



M Lehtinen/EPT

21.9.2000

1 (4)

Suomen Soodakattilayhdistys ry

KESTOISUUSRYHMÄN KOKOUS IV/2000

AIKA 14.9.2000 kello 9:30 - 12:00

PAIKKA Jaakko Pöyry Oy, Vantaa

Reijo Hukkanen	Stora Enso Fine Papers Oy, Oulu pj.
Markku Lehtinen	Jaakko Pöyry Oy, Vantaa
Kalle Salmi	Kvaerner Pulping Oy, Tampere
Lasse Koivisto	Andritz-Ahlstrom Oy, Varkaus
Reijo Anttila	Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekoski
Lars-Martin Wikström	UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari
Lasse Lehtonen	Inspecta Oy, Tampere
Markku Tavi	Teollisuusvakuutus Oy, Helsinki
Pekka Pohjanne	VTT, Espoo
Timo Karjunen	PHD Consulting Oy

LIITTEET:

- I Kavo projekti
- II Cen ad hoc: Osan viisi kommentit
- III SOMA projekti, tutkimussuunnitelma

JAKELU

- (44)
- (12) Hallitus
- (8) Kestoisuusryhmä
- (21) Vaurioraportoinnin yhdyshenkilöt
- (3) Arkisto EPT/MTL/SEK

1 POISSAOILOILMOITUKSET

Tuomas Timonen ilmoitti olevansa estynyt osallistumaan kokoukseen.

2 KOKOUKSEN III/2000 MUISTIO

Muistio hyväksyttiin muutoksitta.

3 VAURIORAPORTOINTI

3.1 Vaurioraportit

Edellisen kokouksen jälkeen vauriotietokantaan on tehty kaksi vaurioilmoitusta.

3.1.1 UPM-Kymmene Oyj, Kaukaan Sellutehdas, 6/2000

Kattila:	K-17800, AA
Aika:	23.6.2000
Käyttötilanne:	Vuosihuolto
Ilm.muoto:	Vesivuoto tulipesään
Toim.piteet:	-
Vaurio:	Vuosihuollon valmistuttua suoritettiin vesipainekoe, jonka yhteydessä (paine 90 bar) havaittiin vesivuoto nuohoin 1:n läheltä. Vuotokohde sijaitsi vasemmassa seinässä etuseinän ja katon kulmauksessa.
Korjaus:	Vuoto korjattiin avaamalla koko halkeama sekä kotelosta että putkesta ja täytehitsaamalla avattu osa. Vuotava nuohoimen kulmaventtiili vaihdettiin.
	Korjauksen jälkeen kattilan tiiveys todettiin koeponnistuksella (paine 121 bar).
Seisokki:	0 h
KTR:n lausunto	Vaurion perimmäinen syy oli vuotava kulmaventtiili. Kulmaventtiileiden seuranta ja kunnossapito sekä nuohoushöyryn vedettömyydestä huolehtiminen on ehdottoman tärkeää tällaisten vaurioiden estämiseksi.

3.1.2 Stora Enso Oyj, Imatran tehtaas, 7/2000

Kattila: K-17300, SK5, AA

Aika:	17.6.2000
Käyttötilanne:	Normaali
Ilm.vuoto:	Vesivuoto suolakuljettimelle
Toim.piteet:	Normaali alasajo
Vaurio:	Ekonomaiseri vuoto
Korjaus:	Vuotokohta avattiin ja hitsattiin, sekä ohentunut putki päälle hitsattiin.
Seisokki:	39 h
KTR:n lausunto	Sauma ei läpihitsaudu valmistuksen yhteydessä ahtaasta konstruktioista johtuen. Lisäksi hitsien valmistuksen aikainen tarkistus on mahdotonta. Putkiston ulkopuolinen korroosio aikaansaa vuotoja rakenteeseen jäävien hitsausvirheiden kohdalle. Muutosvyöhykkeellä on myös värinän aiheuttamaa lisärasitusta. Saman tyyppinen ongelma esiintynyt myös Äänekoskella ja Oulussa.

4 PROJEKTIT

4.1 KAVO

Timo Karjunen esitteli projektia työryhmälle. Karjunen on toimittanut ensimmäisen väliraportin yhdistykselle. Liite I.

Tehtaille lähetettiin kysely, jolla kartoitetaan kattilavuotojen valvonnassa käytettyjä järjestelmiä ja vuotojen ohjeistusta. Kaikilta tehtailta saatiin vastaus kyselyyn.

Tavoitteena on laatia yksiselitteiset ohjeet pikapysäytyksen ja –tyhjennyksen tekemiseksi, jotka olisivat jokaisen valvomon seinällä. Ohjeen pitää olla erittäin selkeä ja tiivis. Ohjeeseen tulisi liittää teksti, mikä on todennäköinen häiriö tiettyjen oireiden ilmetessä..

Kemikaali- ja johtokykyvalvonta on mahdollista, kun käytetään haihtuvia alkaleja. Oulussa on fosfaattianalysointilaitteisto käytössä. Olisi mielenkiintoista tehdä testi, miten pienen vuodon voi havaita.

Kysely vuodonvalvonta järjestelmistä on lähetetty seuraaville yrityksille: Alert (syve-höyryero ja muu logiikan seuranta), Hercules (fosfaattipitoisuus), Acutest (Akustinen emissio) ja Triple 5 (Akustinen emissio).

Syksyn aikana Karjunen tekee tehdaskäynnit Raumalle ja Kotkaan.

Markku Lehtinen ottaa yhteyttä työturvallisuuslaitokseen ja selvittää olisiko mahdollista tehdä heidän kanssa yhteistyötä vuotojen ohjeistuksessa.

Jaettu luonnos kommentoidaan syyskuun loppuun mennessä. Kommentit lähetetään Markku Lehtiselle, joka välittää ne edelleen Karjuselle. Loppuosa raportista valmistuu lokakuun aikana.

4.2 CEN Ad hoc

Matti Hukki osallistuu WG3:n kokoukseen, joka pidetään 26.-27.9 Dusseldorfissa. Kokouksessa käsitellään osaa 11.

Osa 5 on lopullisessa käsittelyssä 26.-27.10. Soodakattilaliite on ehdottomasti pidettävä mukana standardissa. Hukkia pyydetään osallistumaan kokoukseen. Kommentit liitteessä II.

Matti Hukki on laskuttanut yhdistykseltä 210 tuntia viikkoon 12 mennessä. Arviolta kokonaistuntikulutus vuonna 2000 tulee olemaan 310 tuntia.

4.3 SOMA projekti

SOMA projektin edellinen johtoryhmän kokous pidettiin 23.8.2000 Otaniemessä. Markku Lehtinen otti osaa kokoukseen.

Tutkimussuunnitelma liitteenä III.

Lyhyt yksinkertainen käytännönläheinen yhteenveto vuoden 1999 tutkimuksista tulossa.

4.4 Vaaran arviointi

Edellinen vaaranarviointityöryhmän kokous pidettiin 17.8. Vantaalla.

Automaatio ja sähköistysasiantuntija otetaan mukaan työryhmään.

Seuraava kokous pidetään perjantaina 13.10.2000 Jaakko Pöyryllä Vantaalla.

5 MUUT ASIAT

5.1 VARO-tietokantakoulutus

Vauriotietokantakoulutustilaisuus vaurioraportoinnin yhdyshenkilöille järjestettiin 24.5. Pöyryllä. Tilaisuuteen osallistuvat lähes kaikki vaurioraportoinnin yhdyshenkilöt.

6 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava kokous pidetään torstaina teleneuvotteluna 23.11.2000 alkaen 9:30.

Vakuudeksi

Markku Lehtinen

LIITE I

KAVO väliraportti

KATTILAVUOTOJEN VALVONTA JA OHJEISTUS

1 JOHDANTO	2
2 KYSELYIHIN VASTANNEET TEHTAAT JA TOIMITTAJAT	4
3 KATTILAVUOTOJEN VALVONTA	5
3.1 VALVONNASSA KÄYTETYT MITTAUKSET	5
3.2 AUTOMAATTISET HÄLYTYKSET	9
3.3 SUOJAUKSET	12
4 VUOTOJEN OHJEISTUS	15
4.1 KYSELYN TULOKSET	15
4.2 OHJEIDEN RAKENNE JA YLLÄPITO.....	16
4.3 KÄYTTÖHENKILÖKUNNAN KOULUTUS.....	20
4.4 OHJEET PIKAPYSÄYTYKSEN TEKEMISEKSI.....	20
4.5 TYÖTURVALLISUUDEN HUOMIOINTI OHJEISTUKSESSA	21
4.6 KAASURÄJÄHDYKSIEN HUOMIOINTI OHJEISTUKSESSA	22
5 SUOSITUKSET	24

1 JOHDANTO

Soodakattiloiden vesivuodot ovat - harvinaisuudestaan huolimatta - merkittävä käytettävyyss- ja turvallisuusriski. Suuria vahinkoja aiheuttaneita räjähdyksiä on tapahtunut viimeksi vuonna 1998 Vallvikissa Ruotsissa ja Svetogorskissa Venäjällä. Vallvikissa syynä räjähdykseen oli tulipesän seinäputken repeämä noin puolen metrin matkalta. Svetogorskissa puolestaan syyksi epäillään vuotoa keittoputkistossa lähellä alalieriötä tai palavien kaasujen kerääntymistä tulipesään vuodon aikana. Vuodon alun ja räjähdysen välinen viive oli Vallvikissa noin 15 min ja Svetogorskissa 40 min. Molemmissa tapauksissa räjähdysen aiheuttamien vahinkojen korjaaminen vaati noin 4 kk pituisen seisokin. Vakavilta henkilövahingoilta vältyttiin vain hyvällä onnella, koska molemmissa tapauksissa käyttömiehet työskentelivät vuodon aikana kattilahuoneessa vuodon paikantamiseksi.

Edellä mainitut esimerkkitapaukset tuovat hyvin esille asianmukaisen kunnossapidon tärkeyden; Vallvikissa oli merkkejä putkiston heikkenemisestä havaittu jo ennen vuotoa, mutta niihin ei suhtauduttu riittävän vakavasti. Toisaalta, kuten Svetogorskin tapauskin osoittaa, voi näennäisen harmitonkin, ”turvallisessa” osassa kattilaa oleva vuoto johtaa vakaviin vahinkoihin, elleivät menettelyt vuotojen havaitsemiseksi ja hallitsemiseksi ole huolella suunniteltuja ja toteutettuja.

Svetogorskin ja Vallvikin räjähdykset herättivät kiinnostusta räjähdysien syiden ja mahdollisten räjähdysmekanismien selvittelyyn, ja Soodakattilayhdistys teki aihetta koskevan toimeksiannon vuonna 1999. Toimeksiannon tuloksena syntynyt selvitys ”Kaasuräjähdykset soodakattiloissa vesivuotojen aikana” on julkaistu Soodakattilayhdistyksen raportisarjassa (numero 7/99). Selvityksen tulokset esiteltiin myös Soodakattilapäivillä, jonka esitelmät on koottu raportiksi (numero 6/99).

Selvityksen päätulos oli, että vesivuotojen aikana voi tapahtua sekä sulavesiräjähdyksiä että kaasuräjähdyksiä, mikäli vain olosuhteet ovat sopivat. Esimerkiksi Vallvikissa tapahtui ilmeisesti molemmat palavien kaasujen syttyessä ensin tulipesän yläosassa käynnistäen muutamaa sekuntia myöhemmin sulavesiräjähdyksen tulipesän pohjalla. Aikaisempien räjähdysien joukosta löytyi myös tapauksia, joissa sekä kuulo- ja näköhavaintojen että räjähdysen aiheuttamien vaurioiden perusteella räjähdysen aiheuttajana on ollut yksinomaan palavien kaasujen kerääntyminen tulipesään.

Yleensä vesivuotoihin varauduttaessa on korostettu sulavesiräjähdyksien mahdollisuutta, kun taas kaasuräjähdyksiin on kiinnitetty huomiota vähän tai ei lainkaan. Ajatellen käytettävissä olevia keinoja räjähdysien ehkäisyyn voidaan menettelyä pitää huonosti kohdennettuna. Mahdollisuudet vaikuttaa sulavesiräjähdyksien tapahtumiseen vuodon syntymisen jälkeen ovat rajalliset, jos vettä pääsee vuodosta suoraan tulipesään. Kaasuräjähdyksien tapahtuminen riippuu taas kokonaan palavien kaasujen ja hapen pitoisuuksista tulipesässä, jotka ovat useimmiten hallittavissa vuodon aikanakin puhaltimia ja peltejä ohjaamalla.

Kun edellisessä selvityksessä pääpaino oli räjähdysmekanismeissa, on nyt käsillä olevassa selvityksessä laajennettu tarkastelua kattiloilla käytössä oleviin ohjeisiin koskien vesivuotoihin varautumista ja vuotojen valvontajärjestelmiin. Ohjeistoon paneutumisen taustalla oli edellisen selvityksen yhteydessä tehty havainto, että kattiloiden käyttöohjeissa on suomalaisten tehtaiden

välillä eroja ja että ainakin osassa ohjeita voitiin tunnistaa selviä puutteitakin. Edellinen selvitys kattoi kuitenkin vain muutamia kattiloita, joten nyt selvitys laajennettiin kattamaan kaikki Suomessa käytössä olevat kattilat (Savon Sellun kattilaa lukuunottamatta). Vuodonvalvontajärjestelmien mukaan ottamisen syynä puolestaan oli alalla viime vuosien aikana tapahtunut kehitys, jonka ansiosta saatavilla alkaa olla useitakin erilaisia vuodonvalvontajärjestelmiä. Selvityksen tarkoitus tältä osin oli koota yhteen saatavilla olevat tiedot olemassa olevista järjestelmistä ja arvioida niiden soveltuvuutta suomalaisille kattiloille.

Selvityksessä tarvittu aineisto koottiin tekemällä kysely suomalaisille kattiloiden käyttäjille sekä vuodonvalvontajärjestelmien toimittajille (ks. liitteet 1 ja 2). Kyselyjä täydennettiin haastatteluin ja tehdaskäynnein. Ohjeiston ohella käyttäjille lähetetyssä kyselyssä selvitettiin tehtailla käytössä olevia vuodonvalvontajärjestelmiä, hälytyksiä ja suojauksia. Suomalaisille tehtailla lähetettyihin kyselyihin saatiin vastaukset yhteensä 22 kattilan osalta. Kyselyn ulkopuolelle jäi Suomessa soodakattilaa käyttävistä tehtaista ainoastaan Savon Sellu Kuopiosta, joka ei kuulu myöskään Soodakattilayhdistykseen.

Kappaleissa 2, 3 ja 4 on keskistytty mittauksiin ja järjestelmiin sekä niiden avulla laadittuihin automaattisiin hälytyksiin ja suojauksiin, joita nykyisin käytetään suomalaisilla soodakattiloilla. Kappaleessa 5 käydään läpi olemassa olevaa ohjeistusta sekä kyselyn vastausten että kyselyn yhteydessä pyydettyjen ohjeiden perusteella. Kappaleessa 6 (PUUTTUU) käsitellään uudet vuotojen valvontajärjestelmät ml. niitä koskevat käyttökokemukset suomalaisilta kattiloilta.

2 KYSELYIHIN VASTANNEET TEHTAAT JA TOIMITTAJAT

Selvityksestä varten koottiin aineistoa soodakattiloiden käyttäjiltä ja vuodonvalvontajärjestelmien toimittajilta kirjallisella kyselyllä. Soodakattiloiden käyttäjille lähetettyyn kyselyyn saatiin vastaukset yhteensä 21 kattilalta, jotka on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Soodakattiloiden käyttäjille lähetettyyn kyselyyn vastanneet tehtaat.

	Tehdas	Kattilan tunnus	Valmistaja	Käyttöön-ottovuosi	Kapasiteetti (tka/vrk)
1	StoraEnso Laminating Papers Oy Kotka	K-12500	CE	1959	680
2	UPM-Kymmene Oyj Pietarsaari	SK1	Wärtsilä	1962	1000
3	UPM-Kymmene Kuusanniemi	K-13100	Götaverken	1964	750
4	Sunila Oy Sunila	K-13705	Tampella	1965	750
5	UPM-Kymmene Oyj Tervasaari	K-15786	Tampella	1975	1150
6	UPM-Kymmene Oyj Pietarsaari	SK2	Ahlström	1975	2000
7	StoraEnso Oyj Veitsiluoto	K15897	Tampella	1977	1600
8	UPM-Kymmenej Kuusanniemi	K-16400	Götaverken	1977	1800
9	Oy Metsä-Botnia Ab Kaskinen	K-16215	Ahlström	1977	2150
10	StoraEnso Oyj Varkaus	K-16786	Ahlström	1980	1000
11	Oy Metsä-Botnia Ab Äänekoski	K-17353	Ahlström	1985	2300
12	StoraEnso Oyj Imatra	K-17300	Ahlström	1987	1700
13	Sunila Oy Sunila	K-17625	Tampella	1988	1000
14	StoraEnso Oyj Oulu	SK7	Ahlström	1988	1600(2300)
15	StoraEnso Oyj Heinola	K-17410	Tampella	1990	300
16	Oy Metsä-Botnia Ab Kemi	K-17120	Tampella	1990	2600
17	UPM-Kymmene Oyj Kaukas	K-17800	Ahlström	1991	3150
18	StoraEnso Oyj Imatra	K-17777	Tampella	1992	3300
19	Enocell Uimaharju		Kvaerner	1993	3000
20	StoraEnso Kemijärvi	K-13327	Tampella	1995	1250
21	Oy Metsä-Rauma Ab	K-17950	Kvaerner	1996	3000
22	Oy Metsä-Botnia Ab Joutseno	K-18369	Ahlström	1998	3150

Selvityksen muissa soodakattiloita koskevissa taulukoissa on kattilat esitetty samassa järjestyksessä kuin edellä, ellei toisin ole ilmoitettu.

Taulukko 2. Kyselyyn vastanneet vuodonvalvontajärjestelmien toimittajat.

3 KATTILAVUOTOJEN VALVONTA

3.1 Valvonnassa käytetyt mittaukset

Kokemuksien mukaan suurin osa vuodoista havaitaan joko käyttöhenkilöstön tekemillä kenttäkierroksilla tai syöttövesi-höyryvirtauseron kasvun perusteella. Kenttäkierroksilla vuoto voidaan havaita esim. keon paikallisen tummumisen, tuhkan kosteuden, vuotoäänien tai tulipesästä kuuluvan paukkeen perusteella. Yksittäisissä tapauksissa on ensimmäinen indikaatio vuodoista saatu myös esim. kattilaveden pH:n tai sähkönjohtavuuden muutoksista.

