SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Konemestaripäivä 2001

Oy Metsä-Botnia Ab Äänekosken tehdas/
Hotelli Alexandra, Jyväskylä

25.1.2001

Raportti 1/2001

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY

KONEMESTARIPÄIVÄ 2001

Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekosken tehdas
torstai 25.1.2001

OHJELMA

klo	
08.30	**Ilmoittautuminen ja aamukahvi** ***Hotelli Alexandra, Jyväskylä***
09.00	**Siirtyminen Äänekoskelle** ***Linja-autokuljetus***
09.45	**Tilaisuuden avaus** ***Ilkka Saikkonen, Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekoski***
09.50	**Kattilalaitosten vaaranarviointi** ***Reijo Hukkanen, Stora Enso Fine Papers Oy, Oulu***
10.20	**Vetyhyökkäys** ***Jorma Kiimalainen***
10.40	**Kattilavuotojen valvonta ja ohjeistus** ***Timo Karjunen, PHD Consulting Oy***
11.10	**Hajukaasukajen poltto- ja keräilyohjeen kartoitus ja Ruotsin vauriot vuonna 2000** ***Sebastian Kankkonen, Jaakko Pöyry Oy***
11.30	**Ulkomaiset vauriot ja ilma-aukkojen ohitusputkien säröily** ***Lasse Koivisto, Andritz-Ahlstrom Corporation***
12.00	**Lounas, kahvi**
13.10	**Paneelikeskustelu vaurioista** ***Lasse Lehtonen ja Markku Koivisto, Inspecta Oy*** ***Petri Lähdekorpi, Kvaerner Pulping Oy*** ***Matti Alamaa, Oy Metsä-BotniaAb, Rauman tehdas***
14.50	**Äänekosken tehdaskierros** ***Ilkka Saikkonen, Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekoski***
17.00-19.00	**Sauna, hotelli Alexandra, Jyväskylä**
19.30-21.00	**Päivällinen, hotelli Alexandra, Jyväskylä**

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

ADDRESS
P.O. BOX 4
(Jaakonkatu 3)
FIN-01621 VANTAA
FINLAND

TELEPHONE
+358 9 894 71

TELEFAX
+358 9 878 7163

Eija Turunen 23.1.2001

KONEMESTARIPÄIVÄ 25.1.2001

Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekosken tehdas
Hotelli Alexandra, Jyväskylä

Yritys	Osallistujat	Vauriokesk. tilaisuus 24.1.2001	Konemesta-ripäivä 25.1.2001	Päivällinen 25.1.2001
Luennoistijat:				
Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekosken Tehdas	Saikkonen Ilkka		x	x
Stora Enso Fine Papers Oy, Oulun tehtaat	Hukkanen Reijo	x	x	x
	Kiimalainen Jorma	x	x	-
PHD Consulting	Karjunen Timo		x	x
Jaakko Pöyry Oy, Vantaa	Kankkonen Sebastian	x	x	x
Andritz-Ahlstrom Corp., Varkaus	Koivisto Lasse	x	x	-
Paneeliskeskustelu:				
Inspecta Oy, Tampere	Lehtonen Lasse	x	x	x
Inspecta Oy, Tampere	Koivisto Markku		x	x
Kvaerner Pulping Oy, Tampere	Lähdekorpi Petri		x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Rauman tehdas	Alamaa Matti	x	x	-

KONEMESTARIPÄIVÄ 25.1.2001

Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekosken tehdas
Hotelli Alexandra, Jyväskylä

Yritys	Osallistujat	Vauriokesk. tilaisuus 24.1.2001	Konemesta-ripäivä 25.1.2001	Päivällinen 25.1.2001
Andritz-Ahlstrom Corp., Varkaus	Hämäläinen Lauri		x	x
	Pynnönen Petri		x	x
	Wåg Kaj		x	-
Inspecta Oy, Kuopio	Hassinen Toivo		x	x
Inspecta Oy, Kuopio	Hiltunen, Jaakko		x	x
Inspecta oy, Kokkola	Hyyppä Esko		x	x
Inspecta Oy, Varkaus	Hämäläinen Janne		x	x
Inspecta Oy, Kuopio	Tossavainen Seppo		x	x
Inspecta Oy, Jyväskylä	Virtanen Markku		x	x
Jaakko Pöyry Oy, Vantaa	Heikkinen Pekka		x	x
	Rautkorpi Jyrki		x	x
	Turunen Eija		x	x
Kemijärven Sellu Oy, Kemijärvi	Hirttiö Martti	x	x	x
	Raassina Antero	x	x	x
Kvaerner Pulping Oy, Tampere	Hakulinen Aki		x	x
	Laitinen Markku		x	x
	Mannelin Kari		x	x
	Miettunen Juha		x	x
	Salmi Kalle	x	x	x
	Seppänen Risto		x	x
	Sikanen Kalevi		x	x
Kymi Paper Oy, Kuusankoski	Rantanen Raine	x	x	x
Laminating Papers Oy, Kotkan tehtaat	Lampinen Mika	x	x	x
	Rautapää Harri	x	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Joutseno Pulp	Vesterinen Tuomo		x	x
	Viinikainen Jorma	x	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskisten tehdas	Auvinen Kari	x	x	x
	Kenttälä Jorma	x	x	x
	Skrifvars Kenneth	x	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Kemin sellu-tehdas	Huuska Tapio	x	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Rauman tehdas	Kiuru Reijo	x	x	x

KONEMESTARIPÄIVÄ 25.1.2001

Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekosken tehdas
Hotelli Alexandra, Jyväskylä

Yritys	Osallistujat	Vauriokesk. tilaisuus 24.1.2001	Konemesta-ripäivä 25.1.2001	Päivällinen 25.1.2001
Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekosken tehdas	Flink Reijo		x	x
	Malinen Esa	x	x	x
	Metsola Veli-Matti		x	x
Neles Automation Networks Oy, Tampere	Koskinen Jukka		x	x
	Loukiala Mauri		x	x
	Puhakka Jukka		x	x
Sampo Teollisuusvakuutus Oy	Ilves Esa	x	x	x
	Lumme Janne		x	x
Stora Enso Oyj, Heinolan Fluting-tehdas	Sihto Harri		x	x
Stora Enso Oyj, Imatran tehtaat	Hämäläinen Tapani	x	x	x
	Peltola Seppo	x	x	x
Stora Enso Fine Papers Oy, Oulun tehtaat	Mutikainen Ahti		x	-
Stora Enso Fine Papers Oy, Varkauden tehdas	Kankala Lassi	x	x	x
Stora Enso Fine Papers Oy, Vetisiluodon sellutehdas	Kerttula Kari	x	x	x
Sunila Oy, Sunila	Brunila Kimmo	x	x	x
	Dufva Eero		x	x
	Manninen Pekka		x	x
UPM-Kymmene Oyj Kaukas, Lappeenranta	Seppänen Ari		x	x
	Virtanen Olavi	x	x	x
UPM-Kymmene Oyj Pietarsaaren tehtaat	Mattila Lauri		x	x
	Nevala Pertti		x	x
	Sjö Håkan	x	x	x
UPM-Kymmene Oyj, Valkeakoski	Pohja Erkki	x	x	x
Vahinko-Pohjola, Helsinki	Åström Thomas	x	x	x
VTT Valmistustekniikka, Espoo	Pohjanne Pekka	x	x	x

KONEMESTARIPÄIVÄ 25.1.2001

Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekosken tehdas
Hotelli Alexandra, Jyväskylä

Yritys	Osallistujat	Vauriokesk. tilaisuus 24.1.2001	Konemesta-ripäivä 25.1.2001	Päivällinen 25.1.2001
Kutsutut:	Kokemäki Rainer		x	x

Kattilalaitosten vaaranarviointi

Reijo Hukkanen
Stora Enso Fine Papers Oy, Oulu

Hukkanen Reijo / Tukes-julkaisu 4/2000

KATTILALAITOSTEN VAARANARVIOINTI

1 Kattilalaitoksia koskeva vaaranarviointi -vaatimus

1.1 Tausta

Suomen paineastialainsäädäntö uudistui vuoden 1999 marraskuussa. Lainsäädännön muutostarpeet liittyivät painelaitteista annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin (97/23/EY) saattamiseen osaksi suomalaista lainsäädäntöä ja lainsäädännön muuhun ajanmukaistamiseen.

Uudistuksen toteuttamiseksi vuoden 1973 paineastialaki ja sen nojalla annetut säädökset kumottiin. Tilalle tuli uusi kolmiportainen lainsäädäntö. Se muodostuu painelaitelaista, kahdesta asetuksesta ja kolmesta niitä täydentävästä Kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) päätöksestä.

1.2 Vaaranarviointi -vaatimus

Painelaiteturvallisuutta koskevaan KTM:n päätökseen sisältyy vaatimus kattilalaitoksen vaaran arvioinnin laatimisesta. Vaaran arvioinnille asetettuihin vaatimuksiin, vaaran arvioinnin laatimisaikatauluun, sen tarkastamiseen ja päivittämiseen liittyviä asioita käsitellään ainakin kyseisen päätöksen seuraavissa pykälissä:

- 11 § Ensimmäinen määräaikaistarkastus
- 13 § Käyttötarkastus
- 16 § Muutostarkastus
- 20 § Vaaran arviointi ja hallinta
- 22 § Omistajan ja haltijan tehtävät
- 43 § Vaaran arvioinnin siirtymäsäännös

Vaatimuksen mukaan kattilalaitoksen täytyy laatia joko omana työnään tai ulkopuolisen asiantuntijan avulla erityinen kirjallinen dokumentti, ns. vaaran arviointi -selvitys. Toiminnanharjoittaja osoittaa vaaran arviointi -selvityksen avulla

- tunnistaneensa ja arvioineensa laitoksen toimintaan liittyvät onnettomuusmahdollisuudet sekä niiden syyt ja seuraukset
- ryhtyneensä sekä teknisiin että muihin järjestelyihin onnettomuuksien estämiseksi ja seurausten rajoittamiseksi.

Vaaran arviointi menettelynä on lähtöisin kemikaaleja ja räjähdysvaarallisia aineita, kuten esimerkiksi maakaasua koskevista säännöksistä. Kemikaalilainsäädännön perusteella vaaran arviointeja on tehty Suomessa vaarallisia aineita käsitteleville ja varastoiville laitoksille 90luvun puolivälistä lähtien. Velvoite vaaran arvioinnin tekemisestä on maakaasuasetuksen perusteella saattanut koskea jo myös joitain kattilalaitoksia.

Vaaran arviointi -vaatimus vahvistaa usein jo vallinnutta käytäntöä. Erilaiset vaaratilanteet on monissa laitoksissa tähänkin asti käyty tarkkaan lävitse esimerkiksi ennen laitoksen käyttöönottoa tai laitoksen jonkin osan uudistuksen yhteydessä. On havaittu, että standardien ja ohjeiden soveltaminen sekä käynnin aikaiset kunnossapito- ja

tarkastustoimenpiteet eivät yksin riitä takaamaan riittävää turvallisuutta. Vaikka laitosta olisi käytetty ilman vakavia häiriöitä kenties vuosien ajan, se ei ole tae siitä, että kaikki vaarat olisi tunnistettu ja riskit järjestelmän kaikissa osissa olisivat hyväksyttäviä.

1.3 Vaaran arviointi -käsite

Kattilalaitoksen vaaran arvioinnissa on käytännössä kysymys turvallisuusanalyysin tekemisestä. Käsitteellä turvallisuusanalyysi tarkoitetaan systemaattiseen työskentelyyn perustuvaa analyysiprosessia, joka tähtää tarkasteltavaan kohteeseen sisältyvien vaarojen tunnistamiseen, näiden merkittävyyden arvioimiseen ja hyväksyttävyydestä päättämiseen. Myös parannustoimenpiteiden kehittäminen ja niistä päättäminen ymmärretään yleensä osaksi turvallisuusanalyysiä.

1.4 Vaaran arviointi -vaatimuksen sisältö

Painelaiteturvallisuutta koskevan päätöksen 20 § (Vaaran arviointi ja hallinta) mukaan:
Painelaitelain 10 §:ssä tarkoitettu vaaran arviointi on tehtävä kattilalaitoksessa: 1) jossa on rekisteröitävä höyrykattila, jonka teho on yli 6 MW, tai rekisteröitävä kuumavesikattila, jonka teho on yli 15 MW,- tai 2) *joka sijoitetaan maan alle.*

Vaatimus koskee sekä uusia että ennen päätöksen voimaantuloa käyttöönotettuja kattilalaitoksia:
Kattilalaitoksella tarkoitetaan *yhden tai useamman höyry- tai kuumavesikattilan ja niihin liittyvien putkistojen, painesäiliöiden, tukirakenteiden, polttoaineen ja syöttöveden syöttöjärjestelmien sekä rakennusten muodostamaa yhtenäistä kokonaisuutta.*

1.5 Mihin mennessä vaaran arviointi on tehtävä?

Painelaiteturvallisuutta koskevan päätöksen 43 § (Vaaran arvioinnin siirtymäsäännös) mukaan:

Tämän päätöksen 20 §:ssä tarkoitettu vaaran arviointi on esitettävä tarkastuslaitoksen tarkastettavaksi 11 ja 13 §:ssä säädetyllä tavalla viimeistään ensimmäisessä vuoden 2001 jälkeen tehtävässä määräaikaistarkastuksessa.

1.6 Mitä vaaran arvioinnista on käytävä ilmi?

Painelaiteturvallisuutta koskevan päätöksen 20 § (Vaaran arviointi ja hallinta) mukaan:

Vaaran arvioinnista on käytävä ilmi:
1) kattilalaitoksen käyttöön liittyvät vaaratilanteet ja olosuhteet, joissa onnettomuus on mahdollinen;
2) kattilalaitoksen käyttötekniikasta, esimerkiksi erilaisista käyttötavoista, aiheutuvat vaaratilanteet;
3) kuvaus tyypillisistä ja suurimmista mahdollisista vaaratilanteilta sekä niihin johtavista käyttövirheistä, virhetoiminnoista, laitteiden vikaantumisista ja vaurioista ja muista syistä.

Vaaran arvioinnissa tunnistettuihin vaaratilanteisiin on varauduttava ja selvitettävä niistä vaaran arvioinnissa 1 momentissa säädetyn lisäksi vähintään:
1) miten vaaratilanteiden ehkäisemiseen on varauduttu kattilalaitoksen normaalikäytön ja korjaus- ja huoltotöiden sekä erilaisten häiriötilanteiden yhteydessä;
2) millaisiin toimenpiteisiin tehtyjen selvitysten johdosta on ryhdytty;
3) millaisia suojausjärjestelmiä tunnistettujen vaarojen estämiseksi tai niiden seuraamusten pienentämiseksi on tarkoitus käyttää, mitä järjestelmien toiminnoilta ja luotettavuudelta vaaditaan ja miten näiden vaatimusten täyttyminen on varmistettu.

