkönjohtavuus, syöttöveden suora sähkönjohtavuus > 30 μS/cm

**Selite**

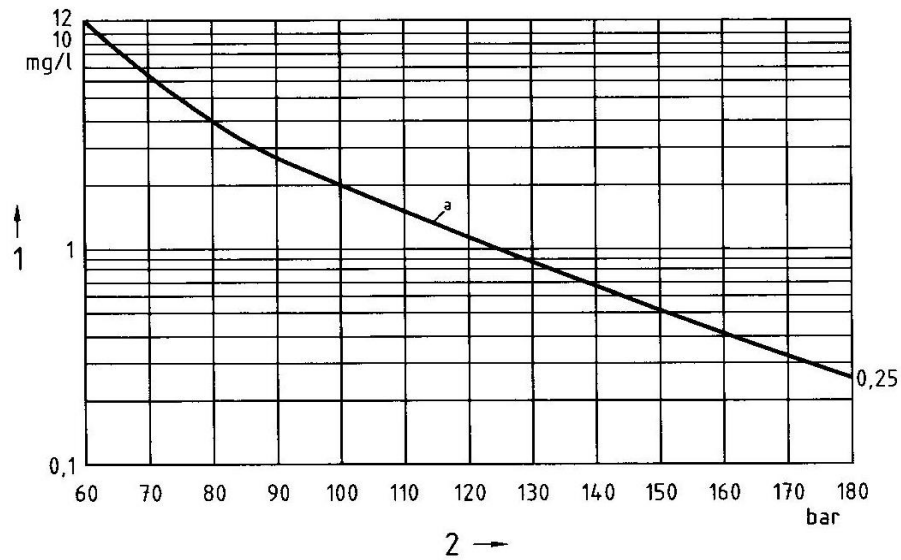
- 1 suora sähkönjohtavuus
- 2 käyttöpaine

Kuva 5.2 Kattilaveden paineesta riippuva suurin hyväksyttävä suora sähkönjohtavuus, syöttöveden suora sähkönjohtavuus $\leq 30 \mu\text{S/cm}$

**Selite**

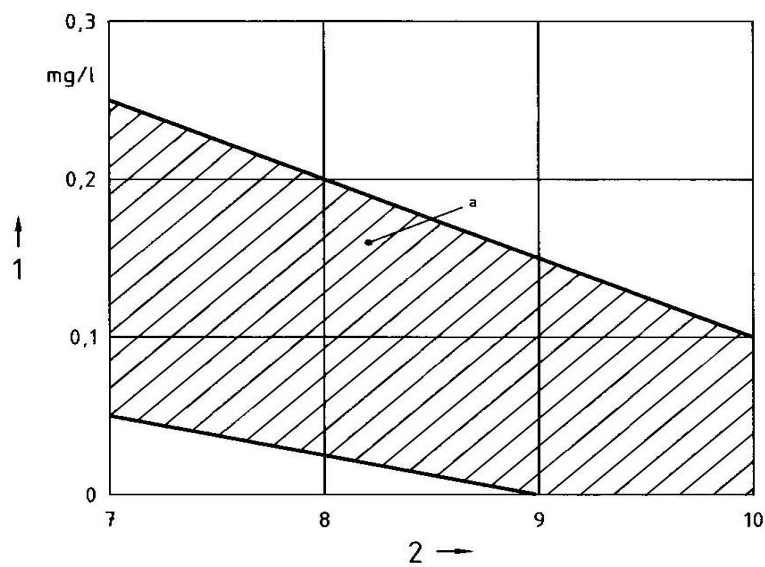
- 1 silikaatti
- 2 käyttöpaine
- a tämä alkaliteetin taso ei ole sallittu, kun paine on > 20 bar
- b tämä alkaliteetin taso ei ole sallittu, kun paine on > 40 bar
- c alkaliteetti mmol/l

Kuva 5.3 Suurin sallittu kattilaveden paineesta riippuva silikaattipitoisuus (SiO_2) painealueella 0,5...60 bar

**Selite**

- 1 silikaatti
- 2 käyttöpaine
- ^a perustuu höyryn SiO₂-pitoisuuteen < 0,020 mg/l.

Kuva 5.4 Suurin sallittu kattilaveden paineesta riippuva silikaattipitoisuus (SiO₂) painealueella 60...180 bar

**Selite**

- 1 happipitoisuus
- 2 pH-arvo
- ^a Toiminta-alue

Kuva 5.5 pH-arvon ja happipitoisuuden välinen riippuvuus läpivirtauskattilan syöttövedessä
asd

SFS-EN 12952 (Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot):

SFS-EN 12952-1

Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 1: Yleistä

SFS-EN 12952-1:en

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 1: General

SFS-EN 12952-2:en

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 2: Materials for pressure parts of boilers and accessories

SFS-EN 12952-3

Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 3: Paineenalaisten osien suunnittelu ja laskenta

SFS-EN 12952-3:en

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 3: Design and calculation for pressure parts

SFS-EN 12952-4:en

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 4: In-service boiler life expectancy calculations