Valvottaessa vuotoja kenttäkierrosten ja syve-eron seurannan avulla voidaan suuret, useita kiloja sekunnissa olevat vuodot havaita kohtuullisen luotettavasti, mutta vuodon paikantaminen edellyttää useimmiten työskentelyä kattilahuoneessa vuodon aikana, jolloin myös räjähdysvaara on suurimmillaan.

Kenttäkierrosten ja syve-eron valvonnan perusteella ei voida tunnistaa pieniä vuotoja, jotka saattavat lisätä kuormitusta ympäröivissä putkistoissa ja siten aiheuttaa äkillisen putkikatkon tai murtuman. Pieni vuoto itsessäänkin voi olla vaarallinen erityisesti jos se sijaitsee tulipesän pohjassa.

Näiden puutteiden korjaamiseksi on viime vuosien aikana kehitetty vuotoäänien, massa- ja energiataseiden tai kemikaalitaseiden seurantaan perustuvia, jatkuvatoimisia mittausjärjestelmiä. Nykytilanteen kartoittamiseksi pyydettiin kyselyssä nimeämään mittaukset tai järjestelmät, joita käytetään vuotojen valvontaan. Kyselyn tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Suomalaisilla soodakattiloilla käytössä olevat mittaukset ja järjestelmät vuotojen havaitsemiseksi. (J = jatkuvatoiminen, M = määrääjoin tehtävä, Ei = ei käytössä).

		Syve- ero			Lierön pinta			Tulipe- sän paine			Kattila- veden pH			Kattila- veden sähkön- johta- vuus			Aku poh- ja	Aku sei- nä	Aku kaa- su- tila	Tuli- pesä- kame- rat
	Tehdas	J	M	Ei	J	M	Ei	J	M	Ei	J	M	Ei	J	M	Ei				
1	Kotka			x	x			x				x		x			x	x		x
2	Pietarsaari	x			x			x			x			x						x
3	Kuusanniemi	x			x			x			x			x						
4	Sunila	x			x			x			x	x		x	x					x
5	Tervasaari			x	x			x			x			x						x
6	Pietarsaari	x			x			x			x			x						x
7	Veitsiluoto	x			x			x			x			x			x	x		x
8	Kuusanniemi	x			x			x			x			x						x
9	Kaskinen			x	x			x			x			x			x			x
10	Varkaus			x	x			x			x			x			x			x
11	Äänekoski	x			x			x			x	x		x	x					x
12	Imatra	x			x			x			x			x						x
13	Sunila	x			x			x			x	x		x	x		x			x
14	Oulu		x		x			x			x			x						x

15	Heinola	x			x			x			x	x		x	x				x
16	Kemi	x			x			x			x			x			x		x
17	Kaukas	x			x			x						x					x
18	Imatra	x			x			x					x						x
19	Uimaharju	x			x			x					x				x		x
20	Kemijärvi		x		x			x						x					x
21	Rauma	x			x			x					x			x		x	x
22	Joutseno	x			x			x					x			x		x	x

Kyselyn tulosten mukaan suomalaisilla kattiloilla vuotoja valvotaan pääasiassa perinteisin menetelmin, uusista järjestelmistä käytössä on ainoastaan akustisiin mittauksiin perustuvia vuodonvalvontajärjestelmiä. Taulukossa 3 mainittujen mittausten lisäksi ainoa jatkuvatoiminen mittausta, jota ilmoitettiin käytettävän vuotojen valvontaan, oli kattilaveden fosfaattipitoisuus, jota seurataan Oulussa. Suurissa vuodoissa vuodon ilmoitettiin näkyvän myös vedossa ja savukaasupuhaltimien kierrosluvuissa.

Syve-eron mittaus ja seuranta

Vaikka syöttövesi- ja höyryvirtauksia mitataan kaikilla kattiloilla, on tavassa käsitellä mittaustuloksia huomattavia eroja. Kotkassa, Tervasaassa, Kaskisessa, Varkaudessa ja Oulussa syve-eroa ei ole jatkuvasti nähtävillä, sen sijaan valvomoon tulostuvat syöttövesivirtaus ja höyryvirtaus erikseen. Oulussa virtausten erotus lasketaan tunti- ja vuorokausiraportteihin, muilla em. kattiloilla sen sijaan eron arviointi perustuu yksinomaan erillisten mittaustrendien vertailuun. Yleensä kuitenkin valvomoon tulostuu jatkuvasti yksittäisten syöttövesi- ja höyryvirtausten ohella myös niiden välinen erotus.

Useimmilla kattiloilla on syöttövesi- ja höyryvirtaukset ja niiden erotus esitetty valvomossa esim. minuuttikeskiarvoina, jolloin mittauksiin liittyvä kohina on suhteellisen vähäistä. Poikkeuksiakin löytyy erityisesti vanhempien kattiloiden joukosta, joissa valvomossa esitettävät virtaukset tuodaan paine-eroantureilta sellaisenaan. Virtausmittausten pistearvojen vaihtelun vuoksi suodattamattomien mittausten seuranta ja vertailu on vaikeaa. Tämän seurauksena erotuksen syöttövesivirtauksen ja höyryvirtauksen välillä tulee olla huomattavan suuri, että se tulee varmasti havaittua. Useimmissa vastauksissa syve-eron tarkkuudeksi, jota suuremmat vuodot havaitaan, arvioidaan 2 - 5 kg/s, mutta joillakin kattiloilla, joissa suodatettua syve-eroa ei ole käytössä, vuodon arvioidaan olevan havaittavissa vasta kun sen suuruus on luokkaa 10 kg/s. Toisaalta muutamilla kattiloilla, joilla suodatettu mittausta on käytössä, jo 1 - 2 kg/s suuruisenkin vuodon ilmoitetaan olevan tunnistettavissa.

Myös tavassa esittää syve-eromittauksen tulos valvomossa on eroja kattiloiden välillä. Muutamilla kattiloilla ei mahdollisuutta trendien jatkuvaan seurantaan ole lainkaan tai nähtävillä on korkeintaan muutaman tunnin trendi, parhaimmillaan taasen syve-eron minuuttikeskiarvot ovat näkyvissä 1 - 2 viikkoa ja tuntikeskiarvot vähintään kuukauden.

Virtausmittausten luotettavuutta käyttökäytännön parissa heikentää mittauksiin liittyvän kohinan lisäksi absoluuttiarvojen epätarkkuus, joka käytännössä näkyy usein esim. siten, että höyryvirtaus on jatkuvasti syöttövesivirtausta suurempi. Ongelma aiheutuu siitä, että virtausmittaukset kalibroinnissa ei tavallisesti huomioida paikallisten tekijöiden, kuten putken mutkien ja siinä olevien laitteiden, vaikutusta virtaukseen, jonka vuoksi mittaustulos voi erota

todellisesta arvosta jatkuvasti. Vuotojen valvonnan kannalta tämä ei kuitenkaan ole ongelmallista, koska absoluuttiarvojen sijasta oleellista on virtausten välisen erotuksen muutos. Jatkuva virhe voidaan huomioida hälytysrajoissa esim. asettamalla rajat mittauksen mukaan tai määrittämällä hälytysrajat virtausten eron sijasta eron muutosnopeuden perusteella.

Lieriön pinta ja tulipesän paine

Vastausten mukaan kaikilla tehtailla vuotoja valvotaan sekä lieriön pinnan että tulipesän paineen perusteella. Kyselylomakkeessa ei erikseen tiedusteltu käytettyjä mittausten menetelmiä, mutta haastattelujen perusteella eroavaisuuksia kattiloiden välillä on erityisesti lieriön pinnan mittauksessa. Osalla vanhimmista kattiloista käytetään jatkuvaan lieriön pinnan mittaukseen - lasin ja sitä seuraavan TV-kameran ohella - ainoastaan yhtä uimuria, kun taas uudemmilla kattiloilla on tavallisesti käytössä useampia, mahdollisesti sekä uimurin että paine-eron ja sähkövastuksen seurantaan, perustuvia mittauksia.

Otaen huomioon lieriön pinnan mittauksen merkityksen sekä vuotojen valvonnan että erityisesti kattilan ohjauksen kannalta tulisi niillä kattiloilla, joilla kattilan ohjaus perustuu yhteen lieriön pinnan mittaukseen, harkita mittauksen kahdentamista tai kolminkertaistamista niin, että yksittäisen mittauksen vikaantumisen mahdollisesti aiheuttavat häiriöt kattilan käytössä vältetään nykyistä luotettavammin.

Muut menetelmät

Ennako-oletus kysymyslomaketta laadittaessa oli, että vuotojen valvonnassa käytetään pääasiassa syve-eron seuranta. Tämän vuoksi muita jatkuvatoimisia menetelmiä, joita voitaisiin mahdollisesti soveltaa vuotojen valvontaan, koskevat kysymykset rajoitettiin kahteen: ko. menetelmien tunnistukseen (rasti ruutuun, jos ko. menetelmä on käytössä) ja arvioon muiden menetelmien havaintotarkkuudesta. Vaikka menetelmiä rastitusten perusteella on käytössä laajalti (ks. taulukko 3), niin vastaajat eivät muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta pystyneet arvioimaan muiden kuin syve-eron seurannan tarkkuutta lainkaan. Muutamissa vastauksissa todettiin, että jatkuvatoimisia menetelmiä syve-eron seurannan ohella ei ole.

Syve-eron seurannan ohella tunnistettiin vastauksissa ainoastaan kaksi jatkuvatoimista valvontajärjestelmää: kattilaveden fosfaattipitoisuuden seuranta (Oulu) ja syvelinjan ja ekonomaisierin akustiset mittaukset (Rauma), joiden molempien mittaustarkkuudeksi arvioitiin 1 kg/s. Rauman ohella akustiset mittaukset ovat käytössä Kotkassa, Veitsiluodossa, Kaskisissa, Varkaudessa, Sunilassa (valmiudet olemassa), Kemissä, Uimaharjussa ja Joutsenossa, mutta ilmeisesti kokemuksia vuodoista on vielä sen verran vähän, että mittauksen tarkkuutta vuodon tunnistuksessa ei tarkasti tunneta. Akustisia mittauksia ja niistä saatuja käyttökokemuksia on käsitelty tarkemmin kappaleessa 5 (PUUTTUU).

Syitä siihen, miksi kattilaveden fosfaattipitoisuuden, pH:n tai sähkönjohtavuuden seuranta ei laajemmin mainittu keinoina valvoa kattilavuotoja, ei kyselykaavakkeessa selvitetty. Syitä ko. menetelmien käyttämättömyyteen saattavat olla teknisiä, esim. kattilaveden kemikaalipitoisuudet mitataan ainoastaan syöttövedestä, mutta ei uloslaskusta. Syynä saattaa olla myös se, että menettelyn tarjoamia mahdollisuuksia vuotojen valvontaan ei tunneta kattiloiden käyttäjien keskuudessa riittävän hyvin. Kattiloiden käyttöohjeet eivät tähän myöskään ohjaa: yhdessäkään

selvitystä tehtäessä käytettävissä olleessa käyttöohjeessa ei esim. syve-eron kasvaessa kehoitettu tarkistamaan, onko kattilaveden pH tai sähkönjohtavuus muuttunut tavalla, joka viittaisi vesivuotoon kattilassa. Sen sijaan joillakin kattiloilla käytössä olevissa häiriöohjeissa on mainittu, että mikäli kattilaveden pitoisuuksia on mahdotonta pitää oikeina, tulee kattila pysäyttää ensimmäisessä sopivassa tilaisuudessa vuodon paikallistamiseksi ja korjaamiseksi.

3.2 Automaattiset hälytykset

Kyselyssä vastaajia pyydettiin rastittamaan ne hälytykset, jotka ko. kattilalla ovat käytössä kattilavuotojen varalta. Kyselyn tulokset on esitetty taulukoissa 4 ja 5.

Taulukko 4. Suomalaisilla soodakattiloilla käytetyt, vesivuotojen varalle suunnitellut hälytykset.(Ä = ääni, poisto edellyttää operaattorin kuittausta, V = vilkkuva valo tai ilmoitus näytölle, poisto edellyttää operaattorin kuittausta, I = ilmoitus näytölle, No = hälytysten/mittausten lukumäärä)

		Syve-ero > hälytysraja				Lieriön pinta < hälytysraja				Lieriön pinta > hälytysraja				Lieriön eri pintamittausten ero				Tulipesän paine > hälytysraja			
	Tehdas	Ä	V	I	No	Ä	V	I	No	Ä	V	I	No	Ä	V	I	No	Ä	V	I	No
1	Kotka					x	x	x	4	x	x	x	4					x	x	x	
2	Pietarsaari					x	x	x	3	x	x	x	3					x	x	x	1
3	Kuusanniemi	x	x	x		x	x	x	2	x	x	x	2					x	x	x	2
4	Sunila					x	x	x	3	x	x	x	3					x	x	x	3
5	Tervasaari					x	x			x	x							x	x		
6	Pietarsaari					x	x	x	3	x	x	x	3					x	x	x	1
7	Veitsiluoto	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x	
8	Kuusanniemi	x	x	x		x	x	x	3	x	x	x	2					x	x	x	2
9	Kaskinen					x	x			x	x							x	x	x	
10	Varkaus					x		x		x		x						x		x	
11	Äänekoski	x	x	x		x	x	x		x	x	x						x	x	x	
12	Imatra					x	x	x	2		x	x	2	x	x	x	1	x	x	x	3
13	Sunila					x	x	x	3	x	x	x	3					x	x	x	3
14	Oulu					x		x	3	x		x	3	x		x		x		x	
15	Heinola					x	x	x		x	x	x						x	x	x	
16	Kemi	x		x		x		x	5	x		x	5	x		x		x		x	3
17	Kaukas	x	x	x	1	x	x	x	3	x	x	x	3	x	x	x	2	x	x	x	3
18	Imatra			x	1	x	x	x	3	x	x	x	3					x	x	x	3
19	Uimaharju	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
20	Kemijärvi					x	x	x		x	x	x						x	x	x	
21	Rauma	x	x	x	1	x	x	x	2	x	x	x	2					x	x	x	3
22	Joutseno					x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x	

Taulukko 5. Suomalaisilla soodakattiloilla käytetyt, vesivuotojen varalle suunnitellut hälytykset.
(Ä = ääni, poisto edellyttää operaattorin kuittausta, V = vilkkuva valo tai ilmoitus näytölle, poisto edellyttää operaattorin kuittausta, I = ilmoitus näytölle, No = hälytysten/mittausten lukumäärä)

		CO:n pitoisuus	H ₂ :n pitoisuus	TRS:n pitoisuus	O ₂ :n pitoisuus	Kattila- paine
--	--	-------------------	--------------------------------	--------------------	--------------------------------	-------------------

		> hälytysraj a				> hälytysraj a				> hälytysraj a				> hälytysraj a				< hälytysraj a			
	Tehdas	Ä	V	I	No	Ä	V	I	No	Ä	V	I	No	Ä	V	I	No	Ä	V	I	No
1	Kotka	x	x	x						x	x	x		x	x	x		x	x	x	2
2	Pietarsaari									x	x	x	1	x	x	x	2	x	x	x	1
3	Kuusanniemi	x	x	x	1					x	x	x	1	x	x	x	2	x	x	x	1
4	Sunila									x	x	x		x	x	x		x	x	x	
5	Tervasaari																	x	x		
6	Pietarsaari	x	x	x	1					x	x	x	1	x	x	x	2	x	x	x	1
7	Veitsiluoto	x	x	x						x	x	x		x	x	x		x	x	x	
8	Kuusanniemi	x	x	x	1					x	x	x	1	x	x	x	2	x	x	x	1
9	Kaskinen			x														x	x		
10	Varkaus													x		x					
11	Äänekoski	x	x	x										x	x	x		x	x	x	
12	Imatra	x	x	x	1					x	x	x		x	x	x	2				
13	Sunila									x	x	x		x	x	x	2	x	x	x	
14	Oulu			x						x		x		x		x	2	x		x	
15	Heinola	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x	
16	Kemi	x		x	1									x		x	2	x		x	2
17	Kaukas	x	x	x						x	x	x		x	x	x	2				
18	Imatra	x	x	x	1					x	x	x		x	x	x	3				
19	Uimaharju	x		x										x		x		x		x	
20	Kemijärvi																	x	x	x	
20	Rauma	x	x	x	1	x	x	x	1	x	x	x	1	x	x	x	2	x	x	x	1
21	Joutseno	x	x	x						x	x	x		x	x	x		x	x	x	

Syve-eron kasvamisesta saadaan hälytys valvomoon kahdeksalla kattilalla. Muutamat vastaajat mainitsivat myös hälytysrajan suuruuden, joka vaihteli 3.5 kg/s (Kemi) ja 10 kg/s (Imatra) välillä. Syve-eron hyödyntäminen keskittyy pääasiassa uusimpiin kattiloihin; ko. hälytys on käytössä Heinolaa, Kemijärveä ja Joutsenoa lukuun ottamatta kaikissa 1990-luvulla tehdyissä kattiloissa.

Kyselyn mukaan kaikilla kattiloilla on käytössä hälytykset lieriön ylä- ja alapinnasta sekä tulipesän paineesta. Sen sijaan esim. lieriön pintamittareiden keskinäisistä mittauseroista hälytyksiä saadaan ainoastaan seitsemästä kattilasta.

Lieriön pintamittareiden keskinäisistä mittauseroista saatavan hälytyksen tarkoitus on varoittaa operaattoria tilanteessa, jossa yksi pintamittauksista vioittuu näyttäen muista mittauksista poikkeavaa lukemaa. Näin pyritään ehkäisemään mm. kattilan tarpeeton alasajo tilanteessa, jossa valvomoon tulostuva pinta, joka voi olla esim. pintamittausten keskiarvo tai ainoastaan yksi käytettävissä olevista mittauksista, on virheellinen. Vielä pahempi tilanne syntyy, jos viallinen pintamittaus esim. jää näyttämään normaalia pintaa tilanteessa, jossa pinta laskee tai nousee voimakkaasti. Tällöin operaattori tai kattilan automatiikka saattaa ohjata syöttövesivirtausta täysin väärin, jolloin vaarana on vakavien vaurioiden syntyminen ylikuumenemisen tai tulistimen täytön takia. Tällaisten tilanteiden estämiseksi suojaukset

toteutetaan yleensä 2/3-logiikalla, jolloin yhden mittauksen vioittuminen ei vielä johda vikatoimintoon.