1.7 Vaaran arvioinnin tarkastaminen ja päivittäminen

Vaaran arvioinnin asianmukaisuus tarkastetaan tarkastuslaitoksen toimesta kattilalaitoksen määräaikaistarkastuksissa ja mahdollisissa muutostarkastuksissa. Vaaran arviointi tarkastetaan ensimmäisen kerran joko kattilalaitoksen ensimmäisen määräaikaistarkastuksen tai käyttötarkastuksen yhteydessä. Sen jälkeen vaaran arvioinnin ajan tasalla olo tarkastetaan käyttötarkastusten ja mahdollisten muutostarkastusten yhteydessä.

Painelaiteturvallisuutta koskevan päätöksen 13 § (Käyttötarkastus) 1 momentin 5 kohta kuuluu:
Painelaitteen käyttötarkastuksessa on tarkastettava, että:
…
5) kattilalaitoksen osalta 20 §:ssä säädetyn mukaisesti tehtävä vaaran arviointi on ajan tasalla ja jaksottaiselle käytön valvonnalle 28 §:ssä säädetyt vaatimukset täyttyvät.

Vaaran arviointi -selvitys ja sen pohjana olevat turvallisuusanalyysit ja muut tarkastelut ovat osa kattilalaitoksen turvallisuuden varmistamista ja riskienhallintaa. Vaaran arviointi on hyvä tarkistaa määräajoin ja saattaa ajan tasalle vastaamaan kattilalaitoksen sen hetkistä tilannetta. Kemikaalilaitosten osalta vaaran arvioinnit on suositeltu päivitettäviksi 5 vuoden välein.

Määräajoin tapahtuvan päivityksen lisäksi vaaran arviointi pitää saattaa ajan tasalle, jos laitoksen toiminnassa, tekniikassa tai ympäristössä tapahtuu muutoksia, joilla voi olla vaikutusta kattilalaitoksen turvallisuuteen.

2Vaaran arviointi -selvityksen sisältö

2.1 Yleistä

Vaaran arviointi -selvityksessä on esitettävä kattilalaitoksen toimintaan liittyvät vaaratilanteet ja niiden syyt, sekä arvioitava mahdollisten onnettomuuksien seurausten vakavuutta ja nykyisen varautumisen riittävyyttä. Tämän lisäksi vaaran arviointi -selvityksestä on oltava riittävät tiedot kattilalaitoksesta, sen toiminnasta ja ympäristöstä, tarkastelun aikana tehdyistä oletuksista ja rajauksista sekä vaarojen tunnistamisen ja arvioinnin toteutuksesta, käytetyistä menetelmistä ja siihen osallistuneista henkilöistä.

2.2 Vaaran arviointi -selvityksessä käsiteltävät asiat

Seuraava esimerkki vaaran arviointi -selvityksen sisällöstä on laadittu niin, että se toimii muistilistana ja antaa lähtökohdan selvityksen laatimiseksi mahdollisimman monenlaisille kattilalaitoksille. Kattilalaitosten ominaisuuksista, erityispiirteistä ja paikallisista olosuhteista johtuen vaaran arviointi -selvityksen yksityiskohdat ja laajuus voivat vaihdella eri kattilalaitoksilla.

Jos samalla laitoksella on useampia vaaran arviointi -vaatimuksen piiriin kuuluvia kattiloita, voidaan näille laatia yksi yhteinen vaaran arviointi -selvitys. Kaikista kattiloista on annettava riittävät tiedot ja selvityksen rakenteen selkeyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Eri kattiloita koskevat osuudet on voitava erottaa selkeästi.

1) Vaaran arvioinnin tavoitteet

Luvussa on tarkoituksenmukaista esittää

- Tarkasteltavan kattilalaitoksen nimi, sijainti ja muut yleiset tunnistetiedot esim. omistaja, haltija, käytönvalvoja, kattilan rekisterinumero.
- Perusteet, miksi vaaran arviointi tarkastelu tehdään, viitataan painelaitesäädösten asianomaisiin kohtiin.
- Tarkastelun tavoite ja mihin sillä pyritään. Tavoitteena on tunnistaa kattilalaitoksen toimintaan liittyvät vaarat ja onnettomuusmahdollisuudet sekä arvioida niiden mahdolliset seuraukset ja varautumisen riittävyys.

2) Kattilalaitoksen ja sen ympäristön kuvaus

Luvussa on tarkoituksenmukaista esittää

- Yleiskuvaus tarkasteltavasta kattilalaitoksesta ja sen toiminnasta, esimerkiksi kattilalaitoksen tyyppi, teho, polttoaine, varapolttoaine, yleiset tekniset tiedot, käyttötapa, miehitys, valvonta, ohjausmahdollisuudet, huollon ja kunnossapidonjärjestelyt jne.

- Kuvaus kattilalaitoksen ympäristöstä, esimerkiksi maantieteellinen sijainti, kartta alueesta ja ympäristöstä, etäisyys asutuksesta ja muista henkilökeskittymistä jne.

- Kattilalaitoksen liitynnät prosesseihin ja käyttökohteisiin.

- Kuvaus kattilalaitoksella sattuneista onnettomuuksista ja merkittävistä työtapaturmista sekä niihin johtaneista syistä, ja onnettomuuksien seurauksista. Samassa yhteydessä kuvataan myös minkälaisia muutoksia onnettomuuksien johdosta on toteutettu esimerkiksi laitoksen laitetekniikkaan, suojauksiin, käyttö- tai kunnossapito-ohjeisiin tms. liittyen.

- Kuvaus siitä, miten onnettomuuksien ja läheltä-piti -tilanteiden tutkiminen sekä niistä saatujen kokemusten huomioonottaminen on laitoksella järjestetty. Jos vaaran arviointi tehdään uudesta kattilasta, josta ei ole olemassa onnettomuus- tai tapaturmatilastoja, annetaan yleinen selvitys ko. kattilatyyppiin liittyvistä

3) Tehdyt oletukset ja rajaukset

Luvussa on tarkoituksenmukaista esittää

- Tarkasteltavaan kattilalaitokseen ja sen toimintaan liittyvät oletukset. Esimerkiksi oletetaan että laitos on rakenteeltaan tiettyjen piirustusten mukainen tai että tarkastellaan mahdollisen varapolttoaineen käyttöä jne.

- Mitkä kattilalaitoksen osat ja toiminnot ovat tarkastelussa mukana.

- Tarkastelun laajuuteen tms. liittyvät mahdolliset rajaukset. Esimerkiksi rajataan tarkastelusta pois tahallisesta ilkivallasta aiheutuvat onnettomuusmahdollisuudet tai rajataan pois tilanteet, joista aiheutuu ainoastaan käyttökeskeytyksiä.

.

4) Vaarojen arvioinnin toteuttaminen ja käytetyt menetelmät

Luvussa on tarkoituksenmukaista esittää

- Koska tai millä aikavälillä vaarojen arviointi ja sen perustana olevat turvallisuusanalyysit on tehty.
- Ketkä henkilöt vaarojen arviointia ovat olleet tekemässä ja mikä on heidän erityisosaamisensa, esimerkiksi käyttö, kunnossapito, automaatio jne.
- Käytetyt piirustukset ja muut asiakirjat (esimerkiksi ohjeet, käyttöturvallisuustiedotteet jne.), joita tarkastelussa on käytetty.
- Millaisia menettelytapoja ja menetelmiä käyttäen vaarat on tunnistettu ja seuraukset arvioitu

5) Tulokset ja niiden arviointi

Luvussa on tarkoituksenmukaista esittää

- Tarkasteltavaan kattilalaitokseen liittyvät tunnistetut vaaratilanteet ja niihin johtavat syyt. Vaaratilanteet voivat aiheutua esimerkiksi teknisistä laitteista, niiden vikaantumisista ja vaurioista tai käyttö - ja kunnossapitohenkilöstön virheellisestä toiminnasta.
- Kuvaus ja arvio kattilalaitokselle tyypillisten ja toisaalta suurimpien mahdollisten vaaratilanteiden seurausvaikutuksia.
- Millaisia suojausjärjestelmiä (suojauksia, lukituksia), tunnistettujen vaarojen estämiseksi ja niiden seurausten pienentämiseksi laitoksella on käytössä, mitä vaatimuksia järjestelmille ja niiden luotettavuudelle on asetettuja miten vaatimusten täyttyminen on varmistettu.
- Miten vaaratilanteiden ehkäisemiseen on laitoksen normaalikäytön, huolto - ja kunnossapitotilanteiden ja häiriötilanteiden yhteydessä varauduttu. Esimerkiksi noudatettavat käytännöt, työluvat, ohjeistus, koulutus, varojärjestelmät jne.
- Mahdolliset esille tulleet parannusehdotukset, joiden avulla vaaratilanteita voidaan estää tai seurauksia rajoittaa.

Selvityksen liitteet

Liitteenä voivat olla esimerkiksi:

- Kohteen ja sen toiminnan ymmärtämisen kannalta tärkeät piirustukset ja muut dokumentit.
- Laitoksen sijoituspiirustus.
- Vaarojen tunnistukseen ja arviointiin liittyvät analyysilomakkeet.

3 Vaaran arviointi -prosessin vaiheet

3.1Tarkastelun kohteen ja rajausten määrittely

Tarkastelun kohteen ja rajausten määrittelyllä saadaan vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Mihin asetetaan tarkastelun kohteen (kattilalaitoksen) fyysiset rajat?
- Minkälaisiin vaaratilanteisiin tarkastelu ulotetaan aiheutuvien vahinkojen laadun (vahinkotyyppien) ja seurausten vakavuuden suhteen?
- Minkälaisten tekijöiden aiheuttamat vaaratilanteet jätetään tarkastelun ulkopuolelle?

Täsmällisesti tehty tarkastelun kohteen ja rajausten määrittely tehostaa vaarojen tunnistamista, koska analyysissa osataan keskittyä tarkastelun tavoitteiden kannalta oikeanlaisiin vaaratilanteisiin. Kohteen ja rajausten määrittelyt on syytä tehdä kirjallisesti, etteivät ne analyysin kuluessa pääse muuttumaan.

Tarkastelun kohteen määrittely

Perusperiaatteena tarkastelukohdetta määriteltäessä voidaan pitää:

Tarkastelu tulee ulottaa kattilalaitoksen niihin osiin ja toimintoihin, joissa tapahtuvista häiriöistä, toimintovirheistä, poikkeamista, vikaantumisista jne. voi aiheutua vahinkoa kattilalaitoksessa tai sen ympäristössä oleville henkilöille tai omaisuudelle.

a

Rajaus vaaratilanteista aiheutuvien vahinkojen laadun (vahinkotyyppien) mukaan

Painelaitelain 3 §:n mukaan:
Painelaite on rakennettava ja sijoitettava ja sitä hoidettava, käytettävä ja tarkastettava niin, ettei se vaaranna kenenkään terveyttä, turvallisuutta tai omaisuutta.

Lainsäädännön perusteella vaaran arvioinnissa on otettava huomioon siis **henkilöille tai omaisuudelle** vaaraa aiheuttavat tilanteet. Henkilöiden osalta on otettava huomioon niin laitoksella työskentelevät kuin laitoksen ulkopuolisetkin henkilöt. Myös omaisuusvahinkoja tulee tarkastella laitoksen lisäksi sen ympäristön osalta.

Keskeytys- ja ympäristövahingot eivät lainsäädännön mukaan kuulu vaaran arvioinnin tarkastelupiiriin. Näiden huomioonottaminen on kuitenkin mahdollista vaaran arviointi -prosessissa vaikka pääpaino onkin henkilö- ja omaisuusvahingoissa.

Päätös siitä, kohdistuuko tarkastelu yksinomaan henkilö- ja omaisuusvahinkoihin, vai otetaanko myös ympäristö- tai keskeytysvahingot mukaan, on laitoksen käytöstä, kunnossapidosta ja turvallisuudesta vastaavien tahojen sekä laitoksen johdon asia. Näiden tarkastelu voi olla hyvinkin perusteltua, jos näitä ei ole aikaisemmin käyty systemaattisesti läpi.

Rajaus vaaratilanteista aiheutuvien seurausten vakavuuden mukaan

Ennen vaarojen tunnistamisen aloittamista on päätettävä myös siitä, miten tarkastelu rajataan seurausten vakavuuden suhteen. Lainsäädännön lähtökohta on vakavien vaaratilanteiden välttämisessä. Se ei kuitenkaan anna selvää vastausta siihen, millaiset vaaratilanteet voidaan jättää tarkastelun ulkopuolelle. Rajaus jää jokaisen kattilalaitoksen itse päätettäväksi.

Käytännössä rajaus seurausten vakavuuden suhteen voi henkilövahinkojen osalta olla esimerkiksi seuraavanlainen: Tarkastelussa otetaan huomioon vain ne vaaratilanteet, joista voi olla seurauksena vähintään yhden henkilön vakava loukkaantuminen (viikkojen sairasloma, sormen menetys, vakavat palovammat jne.). Tavanomaiset, lievät henkilövahingot esim. pienet palovammat ja haavat, nyrjähtämiset jne. jätetään näin ollen tarkastelun ulkopuolelle.

Seurausten vakavuuden suhteen tehtävän rajauksen tarkoituksena on, että voimavaroja ei tuhlata turvallisuuden kannalta merkitykseltään vähäisiin tilanteisiin. Tällöin voidaan paremmin keskittyä tapauksiin, jotka saattavat aiheuttaa vakavia seurauksia.

Rajaus vaaratilanteen aiheuttajan mukaan

Myös sen suhteen pitää tehdä rajaus, minkälaisten tekijöiden aiheuttamat vaaratilanteet jätetään tarkastelun ulkopuolelle. Vaaran arviointi -vaatimusta koskeva lainsäädäntö ei anna tähän kysymykseen vastausta, mutta yleisenä periaatteena voidaan pitää:

Tarkastelun ulkopuolelle rajataan sellaiset vaaratilanteet, joihin kattilalaitos ei omilla toimillaan voi mitenkään vaikuttaa.

Tarkastelun ulkopuolelle voidaan siis jättää esimerkiksi Suomen oloissa **poikkeuksellisista luonnonilmiöistä** (maanjäristys, maanvyörymä jne.) aiheutuvat vaaratilanteet. Oloissamme normaaleista luonnonilmiöistä (ukkonen, rankkasateet) sekä vuodenaikojen ja säätilojen vaihteluista aiheutuvat vaaratilanteet on otettava huomioon.