SFS-EN 12952-5

Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 5: Paineellisten osien valmistus

SFS-EN 12952-5:en

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 5: Workmanship and construction of pressure parts of the boiler

SFS-EN 12952-6

Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 6: Kattilan paineenalaisten osien valmistuksen aikainen tarkastus, dokumentointi ja merkintä

SFS-EN 12952-6:en

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 6: Inspection during construction; documentation and marking of pressure parts of the boiler

SFS-EN 12952-7

Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 7: Vaatimukset kattilan varusteille

SFS-EN 12952-7:en

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 7: Requirements for equipment for the boiler

SFS-EN 12952-8:en

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 8: Requirements for firing systems for liquid and gaseous fuels for the boiler

SFS-EN 12952-9:en

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 9: Requirements for firing systems for pulverized solid fuels for the boiler

SFS-EN 12952-10

Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 10: Vaatimukset sallitun paineen ylitykseltä suojaaville turvajärjestelmille

SFS-EN 12952-10:en

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 10: Requirements for safeguards against excessive pressure

SFS-EN 12952-11

Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 11: Vaatimukset rajoitinlaitteille ja turvajärjestelmille

SFS-EN 12952-11:en

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 11: Requirements for limiting devices of the boiler and accessories

SFS-EN 12952-12

Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 12: Laatuvaatimukset syöttö- ja kattilavedelle

SFS-EN 12952-12:en

Water-tube boilers and auxiliary installations.

Part 12: Requirements for boiler feedwater and boiler water quality

SFS-EN 12952-13/A1:en

Water-tube boilers and auxiliary installations.

Part 13: Requirements for flue gas cleaning systems

SFS-EN 12952-13:en

Water-tube boilers and auxiliary installations.

Part 13: Requirements for flue gas cleaning systems

SFS-EN 12952-14:en

Water-tube boilers and auxiliary installations.

Part 14: Requirements for flue gas DENOX-systems using liquefied pressurized ammonia and ammonia water solution

SFS-EN 12952-15:en

Water-tube boilers and auxiliary installations.

Part 15: Acceptance tests

SFS-EN 12952-16

Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot.

Osa 16: Vaatimukset kiinteän polttoaineen polttolaitteistoille arina- ja leijupoltossa

SFS-EN ISO 12952-1:en

Textiles. Assessment of the ignitability of bedding items. Part 1: Ignition source: smouldering cigarette (ISO 12952-1:2010)

SFS-EN ISO 12952-2:en

Textiles. Assessment of the ignitability of bedding items. Part 2: Ignition source: match-flame equivalent (ISO 12952-2:2010)

SFS-EN 12953 (Tulitorvikattila):

SFS-EN 12953-1

Tulitorvikattilat. Osa 1: Yleistä

SFS-EN 12953-1:en

Shell boilers. Part 1: General

SFS-EN 12953-2

Tulitorvikattilat. Osa 2: Kattiloiden ja niiden varusteiden paineenalaisiin osiin tarkoitettut materiaalit

SFS-EN 12953-2:en

Shell boilers. Part 2: Materials for pressure parts of boilers and accessories

SFS-EN 12953-3

Tulitorvikattilat. Osa 3: Paineenalaisten osien suunnittelu ja laskenta

SFS-EN 12953-3:en

Shell boilers. Part 3: Design and calculation for pressure parts

SFS-EN 12953-4

Tulitorvikattilat. Osa 4: Kattilan paineenalaisten osien rakenne ja valmistus

SFS-EN 12953-4:en

Shell boilers. Part 4: Workmanship and construction of pressure parts of the boiler

SFS-EN 12953-5

Tulitorvikattilat. Osa 5: Tarkastukset valmistuksen aikana, dokumentaatio ja paineenalaisten osien

tunnusmerkintä

SFS-EN 12953-5:en Shell boilers. Part 5: Inspection during construction, documentation and marking of pressure parts of the boiler

SFS-EN 12953-6

Tulitorvikattilat. Osa 6: Vaatimukset kattilan varusteille

SFS-EN 12953-6:en

Shell Boilers. Part 6: Requirements for equipment for the boiler

SFS-EN 12953-7:en

Shell boilers. Part 7 : Requirements for firing systems for liquid and gaseous fuels for the boilers

SFS-EN 12953-8

Tulitorvikattilat. Osa 8: Vaatimukset sallitun paineen ylitykseltä suojaaville järjestelmille

SFS-EN 12953-8 + AC:en

Shell boilers. Part 8: Requirements for safeguards against excessive pressure

SFS-EN 12953-9

Tulitorvikattilat. Osa 9: Vaatimukset rajoitinlaitteille ja turvajärjestelmille

SFS-EN 12953-9:en

Shell boilers. Part 9: Requirements for limiting devices of the boiler and accessories

SFS-EN 12953-10:en

Shell boilers. Part 10 : Requirements for feedwater and boiler water quality

SFS-EN 12953-11:en

Shell boilers. Part 11: Acceptance tests

SFS-EN 12953-12:en

Shell boilers. Part 12: Requirements for grate firing systems for solid fuels for the boiler