Kattiloiden välillä on huomattavia eroja myös savukaasujen analysoinnin suhteen. Ainoastaan Tervasaassa ja Kemijärvellä ei hälytyksiä tule valvomoon sen enempää palavista kaasuista kuin hapen pitoisuudestaan, muissa kattiloissa sen sijaan hälytyksiä saadaan ainakin hapen pitoisuudesta (ainoa poikkeus Kaskinen) ja useimmiten myös hiilimonoksidin pitoisuudesta (poikkeuksina Tervasaaren ja Kemijärven ohella Pietarsaaren vanhempi kattila, Sunilan molemmat kattilat ja Varkaus) ja TRS-pitoisuuksista (poikkeuksina Tervasaari, Kemijärvi, Uimaharju, Äänekoski, Kemi, Varkaus, Kemi ja Kaskinen). Vetypitoisuuksien mittausta ja siitä saatavat hälytykset ovat sen sijaan harvinaisia; kyselyyn vastanneista kattiloista ko. hälytykset olivat käytössä ainoastaan Heinolassa ja Raumalla. Heinolassa vetypitoisuus määritetään laskennallisesti muiden mittausten perusteella.

Savukaasumittausten käyttöä suomalaisilla kattiloilla on selvitetty Soodakattilayhdistyksen automaatiotyöryhmän toimesta. Selvitystä tehtäessä oli käytettävissä tiedot 13 kattilalta. Selvityksen mukaan analysaattoreiden mittausalueet ovat suhteellisen alhaisia alueen ylärajan ollessa korkeintaan 1000 ppm. Ainoa poikkeus oli happipitoisuus, jonka mittausalue oli poikkeuksetta 0 - 10 %.

Selvityksen mukaan analysaattoreiden mittausalue on niin alhainen, että mittausten perusteella ei voida varmuudella tunnistaa tilanteita, joissa palavien kaasujen pitoisuus tulipesässä on noussut vaarallisen korkeaksi esim. palamisen keskeytymisen takia. Tämä havaittiin myös Vallvikin onnettomuuden aikana. Vuodon alettua nousi happipitoisuus savukaasuissa 5 %:iin samalla kun hiilimonoksidin pitoisuus ylitti mittausalueen ylärajan 1000 ppm. Palavia kaasuja on tulipesään vapautunut vuodon aikana muitakin kuin hiilimonoksidia, mm. vetyä sulan ja veden välisten reaktioiden tuloksena, joten palavien kaasujen pitoisuus kuivassa kaasussa on saattanut olla hyvinkin korkea. Vuodon aikana suuri osa tulipesän kaasusta on kuitenkin ollut vesihöyryä, jonka olemassaolo on luultavasti estänyt palon syttymisen aina siihen saakka kunnes höyryntuotto on vähentynyt sulan jäähtymisen ja vuodon pienentymisen takia. Kun höyryn pitoisuus tulipesässä on laskenut vedon palautuessa, on palavia kaasujen pitoisuus ilmeisesti edelleen ollut niin korkea, että palo saattoi syttyä. Kattilahuoneessa olleen käyttömiehen mukaan palo alkoi tulipesän yläosasta ja paloa seurasi noin 15 sekuntia myöhemmin räjähdys tulipesän pohjalla. Tämä on yleensäkin todennäköisin paikka kaasuräjähdykselle kattilavuodon aikana, koska palavat kaasut, erityisesti vety, kohoavat ilmaa ja höyryä kevyempinä tulipesän yläosaan ja höyryn pitoisuus tulipesän yläosassa saattaa laskea muuta osaa nopeammin, koska osa höyrystä lauhtuu keittopintaan ja ekonomaiseriin.

BLRBAC:n piirissä on keskusteltu mahdollisuudesta havaita tulipesään suuntautuvat kattilavuodot TRS:n pitoisuuden kasvusta savukaasuissa, ja Alertin vuodonvalvontajärjestelmässä tätä tietoa käytetään hyväksi vuodon paikannuksessa. Suomessa asiaan ei tiettävästi ole kiinnitetty huomiota eikä mainintoja TRS:n pitoisuuden mahdollisista muutoksista kattilavuotojen aikana löydy vuoto- tai vaurioraporteista.

3.3 Suojaukset

Kattilalaitosten turvallisuuskomitean ohjeen G7 mukaan kattilan toiminnan edellytyksenä on, että kattilasuoja on kunnossa, eli kun seuraavat ehdot ovat voimassa

- tulipesän paine on pienempi kuin asetettu yläraja
- lieriön pinta on alavesirajan yläpuolella
- primääri-ilmapuhallin käy
- sekundääri-ilmapuhallin käy
- primääri-ilma- ja kokonaisilmavirtaus ovat riittäviä
- väh. yksi savukaasupuhallin käy ja pellit sen edessä ja jäljessä ovat auki.

Sen selvittämiseksi, miten automaattinen pysäytys on käytännössä järjestetty, pyydettiin kyselyssä rastittamaan ne suojaukset (lukitukset), jotka ko. kattilalla ovat käytössä erityisesti kattilavuotojen varalle. Valmiiksi annetut vaihtoehdot olivat seuraavat:

- syöttövesi-höyryvirtausero > suojausraja
- lieriön pinta < suojausraja
- lieriön pinta > suojausraja
- tulipesän paine > suojausraja
- kattilan paineen laskunopeus > suojausraja.

Tarkoituksena oli siis rastittaa ne ehdot, joiden lauetessa automatiikka ajaa kattilan alas. Ehdoista 2. ja 4. ovat samat kuin KLTK:n ohjeessa. Ensimmäinen ehto lisättiin listaan siksi, että syve-ero on mittausta, jota operaattorit käyttävät yleisesti pikapysäytystarvetta arvioitaessa, joten voisi olettaa mittausta hyödynnetyn myös automaattisessa suojauksessa. Kolmas ehto on otettu joillakin kattiloilla käyttöön pääasiassa estämään lieriön ylitäyttö ja veden pääsy tulistimeen, mutta ehto voi tulla voimaan myös tulistinvuodon aikana. Viidennen ehdon voisi puolestaan olettaa sopivan erityisesti suurille kattilavuodoille, joissa kattilan paine laskee nopeasti.

Kyselyn tulokset on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Suomalaisilla kattiloilla käytetyt suojaus ehdot kattilavuotojen varalle.

	Tehdas	Syve-ero > suojaus- raja	Lieriön pinta < suojaus- raja	Lieriön pinta > suojaus- raja	Tulipesän paine > suojaus- raja	Kattilan paineen lasku-nopeus > suojausraja
1	Kotka		x	x	x	
2	Pietarsaari		x	x	x	
3	Kuusanniemi					
4	Sunila		x		x	
5	Tervasaari		x		x	
6	Pietarsaari		x	x	x	
7	Veitsiluoto		x	x		x
8	Kuusanniemi		x		x	
9	Kaskinen		x	x		

10	Varkaus		X		X	
11	Äänekoski		X		X	
12	Imatra		X	X	X	
13	Sunila		X		X	
14	Oulu		X	X	X	
15	Heinola		X	X	X	
16	Kemi		X	X	X	
17	Kaukas		X	X	X	
18	Imatra		X	X	X	
19	Uimaharju		X	X	X	
20	Kemijärvi		X	X		
21	Rauma		X	X	X	
22	Joutseno		X	X	X	

Taulukosta havaitaan, että lähes kaikilla kattiloilla on käytössä suojeluohjeen suositamat, lieriön alapintaa ja tulipesän painetta koskevat suojausehdot. Poikkeuksen muodostavat Kuusanniemen vanhempi kattila, jolla ei ole suojausta lainkaan, sekä Veitsiluoto, Kaskinen ja Kemijärvi, joilla ei ole tulipesän painetta koskevaa ehtoa. Kuusanniemen kattilalle kuivakeittosuojaus asennetaan syksyn 2000 aikana. Kaskisesta tulipesän painetta koskeva ehto on poistettu kattilasuojasta luultavasti koekäytön aikana ilmeisesti puhaltimien toimintahäiriöiden aiheuttamien tarpeettomien laukaisujen estämiseksi.

Useimmilla kattiloilla on käytössä kuivakeittosuojan lisäksi lieriön yläpintasuoja. Tällä tavoin pyritään suojaamaan tulistinputkia äkilliseltä vesijäähdytykseltä, joka pahimmillaan voi aiheuttaa putken katkeamisen liitoksestaan. Näin tapahtui mm. Östrandissa 1997, kun syöttövedensäätö menetettiin sähkökatkon takia.

Yhdelläkään kattilalla ei ole käytössä syve-eromittausta hyödyntävää suojausehtoa. Luultavasti pääasiallisena syynä on, että syve-eromittausta ei pidetä riittävän luotettavana ja tarkkana, jotta sen hyödyntäminen kattilan ohjauksessa voitaisiin automatisoida.

Luotettavuuteen vaikuttaa se, että sekä syöttövesi- että höyryvirtausta mitataan tavallisesti ainoastaan yhdellä mittauksella, esim. yhdellä mittauslaipalla ja siihen liittyvillä paine-eroantureilla. Yksittäisen paine-eromittauksen vikaantuminen aiheuttaa tällöin suoraan virheen syve-erossa. Mikäli suojausehdoissa käytettäisiin syve-eroa, voisi yksittäinen instrumenttivika aiheuttaa kattilan tarpeettoman alasajon. Yleensä tällaisten tilanteiden välttämiseksi suojauksissa käytettävät mittaukset on kolminnettu, jolloin suojausehto voidaan toteuttaa 2/3-periaatetta noudattaen.

Paine-eromittausten monistaminen parantaisi luultavasti myös mittaustarkkuutta. Mittaustarkkuus on toisaalta nykyiselläänkin riittävä erottamaan suuret, useita kymmeniä kiloja sekunnissa olevat vuodot, joissa myös automaattisen suojauksen tarve on suurin, kunhan piste-arvojen sijasta suojausehdot määritetään esim. 10 sekunnin tai minuutin keskiarvojen perusteella.

Eräs peruste sille, että syve-eron kasvua ei ole käytetty suojausehdoissa, saattaa olla, että syve-eron kasvua sinällään ei pidetä vaarana kattilalle, jos pinta lieriössä pysyy hallittavissa.

Käytännössä tämä tarkoittaa, että kattilaan voi syntyä syöttöveden säätövaran suuruinen vesivuoto esim. tulipesän pohjaan ilman, että suojaus pysäyttää automaattisesti kattilan käytön. Esimerkkinä tällaisesta vuodosta on tulipesän seinäputken vuoto Kaskisissa 1987, jossa syöttövesi-höyryvirtausero kasvoi yli 10 kg/s. Lieriön pinta pysyi kuitenkin alarajan yläpuolella, joten kattilan käyttö jatkui vuodosta huolimatta.

Onko vaaralliset pitoisuudet kuvattu ?	E	-	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Eo. taulukoissa on esitetty kunkin kattilan vastaukset erikseen. Taulukoista voidaan laskea kysymyskohtaiset jakaumat, jotka on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Yhteenveto kattiloita koskevista vastauksista. (Ei osaa sanoa = vastaus puuttuu tai asiaa ei ole kuvattu ohjeissa).

	Kysymykset	Kyllä	Ei	Ei osaa sanoa
1	Onko kattilavuodoista kirjalliset ohjeet ?	17	5	
2	Onko ohjeissa huomioitu kattilan erityispiirteet ?	17	2	3
3	Ovatko vuorot käyneet ohjeet läpi viim. 2 v aikana ?	7	13	2
4	Onko vuototilanteita harjoiteltu viim. 3 v aikana ?	4	16	2
5	Onko ohjeita muutettu viim. 4 v aikana ?	9	11	2
6	Tuleeko suuressa vuodossa tehdä aina pikapysäytys ?	16	4	2
7	Onko ohjeessa kuvattu tarkasti "suuri vuoto" ?	8	11	3
8	Onko nimetty mittaus suuren vuodon tunnistamiseksi ?	7	13	2
9	Tehdäänkö pikapysäytys heti kun pesään pääsee vettä?	19	1	2
10	Saako kattilahuoneessa työskennellä ilman lupaa ?	0	18	4
11	Saako kattilahuoneessa olla pohjavuodon aikana ?	0	19	3
12	Onko ohjeet puhaltimien pysähtymiselle ?	6	14	2
13	Kehotetaanko savukaasupitoisuuksien seurantaan ?	6	14	2
14	Ohjataan toimii jos pitoisuudet ovat korkeita ?	2	18	2
15	Onko vaaralliset pitoisuudet kuvattu ?	1	19	2

4.2 Ohjeiden rakenne ja ylläpito

Ohjeiden laadintaa ja ylläpitoa käsiteltiin kysymyksissä 1, 2 ja 5. Vastausten perusteella käytäntö ohjeiden laadinnan suhteen on kirjavaa: lähes neljäsosalla kattiloista kattilavuotoja ei ole ohjeistettu lainkaan, ja useimmilla niistäkin kattiloista, joilla on jonkinlaiset ohjeet, ohjeita ei ole muutettu viimeisen neljän vuoden aikana lainkaan. Toisaalta ohjeita muuttaneiden kattiloiden lukumäärää (9) voidaan pitää yllättävänkin korkeana. Syynä saattaakin olla, että useilla kattiloilla on laatu järjestelmän luomisen yhteydessä viety esim. kattilavalmistajan laatimia ohjeita osaksi tehtaan omaa ohjeistojärjestelmää, ja tämän ovat jotkut vastaajat tulkinneet ohjeiden muuttamiseksi, vaikka ohjeiden sisältöä ei aina olekaan muutettu.

Kyselyssä pyydettiin myös kopioita vuotoja koskevista käyttöohjeista, joita saatiin yhdeksältä kattilalta. Useimmilla niistä tehtaista, joilla ohjeet ilmoitettiin olevan käytössä, käytettiin alkuperäisiä kattilatoimittajan käyttöohjeita. Näissä toimintaohjeet kattilavuotojen varalle on annettu taulukoissa, joissa on esitetty erilaiset vuototyypit ja niitä vastaavat toimenpiteet. Esimerkkejä Tampellan ja Ahlströmin ohjeista on esitetty taulukoissa 10 ja 11.

Taulukko 10. Vuotoja koskeva käyttöohje (KÄO 23/SK6) Imatran Sellun kattilalla (valmistaja Tampella)

Häiriö	Oire	Toimenpiteet
Vuoto	Vuoto näkyy	Ota varalinja käyttöön, jos mahdollista.

syöttövesilinjassa		
Vuoto syöttöveden esilämmittimessä (epäilty tai todettu)	Häiriöitä tulipesän vedossa Vuotoääni Syöttövesi/höyryvirtaus- ten epäsuhta Vettä suolakuljettimilla	Pieni vuoto: • ota yhteyttä esimieheen pysäyttämistä varten • keskeytä lipeän poltto ja aloita keon loppuunpoltto Iso vuoto: • käynnistä pikapysäytys • neuvottele jatkotoimenpiteistä esimiehen kanssa
Vuoto keittoputkistossa (epäilty tai todettu)	Kuten edellä	Kuten edellä. Poikkeuksena tilanne, jossa on syytä epäillä, että vettä suihkuu myös tulipesään. Tällöin edetään kuten alla.
Vuoto tulipesän putkessa tai verhoputkien uunin puoleisissa putkissa (epäilty tai todettu)	Paikallisia palamishäiriöitä keossa Paukahduksia tulipesässä Vuotoääni Vetohäiriöitä Syöttövesi/höyryvirtaus- ten epäsuhta	Aina: a) käynnistä pikapysäytys b) neuvottele jatkotoimista esimiehen kanssa c) käynnistä pikatyhjennys
Tulistinvuoto	Vetohäiriöitä Vuotoääni Syöttövesi/höyryvirtaus- ten epäsuhta Suurissa vuodoissa savua ja höyryä kattilahuoneessa	Pieni vuoto: • neuvottele alasajosta esimiehen kanssa • lopeta lipeän poltto ja aloita keon alasajo Iso vuoto: • käynnistä pikapysäytys • neuvottele jatkotoimista esimiehen kanssa
Vuoto savukaasutilan ulkopuolella	Vettä tai höyryä eristysten alta kattilahuoneeseen Vuotoääni Syöttövesi/höyryvirtaus- ten epäsuhta	a) ota yhteyttä esimieheen vuodon paikan pikaiseksi löytämiseksi b) tehosta veden syötön ja kaasunpuoleisten ilmiöiden tarkkailua c) vuotopaikasta ja suuruudesta riippuen aloita alasajo

Taulukko 11. Vuotoja koskeva käyttöohje Kaukaan tehtaan kattilalla (valmistaja Ahlström).