Tahallisesta vahingonteosta aiheutuvien vaaratilanteiden ottaminen mukaan tarkasteluun tai niiden jättäminen tarkastelun ulkopuolelle on laitoksen käytöstä ja turvallisuudesta vastaavien tahojen sekä laitoksen johdon asia. Tahallista vahingontekoa on perusteltua tarkastella, jos laitoksella on ilmennyt siihen liittyviä ongelmia tai jos laitoksen varautuminen tällaista toimintaa vastaan (aidat laitosalueen ympärillä, vartiointi, valvontakamerat, valaistus jne.) koetaan puutteelliseksi.

3.2 Vaarojen tunnistaminen, nykyinen varautuminen ja toimenpide-ehdotukset

Vaarojen tunnistaminen ja nykyisen varautumisen selvittäminen sekä toimenpide-ehdotusten kehittäminen muodostavat vaaran arviointi -prosessin tärkeimmän vaiheen. Vaarojen tunnistamisella tarkoitetaan erilaisista toimintovirheistä, häiriöistä, poikkeamista, laitteiden vikaantumisista jne. aiheutuvien, ihmisille tai omaisuudelle vahinkoa aiheuttavien tapahtumien ja tapahtumaketjujen tunnistamista sekä näiden aiheuttamien seurausten kuvaamista. Sattuneiden onnettomuuksien ja läheltä-piti -tilanteiden kuvaukset sekä aikaisemmat turvallisuusanalyysit voivat antaa käyttökelpoista tietoa vaarojen tunnistamisen tueksi.

Vaarojen tunnistaminen voi jakautua useaan vaiheeseen ja siinä voidaan kohteesta ja analyysille asetetuista tavoitteista riippuen käyttää useita erilaisia menetelmiä. Ensimmäisessä vaiheessa tarkastelu voi tapahtua karkealla tasolla käyttäen esimerkiksi koko laitoksen tarkasteluun soveltuvia menetelmiä. Merkittävimmiksi arvioitujen vaaratilanteiden osalta tarkastelua voidaan jatkaa yksityiskohtaisemmalla tasolla. Käytettävistä menetelmistä riippumatta on tärkeää, että vaarojen tunnistamisessa kiinnitetään huomiota myös ihmisen ja organisaation toimintaan ja toimintaedellytyksiin. Tarkastelu ei saa rajoittua yksinomaan teknisiin näkökohtiin. Erilaisia vaaratilanteiden tunnistamismenetelmiä on kuvattu myöhemmin.

Vaarojen tunnistamista varten kattilalaitos on yleensä hyvä jakaa pienempiin tarkastelu-kokonaisuuksiin. Se, minkälaisiksi kokonaisuuksiksi kattilalaitos jaetaan, riippuu ennen kaikkea käytettävästä analyysimenetelmästä ja siitä miten tarkastelun kohde on määritelty.

Samalla kun analyysissa tunnistetaan vaaratilanne ja mietitään siihen liittyviä seurauksia, selvitetään myös, miten vaaratilanteeseen on laitoksella nykyisin varauduttu. Varautumisella tarkoitetaan **kaikkia niitä keinoja, joiden** tarkoituksena on joko
• estää vaaratilanteen syntyminen tai
• rajoittaa syntyvän onnettomuuden seurauksia.

Varautumiskeinot voivat liittyä käytön tai kunnossapidon toimintatapoihin, ohjeistukseen, automaatio- tai suojausjärjestelmiin, varolaitteisiin jne. Kaikilla varautumiskeinoilla on oma tärkeä merkityksensä, mutta suojausjärjestelmien (suojaukset, lukitukset) rooli on aivan erityinen. Jos tavanomaiset varautumiskeinot pettävät ja vaaratilanteeseen johtava tapahtumaketju pääsee etenemään riittävän pitkälle, suojausjärjestelmät ovat "viimeinen lenkki", joka voi estää onnettomuuden syntymisen.

Vaaran arviointi -vaatimuksensa edellytetäänkin, että kattilalaitokset selvittävät
• suojausjärjestelmiensä luotettavuuden ja
• miten suojausjärjestelmille asetettujen vaatimusten täyttyminen on varmistettu.

Suojausjärjestelmien tarkastelua käsitellään enemmän Tukes-julkaisun 4/2000 liitteessä 2.

Vaaratilanteiden tunnistamisen ja niihin liittyvän varautumisen selvittämisen yhteydessä tulee esille myös asioita, joilla nykyistä varautumista voitaisiin parantaa. Nämä

toimenpideehdotukset kannattaa kirjata ylös sitä mukaa kuin niitä tulee esiin. Toimenpide-ehdotusten toteuttamismahdollisuuksien tarkempi selvittäminen ja päätökset niiden toteuttamisesta tehdään vaaran arviointi -prosessin myöhemmässä vaiheessa .

3.3 Vaarojen merkittävyyden arviointi

Turvallisuusanalyysiin liitetään jonkinlainen vaarojen merkittävyyden arviointi. Tämän tavoitteena on asettaa tunnistetut vaaratilanteet "tärkeysjärjestykseen", jolloin jatkotoimenpiteet voidaan suunnitella kokonaisuuden kannalta mahdollisimman järkevästi. Jatkotoimenpiteet voivat tarkoittaa esimerkiksi vaaratilanteiden tarkempaa analysointia tai tärkeimmiksi arvioitujen toimenpide-ehdotusten toteuttamista.

Mitään yleispätevää, kaikkiin tapauksiin ja kohteisiin soveltuvaa menettelytapaa vaarojen merkittävyyden arvioimiseksi ei ole olemassa. Arviointi on yleensä sitä helpompi tehdä, mitä yksityiskohtaisemmin vaaratilanteen syyt, seuraukset ja nykyinen varautuminen on selvitetty.

Vaarojen merkittävyyttä arvioitaessa on muistettava, että arviointi sinällään ei vähennä tai lisää riskiä - se vain auttaa suuntaamaan oikein riskienhallintatoimenpiteitä.

3.4 Vaarojen hyväksyttävyydestä ja parannustoimenpiteistä päättäminen

Vaarojen hyväksyttävyydestä ja parannustoimenpiteistä päättäminen tarkoittaa tarkasteluun osallistuneiden henkilöiden ja ennen kaikkea laitoksen johdon arviota siitä, ovatko tunnistetut vaaratilanteet ja niihin sisältyvät riskit hyväksyttäviä, vai onko niihin puututtava jollakin tapaa.

Vaarojen hyväksyttävyydestä päättäminen on pitkälti vaaratilanteen merkittävyyden ja sen pienentämiseksi tähtäävien toimenpiteiden aiheuttamien panostusten (kustannusten) keskinäistä vertailua. Parannustoimenpiteet on syytä aloittaa merkittävimmiksi arvioiduista vaaroista. Merkitykseltään pieniksi arvioituja vaaratilanteitakaan ei tulisi unohtaa, koska ne voidaan usein hoitaa varsin pienin panostuksin.

Parannustoimenpiteet voivat koskea esimerkiksi toimintatapojen, koulutuksen tai ohjeistuksen parantamista, laitteisiin ja järjestelmiin liittyviä parannuksia tai ongelman perusteellisempaa selvittämistä. Toteutettaviksi päätetyille toimenpiteille kannattaa sopia vastuuhenkilö, joka asiaa hoitaa ja myös aikataulu, minkä puitteissa toimitaan. Vastuuhenkilöstä ja toteutusaikataulusta kannattaa tehdä merkintä vaaratilanteiden dokumentoinnissa käytettyyn lomakkeeseen. Toimenpiteiden toteutumisen seurannalla on vaaran arviointi -prosessista saatavan hyödyn kannalta varsin keskeinen rooli

Ennen kuin parannustoimenpiteistä voidaan kaikilta osin päättää, on mahdollista, että jo edellisissä vaiheissa tunnistettuja toimenpide-ehdotuksia joudutaan tarkentamaan tai niiden lisäksi joudutaan kehittämään kokonaan uusia ehdotuksia.

3.5 Vaaran arviointi -selvityksen kokoaminen

Kun edellä kuvattu prosessi, alkaen tarkastelun kohteen ja rajausten määrittelystä ja päättyen vaarojen hyväksyttävyydestä ja parannustoimenpiteistä päättämiseen on

toteutettu, on varsinaisen vaaran arviointi -prosessin viimeisenä vaiheena vaaran arviointi -selvityksen kokoaminen ja kirjoittaminen. Selvityksen kokoaminen pohjautuu ennen kaikkea edellisissä vaiheissa tehtyyn ja dokumentoituun työhön, mutta osittain myös muuhun olemassa olevaan laitosdokumentaatioon.

Kaikkien tunnistettujen vaaratilanteiden kuvaaminen varsinaisessa vaaran arviointi -selvityksessä sellaisenaan eli siinä muodossa kuin ne on lomakkeille kirjattu, ei ole mielekästä. Vaaratilanteet kannattaa sen sijaan tuoda esiin jollakin tavoin ryhmitellen. Mahdollisia ryhmittelytapoja ovat:

- Ryhmittely vaarallisen ilmiön mukaan: tulipalot, räjähdykset, vesi- ja höyrypurkaukset, kattilan kuiviinkiehuminen jne.
- Ryhmittely vaaratilanteen ilmenemispaikan mukaan: polttoaineen syöttöjärjestelmään, palamisilmajärjestelmään, kattilaan, savukaasujärjestelmään, vesi-höyrypiiriin liittyvät vaaratilanteet jne.
- Ryhmittely vaaratilanteen esiintymisajankohdan tai -tilanteen mukaan: käynnistykseen/ylösajoon, tehonmuutoksiin, alasajoon, huolto- ja kunnossapitotilanteisiin tms. liittyvät vaaratilanteet jne.

Vaaratilanteita kuvattaessa voidaan hyvin käyttää useampiakin ryhmittelyperiaatteita. Oleellisinta on, että kokonaisuus muodostaa yhtenäisen ja loogisen sekä mahdollisimman helppolukuisen esityksen.

Vaaran arviointi -selvityksen tulee muodostaa itsenäisen dokumentin. Sen ymmärtäminen sellaisenaan, ilman muita tarkasteltavaan kattilalaitokseen liittyviä dokumentteja, tulisi olla mahdollista sellaiselle henkilölle, joka tuntee yleisellä tasolla kattilalaitosten toimintaa.

Vastuu vaaran arvioinnin tekemisestä, sen sisällöstä ja kattavuudesta on kattilalaitoksen omistajalla tai haltijalla. Tukes-julkaisun 4/2000 mukaan hyvä tapa on, että kattilalaitoksen käytönvalvoja ja laitoksen ylin johto varmentavat valmiin vaaran arviointi -selvityksen allekirjoituksillaan.

3.6 Seuranta ja päivitys

Vaaran arviointi on parhaimmillaan jatkuvaa työskentelyä kattilalaitoksen käyttöön liittyvien vaarojen minimoimiseksi.

On suositeltavaa, että vaaran arvioinnissa toteutettaviksi päätettyjen toimenpiteiden etenemistä ja toteutumista seurataan.

Toimenpiteiden toteutumisen seurannan lisäksi koko vaaran arviointi -selvitys ja sen pohjana olevat turvallisuusanalyysit on hyvä tarkistaa määräajoin ja saattaa ajan tasalle vastaamaan kattilalaitoksen sen hetkistä tilannetta.

Määräajoin tapahtuvan päivityksen lisäksi vaaran arviointi pitää saattaa ajan tasalle, jos laitoksen toiminnassa, tekniikassa tai ympäristössä tapahtuu muutoksia, joilla voi olla vaikutusta kattilalaitoksen turvallisuuteen. Tällöin vaaran arvioinnin asianmukaisuus tarkastetaan muutostarkastuksen yhteydessä.

4 Vaaran arvioinnin toteutuksessa ja dokumentoinnissa huomioon otettavia seikkoja

Ryhmätyötä, nimetty vastuuhenkilö

Hyvä käytäntö on, että vaaran arviointi -hankkeelle valitaan vastuuhenkilö. Hänen tehtäviinsä kuuluu mm.:

vaarojen tunnistamisen ja arvioinnin suorittavan työryhmän (tai työryhmien) kokoaminen tarvittavan aineiston hankkiminen ja sen päivittäminen vastaamaan kattilalaitoksen nykyistä tilannetta analyysikokousten järjestäminen kokousten vetäminen ja tulosten kirjaamisesta huolehtiminen vaaran arviointi -selvityksen laatiminen.

Vastuuhenkilönä voi olla esimerkiksi kattilalaitoksen käytön valvoja, koska hänen tehtäviinsä kuuluu yleinen kattilalaitoksen kunnosta ja turvallisuudesta vastaaminen.

Vaatimusten selvittäminen, aineiston päivittäminen

Ennen kattilalaitoksen vaarojen tunnistamistyöhön ryhtymistä on vastuuhenkilön perehdyttävä kattilalaitosten vaaran arviointia koskeviin säädöksiin ja niihin vaatimuksiin, mitä vaaran arviointi -selvitykselle on asetettu. Ennen analyysityön aloittamista vastuuhenkilön pitää selvittää myös kaikille työryhmän jäsenille vaaran arvioinnille asetetut tavoitteet ja vaatimukset.

Vaarojen tunnistamista ja arviointia varten tarvitaan analyysikokouksissa tietoa laitoksesta ja sen toiminnasta. Lähdeaineistona käytettävien toimintakuvausten, lay -out -piirustusten ja PI-kaavioiden on oltava ajan tasalla. Jos aineisto ei vastaa kattilalaitoksen nykyistä tilannetta, on dokumentit päivitettävä ajan tasalle.

Analyysikokousten järjestäminen

Tarkasteltavan kattilalaitoksen vaarojen tunnistaminen perustuu analyysiryhmän asiantuntemukseen, kokemuksiin tarkasteltavasta laitoksesta ja mahdollisesti myös muista vastaavanlaisista laitoksista käytettävissä oleviin tietoihin. Analyysiryhmän koko ja tarkasteluun vaadittavien kokousten lukumäärä riippuvat tarkasteltavan kattilalaitoksen koosta, tekniikasta jne.

Jotta analyysikokous sujuisi tehokkaasti ja vaaratilanteet tulisivat järjestelmällisesti tunnistettua ja arvioitua, on kokouksella oltava vetäjä. Analyysikokouksen vetäjän pitää tuntea tarkasteltava kattilalaitos ja sen toiminta niin hyvin, että hän ymmärtää työryhmän edustajien näkemykset vaaroista ja pystyy ohjaamaan analyysin kulkua.

Tulosten kirjaaminen

Vastuu analyysin kirjausten tekemisestä kannattaa antaa henkilölle, joka tuntee tarkasteltavan kohteen, ymmärtää työryhmän käyttämät termit ja erityissanaston sekä pystyy tekemään ajoittain nopeasti etenevästä keskustelusta riittävän täsmälliset muistiinpanot. Kokenut analyysikokouksen vetäjä voi tarvittaessa toimia myös

kokouksen sihteerinä. Erillisen sihteerin käyttö yleensä kuitenkin tehostaa analyysikokouksen sujumista. Esimerkki analyysikokouksen kirjauksista on liitteessä 3.

Ulkopuolisen asiantuntijan käyttäminen

Kattilalaitos voi käyttää vaaran arvioinnin tekemisessä apuna myös ulkopuolista asiantuntijaa. Vaikka mukana olisikin ulkopuolinen asiantuntija, on laitoksen omalla henkilökunnalla paras asiantuntemus laitoksen toiminnasta ja siihen liittyvistä vaaroista. Vaaran arviointi -selvityksen laatiminen vaatii aina laitoksen henkilökunnan osallistumista vaarojen tunnistamiseen ja niiden merkittävyyden arvioimiseen.

5 Vaaratilanteiden tunnistamismenetelmiä

5.1 Turvallisuusanalyysin menetelmät

Potentiaalisten ongelmien analyysi

Potentiaalisten ongelmien analyysin (POA) avulla saadaan yleiskuva laitokseen ja sen toimintaan liittyvistä vaaroista ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Se soveltuu laitoksen keskeisten ongelma-alueiden etsimiseen. Potentiaalisten ongelmien analyysin avulla voidaan tunnistaa hyvin erilaisia ja eri tasoisia vaaroja ihmisen virhetoiminnoista ja laitevioista ympäristön laitokselle aiheuttamiin vaaroihin asti.

Potentiaalisten ongelmien analyysi voidaan jakaa ongelmien tunnistamisvaiheeseen, ongelmien arviointivaiheeseen ja parannustoimenpiteiden suunnitteluvaiheeseen. Ongelmien tunnistamis-vaiheessa pyritään työryhmässä toteutetulla ideoinnilla ja keskustelulla löytämään mahdollisimman kattavasti tarkasteltavaan kohteeseen liittyvät ongelmat. Ongelmien arviointivaiheessa valitaan jatkokäsittelyä vaativat ongelmat ja kohteet, joita on tarkasteltava yksityiskohtaisemmilla analyysimenetelmillä. Parannustoimenpiteiden suunnitteluvaiheessa etsitään mahdollisuuksia tunnistettujen ongelmien poistamiseksi tai niistä aiheutuvien haittavaikutusten vähentämiseksi. Potentiaalisten ongelmien analyysiä ei kannata käyttää kohteisiin, joiden keskeiset ongelma-alueet ovat jo hyvin tiedossa ja myös dokumentoitu.

Poikkeamatarkastelu

Poikkeamatarkastelu (Hazop = Hazard and Operability Study) on kehitetty lähinnä kemian prosessilaitosten turvallisuuden arvioimiseen, mutta se soveltuu myös kattilalaitosten tutkimiseen. Poikkeamatarkastelussa lähdetään oletuksesta, että järjestelmässä esiintyy ongelmia vasta jonkin toimintaparametrin muuttuessa tavanomaisesta arvostaan. Tarkastelun pohjana käytetään virtaus- tai putkistokaavioita. Kohde jaetaan yleensä poikkeamatarkastelun toteuttamista varten sopiviin osiin. Tyypillisiä osia ovat esimerkiksi putkilinjat, säiliöt, kuljettimet jne.

Vaikka poikkeamatarkastelu on alunperin kehitetty kemianteollisuuden vaarojen tunnistamiseen, sen periaatteita voidaan käyttää hyvin laajasti teknisissä järjestelmissä, joissa häiriöt johtuvat toimintasuureiden poikkeamista.

Soodakattila ympäristössä hajukaasujen keruu ja polttojärjestelmät on usein käsitelty Hazop- tarkastelulla.

Toimintovirheanalyysi

Toimintovirheanalyysi on kehitetty ihmisen virhetoimintojen arviointiin selvästi määritellyissä toimintosarjoissa. Nämä voivat liittyä esimerkiksi prosessien tai laitteistojen käyttö-, ohjaus ja valvontatehtäviin. Toimintovirheanalyysin avulla tarkastellaan yksittäisten toimintojen suorittamisessa mahdollisesti esiintyviä virheitä ja näiden vaikutuksia prosessin tai laitteiston toimintaan ja sen turvallisuuteen.

Vika - ja vaikutusanalyysi

Vika- ja vaikutusanalyysin avulla tunnistetaan systemaattisesti järjestelmän laitevikoja, niiden syitä ja vaikutuksia järjestelmän toimintavarmuuteen ja turvallisuuteen. Järjestelmän komponenttien kaikki ajateltavissa olevat vioittumistavat käydään läpi valitulla tarkastelutasolla. Tarkastelutason mukaisesti pienin tarkasteltava yksikkö eli komponentti voi olla järjestelmän osa, kone tai koneen osa.

5.2 Tarkistuslistat

Tarkistuslistat on toinen yleisesti käytetty vaaratilanteiden tunnistamismenetelmä varsinaisten turvallisuusanalyysin menetelmien lisäksi. Ne perustuvat aiempiin kokemuksiin tarkastelun kohteesta ja siihen liittyvistä ongelmista. Tarkistuslistojen käytön tavoitteena on käydä läpi tunnetut vaaratyypit ja tarkistaa kohteen yhdenmukaisuus esimerkiksi standardimenettelyjen kanssa. Tarkistuslistat soveltuvat käytettäviksi laitoksen elinkaaren kaikissa vaiheissa.

Tarkistuslistat voivat muodostua avainsanan luonteisista otsikoista, joiden tarkoituksena on herättää ajatuksia ja virittää asiaan liittyvä keskustelu. Tarkistuslistat voivat olla myös hyvin yksityiskohtaisia ja sisältää esimerkiksi viittauksia standardeihin ja normeihin.

Tarkistuslista on yksinkertainen käyttää ja sen avulla saadaan nopeasti tuloksia. Yleisesti arvioiden tarkistuslista on ajankäytön ja kustannusten kannalta tehokkaimpia turvallisuuden tarkastelumenetelmiä. Tarkistuslistat soveltuvat käytettäviksi koetellun tekniikan yhteydessä, jolloin hyvän käytännön arvioidaan takaavan riittävän turvallisuuden.

Tukes-julkaisun 4/2000 liitteissä 6 - 10 on joitakin kattilalaitoksille laadittuja tarkistuslistoja. Soodakattilayhdistys on tehnyt useiden laitosten käyttökokemuksiin perustuvat listat soodakattilalle. Se on saatavissa yhdistyksen- internet sivuilta.

Tarkistuslistojen tarkoituksena on tukea vaaratilanteiden tunnistamista herättämällä ajatuksia mahdollisista vaaratilanteiden syntyyn tai niistä aiheutuvien seurausten vakavuuteen vaikuttavista tekijöistä. Kunkin tarkistuslistassa esitetyn asiakokonaisuuden kohdalla tulisi siis miettiä onko kuvattu tilanne mahdollinen tarkasteltavalla kattilalaitoksella tai esiintyykö laitoksella kuvatun tyyppinen tekninen ratkaisu, kytkentä, puute tms.

Tarkistuslistoille tyypillisen piirteen mukaisesti tarkistuslistat yleensäkään eivät ole kattavia luonteeltaan.

6 Hyvän vaaran arviointi -selvityksen ja sen laadintaprosessin tunnusmerkkejä

- Hankkeelle on nimetty laitokselta vastuuhenkilö riittävin resurssein ja valtuuksin. Prosessin läpivientiin varataan riittävästi aikaa.
- Hankitaan ulkopuolista asiantuntemusta jos katsotaan, että oma osaaminen ei riitä.
- Vaarojen ja niiden seurausten tunnistaminen, nykyisen varautumisen selvittäminen jne. tehdään ryhmätyönä mikäli mahdollista.
- Työryhmissä on edustettuna eri alojen (käyttö, kunnossapito, automaatio jne.) asiantuntemusta.
- Analyysityöskentelyyn osallistuville henkilöille selvitetään ennen analyysityön aloittamista vaaran arvioinnin taustaa sekä työskentelylle asetettuja tavoitteita ja vaatimuksia. Samoin selvitetään sitä miten työskentely tapahtuu (käytettävän analyysimenetelmän kuvaus).
- Analyysi-istunnoissa käytettävä taustamateriaali (toimintakuvaukset, lay-out –piirustukset, PI-kaaviot jne.) on päivitelty vastaamaan tarkasteluajankohdan mukaista tilannetta.
- Tarkastelun kohteen ja rajausten määrittely on tehty laitoksen ominaispiirteet huomioiden ja se on laadittu kirjalliseen muotoon.
- Analyysityöskentelyssä pidetään kiinni tarkastelun kohteen ja rajausten määrittelyistä. Niitä käytetään ohjaamaan analyysi-istunnoissa käytävää keskustelua.
- Analyysi-istuntojen puheenjohtaja pitää huolen siitä, että kaikki analyysiryhmän jäsenet pääsevät tuomaan julki omat näkemyksensä vaaratilanteisiin, niiden seurauksiin, nykyiseen varautumiseen jne. liittyvistä asioista.
- Analyysi-istunnoissa käytetään laitoksen hyvin tuntevaa ja työryhmän käyttämät termit ymmärtävää sihteeriä mikäli mahdollista.
- Analyysi-istunnot pidetään kohtuullisen mittaisina. Maksimi yhtämittainen kesto n. 2,5-3 tuntia. Päivää kohden analyysi-istuntojen maksimimäärä noin 5 tuntia.
- Analyysikokousten aikana käydyt keskustelut kirjoitetaan puhtaaksi mahdollisimman pian analyysi-istuntojen jälkeen.
- Analyysiryhmä kommentoi lomakkeet niiden puhtaaksikirjoituksen jälkeen. Kommentoijina voi toimia myös henkilöitä, jotka eivät osallistuneet varsinaisiin analyysi-istuntoihin. Vaikka vaaran arviointi -prosessia ei voitaisikaan toteuttaa ryhmätyöskentelynä (työvuorojärjestelyiden tms. vuoksi), niin vaaratilanteiden tunnistamisen tulokset eli analyysilomakkeet olisi silti hyvä antaa muiden työntekijöiden kommentoitavaksi ja täydennettäväksi.
- Varsinaisen vaaran arviointi -selvityksen kirjoittamiseen varataan riittävästi aikaa.
- Vaaran arviointi -selvitys muodostaa itsenäisen dokumentin. Sen ymmärtäminen sellaisenaan, ilman muita dokumentteja, tulisi olla mahdollista sellaiselle henkilölle, joka tuntee yleisellä tasolla kattilalaitoksen toimintaa, mutta ei ole asiantuntija juuri tarkasteltavan kattilalaitoksen osalta.
- Kattilalaitoksen käytönvalvoja ja laitoksen ylin johto varmentavat valmiin vaaran arviointi -selvityksen allekirjoituksillaan.
- Vaaran arviointi -selvityksen valmistumisen jälkeen pidetään tehdystä työstä ja sen tuloksista yleinen tiedotustilaisuus koko laitoksen henkilöstölle.
- Sovitaan esiin tulleiden toimenpide-ehdotusten jälkiseurannasta sekä vaaran arviointi -selvityksen päivitysmenettelystä ja aikataulusta.

Vetyhyökkäys

Jorma Kiimalainen

Kattilavuotojen valvonta ja ohjeistus

Timo Karjunen
PHD Consulting

KATTILAVUOTOJEN VALVONTA JA OHJEISTUS

Timo Karjunen
PHD Consulting
Hannunkuja 1
01400 Vantaa

Johdanto

Soodakattiloiden eräs ominaispiirre on kattilavuotoihin ja käyttöhäiriöihin liittyvä räjähdysriski. Viimeksi räjähdyksiä on tapahtunut liuottajassa vuonna 1995 Veitsiluoto Oy:n Kemin tehtaalla ja vuonna 1997 UPM:n Kaukaan tehtaalla; viimeisin tulipesäräjähdys puolestaan tapahtui vuonna 1992 Yhtyneiden Paperitehtaiden Tervasaaren tehtaalla. Suomen lähialueilla vakavia vahinkoja aiheuttaneita räjähdyksiä on myöskin tapahtunut taajaan. Vuonna 1998 räjähtivät kattilat Vallvikissa Ruotsissa ja Svetogorskissa Venäjällä. Viimeisin räjähdys tapahtui muutama kuukausi sitten Toftessa Norjassa.

Tapahtuneet räjähdykset herättivät Soodakattilayhdistyksessä ajatuksen selvittää tarkemmin räjähdysten syitä ja mahdollisia räjähdysmekanismeja. Selvitys tehtiin vuonna 1999 ja sen tulokset koottiin raportiksi, joka on julkaistu Soodakattilayhdistyksen raporttisarjassa (numero 7/99).

Selvityksen päätulos oli, että vesivuotojen aikana voi tapahtua sekä sulavesiräjähdyksiä että kaasuräjähdyksiä, mikäli olosuhteet ovat sopivat. Esimerkiksi Vallvikissa tapahtui ilmeisesti molemmat palavien kaasujen syttyessä ensin kattilan yläosassa käynnistäen muutamaa sekuntia myöhemmin sulavesiräjähdyksen tulipesän pohjalla. Aikaisempien räjähdyksien joukosta löytyi myös tapauksia, joissa sekä kuulo- ja näköhavaintojen että räjähdyksen aiheuttamien vaurioiden perusteella räjähdyksen aiheuttajana on ollut yksinomaan palavien kaasujen kerääntyminen tulipesään. Palavina kaasuina räjähdyksessä saattaa olla mustalipeän pyrolyysikaasut ja hiilimonoksidi. Pienessä mittakaavassa tehtyjen kokeiden tulosten perusteella räjähdykseen tulipesässä voi osallistua myös sulan ja veden reagoidessa vapautuva vety.

Tulipesään vuotaneen veden määrää ei yleensä tiedetä, mutta laskennallisesti voidaan arvioida, että tulipesän paineistamiseen kulmanaukeamisrajalla riittää räjähdys, jossa sulan kanssa kosketuksiin pääsevän veden määrä on suhteellisen pieni, luokkaa 100 kg.