Vika/häiriö	Oire	Toimenpiteet
Vuoto syöttövesilinjassa	Vuoto on näkyvissä. Huom! Suuri vuoto vaarantaa kattilan vedensyötön.	a) Vuodon suuruuden mukaan. Jatka käyttöä sopivaan seisokkiin. b) Isossa vuodossa aja kattila alas.
Vuoto ekonomaiserissa	Häiriöitä tulipesän vedossa Vuotoääni Syöttövesi/höyryvirtaus- ten epäsuhta Vettä suolakuljettimilla Huom! Suuri vuoto	Pieni vuoto: • neuvottele alasajosta esimiehen kanssa • lopeta lipeän poltto ja aloita keon alaspoltto Iso vuoto: • käynnistä pikapysäytys

	vaarantaa kattilan vedensyötön. Jos vesi pääsee sekoitussäiliöön, on tilanne vaarallinen.	• neuvottele jatkotoimenpiteistä esimiehesi kanssa
Vuoto keittoputkisto	Kuten edellä	Kuten edellä. Poikkeuksena tilanne, jossa on syytä epäillä, että vettä suihkuu myös tulipesään. Tällöin edetään kuten alla.
Tulipesän putket tai verhoputkien uunin puoleisissa putkissa	Paikallisia palamishäiriöitä keossa Paukahduksia tulipesässä Vuotoääni Vetohäiriöitä Syöttövesi/höyryvirtaus-ten epäsuhta	Aina ehdottomasti: a) käynnistä pikapysäytys b) neuvottele jatkotoimista (pikatyhjennyksestä) esimiehen kanssa c) käynnistä pikatyhjennys
Tulistin	Vetohäiriöitä Vuotoääni Syöttövesi/höyryvirtaus-ten epäsuhta Suurissa vuodoissa savua ja höyryä kattilahuoneessa	Pieni vuoto: • neuvottele alasajosta esimiehen kanssa • lopeta lipeän poltto ja aloita keon alaspolto Iso vuoto: • käynnistä ”vaarahälytys soodakattilalle” • käynnistä ”pikapysäytys” • neuvottele jatkotoimista esimiehen kanssa
Savukaasutilan ulkopuolella	Vettä tai höyryä eristysten alta kattilahuoneeseen Vuotoääni Syöttövesi/höyryvirtaus-ten epäsuhta	a) ota yhteyttä esimieheen vuodon paikan pikaiseksi löytämiseksi b) tehosta veden syötön ja kaasunpuoleisten ilmiöiden tarkkailua c) vuotopaikasta ja suuruudesta riippuen aloita alasajo

Kuten taulukoista 10 ja 11 havaitaan, ohjeet ovat likimain yhtenevät. Yhteistä on mm., että ohjeet ovat luonteeltaan kuvailevat, niissä ei ole esitetty mitään määrällisiä kriteerejä esim. syveron tai vetohäiriöiden suuruudelle, jotka edellyttävät tiettyjä toimenpiteitä. Tästä huolimatta ohjeissa puhutaan ”pienistä” ja ”suurista” vuodoista. Ohjeista puuttuu myös kokonaan aikadimensio; ohjeissa ei kuvata esim. kuinka kauan vuodon kehittymistä voidaan seurata ilman toimenpiteitä tai sitä, kuinka pian pikapysäytys tulee tehdä suuren vuodon havaitsemisen jälkeen.

Edellä olevissa käyttöohjeissa on vuodon paikka esitetty ensimmäisessä sarakkeessa, eli vuoto oletetaan periaatteessa jo paikannetuksi. Tavallisimmin vuodot havaitaan kenttäkierroksilla, joten useimmiten näin onkin. Ei ole kuitenkaan epätavallista, että kenttäkierroksen sijasta ensimmäiset merkit vuodosta havaitaan valvomossa kattilan käytössä ilmenevinä häiriöinä. Ahlströmin ohjeissa on huomioitu myös nämä tilanteet, joita varten on esitetty omat toimintaohjeensa. Nämä ohjeet on esitetty vuotojen osalta taulukossa 12.

Taulukko 12. Käyttöohjeessa esitetyt, vuotoja koskevat käyttöhäiriöohjeet Kaukaan tehtaan kattilalla (valmistaja Ahlström).

Käyttöhäiriö ja sen toteaminen	Häiriön syy	Korjaava toimenpiteet
--------------------------------	-------------	-----------------------

Mahdoton pitää lieriön pintaa	Suurempi putkivuoto. Putkimurtuma, joka johtuu alhaaisesta lieriön pinnasta, tukkeutuneesta putkesta tai lämpöpintojen eroosiosta.	Harkittava heti pikapysäytystä ja - tyhjennystä.
Syöttövesihäviö kasvaa - toteaminen syve-häviön häilytyksestä	Vuoto - tulipesässä - tulistimessa - eko/kattila-putki- alueella	Yritä paikallistaa vuoto. Jos häiriötä ei pystytä paikallistamaan, pysäytä normaalisti tai pikapysäytyksellä.
Musta primääri- ilma-aukko - toteaminen primääri-ilma- aukosta	a) Suurehko palamaton sulamöykky on pudonnut aukalle b) Vesivuoto tulipesän putkessa	a) Pidä aukot puhtaana käsilanssilla tai paineilmalla. Vältä kosketusta kattilaputkiin. Lisää primääri-ilmamäärää käsisäätepellillä. Huom! Muista palauttaa säätöpelti ennalleen sen jälkeen, kun sulapeti on palanut alas. Lisää sekundääri-ilmamäärää mustuneen primääri-ilma-aukon yläpuolella. b) Jos kuullaan suhisevan höyryn ääntä tulipesästä, tai jos on mahdotonta pitää vesipintaa (jolloin myös syöttövesihäviömittaus osoittaa suurta arvoa), suorita pikapysäytys
Mahdotonta pitää oikeita kattilaveden pitoisuuksia - toteaminen näytteenoton mittareilla	a) Pienempi putkivuoto laipoista, saumoista, jne. b) Jälkiannoskemikaalien saostuminen pienellä kuormalla. Ilmiötä nimitetään "hideout".	a) Pysäytä kattila ensimmäisessä sopivassa tilaisuudessa. Paikallista ja korjaa vuoto. b) Kun ajovauhti nousee normaaliin, "hideout" katoaa.

Ahlströmin käyttöohjeet on laadittu niin, että periaatteessa tunnistetaan häiriö käyttäen em. taulukkoa 12, jonka jälkeen edetään joko samassa taulukossa tai taulukossa 11 mainittuihin korjaaviin toimenpiteisiin.

Yhteisenä piirteenä sekä Ahlströmin että Tampellan ohjeissa, niin kuin niiden pohjalta tehdyissä kattilakohtaisissa ohjeissakin, on, että pikapysäytys ja -tyhjennys seuraustoimintoinen on käsitelty erillään em. käyttöohjeista. Yleensä pikapysäytyksen ja tyhjennyksen yhteydessä on listattu kattilan automatiikan tekemät toimenpiteet. Toiminnot tai suureet, jotka operaattorin tulee esim. pikapysäytyksen yhteydessä seurata, on kuvattu niukasti, jos lainkaan, eikä ohjeissa ole mainintaa korjaavista toimenpiteistä, jos esim. jokin seuraustoiminto jää toteutumatta.

Muiden kattilatoimittajien laatimia käyttöohjeita ei selvitystä tehtäessä ollut käytettävissä. Kuusanniemen Götaverkenin toimittamilla kattiloilla periaatteena todettiin olevan, että pikapysäytys tehdään, jos kattilaan tulee suuri vuoto, jonka seurauksena lieriön pinta laskee ja syve-ero kasvaa. Ohjeessa ei ole kuvattu tarkasti, mitä tarkoittaa suuri vuoto, ts. kuinka paljon pinnan tulee laskea ja syve-eron kasvaa pikapysäytyksen käynnistämiseksi. Käytännössä raja

lienee, että pikapysäytys tehdään, mikäli kattilaan tulee vesivuoto, jonka suuruus ylittää syöttövesivirtauksen säätövaran, koska tätä pienemmissä vesivuodoissa lieriön pinta ei laske ainakaan hallitsemattomasti. Ohjeen mukaan pikapysäytystä ei siis myöskään tehdä, jos vuoto on tulistimessa, koska tällöin lieriön pinta ei välttämättä laske kuin mahdollisesti viiveellä. Kummallakaan kattilalla ei ole käytössä suojausta lieriön yläpinnasta, joten tulistinvuodossa ei myöskään kattilan automatiikka välttämättä pysäytä polttoa.

4.3 Käyttöhenkilökunnan koulutus

Kyselyyn sisällytettiin kaksi kysymystä liittyen henkilökunnan koulutukseen (kysymykset 3 ja 4) tarkoituksena lähinnä kartoittaa, kuinka laajasti vuototilanteita koskevia ohjeita käytetään käyttöhenkilökunnan koulutuksessa. Saatujen vastausten mukaan ainoastaan kolmasosalla kattiloista käyttöhenkilökunta on käynyt läpi ohjeiden sisällön ja perusteet muutoin kuin itseopiskeluna viimeksi kuluneen kahden vuoden aikana, ja vain neljällä kattilalla käyttöhenkilökunta (kaikkien käyttövuorot) on harjoitellut vuototilanteiden hallintaa viimeksi kuluneen kolmen vuoden aikana.

Kysymyksissä rajattiin tarkastelujakso 2 - 3 vuoteen, jota voidaan pitää lyhyenä välinä kertauskoulutukselle erityisesti henkilöille, joilla on pitkälinen työkokemus. Toisaalta lyhyen kertauskoulutusvälin puolesta puhuu se, että erityisesti hyvin harvinaisten häiriöiden, jollaisia mm. kattilavuodot ovat, hallinnan käytännöt unohtuvat helposti, koska niitä ei käytännössä toteuteta juuri koskaan. Lisäksi ellei perehdytysvaiheessa käytäntöihin ja niiden harjoitteluun kiinnitetä erityistä huomiota, ei menettelyjä edes opita, jolloin tosipaikan tullen toiminta joudutaan improvisoimaan. Vaarana tällöin on, että ensivaiheessa kaikki korjaavat toimenpiteet jäävät tekemättä, kun paikalle odotetaan päätöksen tekijää. Suurin osa kattilaräjähdyksistä tapahtuu alle puolen tunnin kuluessa vuodon synnystä, joten aikaa korjaavien toimenpiteiden tekemiselle on kuitenkin useimmissa tapauksissa käytettävissä suhteellisen niukasti.

Toinen peruste suhteellisen taajaan järjesteltävälle kertauskoulutukselle on, että kahden - kolmen vuoden ajanjaksolla tapahtuu Suomessa ja muualla maailmassa kattilavuotoja ja niistä aiheutuvia räjähdyksiä tavallisesti määrä, joka on käsiteltävissä esim. päivän pituisessa koulutuspaketissa. Tällaisen koulutuksen etuna on, että tapahtumat ovat ajallisesti tuoreita, jolloin mahdollisesti tarvittavat lisätiedot ovat suhteellisen helposti hankittavissa ja muualla saadut opit esim. vuotojen estämisessä tai hallinnassa ovat siirrettävissä omalle kattilalle lyhyellä viiveellä.

4.4 Ohjeet pikapysäytyksen tekemiseksi

Tärkein yksittäinen toimenpide vesivuotojen hallitsemiseksi on pikapysäytyksen tekeminen. KLT:n suojeluohjeen mukaan pikapysäytys tulee tehdä, jos

- on epäiltävissä tai todettu sellainen vuoto, että vettä pääsee tulipesään
- syöttövesivirtaus on ylisuuri höyrykehitykseen verrattuna (vuodon paikasta riippuen)
- kattilassa on vuoto, josta vettä tai höyryä purkautuu yksinomaan tulipesän ulkopuolelle (vuodon laadun mukaan)

- tulistimessa on suuri vuoto, joka aiheuttaa vaikeuksia kattilan hallittavuudessa
- ekonomaisierissa. tai keittoputkistossa on suuri vuoto, joka aiheuttaa häiriöitä veden syötössä ja vedonsäätö tulee hallitsemattomaksi
- keittoputkistossa on vuoto, josta voi päästä vettä myös tulipesään.

KLTK:n ohje on tulkinnanvarainen, joten kyselyssä pyrittiin tarkentamaan tapaa, jolla pikapysäytyksen tekeminen on käytännössä ohjeistettu. Kysymykseen onko ohjeissa mainittu, että suuressa vuodossa tulee tehdä pikapysäytys, vaikka vuodon paikkaa ei varmuudella tiedettäisikään, vastasi suurin osa myöntävästi poikkeuksien ollessa Kotka, Äänekoski, Imatra ja Kemi. Imatran käyttöohjeen (ks. taulukko 10) mukaan pikapysäytystä ei tarvitse tehdä, jos vuoto on savukaasutilan ulkopuolella, jolloin vuodosta ei aiheudu sisäpuolisten vuotojen oireita (vetohäiriöitä, paukahduksia tulipesässä, vettä suolakuljettimella). Kotkassa ohjeen mukaan pikapysäytys tulee tehdä suurissa vesivuodoissa sekä paikantamattomissa höyryvuodoissa. Äänekosken ja Kemin ohjeet eivät olleet käytettävissä selvitystä tehtäessä.

Kysyttäessä, onko ohjeessa kuvattu tarkasti, mitä tarkoittaa suuri vuoto ja onko nimetty mittaus, jonka perusteella suuri vuoto tunnistetaan, ainoastaan kolmasosa vastasi myöntävästi. Käytettävissä olleiden ohjeiden perusteella niissäkin tapauksissa, joissa suuri vuoto ilmoitettiin kuvatus tarkasti, kuvaus koski vuodon vaikutuksia, kuten ”suurissa tulistinvuodoissa savua ja höyryä kattilahuoneessa” ja ”mahdoton pitää lieriön pintaa”. Yhdessäkään saatavilla olleessa ohjeessa ei suurta vuotoa määritelty syve-eron suuruuden perusteella. Ilmeisesti mittauksella, joka perusteella suuri vuoto määritetään, tulkittiinkin tarkoitettavan yleensä lieriön pinnan mittausta.

Lähes kaikki vastaajat olivat sitä mieltä, että ohjeissa on mainittu, että mikäli tulipesään havaitaan pääsevän vettä, on pikapysäytys tehtävä välittömästi.

4.5 Työturvallisuuden huomiointi ohjeistuksessa

Kattilavuotoihin liittyvien työturvallisuusriskien vuoksi kaksi kysymyksistä koski tapaa, jolla työskentely kattilahuoneessa on rajoitettu vuototilanteissa. Vastaajien mukaan lähes kaikilla kattiloilla on ohjeet, joiden mukaan työskentely kattilahuoneessa edellyttää erityistä lupaa, kun kattilassa on todettu suuri vuoto, jonka paikkaa ei tiedetä. Ainoastaan kahdella kattilalla ohjeissa ei ole kuvattu rajoituksia kattilahuoneessa työskentelyyn suuren vuodon tapauksessa (Imatran molemmat kattilat). Kysyttäessä, saako ohjeiden mukaan kattilahuoneessa työskennellä silloin, kun vuoto on havaittu ja sen paikaksi epäillään tulipesän pohjaa, lähes kaikki vastaajat vastasivat kielteisesti.

Käytettävissä olleet ohjeet eivät kaikilta osin anna yhtä positiivista kuvaa työturvallisuuden huomioimisesta. Pikemminkin tilanne vaikuttaa työturvallisuuden kannalta heikolta erityisesti mitä tulee toimintaan ennen pikapysäytystä. Esimerkiksi Kaukaan tehtaan ohjeissa (Ahlströmin toimittama kattila) kehoitetaan paikantamaan vuoto, jos syve-eron havaitaan kasvavan, ja kuuntelemaan mahdollista höyryn ääntä tulipesästä, jos primääri-ilma-aukko on musta (ks. taulukko 12). Jopa tilanteessa, jossa on mahdotonta pitää lieriön pintaa, on korjaavana toimenpiteenä esitetty yksin pikapysäytyksen harkinta ilman mainintaa esim. vaarahälytyksen antamisesta.

Pikapysäytyksen osana on valo- ja sireenihälytys, jonka käynnistyttyä kattilahuoneessa työskentelevät siirtyvät valvomoon tai muuhun turvalliseen, ennalta osoitettuun paikkaan. Saatavilla olleista ohjeista puuttui yleensä kuvaus lupamenettelystä, jolla kattilahuoneeseen saa mennä pikapysäytyksen jälkeen, mutta ko. asia lienee kuvattu muulla, esim. henkilöturvallisuusohjeistuksessa. Poikkeuksena oli mm. Imatran käyttöohje KÄO 53/SK5, jossa todetaan, että ”kun pikapysäytys ja -tyhjennystoiminnot on käynnistetty, ei kattilahuoneeseen saa mennä ennen kuin tilanne on todettu turvalliseksi. Turvallisuuden arvioi kattilan käytönvalvoja..”

4.6 Kaasuräjähdyksien huomiointi ohjeistuksessa

Vaikka osaa vesivuotojen aikana tapahtuneista räjähdyksistä voidaan hyvällä syyllä epäillä kaasuräjähdyksiksi, ei kaasuräjähdyksien mahdollisuuteen yleensä ole kiinnitetty erityistä huomiota. Esimerkiksi KLTK:n suojeluohjeessa kuvataan lipeän poltosta syntyvien kaasujen räjähdysten edellytykset, mutta kuvauksessa ei mainita kaasuräjähdyksen mahdollisuudesta kattilavuodon aikana. Tämän vuoksi oli odotettavissa, että kaasuräjähdyksien vaaraa kattilavuotojen aikana ei ole käsitelty myöskään kattiloiden käyttöohjeissa. Tästä huolimatta kyselyyn sisällytettiin neljä kysymystä, jotka liittyivät erityisesti palavien kaasujen käsittelyyn kattilavuotojen aikana.

Ensimmäisessä näistä neljästä kysymyksestä tiedusteltiin, onko ohjeissa annettu toimintaohjeet tilanteeseen, jossa kaikki paloilma- tai savukaasupuhaltimet pysähtyvät kattilavuodon aikana. Kysymyksen taustalla ovat räjähdykset Vallvikissa vuonna 1998 sekä Tervasaassa vuonna 1992, joissa molemmissa vesivuodon aikana kattilan tuuletus oli riittämätöntä kattilan automatiikan pysäyttäessä ilmapuhaltimet. Vastausten mukaan ko. häiriö on sisällytetty ainoastaan kahden kattilan käyttöohjeisiin (Veitsiluoto ja Heinola); kolme muuta vastaajaa piti tärkeänä häiriön sisällyttämistä ohjeisiin, jos sellaiset joskus laaditaan.

Kysyttäessä kehotetaanko ohjeissa seuraamaan palokaasujen (hiilimonoksidi, vety ja/tai TRS) ja hapen pitoisuuksia savukaasuissa kattilavuotojen aikana vastasi kuusi myönteisesti; näistä viidellä (Kuusanniemen molemmat kattilat, Veitsiluoto, Rauma ja Joutseno) ovat ohjeet olemassa.

Kolmannessa aihetta käsittelevässä kysymyksessä tiedusteltiin, onko ohjeissa kuvattu miten tulee toimia, jos sekä palokaasujen että hapen pitoisuudet ovat korkeita kattilavuotojen aikana. Niistä kattiloista, joissa kattilavuodot on ohjeistettu, myönteisen vastauksen antoi ainoastaan Joutseno.

Viimeiseksi kysyttiin, onko ohjeessa kuvattu, milloin palokaasujen ja hapen pitoisuudet ovat vaarallisen korkeita. Tarkoitus oli selvittää, onko ohjeissa esitetty pitoisuudet, joissa operaattorin täytyy ryhtyä toimenpiteisiin räjähdysten ehkäisemiseksi. Vastausten mukaan vaarallisia palavien kaasujen tai hapen pitoisuuksia ei ole määritetty yhtenkään kattilan käyttöohjeissa; tärkeänä asiaa piti ainoastaan Tervasaari, jossa vuoden 1992 räjähdys oli ilmeisesti parhaiten muistissa.

Yhteenvedona voidaan sanoa, että kattiloiden käyttöohjeissa ei ole huomioitu kaasuräjähdyksen mahdollisuutta käytännössä lainkaan, koska merkittävimmät osat - vaaran tunnistus korkeiden

pitoisuuksien perusteella ja ennalta suunnitellut korjaavat toimenpiteet - puuttuvat kokonaan. Savukaasumittauksia ei systemaattisesti hyödynnetä myöskään kattilavuotojen tunnistukseen: yhdestäkään käytettävissä olleesta käyttöohjeesta ei löydy mainintaan esim. TRS-pitoisuuden kasvusta kattilavuodon aikana, mikäli vuoto on tulipesään päin. Toisaalta savukaasumittausten soveltuvuus vuodon paikannukseen on kyseenalainen, koska analyssattorien mittausalue on nykyisellään useimmilla kattiloilla riittämätön havaitsemaan vaarallisen korkeat pitoisuudet.

5 SUOSITUKSET

Seuraavassa on esitetty joukko parhaita käytäntöjä, joita teollisuudessa sovelletaan yleisesti vuotojen valvontaan ja hallintaan, sekä potentiaalisia kehityskohteita, joiden käyttöönotto tehtailla edellyttää vielä jatkoselvityksiä.

Parhaimmat käytännöt

1. Valvomossa tuodaan näytölle aikakeskiarvoistettu syöttövesi- ja höyryvirtauksien erotuksen pistearvo ja vuorokausitrendi.

Kokemuksien mukaan syve-eron perusteella voidaan havaita 1 - 2 kg/s suuruiset vuodot, jos mittaukset on esitetty sopivasti keskiarvoistettuina trendeinä. Jos taas näin ei ole menetelty, havaitsemistarkkuus on selvästi huonompi.

2. Valvomoon tuodaan hälytykset syve-eron kasvusta ja kattilaveden kemikaalipitoisuuksien laskusta.

Syve-ero ja kattilaveden kemikaalipitoisuudet ovat tärkeimmät useimmilla kattiloilla käytössä olevat, jatkuvatoimiset mittaukset, joiden perusteella kattilavuoto voidaan havaita. Hälytykset ko. mittauksista ovat käytössä osalla kattiloista.

3. Kattilavuotojen valvonnassa käytettyjen mittausten trendit kerätään kahdelle tai kolmelle näytölle valvomossa, jotka operaattori voi ottaa käyttöön niin halutessaan. Valvonnassa käytettyjä mittauksia voivat olla esim. syöttövesivirtaus, höyryvirtaus, syve-ero, uloslaskuvirtaus, nuohoushöyryvirtaus, lieriön pinta, höyrypressure, tulipesän paine, savukaasupuhaltimien kierrosluku, savukaasujen TRS-pitoisuus ja kattilaveden sähkönjohtavuus.

Suurissa vuodoissa kattilan automaatiojärjestelmä tuottaa helposti niin paljon hälytyksiä, että häiriön syyn selvittäminen ja korjaavista toimenpiteistä päättäminen hälytysten perusteella ei ole mahdollista. Esimerkiksi Vallvikin vuodossa valvomoon tulostui ensimmäisen 15 minuutin aikana 432 hälytystä. Häiriön syy on tällöin tunnistettavissa helpommin jatkuvatoimisten mittausten perusteella, erityisesti jos mittaukset on ryhmitelty näyttöihin valmiiksi niin, että relevanttien mittausten vertailu on helppoa.

4. Käyttökäyttöhenkilöstölle järjestetään kahden - kolmen vuoden välein kertauskoulutus, jossa käydään läpi edellisen koulutuksen jälkeen Suomessa tapahtuneet kattilavuodot ja muualla maailmassa tapahtuneet räjähdys- ja toiminta vastaavissa tilanteissa omalla kattilalla. Samalla arvioidaan tarve järjestelmä- ja ohjeistomuutoksiin.

Muutaman vuoden välein järjestettävässä koulutuksessa voidaan lyhyessä ajassa käydä läpi esim. edellisen koulutuksen jälkeen tapahtuneet kattilavuodot Suomessa ja arvioida niiden pohjalta ohjeisto- ja järjestelmämuutostarpeet omalla kattilalla. Tällä tavoin voidaan varmistaa, että muilla kattiloilla saadut kokemukset hyödynnetään tehokkaasti ja esim. kattilan kunnossapitoa tai vuotojen valvontaa parantavat toimenpiteet toteutetaan viiveettä.

5. Kattilan vesivuotojen yhteydessä raportoidaan kattilaveden kemikaalipitoisuuksien seurannan ja savukaasuanalysaattoreiden tulokset.

Kyselyn ja käyttöohjeiden läpikäynnin perusteella kattilaveden kemikaalipitoisuuksien seurannan tarjoamia mahdollisuuksia vuotojen tunnistukseen ei käytetä hyväksi siinä laajuudessa kuin todennäköisesti olisi mahdollista. Kemikaalipitoisuuksien raportointi vesivuotojen sattuessa ohjaisi kattiloiden käyttäjiä kiinnittämään asiaan huomiota ja mahdollistaisi kokemuksista oppimisen muillakin kattiloilla.

On mahdollista, että ainakin osassa tulipesään päin olevia kattilavuotoja savukaasujen TRS-pitoisuus nousee. Tämä oletus on todennettavissa ainoastaan analysoimalla tapahtuneita vuotoja, joka puolestaan edellyttää, että TRS-pitoisuudet vuodon aikana raportoidaan. On myös luultavaa, että huomattava osa tapahtuneista tulipesäräjähdyksistä on aiheutunut palavien kaasujen kertymisestä tulipesään. Koska yleensä savukaasuanalysaattoreiden tuloksia ei kuitenkaan sisällytetä vuodoista tehtyihin vahinkoraportteihin, jää räjähdysten syy tunnistamatta tai arvailujen varaan. Savukaasuanalysaattoreiden tulosten raportointi saattaisi auttaa tunnistamaan sekä räjähdysten aiheuttajan, silloin kun räjähdys todella tapahtuu, että mahdolliset läheltä piti-tilanteet, silloin kun esim. pitoisuudet käyvät korkealla, mutta palaminen ei käynnisty.

6. Kattilan käytön valvonnassa otetaan käyttöön mittaus, jolla voidaan tunnistaa tilanteet, joissa palavien kaasujen pitoisuus savukaasuissa on vaarallisen korkea (useita prosentteja).

Nykyisellään savukaasuanalysaattorit ovat suunniteltu lähinnä normaalin käytön valvontaa varten, joten niiden mittaus- tai tulostusalue on riittämätön tilanteisiin, joissa palavien kaasujen pitoisuudet ovat vaarallisen korkeita. Tällainen tilanne voi syntyä suuren kattilavuodon aikana, kuten mahdollisesti kävi Vallvikissa, tai mikäli palaminen keskeytyy jostakin muusta syystä. Korjaavien toimenpiteiden viiveettömän toteutuksen takaamiseksi olisi ensiarvoisen tärkeää, että operaattori tunnistaa vaaratilanteen ja voi seurata tilanteen kehittymistä suoraan tilanteen vaarallisuutta kuvaavien mittauksen perusteella. Kaasuräjähdyksien kannalta kaikkein relevanteimmat mittaukset ovat juuri palavien kaasujen (vety, hiilimonoksidi) ja hapen pitoisuudet. Ainakin hiilimonoksidille sopivia mittareita on saatavissa likimain samaan hintaan kuin nykyisin käytetyt.

7. Kattilan käyttöohjeista erotetaan erikseen häiriöohjeet, jotka laaditaan odotettavissa oleville käyttöhäiriöille, ml. kattilavuodoille. Ohjeissa kuvataan häiriöstä saatavat hälytykset ja muut indikaatiot sekä operaattorin toimenpiteet häiriön syyn tunnistamiseksi ja tilanteen korjaamiseksi. Kullekin häiriölle laaditaan oma ohjeensa.

Yleensä teollisuudessa on havaittu tarkoituksenmukaiseksi laatia häiriöistä yksityiskohtaiset ohjeet ja erottaa ne erilleen muista käyttöohjeista, jolloin ohjeet ovat helpommin löydettävissä ja niiden käyttö mm. koulutuksessa on helpompaa. Yksityiskohtaisten ohjeiden oikeellisuutta voidaan myös testata esim. harjoituksissa, jolloin väärät, kattilan tai henkilöturvallisuuden vaarantavat toiminnot voidaan tunnistaa ja karsia ennalta. Samalla voidaan myös tunnistaa esim. sellaiset puutteet kattilan instrumentoinnissa, jotka estävät tai viivästävät korjaavien toimenpiteiden käynnistämisen.

Potentiaaliset kehityskohteet ja toimenpiteet

1. Kattilasuojaan (tai erilliseen kattilavuotosuojaan) lisätään suojaushehto, jonka mukaan automatiikka laukaisee pikapysäytyksen, jos syve-ero kasvaa suojausrajaa suuremmaksi ja kattilaveden kemikaalien pitoisuus laskee tai syöttö kasvaa.

Nykyisellään on mahdollista, että automatiikka ei laukaise pikapysäytystä, jos kattilaan syntyy esim. luokkaa 10 kg/s oleva vesivuoto, jonka syöttövesivirtauksen säätö kykenee kompensoimaan. Pikapysäytyksen tekeminen jää tällöin operaattorille, jolloin pikapysäytyksen tekeminen saattaa tarpeettomasti viivästyä. On myös vaara, että operaattori ei tee pikapysäytystä ennen kuin vuodon sijainti on varmennettu kattilahuonekierroksella, jolloin räjähdyksen sattuessa henkilövahinkojen riski on suuri.

Liittämällä suojaushehtoon kattilaveden kemikaalipitoisuutta koskeva osa varmistetaan, että pikapysäytystä ei tehdä vuodon ollessa ekonomaisierissa tai tulistimessa tai syöttövesi- tai höyryvirtausmittauksen vikaantuessa.

Edellä kuvatun suojauksen etuna on, että se voidaan mahdollisesti koestaa käytön aikana tekemällä tarvittavan suuruinen vuoto pikatyhjennysjärjestelmän kautta. Näin ei voida menetellä nykyisten kattilavuotojen varalta laadittujen suojausten kanssa, joita voidaan koestaa ainoastaan ylös- ja alasajoissa (kuivakeitto) tai simuloimalla laukaisu (tulipesän paine).

LIITE II

Cen ad hoc: Osa viisi kommentit

1. Reference : prEN 12952-5, par.1 & par.4 - reference to part 1 ed.1997**Comment/question**

Reference is made to prEN12952-1: 1997.

This part should also be updated to incorporate corrected EN-standard references (and editions)

2. Reference : prEN 12952-5, par.5**Comment/question**

"Water-tube boilers shall be manufactured and assembled in accordance with approved drawings,...."

1. Are all drawings to be approved or pressure part drawings only ?
2. Who shall give this approval ?
3. What will be the validity of an approved drawing, both in time as well as coverage range ?

Argumentation

Since many years the Codes (TRD, RTOD, AD-Merkblatt, ...) or AIA (TUV, DRIRE, ISPESL,...) require only approval of pressure part drawings (by an Independent AIA).

Construction drawings do not need this approval (manufacturers responsibility).

The AIA approval of such drawings should remain valid as long as no essential changes are made to the design or the construction code (EN 12952).

An approved general parameterised principle drawing should cover any derived drawing from this one as long as it remains within the approved variables (e.g. adding a small isolated opening which was already calculated in the original design requires a new drawing but no new approval).

For RA (AIA) tasks, reference could be made to (pr)EN12952-6, annex A, table A.3-1.

3. Reference : prEN 12952-5, par. 6.1.1- Drums, headers and similar**Comment/question**

Pipes ("tubes" is more used for small bore pipes) should also be allowed to construct drums, headers and similar pressure parts.

Argumentation

Avoid longitudinal welds in case of smaller vessels, headers and drums.

Allow the use of (seamless) pipes to construct integrally welded extended piping in case of fired tubes or to construct unfired steam separators or vessels that make part of the boiler (no bloc valves between coil and vessel)

Suggested format/solution

Add to par. 6.1.1 first par. : from forgings, plates, pipes or castings.

4. Reference : prEN 12952-5, par. 6.3.2 - Material marking**Comment/question**

For materials with 3.1A/C certification reference is made to prEN 12952, part 6.

Reference to table A.3-1 of that part would be better.

5. Reference : prEN 12952-5, par. 8.1.6 - Buttwelds in bends & Annex D**Comment/question**

- a. Buttwelds made by oxy-acetylene welding (or any other process) after the coil has been formed (cold rolled tube) should be permitted for application in manufacturing of coil tube boilers or superheaters in

certain material grades.

- B** For coiled boilers and superheaters, the maximum departure from circularity as per par. 7.3.7, fig. 7.3-1 should be allowed and par 7.3.1 should also be applicable for these type of coils.

Argumentation

Since many years, oxy-acetylene welding is used for coil tube welding of once-through boilers and superheaters in material grades ST37.8.I/II, ST35.8.I/II, St45.8.I/II or 15Mo3 in the bent condition.

After the bending process, there is no risk to use this welding process for joining coil tubes where access with other welding processes is impossible.

Welds made by oxy-acetylene welding or any weld falling in a ratio of $r/d_o < 6$ should not be bent unless a proper heat treatment is applied before bending.

For smaller tubes ($< DN80$) of coiled boilers, ovality upto even 15 % as per fig. 7.32 has no impact the safety behaviour.

Suggested format/solution

Add to annex D :

Circumferential butt welds should not be bent with a ratio of $r/d_o < 6$ unless a proper heat treatment is applied before bending.

Oxy-acetylene welding may be used for joining coil pipes in the bent condition of material grades of group 1 (ST37.8.I/II, ST35.8.I/II, St45.8.I/II, 15Mo3 or equivalent).

Coiled tube bends which do not conform to these requirements may be acceptable if the manufacturer can ensure (e.g. existing design and execution used since many years without problems) the use will not impair the safety of the boiler.

6. Reference : prEN 12952-5, par. 8.1.7 - Toes of welds of attachments

Comment/question

An exception should be made on the distance of 40 mm or weld crossing requirements for coil boilers made of longitudinal welded pipe.

Argumentation

For coil assemblies made of longitudinal welded pipe, it is impossible to maintain this distance or to fulfill the requirements of par 11.5 of part 3 (1997).

Suggested format/solution

Refer to prEN 12952 part 3 (1997), par. 11.5.2 and/or : "For attachments welded to coil boilers and superheaters made of longitudinal welded pipes with joint factor 1, the requirements of par. 8.1.6 are not applicable for the longitudinal weld."

7. Reference : prEN 12952-5, par.8.11.4-Proximity of butt welds**Comment/question**

The proximity requirement of minimum 2x OD should not be applicable on weldjoints of pipes to fittings or fitting to fitting.

Argumentation

This requirement can not be fulfilled for certain fittings like reducers, tees, elbows, ...

Suggested format/solution

Add (2x) : except where fittings are welded to the pipe or tube.

8. Reference : prEN 12952-5, par.8.11.11- Attachments by welding**Comment/question**

Special form attachments like saddles and clips used in coil boilers should not be welded continuous.

Argumentation

For special shapes like saddles and clips used on spiral wound coils, a design that has been used for many years, there is no need to change the concept when the designer can give evidence of the use and reliability of the concept.

On the contrary, fully welded saddles or attachments on coil tube may lead to premature failure !

Suggested format/solution

For coil type boilers and superheaters, the weld details of the attachments may deviate from the requirements when the application of the concept has proven its reliability in praxis.

9. Reference : prEN 12952-5, par.8.13-Welded tube waterwalls**Comment/question**

For once-through boilers, waterwalls manufactured from pipe rolled on a drum with a step $\leq$ (pipe OD + max. 1.5 mm), with or without intermittent welds between the rolled tubes and an external shell to keep the exhaustgasses, or fully welded if no external shell is applied should also be allowed.

Argumentation

This execution is not provided and has been used for many years to form combustion rooms and/or "insulation" walls and can be applied without risks in case of once-through boilers.

Suggested format/solution

Add : For once-through boilers, waterwalls manufactured from pipe rolled on a drum with a step $\leq$ (pipe OD + max. 1.5 mm), with or without intermittent welds between the rolled tubes and an external shell to keep the exhaustgasses, or fully welded if no external shell is applied are also be allowed.

10. Reference : prEN 12952-5, par.9.2 - Acces openings**Comment/question**

For small unfired integral vessels (e.g. steam separators used with once-through boilers), access openings should be limited to inspection openings with nozzle sizes of maximum DN50. In case of application of handholes (DN150), blanked (= blind) flanges of appropriate pressure rating should be allowed for calculation pressure over 1.8 N/mm².

Argumentation

Unfired vessels (e.g. steam separators) that make part of the boiler can be inspected through nozzle openings by endoscopic inspection where the size of the vessel (max. DN500) or inner parts do not allow entrance.

Suggested format/solution

For coil type boilers with watertreatment according to (pr)EN 12952 part 12, internal inspection of integral headers or vessels may be done through nozzle connections or couplings. If such vessels have a DN>500 mm, handholes shall be provided in accordance with par 9.2.2. and table 4.6-1 of (pr)EN 12952 part 7 (8/1998).

In case of unfired vessels, handopenings may be closed by blind flanges of appropriate pressure rating.



STANDARDISERINGEN I SVENSK
SWEDISH INSTITUTE FOR STANDARDS

23-06-2000

Swedish comments on Formal Vote prEN 12952-5

Very few of our previously submitted comments at the enquiry stage have been considered. As we have emphasised earlier we find it absolutely necessary to have the system of grouping of materials co-ordinated between the different parts of the standard as well as between the main standards for pressure equipment. We are of course thinking of the documents from TC 54, 267 and 269. It is not clear which version of CRTR 15608 is used in this proposal. There must also be a co-ordination with the other TCs.