Osana selvitystä tarkasteltiin mm. kattiloilla käytössä olleita ohjeita koskien vesivuotoihin varautumista. Kattiloiden käyttöohjeissa havaittiin tehtaiden välillä eroja ja ainakin osassa ohjeita voitiin tunnistaa selviä puutteitakin. Selvitys kattoi kuitenkin vain muutamia kattiloita, joten työtä päätettiin jatkaa laajentamalla tarkastelu kattamaan kaikki Suomessa käytössä olevat kattilat. Selvitykseen otettiin mukaan myös vuodonvalvontajärjestelmät, joita on kehitetty viimeisen kymmenen vuoden aikana useita. Tarkoituksena oli koota tiedot saatavilla olevista järjestelmistä ja arvioida niiden soveltuvuutta suomalaisille kattiloille.

Selvityksessä tarvittu aineisto koottiin tekemällä kysely suomalaisille kattiloiden käyttäjille sekä vuodonvalvontajärjestelmien toimittajille. Kyselyjä täydennettiin haastatteluin ja tehdaskäynnein. Ohjeiston ohella käyttäjille lähetetyssä kyselyssä selvitettiin tehtailla käytössä olevia vuodonvalvontajärjestelmiä, mittauksia, hälytyksiä ja suojauksia.

Kattilavuotojen valvonta

Tehtaille lähetetyssä kyselyssä kysyttiin mm. kuinka monta kiloa sekunnissa vuodon on oltava, jotta se havaitaan jonkin jatkuvatoimisen mittauksen perusteella. Vastauksissa nimettiin pienen vuodon tunnistukseen sopivana mittauksena useimmilla kattiloilla yksin syöttövesi- ja höyryvirtausten ero. Suurissa vuodoissa todettiin vuodon näkyvän myös tulipesän paineessa ja savukaasupuhaltimien kierrosluvussa. Ainoat poikkeukset olivat Oulu, jossa pienien, luokkaa 1 kg/s olevien vuotojen ilmoitettiin olevan havaittavissa jatkuvatoimisen kattilaveden fosfaattipitoisuuden seurannan perusteella, ja Rauma, jossa samaan erotustarkkuuteen arvioitiin pääsevän syvelinjan ja ekonomaiserin akustisilla mittauksilla.

Vaikka syöttövesi- ja höyryvirtauseron seurannan merkitys vuotojen valvonnassa on yleisesti tiedossa, tuli vastauksissa esille yllättävänkin suuria eroja tavassa, jolla syöttövesi- ja höyryvirtausten erotuksen seuranta on kattiloilla järjestetty. Useimmilla kattiloilla syöttövesi-höyryvirtauseroa voidaan seurata jatkuvasti sekä trendin että pistearvon perusteella.

Poikkeuksiakin kuitenkin löytyy. Kuudella kattilalla ei syöttövesi- ja höyryvirtausten ero ole lainkaan nähtävissä jatkuvasti, vaan ero joko lasketaan esim. kerran tunnissa tai vuorokaudessa tai se voidaan ainoastaan päätellä erikseen esitettyjä syöttövesi- ja höyryvirtauksia vertailemalla. 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.

Useimmilla kattiloilla on valvomossa esitettävät syöttövesi- ja höyryvirtaukset ja niiden erotus esitetty 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, arvioitiin 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 on käytössä sekä suodatettu mittaus että erotuksen laskenta, jo 1 - 2 kg/s suuruisenkin vuodon ilmoitetaan olevan tunnistettavissa.

Huolimatta syöttövesi- ja höyryvirtauseron seurannan tärkeydestä vuotojen valvonnassa on erotuksen perusteella laaditut hälytykset käytössä ainoastaan kahdeksassa kattilassa. Muutamat vastaajat mainitsivat myös hälytysrajan suuruuden, joka vaihteli 3.5 kg/s (Kemi) ja 10 kg/s (Imatra) välillä. Syve-eron perusteella laadittujen hälytysten käyttö keskittyy pääasiassa uusimpiin kattiloihin; hälytys on käytössä Heinolaa ja Joutsenoa lukuun ottamatta kaikissa 1990-luvulla tehdyissä kattiloissa.

Yhdessäkään kyselyyn saadussa vastauksessa ei nimetty kattilaveden pH:n tai johtokyvyn seurantaa kattilavuotojen valvonnassa käytettynä keinona, vaikka esim. Pohjois-Amerikan soodakattilayhdistyksen vaurioraporteissa on joskus mainittu vuoto havaitun pH:n tai johtokyvyn laskun perusteella. Kattilaveden laadun seurannan soveltuvuutta vuotojen valvontaan kokeiltiin selvityksen laadinnan aikana Kotkan, Oulun ja Rauman tehtailla. Koe tehtiin kullakin kattilalla niin, että vuotoa höyrystimessä simuloitiin kasvat-

tamalla ulospuhallusta ja seuraamalla, kuin nopeasti näin aikaansaatu ”vuoto” on tunnistettavissa kattilaveden pH:n, johtokyvyn tai fosfaatti- tai silikaattipitoisuuden alenemisena. Koetulosten mukaan ulospuhalluksen kasvattamiseen reagoivat herkiten johtokyky ja fosfaatti- ja silikaattipitoisuudet, kun taas muutokset pH:ssa olivat huomattavasti vähäisempiä. Johtokyky ja fosfaatti- ja silikaattipitoisuudet lähtivät laskuun heti ulospuhalluksen lisäyksen jälkeen laskunopeuden ollessa sitä suurempi, mitä enemmän ulospuhallusta lisättiin (suhteessa syöttövesivirtaukseen). Tulosten perusteella jo suhteellisen pienetkin, alle 1 kg/s suuruiset vuodot voivat saada aikaan havaittavissa olevan muutokset kattilaveden johtokyvyssä ja fosfaatti- ja silikaattipitoisuuksissa 6 - 12 tunnin kuluessa. Muutokset saattavat kuitenkin jäädä varsinkin alkuvaiheessa helposti havaitsematta tai niiden syyksi voidaan olettaa muutoksia syöttöveden laadussa tai kemikaalien syötössä, joten sen varmistaminen, että käyttöhenkilökunta todella havaitsee muutokset ja tulkitsee ne oikein, edellyttää automaattisen hälytyksen käyttöönottoa.

Nyt tehdyissä kokeissa simuloitiin vuotoa lieriöstä otettavaa ulospuhallusta kasvattamalla, jolloin kattilasta poistuneessa vedessä olleiden kemikaalien pitoisuus oli korkein mahdollinen. Tämän seurauksena kokeet mahdollisesti yliarvioivat kattilaveden laimenemisnopeuden. Kun johtokyvyn tai fosfaatti- tai silikaattipitoisuuden seuranta otetaan käyttöön vuodonvalvontakeinona, on esim. hälytysrajojen laadinnan yhteydessä syytä toistaa em. kokeet niin, että lieriöstä otettavan ulospuhalluksen sijasta vuotovirtaus otetaan kattilasta esim. pohjan tyhjennyslinjan tai alaslaskuputkien yhteiden kautta. Samaista menettelyä voidaan käyttää sitten myöhemminkin testattaessa mittausten ja hälytysten toimintakuntoa määräajoin. Sen lisäksi, että määräaikaiskoestuksella varmistetaan tekniikan toiminta voidaan samalla ylläpitää käyttöhenkilökunnan valmiuksia järjestelmän käyttöön ja sen tuottamien hälytysten tulkintaan.

BLRBAC:n piirissä on keskusteltu mahdollisuudesta havaita tulipesään suuntautuvat kattilavuodot TRS:n pitoisuuden kasvusta savukaasuissa. Suomessa asiaan ei tiettävästi ole kiinnitetty huomiota eikä mainintoja TRS:n pitoisuuden mahdollisista muutoksista kattilavuotojen aikana löydy vaurioraporteista, joten selvityksessä ei voitu arvioida esitetyn menetelmän toimivuutta. Sen selvittäminen, voidaanko TRS-pitoisuutta todella käyttää vuotojen tunnistukseen, edellyttäisi vaurioraportoinnin muuttamista niin, että vuodoissa, joissa vettä tiedetään päässeen tulipesään, raportoitaisiin myös TRS-pitoisuudet savukaasuissa ennen ja jälkeen vuodon.

Erityisesti suurissa vuodoissa, joissa kattilan tuuletus häiriintyy automaatiojärjestelmän vikatoimintojen, puhaltimien pysähtymisen tai muun syyn takia, on olemassa vaara, että tulipesän yläosaan kerääntyy palavia kaasuja, jotka vedon palautuessa tai höyryn lauhtuessa syttyvät äkillisesti palamaan aiheuttaen räjähdyksen. Sen selvittämiseksi, miten tällaiset tilanteet voidaan tunnistaa, koski yksi osa kyselystä kattiloilla käytössä olevia mittauksia, joiden avulla valvotaan palavien kaasujen pitoisuutta tulipesässä. Vastausten perusteella käytössä ovat häkäkaasu-, TRS- ja happipitoisuuden mittaukset, jotka periaatteessa ovat riittävät (mahdollisesti vetymittauksella täydennettynä) paloriskin määrittämiseen. Soodakattilayhdistyksen automaatiotyöryhmän toimesta tehdyn selvityksen perusteella analysaattoreiden mittausalueen yläraja häkäkaasulle ja TRS:lle on kuitenkin suhteellisen matala, korkeintaan 1000 ppm, joten savukaasumittausten perusteella ei voida varmuudella tunnistaa tilanteita, joissa palavien kaasujen pitoisuus tulipesässä on noussut vaarallisen korkeaksi[1].

Palavien kaasujen kerääntymisen aiheuttamien vaaratilanteiden tunnistaminen edellyttäisi, että käytössä on mittaukset, joilla palavien kaasujen pitoisuudet savukaasuissa voidaan analysoida muutamaan prosenttiin saakka. Ainakin häkäkaasulle tällaisia analysaattoreita on saatavilla likimain samaan hintaan kuin nyt käytössä olevat.

Suurissa kattilavuodoissa kattilan automaatiojärjestelmä tuottaa helposti niin paljon hälytyksiä, että häiriön syytä on niiden perusteella mahdotonta päätellä[2]. Syy on helpoiten selvitettävissä tärkeimpien mittausten trendien avulla, erityisesti jos ko. trendit on esitetty valvomossa niin, että niiden vertailu on helppoa. Suurten kattilavuotojen osalta tällaisia mittauksia ovat mm. lieriön pinta, syöttövesi- ja höyryvirtausero, kattilaveden johtokyky, tulipesän paine ja savukaasupuhaltimien kierrosluku. Jo näiden mittausten perusteella saattaa olla esim. pääteltävissä, onko kyseessä vuoto ekonomaiserissa, höyrystimessä vai tulistimessa.

---

[1] Tämä havaittiin myös Vallvikin onnettomuuden aikana. Vuodon alettua nousi happipitoisuus savukaasuissa yli 5 %:in samalla kun hiilimonoksidin pitoisuus ylitti mittausalueen ylärajan 1000 ppm. Tulipesässä on vapautunut vuodon aikana myös mm. vetyä sulan ja veden välisten reaktioiden tuloksena, joten palavien kaasujen pitoisuus kuivassa kaasussa on saattanut olla hyvinkin korkea.

[2] Vallvikissa valvomoon tulostui ensimmäisen 15 minuutin aikana 432 hälytystä.

Uudet vuodonvalvontajärjestelmät

Sekä Suomessa että Pohjois-Amerikassa on kehitetty ja otettu käyttöön 1990-luvun aikana vuodonvalvontajärjestelmiä, joista alkaa olla sen verran käyttökokemuksia, että järjestelmien toimintakykyä voidaan niiden perusteella arvioida. Suomessa käytössä on pelkästään akustisen emission seurantaan perustuvia järjestelmiä, joiden kehittäjänä ja toimittajana on ollut Acutest Oy. Acutestin toimittamia järjestelmiä on tällä hetkellä käytössä kahdeksassa kattilassa Suomessa ja viidessä kattilassa Suomen ulkopuolella.

Myös Pohjois-Amerikassa yleisimmin käytetyt vuodonvalvontajärjestelmät ovat akustisen emission seurantaan perustuvia. Tällaisten järjestelmien toimittajille Yhdysvaltoihin lähetettyyn kyselyyn vastasi ainoastaan Triple 5 Industries, jonka toimittamia järjestelmiä on käytössä kolmellatoista tehtaalla ja ilmeisesti kuudessatoista kattilassa.

Pohjois-Amerikassa on käytössä myös syöttövesi- ja höyryvirtauseron ja kattilaveden kemikaalipitoisuuksien seurantaan perustuvia järjestelmiä, jollaisia ovat toimittaneet Alert, Hercules ja Nalco. Alertin järjestelmä (Recovery Boiler Advisor eli Soodakattilaneuvoja) on käytössä kymmenessä kattilassa. Herculeksen LeakTrac-järjestelmää käytetään puolestaan kolmessa kattilassa ja Nalcon RBLI-järjestelmää kuudessa kattilassa.

Pohjois-Amerikassa on käytössä noin 280 soodakattilaa, joten em. toimittajien järjestelmät ovat käytössä ainoastaan hieman yli 10 % kattiloista. Vaikka siis lukumäärällisesti järjestelmiä on Pohjois-Amerikassa käytössä enemmän, on järjestelmien käyttö Suomessa huomattavasti yleisempää.

Pohjoisamerikkalaisten järjestelmien toimittajilta pyydettiin tietoja mm. kattiloissa olleista vuodoista. Saatujen vastausten perusteella kokemuksia on edelleenkin vähän erityisesti vuodoista höyrystimessä. Esim. Herculeksen järjestelmää käyttävillä kattiloilla ei ole ollut yhtään vuotoa höyrystimessä. Ko. kattiloilla on ollut vuoto esim. ekonomaiserissa, joka havaittiin järjestelmän syöttövesi- ja höyryvirtausten seurannan perusteella vuodon ollessa noin 0.4 kg/s.

Alertin ja Nalcon ilmoituksen mukaan ko. toimittajien järjestelmiä käyttävillä kattiloilla on ollut yksi vuoto höyrystimessä, joka on havaittu järjestelmän avulla. Alertin järjestel-

män havaitsema vuoto oli 2.6 m pohjan yläpuolella tulipesän seinäputkessa, jossa oli pistemäinen särö halkaisijaltaan noin 3 mm. Järjestelmä hälytti vuodosta ensimmäisen kerran, kun syöttövesi-höyryvirtausero kasvoi 0.25 kg/s verran. Myös Nalcon järjestelmän havaitsema vuoto oli seinäputkessa. Vuoto aiheutui noin 3 cm pitkästä säröstä. Järjestelmän tulosteiden perusteella vuotoa epäiltiin ensimmäisen kerran, kun vuodon koko oli alle 0.2 kg/s. Vuotoa pyrittiin paikantamaan kattilahuoneesta käsin, mutta huonolla menestyksellä.