Stockholm 2000-06-21

Swedish Pressure Vessel Standardisation
Representing SIS in CEN/TC 269

Tommy Arnesson

Tn



STANDARDISOINTI

Tunnus (prEN, DIS...):	PrEN 12952-5	Otsikko lyhyesti:	Workmanship and construction of pressure parts of boiler	
MET LP nro:		Kommentin antaja:	Kvaerner Pulping Oy	Pvm:
Äänestysvastaus (täydennä):		Kannatamme/Vastustamme/Emme ota kantaa		
Suomenkielinen otsikko (täydennä):		Ehdotamme seuraavaa muutosta... Korjaukset virheisiin		

Kommentit (englanniksi):

Clause/ Subclause	Paragraph Figure/Table	Type of Comment G=General T=Technical E=Editorial	COMMENTS	Proposed change
	Table 10.4-2	T	Steel groups 0.3 Mo / 2.1(15NiCuMoNb5) post-weld heat treatment temperature is 550-600	Heat treatment temperature should be 550-620
	Figure 10.4-3	E	Dimension $\geq 5\sqrt{r_{ib}e_b}$ left side nozzle.	Dimension should be $< 5\sqrt{r_{ib}e_b}$
	Figure 10.4-3	E	Left side nozzle dimension $\geq 2.5\sqrt{r_{is}e_s}$ from the nozzle pipe centerline.	Should be dimensioned from the edge of the nozzle pipe
Annex B	Figure B-1 Examples of...	E	Wall thickness symbols T and t	Symbols should be e_s and e_b
Annex B	Figure B-1 item c)	E	Reference line 2 alignment	The line should be aligned to the weld access hole

Formal Vote
Comments from the French Member Committee on prEN 12952-5
“Water-tube boilers and auxiliary installations – Part 5 :
Workmanship and construction of pressure parts of the boiler”

1. Vote

The French Member Committee accepts the document as a European Standard with few remarks specified here after.

2. General comments

Paragraph 2 “Normative references”

Delete the reference EN 729-3. This standard is not mentioned in the text of this draft.

Paragraph 8.1.6

This part needs to be clarified.

Paragraph 8.4.4 “Stray arcing”

To modulate according to the type of steel.

Vote Formel
Commentaires du Comité Membre Français sur le prEN 12952-5
« Chaudières à tubes d'eau et installations auxiliaires – Partie 5 :
Fabrication et construction des parties sous pression des
chaudières »

1. Vote

Le comité membre français accepte le document comme norme européenne avec quelques remarques données ci-après.

2. Commentaires généraux

Paragraphe 2 « Références normatives »

Supprimer la référence EN 729-3, cette norme n'étant pas mentionnée dans le corps du texte du présent projet.

Paragraphe 8.1.6

Ce point nécessite d'être clarifié.

Paragraphe 8.4.4 « Coups d'arc intempestifs »

A moduler suivant le type d'acier.

UK COMMENTS AT FORMAL VOTE ON prEN 12952-5

The UK is voting against this document because:-

- 1 There are serious technical errors in it
- 2 It has been issued in advance of the other related parts (Despite an agreement at CEN/TC 269 in October 1999) which means that numerous cross references cannot be checked
- 3 It contains, in annex E, a definition for 'chemical recovery boilers' that should be in Part 1
- 4 There are numerous editorial errors in it
- 5 It does not obey the CEN Internal Regulations Part 3

NOTE The majority of these comments have been made before and not been considered (many of them were not even included in the collated comments).

The UK could not implement such a flawed document and an appeal against its ratification would be considered unless the UK comments are resolved.

GENERAL Delete ' pr ' before all parts 1 to 7 of EN 12952 as they should all be published together as ENs

Change the year to the parts of EN 12952, as they are wrong

TECHNICAL COMMENTS

6.3.5 This should be EN ISO 898-1 and -2 which deals with property classes and marking of fasteners, not EN ISO 4759-1 which only refers to their tolerances.

Figures 7.3-1 & -2 Delete 1, 2 and Key
Vertical axis should be $u\%$
Horizontal axis should be r_b/d_o

8.8 Steel groups must be checked against the published CEN Report CR ISO 15608

Figure 8.9-1 Arrow **a** is to **outside** when it should be to **inside** of dished end

Figures 8.9-1 & -2 (1) is missing from figure, but is referred to in Key and NOTE1
Either add ' (1) ' to figures, **or** delete ' (1) position of weld ' from Key and
' (1) ' from NOTE 1 in both figures

8.9.2.2 **Figure B-3 is missing.** This must be reinstated.

8.11.6 Delete 'centre line' (this conflicts with the heading and figure 8.11-1)

10.4.1.3 Steel groups must be checked against the published CEN Report

Figure 10.4-2 Must add brackets around W1, W2, W3 etc for consistency with text
or remove brackets from W1, W2, W3 etc everywhere in text

Figure 10.4-3 Against left hand branch, should be $< 5\sqrt{r_{ib}e_b}$ not $\geq 5\sqrt{r_{ib}e_b}$
to align with the text

In Key, 2 should be 'heated zone for half peak temperature'
1) is not shown on figure. Suggest change 1) to NOTE

10.4.2.4 2nd para (top of page 47) The text must align with the figure.

Commence with the 2nd sentence 'Where the...is less than $5\sqrt{r_{ib}e_b}$...'

Original 1st sentence must be 'NOTE : Where the...distance greater
than $5\sqrt{r_{ib}e_b}$ ' and come after the original 2nd sentence

3rd para Should be $2,5\sqrt{r_{ib}e_b}$ and $2,5\sqrt{r_{is}e_s}$ respectively

Figs A.4-1 and -2 a) **There is no explanation in A.4.4.5.2, so key is wrong.**
There is no explanation for 'a)' nor the block in any sub-clause,
and suggest it is removed entirely from the figures.

Figures B-1 These have been re-drawn incorrectly

a) b) and c) have both halves identical. Must re-draw as
shown in September 1998 version
Thickness t should be e_b (t is temperature)

d) This is one single figure and diameter lines and
dimensions should not be split
Thickness t should be e_b and only shown once (on left hand side)
On right hand side, central weld prep α is shown the wrong way
(The outside of the tube is machined down) (wrong in 1998 edition)

Figure B-2 Title should be 'Example of tube to extruded opening connection'
This is one single figure and diameter lines should not be split
 e_b 1 and r should only be shown once

Figure B-3 Missing – Must be reinstated

C.2.3 2nd para Re-write and move to new sub-clause in material clause.

3.3 Integrally finned tubes

'The tubing shall be supplied directly by the tube manufacturer with the fins...
The finned tube shall be subjected...' Change 'is' to 'shall be'

Table C-1 1st column should be deleted entirely as it is superfluous
2nd column heading should be 'EN ISO 6520-1 Reference No'

Should 3031 be 303X ? If not column 3 should be 'Linear oxide inclusions'
 5011 Should be 'Continuous undercut'
 5012 Should be 'Intermittent undercut'
 507 Should be 'Linear misalignment'

F.5 Should be '**Manufacturer's declaration of competency**'

Table F-2 **6.7** Should be 'Processes in accordance with EN ISO 4063'

EDITORIAL COMMENTS

GENERAL Annexes must be referenced in the text and lettered in the order in which they are referred to in the text

Material groupings MUST be checked against the published CEN Report CR ISO 15608

Contents **8.13** Should be **Welded tubewalls**
E.2 Delete entirely and renumber subsequent sub-clauses
F.5 Should be **Manufacturer's declaration of competency**
Move 'Bibliography' to after 'Annex ZA'
Annex ZA Should be 'essential safety requirements'

ADD

Tables

- 7.3-1 Requirements for dimensional testing of a production run of tube bends
- 7.3-2 Post-bend heat treatment applicable to cold formed tube bends
- 7.4-1 Offset of middle lines for longitudinal joints in cylindrical components
- 7.4-2 Offset of middle lines for circumferential joints in cylindrical components
- 7.4-3 Offset of surfaces of longitudinal joints in cylindrical components
- 7.4-4 Offset of surfaces of circumferential joints in cylindrical components
- 8.1-1 Spacing between branches and main joint welds
- 8.11-1 Alignment tolerances of tube bores
- 9.4 Belling dimensions for tubes propulsively expanded
- 10.3-1 Recommended preheat temperatures for thermal cutting
- 10.4-1 Criteria for selecting the temperature
- 10.4-2 Temperature ranges for post-weld heat treatment for welded joints of similar and dissimilar materials
- 10.4-3 Holding times for post-weld heat treatment conditions for welded joints
- 10.4-4 Controlling thickness for different joint types
- A.2-1 Validity range for different bends
- C-1 Limits for weld imperfections in fin to tube welds
- F-1 Schedule concerning topics for competency declaration of boiler manufacturers
- ZA-1 Comparison between essential safety requirements of the Pressure Equipment Directive 97/23/EC and EN 12952-5 with respect to workmanship and construction requirements for water-tube boilers

Figures

- 7.3-1 Limits of departure from circularity for single operation bending
- 7.3-2 Limits of departure from circularity for double operation bending
- 7.3-3 Ripples in tube bends
- 8.9-1 Butt welds in plates of unequal thickness with middle lines coincident
- 8.9-2 Butt welds in plates of unequal thickness with middle lines offset
- 8.11-1 Angular alignment of butt welded tubes
- 9.4 Various typical features relating to tube expansions
- 10.4-1 Examples of applying minimum holding times for different controlling weld thicknesses
- 10.4-2 Typical examples of controlling thicknesses
- 10.4-3 Minimum heated band widths for local heat treatment
- A.4-1 Specimens from straight portion of the tube
- A.4-2 Specimens from bent portion of the tube
- B-1 Examples of tube or nozzle to header connections
- B-2 Example of tube to extruded opening connection
- C-1 Examples of tubewall construction
- C-2 Weld requirements for fin to tube welds
- C-3 Allowable misalignment for fin to tube welds
- C-4 Allowable excessive convexity for fin to tube welds
- F-1 Manufacturer's declaration of competency

{Dr Hovel, Madame Koplewicz and Roger Jones proposed 'Rules for drafting CEN Standards in support of the PED', which includes the requirement for a list of tables and figures together with their titles and page numbers in the **Contents**, and these were approved by CEN/BT in CEN/BT C111/1998.}

Foreword 3rd para Should be '...support of the essential safety requirements of the Pressure Equipment Directive [1].'

4th para Delete 'informative' as this should only be stated in the **Contents, Annex title**, and last para of **Foreword**
Should be 'part of this European Standard'

5th para Should be 'This European Standard EN12952 :
Water-tube... (Delete 'series' and 'concerning'. This is a multi-part standard, not a series of standards like EN 1712, EN 1713 and EN 1714)

6th para Should be '...the European Standard to...'

Add new 7th para 'The annexes A, C, D and E are normative'
'The annexes B, F and ZA are informative'
(NOTE Letters may change)

1 Expand the **Scope** with a 2nd para

1st para As written, changing 'Part' to 'part'

2nd para Add new para

Tube bend procedure tests are given in annex A, and information on welded connections are given in annex B. The special requirements for the manufacture of welded tubewalls, coiled boilers and superheaters and chemical recovery boilers are given in annexes C, D and E respectively. Guidelines for the determination of the competency of boiler manufacturers are given in annex F

- 2 Move EN 719 to **Bibliography** (only referred to informatively)
Move EN 729-2 & -3 to **Bibliography** (only referred to informatively)
Add EN 764 Pressure equipment – Terminology and symbols –
Pressure, temperature, volume
Move EN 1011-1 to **Bibliography** (only referred to informatively)
Delete EN 1092-2 as **NOT** referenced in the text
Delete EN 1258 as **NOT** referenced in the text
Move EN 1708-1 to **Bibliography** (only referred to informatively)
Delete EN 10028-1 as **NOT** referenced in the text
Delete prEN 10216-1 as **NOT** referenced in the text
Move EN 12952-4 to **Bibliography** (only referred to informatively)

Delete EN 26520

Add EN ISO 6520-1 Welding and allied processes - Classification of
geometric imperfections in metallic materials –
Part 1 : Fusion welding

Move EN 29692 to **Bibliography** (only referred to informatively)
Move EN ISO 9692-2 to **Bibliography** (only referred to informatively)
Delete ISO 8501-1 as **NOT** referenced in the text

Add EN ISO 4063 Welding and allied processes - Nomenclature of
processes and reference numbers (ISO 4063:1998)

Add CR ISO 15608 Welding – Guidelines for a metallic material grouping
system (ISO/TR 15608:2000)

prEN ISO 4759-1 - This should be **replaced** (see comment on 6.3.5) **by**
EN ISO 898-1 Mechanical properties of fasteners – Part 1: Bolts, screws
and studs; and

EN ISO 898-2 Mechanical properties of fasteners – Part 2: Nuts with
specified proof load values – Coarse thread

- 3 Should be 'this European Standard, the...given in EN 764 and EN 12952-1'
Delete ' :1997' as the date is wrong, and undated references should be used
where ever possible

3.1 & 3.2 Title should all be lower case, and on a separate line to the number

- 3.1** 1st sentence Delete 'it', should be 'post-weld'.
 2nd sentence Delete 'Cold forming' and 'defined as'.
 Add 'at temperatures' after 'forming' and before 'below'
- 3.2** Delete 'it' , and should be 'post-weld'.
- 4** 2nd, 3rd, and 4th sentences should be a NOTE
- 5** 2nd para Change 'are given respectively in' to 'shall be in accordance with'
 Delete ' :1997' as the date is wrong, and undated references should
 be used where ever possible (twice)
 Should be 'clause 7' (not clauses)
- 6.1.2 & 6.1.3** Delete ' :2000' as the date is wrong.
 There is NO version of prEN12952-3 : 2000
 Undated references should be used where ever possible.
- 6.3.2** Delete ' :1997' as the date is wrong, and undated references should be
 used where ever possible
- 6.3.3 & 6.3.4** These are **not requirements** and it is suggested that they are made
 notes to 6.3.2, and **6.3.5** is renumbered **6.3.3**.
- 6.4.2** Change 'complying with' to 'conforming to'
- 6.4.4** This must be a NOTE, as it is not a requirement
- 7.1.1** 3rd sentence Change 'if' to 'provided' and 'will' to 'shall' ('will' is not a
 recognized CEN/ISO verb)
- 7.2.1** 2nd para 2nd sentence Must be a NOTE, **or**
 change 'are given in' to 'shall be in accordance with'
- 3rd para Change 'In the meantime' to 'Until these are standardized, '
- 7.2.2/3** Change 'compliance with' to 'conformance to'
- 7.2.2** 1st para Last sentence should be deleted entirely, or made a NOTE
- 7.2.5** Finish sentence at 'extrusion'. Add 'NOTE: See figure B-2 for a typical example'
 (Annex B is informative, therefore reference to annex B must be informative)
- If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex B must be
 changed to annex A, and the order changed in the 'Contents' and in the
 annexes**
- 7.3.1** 1st para 'Should be 7.3.2 to 7.3.13'
- 2nd para Change 'will' to 'shall' ('will' is not a recognized CEN/ISO verb)
- 7.3.1** **If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex A must be**

NOTE changed to annex B, and the order changed in the 'Contents' and in the annexes

7.3.2 If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex A must be changed to annex B, and the order changed in the 'Contents' and in the annexes

7.3.2 1st para 3rd sentence Change 'are also given in' to 'shall be in accordance with'

7.3.3 Delete NOTE and add 'The requirements of coiled boilers and coiled superheaters shall be in accordance with annex D.'

7.3.3 If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex D must be NOTE changed to annex C, and the order changed in the 'Contents' and in the annexes

Table 7.3.1 In the left hand column heading, d_o should be on a separate line

If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex D must be changed to annex C, and the order changed in the 'Contents' and in the annexes

7.3.4, 7.3.5 and 7.3.7 Change '=' to 'is' or 'is the' as appropriate.

7.3.4 2nd para Delete ' :2000' as the date is wrong. There is NO version of prEN12952-3 : 2000
Undated references should be used where ever possible.

7.3.8 Should be 'Post-bend' (twice)
d) Change 'as defined in' to 'in accordance with'
Move e) and f) to follow immediately after d). Should be 'post-bend'
f) Change 'is' to 'shall be'

7.3.9 Should be 'Post-bend' and 'post-bending' throughout
b) Should be 'post-weld'

7.3.9.2 Change 'will' to 'shall' ('will' is not a recognized CEN/ISO verb)

7.3.10.1 Change 'Applicable definitions' to 'General' otherwise these two paras will have to be moved to **3 Terms and definitions**

7.3.10.2 Must provide lead in sentence between the title and before a)
a) Change 'may' to 'shall'
c) Change 'are' to 'shall be' ('are' is not a recognized CEN/ISO verb)

Fig 7.3-3 Change '= The' to 'is the'.

Equation 7.3-5 Change a to a

- 7.3.11 4th para Make a NOTE **or** change 'are generally' to 'shall'.
Add 'be' between 'not' and 'permitted'
Change 'However' to 'except' and combine both sentences.
Add 'where' before 'such repairs'
- 7.3.12 Last sentence. This should be a NOTE **or** change 'should' to 'shall'
and make a requirement.
Change 'formula' to 'equation'
Change (7.3-7) to (7.3-3)

Table 7.4 Should be ' $50 < e_a$ ', ' $60 < e_a$ ', ' $50 < e_a$ ', ' $40 < e_a$ ' respectively.

7.4.1.3b) Add commas around 'as appropriate'

Indent 'Either of the....' and 'The tapering method...'

7.4.2.2 3rd para 2nd sentence must be a NOTE
3rd sentence should be a separate requirement

8.1.1 Change 'relative' to 'specific' (as in the heading)

8.1.2 2nd para Should be 'post-weld' Change 'described' to 'given'

8.1.4 b) & c) Change 'qualified' to 'approved' (twice)

8.1.5 Change 'qualification' to 'approval' (twice)

8.1.6 If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex D must be changed to annex C, and the order changed in the 'Contents' and in the annexes

8.1.7 1st para Change 'should' to 'shall'
3rd para Change 'should' to 'shall'
6th para Add comma after 'permitted' Should be 'non-destructive'

Table 8.1-1 Symbols in the column headings should be on a separate line

8.1.8 Should be 'Non-destructive' Change – to , (twice)

8.1.10 Must be a NOTE of 8.1.9, and renumber last 2 clauses, **or**
Re-write as; Whenever possible, the welding...' Change 'should' to 'shall'

8.2 Change 'comply with' to 'conform to' (twice)

8.3.1 Change 'qualified' to 'approved'
Change 'complying with' to 'conforming to'

8.3.2 Should be '...accordance with EN 287-1, 4.2.1 and 4.2.2 of EN 1418 (see clause 7 of EN 12952-6) (twice)
Change 'qualified' to 'approved'
Change 'qualification' to 'approval'

Change 'complying with' to 'conforming to'

8.4.2 2nd para 1st sentence must be added to the NOTE above
Comma after 'permitted'

8.5.2 2nd para Should be 'this European Standard'

8.7 2nd para Must be a NOTE Change 'comply with' to 'conform to'
3rd para Change 'are' to 'shall be' ('are' is not a recognized CEN/ISO verb)
4th para Change 'is' to 'shall be' ('is' is not a recognized CEN/ISO verb)

8.8 Change 'complies with' to 'conforms to'
e) Change 'should' to 'shall'
h) Change 'are given in' to 'shall be in accordance with'

8.9.1.6 4th sentence Add comma between 'required' and 'adequate...'

Figure 8.9-1 Key - Represent as:-

$\alpha \leq 15^\circ$ see also figure 10.2-3 of EN 12952-3

a is R_i or r_i

l is the parallel length

(1) is the position of weld

(if 1 is added to figure {see Technical comments})

NOTE 4 Change annex B to annex A

8.9.3 If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex B must be changed to annex A, and the order changed in the 'Contents' and in the annexes

8.10 3rd para Must be a NOTE

8.11.5 1st para Should be 'this European Standard'

3rd para Should be a NOTE **or**

Delete 1st sentence, and change 'are given in' to 'shall be in accordance with'

8.11.6 Change 2nd 'should' to 'shall' as in previous version (otherwise this is not a requirement)

Figure 8.11-1 a should be a (twice)

3° should be turned through 180°

Make figure larger so that it is easier to read and understand

8.11.7 Should be '...bends shall not be permitted' ('are' is not a recognized CEN/ISO verb)

8.11.8 Change 'These' to 'but' and combine the two sentences into one

8.11.10 3rd para Change 'are' to 'shall' ('are' is not a recognized CEN/ISO verb)
NOTE Change 'annex B' to 'annex A'

8.11.11 2nd para Must be a NOTE

8.13 Title Should be 'Welded tubewalls' (must align with the title of the annex)
Should be '...construction of tubewall panels and the required controls shall be in accordance with annex C.'

If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex C must be changed to annex D, and the order changed in the 'Contents' and in the annexes

8.14 1st para Change 'qualifications' to 'approvals' (twice) Delete 'generally'
Last sentence should be 'NOTE : Studs made ...'

9.1 Delete 'defined as' as all definitions should be in clause 3

9.2.1 1st para 2nd sentence. Should be a NOTE **or** re-write as 'Openings to facilitate manufacture and maintenance shall be permitted.'

9.2.2 Change 'are given in' to 'shall be in accordance with'

9.2.3c) Delete 'or' between 3) and 4)

9.2.3e) Change 'comply with' to 'conform to'

9.3.1 Change 'are' to 'shall be' ('are' is not a recognized CEN/ISO verb)

9.4.1 Must have a lead in to a) b) c) etc suggest

1st para Delete a) Change 'is' to 'shall be'

2nd para Re-write as 'Other methods of expanding shall be permitted, but in ...'

4th para Add a) before 'Attachment' and change 'may' to 'shall'

b) 6th bullet Change 'qualification' to 'approval'

Figure 9.4 1 Should be 'Non-radial'

6 Should be deleted from key and figure,

7 Should be changed to 6 in figure and key

9.4.2 Change 'is' to 'shall be' (twice) ('is' is not a recognized CEN/ISO verb)

9.5 Change 'is' to 'shall be' ('is' is not a recognized CEN/ISO verb)

10.2.1 NOTE 1 Should be '...accordance with an approved procedure, and...'

4th para Comma after 'operation'

6th para Change 'is' to 'shall be' before 'performed' ('is' is not a recognized CEN/ISO verb)

NOTE 3 Cannot have 'shall' in a NOTE (twice)

10.2.2 1st para Should be 'this European Standard'
Change 'normally' to 'shall'

2nd para Add 'they are' between 'if' and 'in accordance'
Change 'qualified' to 'approved'
Change 'is to' to 'shall'

10.3.1 Add commas around 'where appropriate'

10.3.2.1 Last sentence must be a NOTE

10.3.2.5 Make a NOTE to 10.3.2.4 and re-number 10.3.2.6 as 10.3.2.5 (cannot be made a requirement)

10.3.4.1 2nd sentence must be NOTE 1 and NOTE must be NOTE 2

10.4.1.1 Should be 'post-weld'

10.4.1.4 Should be 'post-weld'
NOTE Comma after 'heat treatment'

Table 10.4-1 Title Typo Should be 'temperature'

Table 10.4-2 NOTE 2 Should be 'post-weld'

Table 10.4-3 Title Should be 'post-weld'
(page 42) 2) Should be 'post-weld'
Add NEW NOTE 3 : See figure 10.4-2 for examples of controlling thickness (W1) and (W2)

Figure 10.4-1 Must be on a separate page. Cannot have a figure in a table
NOTE 2 Change 'as defined' to 'given'

10.4.1.6 Change 'as given in table 10.4-3' to 'shall be in accordance with table 10.4-4'

Table 10.4-3 Should be **Table 10.4-4**
(page 43) Add brackets around W1, W2, W3 and W4 (must be consistent)

10.4.1.7 1st para Should be 'post-weld'
2nd para Must be a NOTE
Add brackets around W5 and W6 (must be consistent)

10.4.2 Should be 'post-weld'

10.4.2.1 Change 'should' to 'shall' Should be 'Where this is impractical, the methods described.....figure 10.4-3) shall be adopted.'

10.4.2.2/3/4 Change 'it is permissible' to 'it shall be permissible'
('is' is not a recognized CEN/ISO verb)

- 10.4.3.3** a) Should be '400°C for components < 60 mm thickness...'
b) Should be '300°C for components ≤ 60 mm thickness...'
c) d) e) Delete the –

Annex A If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex A must be changed to annex B, and the order changed in the 'Contents' and in the annexes

A.1.2 Table A.1 of prEN 12952-2 should be deleted and replaced with a reference to CR ISO 15608

A.2.1 2nd para Change 'are' to 'shall be' ('are' is not a recognized CEN/ISO verb)

A.2.2 2nd para Change 'is' to 'shall be' ('is' is not a recognized CEN/ISO verb)

A.2.3.1 Change 'are' to 'shall be' ('are' is not a recognized CEN/ISO verb)

A.2.3.2 Change 'is' to 'shall be' ('is' is not a recognized CEN/ISO verb)

A.2.3.3 1st para Change 'is defined as' to 'shall be' (definitions must be in clause 3)

2nd para Should be '...illustrates how TFR shall be applied.'

3rd para Change 'would' to 'shall' and 'as follows' to 'in accordance with table A.2-1

A.2.4.5 Must not split ' 80 HV 10 '

A.2.4.6 Change 'according to' to 'in accordance with' (twice)

A.2.4.7 Change 'comply....with' to 'conform....to'

A.3.2 2nd para Change 'is' to 'shall be'

A.3.3 2nd para Change 'is' to 'shall be'

3rd para Should be '...the test shall cover all higher...'

A.3.4.3 2nd para Comma after 'addition'

A.3.4.4 2nd para 2nd sentence Must be a NOTE

A.3.4.6 Should be 'post-bend' Change 'according to' to 'in accordance with' (twice)

A.4.2 2nd para Change 'is' to 'shall be'

A.4.3 2nd para Change 'is' to 'shall be'

3rd para Should be '...the test shall cover all higher...'

A.4.4.3 2nd para Comma after 'addition'

A.4.4.4 2nd para 2nd sentence Must be a NOTE

A.4.4.5 Hanging clause

Suggest number and title **4.4.5.1 General**
Renumber remaining clauses

A.4.4.5.1 (now 4.4.5.2) 2nd para Change 'are' to 'shall be'

A.4.4.5.2 Should be 'Charpy V-notch impact tests'

A.4.4.5.2.1 Delete entirely as there is no A.4.4.5.2.2

A.4.4.5.2.1.1 Renumber as **A.4.4.5.3.1**

a) b) Should be 'Charpy V-notch specimens'

A.4.4.5.2.1.2 Renumber as **A.4.4.5.3.2**

1st para Change number to A.4.4.5.3.1
Delete 'as defined'

2nd para Change 'are' to 'shall be' (twice)
Add 'obtained' after 'energy values'

a) b) Should be 'Charpy V-notch specimens'

A.4.4.5.3 Renumber as **A.4.4.5.4** Change 'according to' to 'in accordance with'

Figs A.4-1 and -2 Should be on the same page

Fig A.4-2 Only one (not three) line and bullet to 2
a should be deleted (see technical comments)
b and c, now a and b, should be same size as numbers

Annex B If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex B must be changed to annex A, and the order changed in the 'Contents' and in the annexes

Annex B 1st para Should be 'water-tube' (twice)

3rd para Should be 'water-tube'

Annex C If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex C must be changed to annex D, and the order changed in the 'Contents'

and in the annexes

- C.2.1** 1st sentence Delete entirely, as is stating the obvious
2nd sentence Re-write as 'The fabrication...panels shall be by welding, and...'
- C.2.3** 1st para Change 'are' to 'shall be'
- C.2.4** Change 'have been' to 'shall be'
- C.3.3** Add new sub-clause **Integrally finned tubes** (see Technical comments)
- C.3.3** Renumber C.3.4 Comma between 'temperatures' and 'the filler'
- C.4.1** 1st para Change 'will' to 'shall be'
- C.4.2.1** Delete 'it is necessary for' Change 'to' to 'shall'
- C.4.2.2** Change a) to **C.4.2.2.1** and b) to **C.4.2.2.2**
- C.4.2.2.2** Change 'are' to 'shall be'
- C.4.3.2** Should be 'post-weld'
- C.5** Delete 'qualification'
- C.6** Footnote indicator should be 2)
Change 'compliance with' to 'conformance to'
- Footnote** Change 1) to 2) Delete 'defined as' **or** move to clause 3

Annex D If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex D must be changed to annex C, and the order changed in the 'Contents' and in the annexes

- D.1** Change 'defines' to 'gives'.
- D.2** Change 'are' to 'shall be'
a) Change 'should' to 'shall'
- 2nd para Delete 'qualification'

Annex E If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex E must be referenced elsewhere in the text or it must be deleted

- E.1** Change 'defines' to 'gives'. Change EN 12952-5 to EN 12952-1
(Definitions effecting more than one part must be in part 1)
Change 'European standard' to 'part'
- E.2** **Must be moved to EN12952-1** see above

E.3 etc Must revert to the numbering system in the September 1998 edition

E.3.1 Change 'annex A' to 'annex B'

E.3.2.1 Change 'is' to 'shall be' (3 times) Change 'covers' to 'shall cover'

E.3.2.2 Hanging clause. Delete entirely as it automatically applies.

E.3.2.2.1 Change 'are' to 'shall be'

E.3.2.2.2 Should be 'In hardness tests in accordance with A.2.4.5, the hardness...'

E.3.2.2.3 Should be '...bonding shall not be permitted.'

E.4 Should be 'tubewalls'

E.4.1 Change 'annex C' to 'annex D'

E.4.2 Change 'Fins can also be made' to 'or', and make one sentence.

E.4.3.1 Delete number and title entirely (no E.4.3.2)

E.5 Change 'according to' to 'in accordance with'
Change 'is' to 'shall be'

E.6 Re-write as:

Tubes or composite tubes containing water in chemical recovery boilers,
where a leak could result in smelt-water explosion, shall not be welded by flash
welding.

2nd sentence Must be a NOTE

**Annex F If the proposed 2nd para to 1 is NOT adopted, then annex F must
be referenced elsewhere in the text or it must be deleted**

F.1 Should be 'this European Standard'

F.2 Delete 'the' between 'that' and 'adequate'
Add 'the boiler is' between 'when' and 'put'
Change 'according to' to 'in accordance with'

F.3 1st para Should be 'this European Standard'
2nd para Should be 'non-destructive'

F.4 1st para Should be 'this European Standard'
2nd para Should be 'EN 729-3' (To align with clause 2)

F.5 Should be '**Manufacturer's declaration of competency**' (twice)
Change (table F-2) to (see figure F-1) (twice)
Should be 'this European Standard' or 'EN12952 '
Delete 'only' Comma after 'services'

Table F-1 6.3 Add 'Manufacturing (continued)'
 6.6 Delete 'Manufacturing'
 8.3 Typo Should be 'EN ISO 9000/4.11'
 If add dates to standards in other parts of this Part, then dates should be added to all the standards that refer to clauses

Table F-2 Re-title '**Figure F-1: Manufacturer's declaration of competency form**'
 (it is a reproduction of a form, NOT a table)
 Change title of form to '**Manufacturer's declaration of competency**'
 Change 'complies with' to 'conforms to'
 Change sub heading to: 'Guidelines for determination of the Manufacturer's declaration of competency'

6.7 Should be 'Processes in accordance with EN ISO 4063'
 111 Manual metal arc welding with covered electrodes
 131 Metal inert gas welding (MIG)
 135 Metal active gas welding (MAG)
 136 Tubular cored metal arc welding with active gas shield
 141 Tungsten inert gas welding (TIG)
 Change 'qualifications' to 'approvals'

6.8 Change 'qualifications' to 'approvals'

Bibliography Must be moved to come after annex ZA

Add [1] Directive 97/23/EC of the European Parliament and of the Council of 29 May 1997 on the approximation of the laws of the Member states concerning pressure equipment

Transfer from clause 2 :-

EN 719, EN 729-2, EN 729-3, EN 1011-1, EN 1708-1, EN 12952-4, EN 29692, EN ISO 9692-2

Add

prEN 1708-2 Welding - Basic weld joint details in steel – Part 2: Steel structures

EN ISO 13916 Welding - Guidance on the measurement of preheating temperature, interpass temperature and preheat maintenance temperature

Annex ZA Must be moved to come before Bibliography

Title and 1st para Should be '...essential safety requirements...'
 3rd para Should be '...this European Standard...'
 Should be 'support the essential safety requirements'

Table ZA Should be 'Comparison between essential safety requirements of the Pressure Equipment Directive 97/23/EC and

EN 12952-5 with respect to workmanship and construction requirements for water-tube boilers

4th para Change 'Compliance with' to 'Conformance to'
Should be 'essential safety requirements'

LIITE III

SOMA tutkimussuunnitelma

SOODAKATTILAN UUDET MATERIAALIT

TUTKIMUSSUUNNITELMA (1.3.2000 - 31.5.2001)

Lähtökohta

Soodakattilan pesän rakennemateriaalina on jo pitkään käytetty ns. compound-putkia, joissa on ohut ruostumaton teräspinnoite hiili- tai niukkaseosteisen teräksen päällä. Viime aikoina näissä putkissa on esiintynyt sekä säröilyä että paikallista korroosiota. Joissakin tapauksissa säröt ovat edenneet myös perusaineeseen, vaikka ne yleensä pysähtyvät pinnoitteen rajapintaan. Soodakattilan pesän materiaalien systemaattinen tutkimus on ollut varsin vähäistä, ja kaikkien vaurioiden syitä ei vielä tunneta kovin hyvin. Erillisissä pienissä tutkimushankkeissa on selvitetty esiintyneitä vaurioita, säröilyn mahdollisuutta soodakattilan pesun (alasajo) yhteydessä, termisten ruiskupinnoitteiden kestävyyttä, perinteisten putkimateriaalien termistä väsymistä sekä suolasulien vaikutusta korroosionkestävyyteen.

KESTO-teknologiaohjelmassa tehdyssä "Esiselvitys soodakattilan uusista rakennemateriaaleista" -projektissa selvitettiin vaurioiden esiintyminen soodakattilan pesän olemassa olevissa materiaaleissa, sekä kartoitettiin tämänhetkinen tieto nykyisten vaurioiden syntymekanismeista ja -olosuhteista. Lisäksi selvitettiin, mitä potentiaalisia uusia materiaalivaihtoehtoja sekä valmistusmenetelmiä (pursotus/kylmävalssaus ja pinnoitehitsaus) on ehdotettu tai kokeiltu soodakattilan pesän valmistukseen. Esitutkimuksen perusteella soodakattilan säröilyongelmaan ollaan etsimässä ratkaisua lähinnä uusista rakennemateriaaleista. Tämän vuoksi jatkotutkimuksia tarvitaan erityisesti soodakattilan pesän alaosan uusien materiaalien osalta.

Toinen ajankohtainen asia on sellutehtaiden pyrkimys vesikiertojen sulkemiseen, eli jätevesien määrän vähentämiseen, ja sen mahdolliset vaikutukset soodakattilamateriaalien korroosionkestävyyteen. Soodakattilan osalta pelätään erityisesti kloridi- ja kaliumpitoisuuksien kohoamista, koska näiden tiedetään alentavan suolasulien sulamispistettä, ja siten lisäävän ympäristön korroosiovaikutusta. Siitä, kuinka paljon soodakattilan alaosan korroosio-olosuhteet tulevat muuttumaan vesikiertojen sulkemisen vaikutuksesta, ei vielä ole varmuutta. Ympäristömuutosten, kuten kloridi-, kalium- ja polysulfidipitoisuuksien kohoamisen vaikutuksia perinteisten ja uusien materiaalien korroosionkestävyyteen pitää tutkia ennakolta.

Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää uusien materiaalien soveltuvuutta soodakattilan pesän alaosan rakennemateriaaleiksi, ja verrata niiden ominaisuuksia perinteisiin materiaaleihin. Tutkimuksen avulla saadaan käytännönläheistä perustietoa uusien materiaalien kestävydestä soodakattilan eri käyttöolosuhteissa, sekä voidaan antaa soodakattiloiden toimivuutta edistäviä materiaali- ja valmistusteknisiä ratkaisuja.

Toimenpiteet

Projekti toteutetaan Suomen Soodakattilayhdistyksen, soodakattiloiden valmistajien, Savcor Oy:n, Teknillisen korkeakoulun ja VTT Valmistustekniikan yhteistyönä.

Tutkimuksessa keskitytään pääasiassa soodakattilan uusien materiaalien tutkimukseen. Pursotetuista/kylmämuokatuista pinnoitemateriaaleista tutkittavana ovat: AISI 304, Sanicro 28, Sanicro 38, FeCrAl, Sanicro 65 sekä Sanicro 63. Vastaavasti tutkittavat hitsaamalla pinnoitetut putket ovat: AISI 309, Inconel 825 ja Inconel 625. Lisäksi tutkitaan kromattuja putkia, pinnoittamatonta hiiliteräsputkea sekä mahdollisesti laserkäsitellyjä putkia.