Alertin, Herculeksen ja Nalcon järjestelmien toiminta voidaan periaatteessa koestaa käytön aikana esim. laskemalla vettä kattilasta ulos pohjan vesityslinjan tai alaslaskuputkiyhteiden kautta. Näin on testattu kuitenkin ainoastaan Herculeksen järjestelmä. Testien perusteella järjestelmän esitetään erottavan höyrystinvuodot, jotka ovat suuruudeltaan vähintään 0.25 kg/s.

Nalcon järjestelmä on testattu simuloimalla vuotoa ulospuhallusta kasvattamalla. Tällä tavoin on voitu todeta höyrystimessä olevan vuodon olevan tunnistettavissa, kun vuodon koko ylittää 0.13 kg/s. Nalcon järjestelmä on saanut Factory Mutual Globalvakuutusyhtiön sertifikaatin erotustarkkuudelle 0.3 kg/s.

Alertin järjestelmää on testattu simuloimalla vuotoa laskennallisesti niin, että todelliseen mittausdataan on lisätty vuotoa kuvaava osuus. Analyysien perusteella Alert ilmoittaa järjestelmän erotustarkkuudeksi 0.15 - 0.5 % syöttövesivirtauksesta, mikä esim. Raumalla tarkoittaisi, että järjestelmä tunnistaisi vuodot, joiden koko on vähintään 0.6 kg/s.

Vaikka akustisen emission seurantaan perustuvia järjestelmiä on käytössä jo yhteensä lähemmän 30:ssä kattilassa, on käyttökokemuksia erityisesti höyrystinalueen vuodoista niukasti. Triple 5:n toimittamassa aineistossa tällaisia vuototapauksia oli esitetty ainoastaan kaksi, eikä Acutestin järjestelmiä käyttävillä kattiloillakaan ole ollut yhtään tulipesän vuotoa, joka olisi ollut Acutestin järjestelmällä kuultavissa. Lähinnä relevantit käyttökokemukset Acutestin järjestelmästä on saatu kattilahuoneeseen olleesta seinäputkivuodosta Kotkassa, joka oli tosin pohjan antureiden kuuntelualueen ulkopuolella, mutta silti antureilla havaittavissa, ja Enocellin keittopinnan vuodoista, joissa vuoto oli Acutestin antureilla havaittavissa hyvin selvästi. Sen sijaan Kaskisen pohjavuodon syntyminen, joka havaittiin seisokin jälkeisessä vesitäytössä, ei ollut pohjan antureilla havaittavissa. On

mahdollista, että vuodon aiheuttanut vaurio on syntynyt seisokin aikana, jolloin Acutestin järjestelmä ei ole ollut käytössä, joten tapauksen perusteella ei voida tehdä varmoja johtopäätöksiä Acutestin järjestelmän kyvystä erottaa pohjavuotoja.

Akustisen emission seurantaan perustuvien järjestelmien toiminta ja vuodontunnistuskyky voitaisiin testata pohjan antureiden osalta esim. tekemällä kattilaan vuoto pohjan tyhjennyslinjan kautta, mutta näin ei ole tiettävästi yhdelläkään kattilalla menetelty.

Alertin, Herculeksen ja Nalcon järjestelmien valvonta-alue kattaa periaatteessa koko kattilan, mutta niiden perusteella voidaan erottaa ainoastaan, onko vuoto ekonomaiserissa, höyrystimessä vai tulistimissa. Vuodon tarkempi paikannus esim. tulipesän alaosaan tai keittoputkistoon edellyttää akustisen emission seurantaan perustuvien järjestelmien käyttöä, erityisesti kun vuodot halutaan havaita mahdollisimman varhain ja ilman, että vuodon aikana tarvitsee työskennellä kattilahuoneessa.

Nykyisellään, kun tällaisia järjestelmiä, joilla vuoto tulipesän putkissa tai keittoputkistossa voitaisiin havaita ja paikantaa valvomosta käsin, ei ole käytössä, kattilan mittausten perusteella havaittu vuoto pyritään paikantamaan kattilahuoneessa työskennellen. Näin meneteltiin esimerkiksi molemmissa vuoden 2000 aikana tapahtuneissa suurissa höyrystinvuodoissa, jotka tapahtuivat Heinolassa ja Kaskisissa. Onneksi kummassakaan tapauksessa ei vuodosta aiheutunut räjähdystä, joten henkilövahingoilta vältyttiin[3].

Kattilavuotojen ohjeistus

Tehtailla lähetetystä kyselystä oli varattu osa ohjeistusta ja henkilökunnan koulutusta koskeville kysymyksille. Ohjeita koskevissa kysymyksissä vastaajaa pyydettiin rastittamaan kyllä tai ei joko sen mukaan, miten ko. asiat on esitetty ohjeissa tai, jos ohjeita ei ollut käytettävissä, oma arvio siitä, miten ko. asia tulisi olla ohjeissa. Yhteenveto kyselyn tuloksista on esitetty taulukossa 1.

[3] Heinolassa vuoto oli keittoputkistossa eikä tulipesään vuotanut vettä. Kaskisissa sen sijaan vuoto oli verhoputkessa ja vettä pääsi sulan joukkoon. Vuodosta selvittiin - ilmeisesti hyvällä onnelle - kuitenkin ilman räjähdystä.

Taulukko 1. *Yhteenveto kattiloita koskevista vastauksista.(Ei tiedossa = vastaus puuttuu tai asiaa ei ole kuvattu ohjeissa).*

	Kysymykset	**Kyllä**	**Ei**	**Ei tiedossa**
1	Onko kattilavuodoista kirjalliset ohjeet ?	17	5	0
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	Kehoitetaanko savukaasupitoisuuksien seurantaan ?	6	14	2
14	Ohjataanko toimiin jos pitoisuudet ovat korkeita ?	2	18	2
15	Onko vaaralliset pitoisuudet kuvattu ?	1	19	2

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.

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. Esimerkki Tampellan ohjeista uudemmilla kattiloilla on esitetty taulukossa 2. Ohjeet ovat lähes identtiset vastaavien Alhströmin ohjeiden kanssa.

Taulukko 2*. Vuotoja koskeva käyttöohje (KÄO 23/SK6) Imatran Sellun kattilalla (valmistaja Tampella)*

Häiriö	Oire	Toimenpiteet
Vuoto syöttö-vesilinjassa	Vuoto näkyy	Ota varalinja käyttöön, jos mahdollista.
Vuoto syöttöveden esilämmittimessä (epäilty tai todettu)	Häiriöitä tulipesän vedossa Vuotoääni Syöttövesi/höyryvirtausten 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 suihkuaa 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/höyryvirtausten epäsuhta	Aina: a) käynnistä pikapysäytys b) neuvottele jatkotoimista esimiehen kanssa c) käynnistä pikatyhjennys
Tulistinvuoto	Vetohäiriöitä Vuotoääni Syöttövesi/höyryvirtausten 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/höyryvirtausten epäsuhta	a) ota yhteyttä esimieheen vuodon paikan pikaiseksi löytämiseksi b) tehosta veden syötön ja kaasunpuoleisten ilmiöiden tarkkailua c) vuotopaikasta ja suuruudesta riippuen aloita alasajo

Taulukossa 2 esitetyt ohjeet ovat luonteeltaan kuvailevat, niissä ei ole esitetty mitään määrällisiä kriteerejä esim. syve-eron tai vetohäiriöiden suuruudelle, jotka edellyttävät tiettyjä toimenpiteitä. Tästä huolimatta ohjeissa puhutaan ”pienistä” ja ”suurista” vuodoista. Kysyttäessä tehtailta, onko ohjeessa kuvattu tarkasti, mitä tarkoittaa suuri vuoto ja onko nimetty mittaus, jonka perusteella suuri vuoto tunnistetaan, ainoastaan kolmasosa vastasi myöntyvästi. Käytettävissä olleiden ohjeiden perusteella niissäkin tapauksissa, joissa suuri vuoto ilmoitettiin kuvatun 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.

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. Ahlströmin ohjeissa on huomioitu myös nämä tilanteet, joita varten on esitetty omat toimintaohjeensa. Nämä ohjeet on esitetty vuotojen osalta taulukossa 3.

Periaatteessa taulukossa 3 esitetty lähestymistapa vastaa yleisesti teollisuudessa käytettyä tapaa hätätilanteiden ohjeistuksessa. Häiriö on kuvattu sellaisena kuin se näyttäytyy käyttöhenkilökunnalle ja ensioireiden jälkeen ohjeessa edetään häiriön tunnistukseen ja korjaaviin toimenpiteisiin. Ohje on kuitenkin puutteellinen sikäli, että se ei kata kaikkia tärkeitä toimintoja. Esimerkiksi syvehäviön hälytyksen jälkeen ei ole esitetty toimenpiteitä, joilla varmistetaan, ettei hälytyksen syynä ole esim. virtausmittausvika. Ohjeessa ei ole kuvattu myöskään toimenpiteitä, joilla varmistetaan, että kyseessä ei ole vuoto höyrystimessä ennen kattilahuoneeseen menemistä[4]. Ohjeesta puuttuu myös kuvaus siitä, miten vuodon koko vaikuttaa korjaaviin toimenpiteisiin; esimerkiksi suurissa vuodoissa voitaisiin pikapysäytys tehdä ilman että vuodon paikka varmistetaan kattilahuoneesta käsin, jos tulipesän paineen tai savukaasupuhaltimien kierroslukujen muutosten perusteella vuoto voidaan paikantaa tulipesän puolelle. Yhdessäkään käytössä olleessa ohjeessa ei oltu huomioitu myöskään Acutestin järjestelmän tarjoamia mahdollisuuksia vuotojen paikannukseen.

Vuodonpaikannukseen liittyvien työturvallisuusriskien vuoksi kysyttiin kyselyssä myös tapaa, jolla työskentely kattilahuoneessa on rajoitettu vuototilanteissa.

Taulukko 3*. Käyttöohjeessa esitetyt, vuotoja koskevat käyttöhäiriöohjeet Kaukaan tehtaan kattilalla (valmistaja Ahlström).*

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

[4] Tällaisia toimenpiteitä voivat olla esim. kattilaveden johtokyvyn ja lieriön pinnan tarkistus: jos johtokyky laskee, on vuoto luultavasti höyrystimessä, ja jos lieriön pinta pyrkii nousemaan, on vuoto mahdollisesti tulistimessa.

Mahdoton pitää lieriön pintaa	Suurempi putkivuoto. Putkimurtuma, joka johtuu alhaisesta lieriön pinnasta, tukkeutuneesta putkesta tai lämpöpintojen eroosiosta.	Harkittava heti pikapysäytystä ja pikatyhjennystä.
Syöttövesihäviö kasvaa - toteaminen syve-häviön hälytyksestä	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 aukolle b) Vesivuoto tulipesän putkessa	a) Pidä aukot puhtaana käsilanssilla tai paineilmalla. Vältä kosketusta kattilaputkiin. Lisää primääri-ilmamäärää käsisäätöpellillä. 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.

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 (taulukko 3) kehotetaan paikallistamaan vuoto, jos syve-eron havaitaan kasvavan. Paikallistamista ei ole ohjeitettu, joten käytännössä se tehdään yleisimmin kattilahuonesta käsin altistuen samalla mahdolliselle räjähdykselle.

Kaasuräjähdyksien huomiointi ohjeistuksessa

Vaikka osaa vesivuotojen aikana tapahtuneista räjähdyksistä voidaan hyvällä syyllä epäillä kaasuräjähdyksiksi, ei kaasuräjähdyksien mahdollisuuteen ole yleensä kiinnitetty erityistä huomiota. Esimerkiksi KLTK:n suojeluohjeessa kuvataan lipeän poltosta syntyvien kaasujen räjähdyksen 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 sekä Tervasaaressa 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 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 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.

Viimeisimmäksi kysyttiin, onko ohjeessa kuvattu, milloin palokaasujen ja hapen pitoisuudet ovat vaarallisen korkeita. Tarkoitus oli selvittää, onko ohjeissa esitetty pitoisuudet, joissa operaattorin täytyy ryhtyä toimenpiteisiin räjähdyksen ehkäisemiseksi. Vastausten mukaan vaarallisia palavien kaasujen tai hapen pitoisuuksia ei ole määritetty yhdenkään

kattilan käyttöohjeissa; tärkeänä asiaa piti ainoastaan Tervasaari, jossa vuoden 1992 räjähdys oli ilmeisesti parhaiten muistissa.

Yhteenvetona voidaan sanoa, että kattiloiden käyttöohjeissa ei ole huomioitu kaasuräjähdysten mahdollisuutta käytännössä lainkaan, koska merkittävimmät osat - vaaran tunnistus korkeiden pitoisuuksien perusteella ja ennalta suunnitellut korjaavat toimenpiteet - puuttuvat kokonaan. Toisaalta nykyisten savukaasuanalysaattoreiden mittausalue on tarkoitukseen riittämätön, joten myöskin mahdollisuudet vaarallisten olosuhteiden tunnistukseen ovat tällä hetkellä rajalliset.

Käyttöhenkilökunnan koulutus

Tehtaille lähetettyyn kyselyyn sisällytettiin kaksi kysymystä liittyen henkilökunnan koulutukseen 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 pitkällinen työkokemus. Toisaalta lyhyen kertauskoulutusvälin puolesta puhuu se, että erityisesti harvinaisten häiriöiden, jollaisia kattilavuodot ovat, hallinnan käytännöt unohtuvat helposti, koska niitä ei käytännössä toteuteta juuri koskaan. Vaarana tällöin on, että ensivaiheessa kaikki korjaavat toimenpiteet jäävät tekemättä. Suurin osa kattilaräjähdyksistä tapahtuu alle puolen tunnin kuluessa vuodon synnystä, joten aikaa korjaavien toimenpiteiden tekemiselle on kuitenkin useimmissa tapauksissa käytettävissä 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.

Suositukset

Selvityksessä annettiin seuraavat suositukset koskien käytäntöjä, joilla voidaan tehostaa kattilavuotojen ehkäisyä ja niihin varautumista:

1. Valvomossa tuodaan näytölle aikakeskiarvoistettu vesi- ja höyryvirtausten erotuksen pistearvo ja vuorokausitrendi.
2. Syve-eron kasvulle ja kattilaveden johtokyvyn laskulle laaditaan hälytykset.
3. 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.
4. Käyttöhenkilöstölle järjestetään kahden - kolmen vuoden välein kertauskoulutus, jossa käydään läpi edellisen koulutuksen jälkeen tapahtuneet kattilavuodot ja räjähdykset ja arvioidaan tarve järjestelmä- ja ohjeistomuutoksiin omalla kattilalla.
5. Vaurioraporteissa esitetään kattilavuotojen yhteydessä relevanttien mittausten tulokset. Relevantteja mittauksia voivat olla esim. syve-ero, kattilaveden johtokyky ja kemikaalipitoisuudet sekä savukaasun TRS-pitoisuus.
6. Kattilavuotojen valvonnassa käytettyjen mittausten trendit kootaan yhteen tai kahteen kuvaan valvomon näytöllä.
7. Kattiloilla otetaan käyttöön kattilaveden kemikaalipitoisuuden ja akustisen emission valvontaan perustuvat järjestelmät, joiden avulla voidaan tunnistaa ja paikantaa jo suhteellisen pienetkin höyrystinvuodot ja erotella, onko vuoto keittoputkistossa vai muussa osassa höyrystintä. Järjestelmät koestetaan määräajoin esim. pohjan tyhjennyslinjaan yhdistetyn ulospuhalluslinjan avulla. Niin kauan kun em. järjestelmiä ei ole käytössä, pikapysäytys automatisoidaan tilanteissa, joissa syöttövesi- ja höyryvirtausten ero kasvaa riittävän pitkäksi aikaa suojausrajaa (useita kiloja sekunnissa) suuremmaksi.
8. Kattilan käytön valvonnassa otetaan käyttöön mittaus, jolla voidaan tunnistaa tilanteet, joissa palavien kaasujen pitoisuus savukaasuissa on vaarallisen korkea (useita prosentteja).

Hajukaasujen poltto- ja keräilyohjeen kartoitus

Sebastian Kankkonen
Jaakko Pöyry Oy

Hajukaasujen poltto-ohjeen kartoitus

Esitys konemestaripäivillä Äänekoskella
25.1.2001

Sebastian Kankkonen

Ohjeen tarve

- Onko jo myöhäistä?
- Laimeita hajukaasuja poltettu soodakattilassa pitkään
- Väkevien hajukaasujen poltto yleistynyt 1990-luvulla
- Ruotsissa ja Pohjois-Amerikassa on jo ohje vaikka hajukaasuja ei polteta yhtä yleisesti

Nykyinen lainsäädäntö ja ohjeistus

- Suomen lainsäädäntö
  - Kemikaalilaki (744/1989, muutos 57/1999)
  - Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä (59/1999, korvaa entisen asetuksen 682/1990)
  - Hajukaasujen luokittelu päätöksen 1027/1996 mukaisesti
- Eurooppalaiset standardit
  - Räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu EN60079-10 vuodelta 1956
  - Paineastiadirektiivi prEN 12952-8 Annex A.3.3.

Olemassa olevat ohjeet

- Sodahuskommittén, Ruotsi
- Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee (BLRBAC)
- Metsäteollisuudella omia ohjeita
  - Eräillä tehtailla omia ohjeita
  - Konsernitasolla ainakin International Paper (USA)

Hajukaasun keräilyn ja polton riskitilanteita

- Räjähdysvaarat hajukaasulinjoissa
  - Oy Metsä-Botnia Oy, Kemi 29.12.1998
- Korroosio-ongelmat
- Hajukaasujen karkaaminen soodakattilarakennukseen
  - Varkaudessa 1980-luvun alussa
- Tiivistyneen veden joutuminen tulipesään
  - Klabinin tapaus Brasiliassa 10.10.1998

Lopullisen ohjeen avoimia kysymyksiä

- Ohjeen laajuus
  - Mitkä asiat tulisi käsitellä
- Ohjeen henki
  - Kerrotaanko yksityskohtaisesti miten tulisi toimia?
  - Annetaanko käyttäjän päättää itse?
- Juridinen asema

25.01.2001
Sebastian Kankkonen

KARTOITUS HAJUKAASUJEN POLTTO-OHJEEN LAATIMISTA VARTEN

1 YLEISTÄ

Suomen Soodakattilayhdistyksen jäsenistö on kaivannut selkeää kannanottoa sellutehtaan hajukaasujen keräilyyn ja polttoon. Taustana on huoli turvallisuudesta ja kokonaisprosessin toimivuudesta.

Kartoituksessa selvitetään hajukaasujen polttoon ja keräilyyn liittyvä voimassa oleva lainsäädäntö, olemassa olevat ohjeet, Suomen sellutehtaiden nykyinen tilanne ja mahdolliset vahinkotapaukset. Kartoituksen tarkoituksena ei ole antaa teknisiä ratkaisuehdotuksia.

Selvitys valmistuu keväällä 2001 ja sen tuloksista ja nykyisen lainsäädännön ja ohjeiden pohjalta laaditaan yhteenveto, joka esitetään raportin muodossa vuoden 2001 kuluessa.

2 NYKYINEN LAINSÄÄDÄNTÖ JA OHJEISTUS

2.1 Suomen lainsäädäntö

Tärkeimmät hajukaasujen käsittelyä koskevat kotimaiset lait ja asetukset ovat:

- Kemikaalilaki (744/1989, muutoksineen 57/1999)
- Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä (59/1999, korvaa entisen asetuksen 682/1990)

Kemikaalilaki määrittelee vaaralliset kaasut ja vaatii hajukaasun poltolle turvallisuustarkastelun. Kemikaalilaki ja asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä antavat teknisiä laitevaatimuksia ja määräävät käytännössä esimerkiksi miten putket luokitellaan, miten määräaikaistarkastuksia suoritetaan ja että hajukaasut on siirrettävä ejektorilla eikä esimerkiksi puhaltimella. Hajukaasujen erillispoltto rakennetaan käytännössä yleensä maakaasun vaatimusten mukaan, joka asettaa mm. venttiileille ja huuhtelulle tarkat vaatimukset.

Viranomaiset luokittelevat hajukaasut Sosiaali- ja Terveysministeriön päätöksen 1027/1996 mukaisesti. Tämä päätös on EU-direktiivin mukainen, eikä viranomainen luokittele hajukaasuja erikseen laimeisiin ja väkeviin hajukaasuihin niin kuin selluteollisuudessa yleensä. Sosiaali- ja terveysministeriön päätös kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä (979/1997) antaa kaavan syttyvyyden määrittämiselle. Laimeat hajukaasut luokitellaan haitallisiksi kaasuiksi muttei räjähtäviksi kaasuiksi.

Lisäksi räjähdysvaarallisten tilojen luokittelusta annetaan ohjeet standardissa EN 60079-10: 1956, joka on käännetty suomeksi ja julkaistu SFS-käsikirjana numero 59 (4. painos 1998). Väkeville hajukaasuille sovelletaan räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokista. Tilaluokat ja niiden vaikutusalueet määritellään vuotokohteille. Tilaluokan vaikutusalueelle tulevat laitteistot rakennetaan luokituksen mukaisin komponentein. Luokka 1 tarkoittaa, että räjähtävää kaasua esiintyy satunnaisesti ja luokka 2 tarkoittaa että kaasua ei odoteta esiintyvän kyseisellä alueella normaalikäytön aikana.

2.2 Eurooppalaiset standardit

Valmistumassa oleva eurooppalainen paineastioita käsittelevä standardi (prEN 12952-8, Annex A.3.3.) asettaa hajukaasujen poltolle soodakattilassa tiettyjä rajoituksia. Väkeviä hajukaasuja saa polttaa soodakattilassa, mikäli höyrynkehitys mustalipeällä on vähintään 50 % kattilan nimelliskuormasta.

Lisäksi standardi vaatii, että varotoimenpiteisiin ryhdytään, jottei vesiliuoksia joutuisi tulipesään kaasujen tai polttoaineen mukana, tai että väkeviä hajukaasuja joutuisi kattilarakennukseen. Laimeita hajukaasuja tämä ei edellä mainittu koske.

Kaikkiin hajukaasulinjoihin on asennettava sulkuventtiili.

2.3 Olemassa olevat ohjeet

Ruotsin Sodahuskommittén ja Amerikkalainen BLRBAC ovat tehneet ohjeita hajukaasujen käsittelystä ja poltosta. BLRBAC:in ohjeet ovat hyvin seikkaperäisiä ja antavat tarkkoja teknisiä kuvauksia ratkaisuista.

2.3.1 Sodahuskommittén

Sodahuskommittén on julkaissut syyskuussa 1997 tiedotteen ”Meddelande från Sodahuskommittén B16” väkevien hajukaasujen, metanolin ja tärpätin keräily-, polttolaitteistojen ja turvallisuusjärjestelmien suuntaviivoista.

Tiedotteessa kuvataan ja kerrotaan edellytykset mm. väkevien hajukaasujen, metanolin ja tärpätin poltolle soodakattilassa, sen keräily-, poltto- ja turvallisuusjärjestelmät, lukitukset, tarkastukset ja huolto. Lisäksi tiedotteessa paneudutaan myös henkilöturvallisuuskysymyksiin.

Ruotsin tehtaista vain Skutskär ja Mörrum polttavat väkeviä hajukaasuja soodakattilassa. Lisäksi Skutskärissä ohjeesta poiketen metanoli ja tärpätti sekoitetaan ja poltetaan yhdessä.

2.3.2 BLRBAC

BLRBAC on tehnyt ohjeen vaaratilainteiden minimoimiseksi nimeltä ”Recommended good practice for the thermal oxidation of waste streams in a black liquor recovery boiler”. (Vapaasti suomennettu: suositeltava hyvä tapa jätevirtojen polttamiseksi soodakattilassa)

BLRBAC ei rohkaise jäseniään polttamaan hajukaasuja soodakattilassa. Ohjeessa luetellaan palavat hajukaasut ja määritellään niiden räjähdysrajat. Lisäksi ohje kertoo, mistä hajukaasuja kerätään ja miten niitä voidaan hävittää. Ohje antaa ehdot esim. siitä, millä mustalipeän kuiva-ainepitoisuudella hajukaasuja voidaan turvallisesti polttaa. Metanolin ja tärpätin poltosta BLRBAC sanoo sen lisäävän riskejä.

Ongelmatilanteissa, eli käytännössä kun suoritetaan pikapysäytys eli Emergency Shutdown Procedure (ESP), on hajukaasut välittömästi johdettava soodakattilasta muualle muun polttoaineen tavoin.

Ohje varoittaa myös hajukaasujen myrkyllisyydestä ja niiden aiheuttamasta korroosiovaarasta, vaikkei hajukaasujen poltosta olekaan todistetusti havaittu korroosiota paineastialle. Ohje on hyvin kattava, se sisältää myös logiikkaehtoja ja esimerkkejä poltto- ja keräilyjärjestelmien PI- ja lukituskaavioista.

Pohjois-Amerikassa hajukaasuja poltetaan 17 tehtaassa. 14 tehtaassa (näistä 3 suunnitteilla) poltetaan laimeita hajukaasuja, neljässä (joista yksi suunnitteilla ja yksi varalla) myös väkeviä hajukaasuja. Yhdessä tehtaassa poltetaan tärpättiä.

3 YHTEENVETO

Väkevien hajukaasujen poltto soodakattilassa on tullut 1990-luvulla vasta voimakkaasti kuvioihin, laimeita hajukaasuja on poltettu soodakattilassa jo aiemmin.

Laimeiden hajukaasujen poltossa on ilmennyt joitain ongelmia ja väkevien hajukaasun poltolla on omat riskinsä, mikä on herättänyt tarpeen ohjeelle. Ruotsissa ja Pohjois-Amerikassa ohje on jo olemassa vaikka väkevien hajukaasujen poltto on siellä huomattavasti harvinaisempaa kuin Suomessa. Hajukaasujen poltolle on olemassa eri koulukuntia, mikä on herättänyt hämmennystä ja paljon keskustelua aiheesta.

Soodakattila on ohjeistettu monin eri tavoin. Hajukaasujen poltto soodakattilassa vaatii oman ohjeensa, jotta hajukaasujen hävitys voidaan tehdä soodakattilassa turvallisesti.

Lainsäädäntö ei juurikaan tunne hakukaasuja, niitä koskevat lähinnä kemikaalilain yleiset periaatteet.

Suomen sellutehtaiden hajukaasujen polttokysely

Tehdas	**Väkevät hajukaasut** **Polttopaikka**	**Varalla**	**Laimeat h.k.** **Polttopaikka**	**Metanoli ja muut**	**Varapaikka metanolille**
MB Joutseno	Soodakattila	soihtu	Soodakattila	Nesteytys, poltto soodakattilassa hajukaasupolttimella	meesauuni
MB Kaskinen	Meesauuni	Soihtu	Soodakattila	Nesteytys poltto meesauunissa. Tärpätti niin rikkipitoista että ei kelpaa myyntiin joten se poltetaan myös meesauunissa	
MB Kemi	Soodakattila	Vanha meesauuni	Soodakattila	Nesteytys, poltto soodakattilassa hajukaasupolttimella	
MB Äänekoski	Meesauuni	Soihtu	Soodakattila alkaen 12/2000		
Metsä-Rauma	Pääsääntöisesti meesauunissa	Erillispoltto	Soodakattila		
Enocell	Erillispoltto	Meesauuni	Erillispoltto ja Soodakattila	Nesteytys hajukaasukattila	meesauuni
SE Heinola	---	---	---	---	
SE Imatra	Erillispoltto	soihtu	Kaustisoinnin laimeat poltetaan meesauunissa. Haihduttamon laimeat johdetaan hajukaasukattilan palamisilmoiksi. Kuitulinjan laimeat SK6:den tertiääri-ilmaksi. Myös uuden kuitulinjan laimeat johdetaan SK6:lle. Tainiokosken laimeilla hajukaasuilla on oma er	Nesteytys hajukaasukattila	Varapaikka Meesauuni 4
SE Kemi	Soodakattila	Hajukaasukattila	Soodakattila	Metanoli nesteytetään. Pesuri osalle laimeita	
SE Kemijärvi	Soodakattila	Ei ole varapaikkaa	Soodakattila		