Projektin osatehtävät voidaan jaotella seuraavasti:

1. Uusien soodakattilamateriaalien karakterisointi:

Materiaalin valinnan ja käytön kannalta on olennaista tietää eri materiaalien perusominaisuudet. Meneillään olevassa projektissa on tehty karakterisointia hitsaamalla valmistetuille materiaaleille (AISI 309, Inconel 825 ja Inconel 625) sekä kromatulle materiaalille ja pursotetuille materiaaleille (Sanicro 65:lle ja Sanicro 63:lle). Erityistä huomiota kiinnitetään hitsauspinnoitteiden lämpökäsittelyn tarpeeseen ja jäännösjännitysten suuruuteen valmistuksen ja käytön kaikissa vaiheissa. Jäännösjännitysten mittaukseen käytetään röntgendiffraktio- ja porausmenetelmää. Mittaustuloksista pystytään tekemään 3D-jäännösjännitys jakauma. Materiaalien jäännösjännitykset mitataan yksittäisten soodakattilaputkien lisäksi pienistä putkipaneeleista, jotka hitsataan tutkittavasta materiaalista.

2. Terminen väsyminen:

Erääksi syyksi soodakattiloiden compound-putkien vaurioitumiseen on esitetty termistä väsymistä. Termisen väsymisen edellyttämiä putken lämpötilan vaihteluita syntyy mm. putkien vesikierron paikallisesti häiriintyessä, tai putkia vasten olevan jähmeän sulakerroksen paksuuden vaihtelujen tai rikkoutumisen seurauksena, jolloin sula pääsee kosketuksiin pohjaputkien kanssa.

Kokeiden tarkoituksena on määrittää uusien soodakattilamateriaalien kvantitatiivinen termisen väsymisen kestävyys, ja verrata saatuja tuloksia aiemmin mitattuihin perinteisten putkimateriaalien tuloksiin. Lisäksi selvitetään eri valmistusmenetelmien (pursotus/kylmävalssaus ja pinnoitehitsaus) vaikutusta termisen väsymisen kestävyysasteeseen. Hitsauspinnoitteiden osalta oleellinen tutkittava asia on pinnoitteen paksuuden vaikutus termisen väsymisen kestävyysasteeseen. Väsymyksen aikana syntyviä jännityksiä mitataan putken kylkeen kiinnitetyillä venymäliuskoilla.

Termisen väsymisen kokeet tehdään TKK:n Koneosaston Materiaalitekniikan laboratoriossa käytössä olevalla koelaitteistolla. Koekappaleen kuumennukseen käytetään induktiota, jäähdytykseen vettä ja paineilmaa. Väsymyksessä käytetään niitä lämpötiloja, jotka on mitattu soodakattilaputkesta käytön aikana. Koelaitteistoa tullaan kehittämään niin, että olosuhteet (lämpötilat) vastaavat käyttöolosuhteita parhaalla mahdollisella tavalla. Meneillään olevassa projektissa on parannettu nykyistä koelaitetta mm. siten, että putken sisäpuolen ilmajäähdytyksen syöttö on muutettu tulemaan yläkautta. Tämä on tehnyt laitteen rakenteesta yksinkertaisemman, helpomman asentaa sekä lisännyt käyttövarmuutta. Lisäksi on tarkoitus soveltaa akustisen emission monitorointia termisen väsymisen kokeisiin särön ydintymisen ja kasvun seurantaan. Tarkoituksena on myös

selvittää mahdollisuus väsyttää putkista koostuvaa paneelia termisen väsymisen kokeissa. Tähän mennessä on tehty muutama erillinen koe, jossa compound-putken (AISI 304L) pinnoitetta on väsytetty termisesti pieneltä alueelta käyttämällä materiaalin kuumennukseen TIG-hitsauslaitteen poltinta, sekä induktiokuumenninta, ja jäähdyttämällä putkea vedellä.

Meneillään olevassa projektissa on tehty termisen väsymisen kokeita hitsatuille materiaaleille (AISI 309, Alloy 825 ja Alloy 625), pursotetuille materiaaleille (Sanicro 63, Sanicro 65 ja 3RE28), kromatulle materiaalille ja pinnoittamattomalle hiiliteräkselle. Väsytyksessä lisäksi lämpökäsittelylle (900 °C, 15 min) Alloy 625:lle. Näytteitä väsyttiin lämpötilagradientilla 300–700 °C, jokaista yhteensä 2000 sykliä. Aiemmin vastaava väsytyksessä on tehty pursotetuille AISI 304L ja Sanicro 38 compound-putkille. Tuloksena saatiin termisen väsymisen säröjä kaikkiin testattaviin materiaaleihin. Tällä hetkellä ollaan tekemässä samoille materiaaleille termisen väsymisen koetta, jossa lämpötilagradientti on 300–500 °C. Tulevissa kokeissa tullaan jatkamaan näiden materiaalien testausta, sekä lisäksi testataan muita materiaaleja. Tutkimuksissa on tarkoitus keskittyä yhä enemmän kunkin materiaalin säröilymekanismin tutkimiseen.

Soodakattilaputkissa olevia jännityksiä tullaan tarkastelemaan elementtimenetelmällä tehdyllä mallinnuksella (FEM). Tarkoituksena on selvittää erityisesti hitsauksen (pinnoite) aiheuttamat jäännösjännitykset. Mallinnuksella pyritään lisäksi selvittämään käytön eri tilanteissa syntyneet jäännösjännitykset. Mallinnustyötä tekemään on palkattu lujuusopin opiskelija. Hän on opinnoissaan loppuvaiheessa, ja on suorittanut kaikki tutkintoon vaadittavat lujuusopin ja elementtimenetelmän kurssit.

3. Korroosio ja jännityskorroosio kattilan käytön aikana

Korkealämpötilakorroosiokokeiden tarkoituksena on selvittää, miten uudet runsaastiseostetut materiaalit soveltuvat käytettäväksi soodakattilan alaosan pelkistävässä rikki- ja kalium- ja kloridirikas suolasulissa olosuhteissa. Lisäksi selvitetään millä edellytyksillä suolasulat voivat aiheuttaa jännityskorroosiota compound-putkimateriaalien korroosiota kestävässä pintakerrokseen.

3.1 Suolasulien aiheuttama jännityskorroosio

Käynnissä olevassa projektissa on todettu, että rikki-, kalium- ja kloridirikas suolasula aiheuttaa rakeiden läpi etenevää jännityskorroosiota AISI 304L tyyppiseen ruostumattomaan teräkseen hidasvetotestissä lämpötilassa +280...300°C. Samoissa koeolosuhteissa ei Incoloy 825 nikkeli-seoksella (42%Ni, 30%Fe), joka on koostumukseltaan hyvin lähellä Sanicro 38 (38%Ni, 36%Fe) materiaalia, esiintynyt vastaavaa ympäristön vaikutusta hidasvetosauvan särö- ja murtomorfologiaan ja murtokuroumaan kuin teräksellä AISI 304L.

Jännityskorroosiokokeita jatketaan suolasulissa tarkoituksena löytää uusia runsasseosteisille compound-putkimateriaaleille raja-arvot, joiden alapuolella jännityskorroosiota ei esiinny. Kokeissa käytetään korkealämpötilakorroosiokokeiden tekemiseen suunniteltuja uuneja, joilla myös kaasuympäristöä voidaan hallita. Jännityskorroosiokokeita tehdään hidasvetonopeuskokeilla, koska niillä on hyvä selvittää onko materiaali taipuvainen jännityskorroosioon kyseisissä olosuhteissa vai ei. Muuttujina kokeissa ovat suolasulan koostumus, lämpötila ja kuormitusnopeus. Kokeissa tullaan

käyttämään hyväksi myös uusia monitorointitekniikoita, mm. korroosiopotentiaali- ja johtokykymittauksia.

Jatkossa selvitetään mahdollisuutta korvata hidasvetonopeuskoelaitteisto palje-kuormitteisella monisauvatestauslaitteistolla, joka mahdollistaa usean koesauvan testaamisen samanaikaisesti. Koeparametrejä ja ympäristöjä tarkennetaan projektin edetessä yhteistyössä Åbo Akademin kanssa.

3.2 Sulfidoituminen kaasufaasissa

Jännityskorroosiokokeiden rinnalla verrataan perinteisten ja uusien materiaalivaihtoehtojen materiaalien korroosionkestävyyttä tulipesän alaosassa vallitsevissa sulfidoivissa olosuhteissa. Tutkimuksessa on erityisesti tarkoitus selvittää runsaasti nikkelillä seostettujen materiaalien SAN 38, Alloy 65 ja Alloy 63 sulfidoitumiskäyttäytymistä, jota ei tunneta soodakattilan olosuhteissa.

Tutkimuksiin sisältyvät kartoittavat testaukset VTT Valmistustekniikan uuneissa on tehty materiaaleille SAN 38, San 65, SAN 63 ja vertailunäytteille St 45.8, 304L. Testeissä materiaalit altistettiin rikkivety-ympäristölle kahdessa eri lämpötilassa. Tuloksia verrataan samankaltaisiin testeihin, joita on aiemmin tehty soodakattilan nykyisille rakennemateriaaleille mm. Pohjois-Amerikassa. Näiden testien lisäksi tehdään yhdessä tai kahdessa lämpötilassa pieni määrä pitkäaikaisia testauksia monimutkaisissa atmosfääreissä. Pitkäaikaistestejä tehdään JRC AIM, Petten, Hollanti, laitteistoilla, joissa on mahdollista tuottaa soodakattilan atmosfääriä halutulla tavalla simuloivia atmosfäärejä tai atmosfäärisyklejä. JRC AIM tutkijoilla on usean vuosikymmenen kokemus metallien testauksesta muissa sulfidoivissa olosuhteissa kuin soodakattilaympäristöissä. JRC AIM laboratoriossa tehtävien kokeiden suunnittelussa ja toteutuksessa pyritään hyödyntämään yhteistyötä KESTO-ohjelman eri projektien kesken sekä ohjelman yhteydessä toteutettavaa soodakattilan korkealämpötilakorroosion asiantuntijan vierailua Pettenissä. Edellisen projektivuoden aikana testauksessa simuloitiin soodakattilan tulipesän alaosan tavanomaista kaasuympäristöä. Tämän projektivuoden aikana simuloidaan tavanomaista syövyttävämpää kaasuympäristöä, joka voi muodostua mustalipeän pyrolysoituessa seinäputkien läheisyydessä. Kokeiden suunnittelussa hyödynnetään Preet Singhin (IPST) tekemiä mittauksia.

3.3 Korroosio suolasulissa

Jännityskorroosionkestävyyden ohella on tärkeää selvittää myös uusien ja perinteisten materiaalien korroosionkestävyys suolasulissa. Yhtenä tavoitteena on selvittää sellutehtaiden vesikertojen sulkemisen vaikutusta materiaalien korroosionkestävyyteen muuttamalla kokeissa käytettävän suolasulan kloridi- ja kaliumpitoisuutta tai kerrostuman hapetus- ja pelkistysolosuhteita. Tämän projektin puitteissa voidaan tehdä rajoitettu määrä testauksia. Tuloksia voidaan verrata aiemmassa hankkeessa "Rakennemateriaalien kestävyys rikkiympäristöissä" saatuihin tuloksiin nykyisin käytettävien materiaalien korroosionkestävyyteen polysulfidisulatteissa. Lisäksi voidaan selvittää, poikkeavatko hitsauspinnoitteiden korroosio-ominaisuudet muokattujen materiaalien ominaisuuksista.

4. Korroosio ja jännityskorroosio kattilan alas- ja ylösajon aikana

Tutkimuksissa on todettu, että kuuma hydratoitunut natriumsulfidi ($\text{Na}_2\text{S} > 325 \text{ g/l}$) on erittäin aggressiivinen ympäristö tavallisille AISI 304/304L tyyppisille ruostumattomille

teräksille. AISI 304 tyyppinen ruostumaton teräs murtuu jännityskorroosiolla 17...20 tunnissa hydratoituneessa natriumsulfidissa, kun lämpötila on yli 150 °C. Vastaavissa olosuhteissa ei hiiliteräksessä tapahdu jännityskorroosiota. USA:ssa käynnissä olevassa Department of Energy:n (DOE) rahoittamassa projektissa "Advanced Materials for Kraft Recovery Boilers" on todettu, että 304L teräksellä tapahtuu jännityskorroosiota myös erityyppisissä hydratoituneissa Na_2CO_3 - Na_2S -ympäristöissä lämpötilassa +200 °C. Tulokset ovat merkittäviä sen takia, että tämän tyyppiset olosuhteet ovat mahdollisia soodakattilan alas- ja ylösajon aikana.

Meneillään olevassa projektissa on keskitytty tutkimaan AISI 304L teräksen jännityskorroosionkestävyyteen hydratoituneessa natriumsulfidissa vaikuttavia tekijöitä. Kokeiden tavoitteena on ollut selvittää voiko säröilyalttiuteen vaikuttaa sähköisellä suojauksella tai sopivilla inhibiiteilla. Eri lämpötiloissa tehdyillä korroosiopotentiaalimittauksilla ja sähkökemiallisilla polarisaatiomittauksilla on pyritty määrittämään ne potentiaalialueet, joissa AISI 304L teräksen jännityskorroosio on mahdollista. Tulosten perusteella näyttää siltä, että jännityskorroosio pystytään estämään sähköisellä suojauksella.

Jatkossa korroosio- ja suojauskokeita tullaan tekemään eri tyyppisissä natriumsulfidi - natriumkarbonaattiympäristöissä sekä seisokin yhteydessä jostakin soodakattilasta otetusta "kekonäytteestä" tehdyssä uuteliuoksessa. Lisäksi selvitetään edelleen mahdollisuutta inhibiittien käyttöön jännityskorroosion estämisessä. Koemateriaalina on pääasiassa AISI 304L tyyppinen ruostumaton teräs, joskin osa tuloksista on tarkoitus verifioida myös runsaammin seostetuilla materiaaleilla, esim. Sanicro 38.

5. Yhteistyö ja tietojen vaihto:

Tutkimuksessa pyritään mahdollisimman läheiseen tietojen vaihtoon muiden meneillään olevien KESTO-teknologiaohjelmaan kuuluvien soodakattilaprojektien kanssa, jotta tutkimukset pystytään suuntaamaan ja kohdentamaan oikeille alueille. Tähän mennessä on tehty yhteistyötä Soodasula-projektin kanssa.

Projektin aikana seurataan myös mitä muualla maailmassa, erityisesti Department of Energy:n (DOE) rahoittamassa projektissa "Advanced Materials for Kraft Recovery Boilers" saadaan aikaan. Lähes kaikkiin tämän projektin aiempiin kokouksiin on osallistuttu ja näin tullaan tekemään jatkossakin.

SOMA-projektin tutkijoista erik. tutk. Martti Mäkipää VTT Valmistustekniikasta on vieraillut 6/1999-6/2000 pääosin KESTO-ohjelman TULIKO-projektin rahoituksella JRC AIM Pettenissä. Osa SOMA-projektin nikkelseosten korroosiokokeista soodakattila-atmosfääriä simuloivissa pelkistäväissä atmosfääreissä on tehty vierailun yhteydessä JRC AIM laboratorion koelaitteilla Pettenissä Hollanissa. Vierailu jatkuu vuoden 2001 puolelle ja tämän projektivuoden aikana tehtävät kaasufaasikokeet tullaan tekemään tämän vierailun aikana. SOMA-projektin tutkija Maria Oksa vieraili 2 vkoa JRC AIM Pettenissä keväällä 2000 suorittamassa SEM-analyysyjä näytteille, jotka Martti Mäkipää on siellä testannut.

Mr. Douglas Singbeilin (Paprican, Kanada) suunniteltu vuodenmittainen vierailu VTT:lle (v.2000-2001) siirtyy myöhempään ajankohtaan.

Jim Keiser Oak Ridge National -laboratoriosta tarjosi laboratorionsa analyysiresursseja hidasvetosauvojen säröjen tarkasteluun. Tarkastelun tuloksia vertaillaan USA:ssa tehtyihin käytännön kattilavaurioiden selvitysten tuloksiin.

Aikataulu

Tutkimuksen eri vaiheiden suoritusajankohdat ja välitavoitteet on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 1. Projektin aikataulu.

[illegible]

Organisaatio

Tutkimuksen kokonaislaajuus on 38 henkilötyökuukautta, josta TKK:n osuus on 27 htkk ja VTT Valmistustekniikan osuus 7 htkk (v. 2000) ja 4 htkk (v. 2001).

Tutkimuksen vastuullinen johtaja

Hannu Hänninen, Prof., TkT	TKK, Koneenrakennuksen materiaalitekniikan laboratorio
----------------------------	--

Tutkimusryhmä:

Pekka Saarinen, tutkija/proj. pääl.	TKK, Koneenrakennuksen materiaalitekniikan laboratorio
-------------------------------------	--

Jaakko Sotkasiira, tutkimusapulainen	TKK, Koneenrakennuksen materiaalitekniikan laboratorio
--------------------------------------	--

Mika Hirviniemi, tutkimusapulainen	TKK, Koneenrakennuksen materiaalitekniikan laboratorio
------------------------------------	--

Martti Mäkipää, erikoistutkija	VTT Valmistustekniikka
--------------------------------	------------------------

Maria Oksa, tutkija	VTT Valmistustekniikka
---------------------	------------------------

Pekka Pohjanne, erikoistutkija	VTT Valmistustekniikka
--------------------------------	------------------------

Johtoryhmä:

Tutkimusta ohjaa projektin johtoryhmä:

Reijo Hukkanen	Stora Enso Oy
Lasse Koivisto	Andritz-Ahlstrom Oy
Kalle Salmi	Kvaerner Pulping Oy
Martti Pulliainen	Savcor Group Ltd Oy
Pertti Heinonen	TEKES
Hannu Hänninen	TKK Koneenrakennuksen materiaalitekniikan laboratorio
Irina Aho-Mantila	VTT Valmistustekniikka

Riskit

Tutkimus sisältää potentiaalisia ongelmia ja riskejä, jotka kuitenkin ovat selvästi rajattavia alueita. Koska tutkimustyön suuntaamiseen ja tulosten tulkitsemiseen käytännön kannalta tarvitaan monien alojen asiantuntemusta, myös kattilavalmistajien ja käyttäjien taholta, tarvitaan välitöntä ja tiivistä yhteistyötä kaikkien osapuolten kesken takaamaan projektin tavoitteen mukainen onnistuminen.