Suomen sellutehtaiden hajukaasujen polttokysely

Tehdas	**Väkevät hajukaasut** **Polttopaikka**	**Varalla**	**Laimeat h.k.** **Polttopaikka**	**Metanoli ja muut**	**Varapaikka metanolille**
SE Kotka	Jätevesilaitoksessa anaerobikäsittely ja siltä johdetaan (metaani) poltettaksi meesauunille	soihtu	Suunnitteilla		
SE Oulu	Erillispoltto hajukaasukattilassa	---	Soodakattila	Nesteytys poltto hajukaasukattilassa	meesauuni
SE Varkaus	Meesauuni	Varalla erillispolttokammio (Volvo poltin)	Soodakattilan tertääri-ilma tasolle. Syötetään molemmilta puolilta. Joka toinen suutin laimeille hajukaasuille ja joka toinen ilmalle.	Liuttotajan höngät ohjataan kattilaan rikkipäästöjen vähentämiseksi. Toimii joten kuten	
UPM Kaukas	Erillispoltto	Varapoltin, identtinen poltin hajukaasukattilan polttimen kanssa (vara vara paikka Meesauuni)	Soodakattila, ei varapaikkaa	Nesteytys, metanoli tukiliekkinä hajukaasukattilalla ja meesauunilla	
UPM Pietarsaari	Erillispoltto	Varapoltin	Eril.p./Sk	Metanolin nesteytys	
UPM Tervasaari	Soodakattila	Soihtu	Johdetaan soodakattilan hajukaasupolttimen sekundääri-ilmaksi (ainut tämmöinen viritys Suomessa)	Metanoli kaasufaasissa soodakattilan hajukaasupolttimelle	
Kymi Paper	Erillispoltto	Varapoltin, ei lämmön talteenottoa	Soodakattila	Metanolin nesteytys	
Sunila	Erillispoltto LowNox	Soihtu/väkevöitin projektin myötä haihduttamolle rakennetaan erillinen soihtu	Soodakattila	Metanoli kaasufaasissa hajukaasukattilaan	

Ruotsin vauriot vuonna 2000

Sven B. Lahti
DNV Inspection

2001-01-07

Konemestaripäivä 2001
Sven B Lahti
DNV Inspection

SODAPANNEHAVERI HOS SÖDRA CELL TOFTE

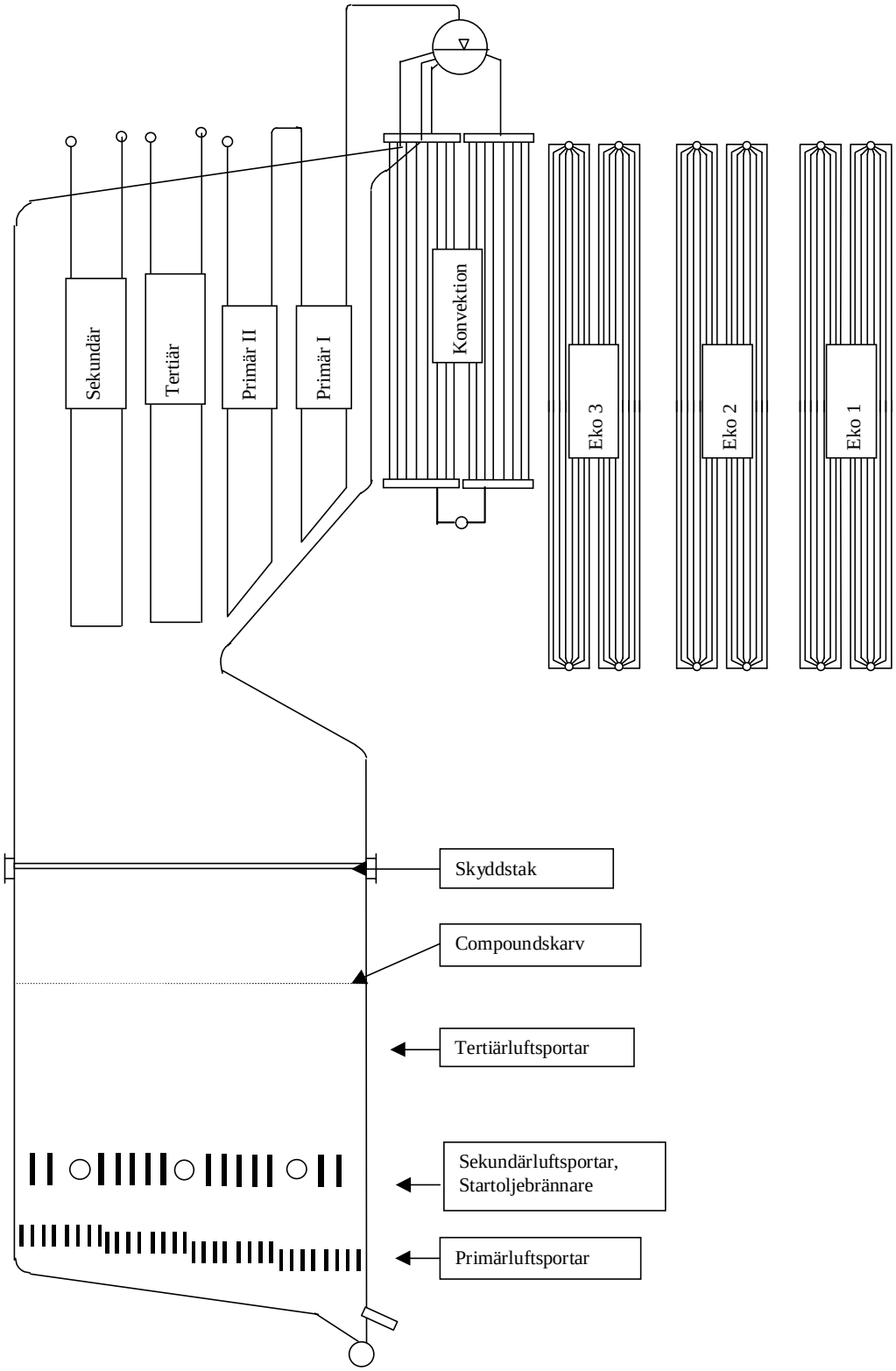


Figure 0-1. Sidovy över sodapannan

Pannhistorik

Tillverkare:	Götaverken Ångteknik
Tillverkningsår	1982
Typ	Två domar (ång- och vattendom)
Konstruktionstryck	77 bar i ångdom
Kapacitet	1500 ton tts/24h
Ångmängd	223 ton/h; 460 °C

Ombyggd 1997	Kvaerner Pulping
Typ	En dom (ångdom)
Konstruktionstryck	83 bar i ångdom
Kapacitet	2200 ton tts/24h
Luttorrhalt	72-75%
Ångmängd	339 ton/h; 460 °C

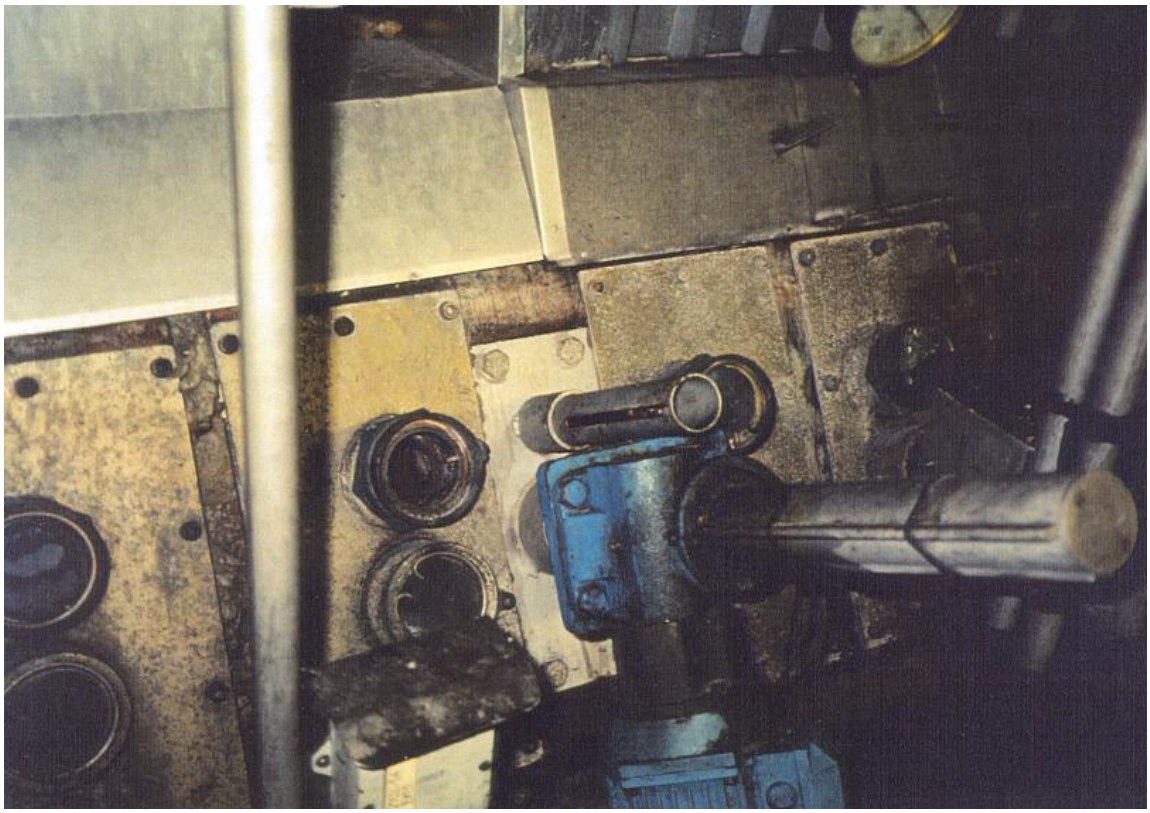
Pannan har körts en längre tid vid en last av cirka 2000 ton tts/24h

Kort sammanfattning av händelseförlopp i samband med haveriet.

På eftermiddagen onsdagen den 27 september kl. 13.40 uppstod ett smältaläckage från tätningen mellan botten och höger vägg i hörnet mot frontväggen. Läckaget pågick i cirka 30 min och upphörde efter att primärluften i detta område stängts.

2001-01-07

På morgonen lördagen den 30 september kl. 07.40 hördes en explosion från pannan. Ett stort smälta läckage mellan botten och höger vägg närmast frontväggen samt ett mindre smältaläckage mellan botten och vänster vägg i hörnet mot frontväggen upptäcktes. Frontväggen är den väggen med löprännor.



Några synglas till primärluftsportarna på höger vägg närmast frontväggen hade lossnat och låg på golvet, samtliga löphål pluggade.

På bildskärmen kunde man se att halten O_2 tvärt gick ner till 0,2% medan halten CO istället gick tvärt uppåt till 3000 ppm under en kort period. Larm indikerade också på högt tryck i eldstaden.

Löphålen spettades upp och soda började på nytt att strömma ur löphålen. Lasten på pannan togs ner från 7 till 5 lutsprutor och en oljebrännare tändes. Pannan förberedes för en normal nedeldning. Förbränningsluften till pannan minskades. Smältaflödet i löphålen minskade då något.

Smältaläckaget ökade något och kl. 08.30 gavs larm om hög temperatur på samtliga temperaturgivare som fanns installerade på botten. Det visade sig senare att instumentkablarna till givarna hade bränts av av smältan, varför larmet var falskt. Forcerad nedeldning startades då. Den forcerade nedeldningen fungerade enligt planerna.

Beslut om snabbtömning togs kl. 09.47. Även snabbtömningen fungerade enligt planerna.

På grund av att det förelåg risk för vatten/smälta explosioner från den ej nedbrända bädden kunde vattentvätt av överhettare och ugnen startas först på morgonen tisdagen

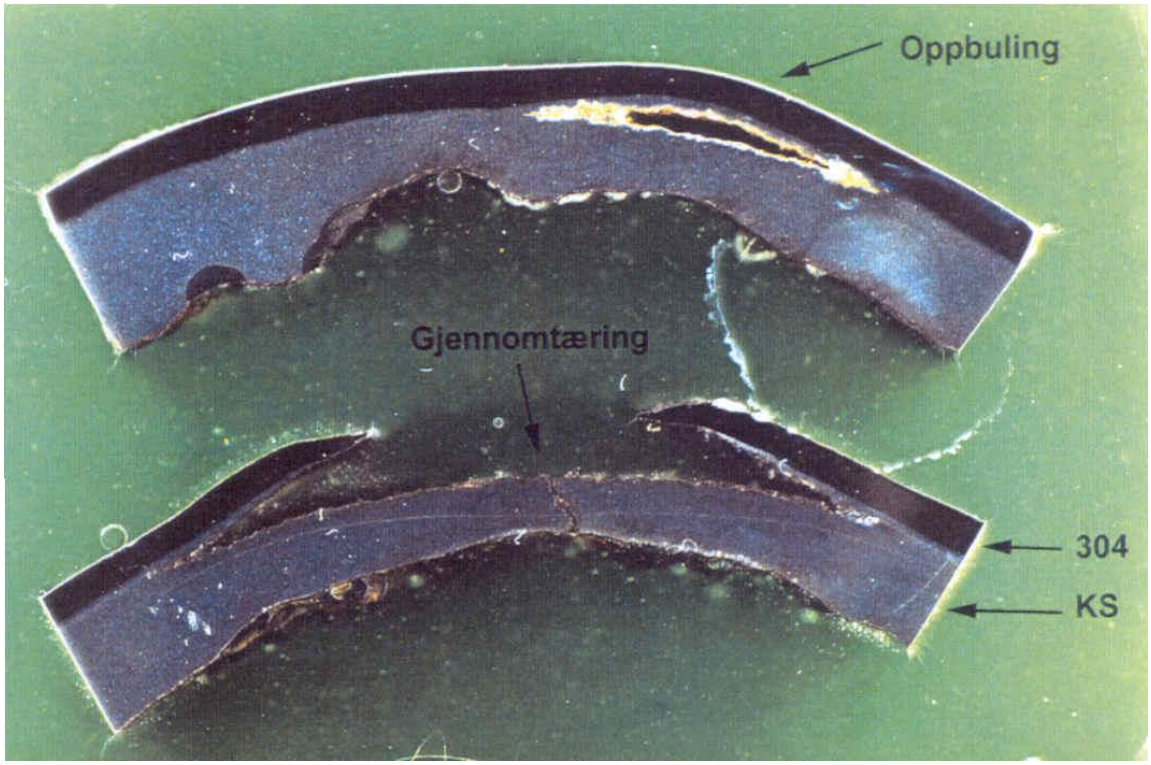
den 3 oktober. Vattentvätten pågick till onsdag morgonen den 4 oktober varefter skyddsstaket installerades och inspektionen av eldstaden kunde starta.

Första inspektionen efter haveriet onsdag 4/10 kl.08.00.

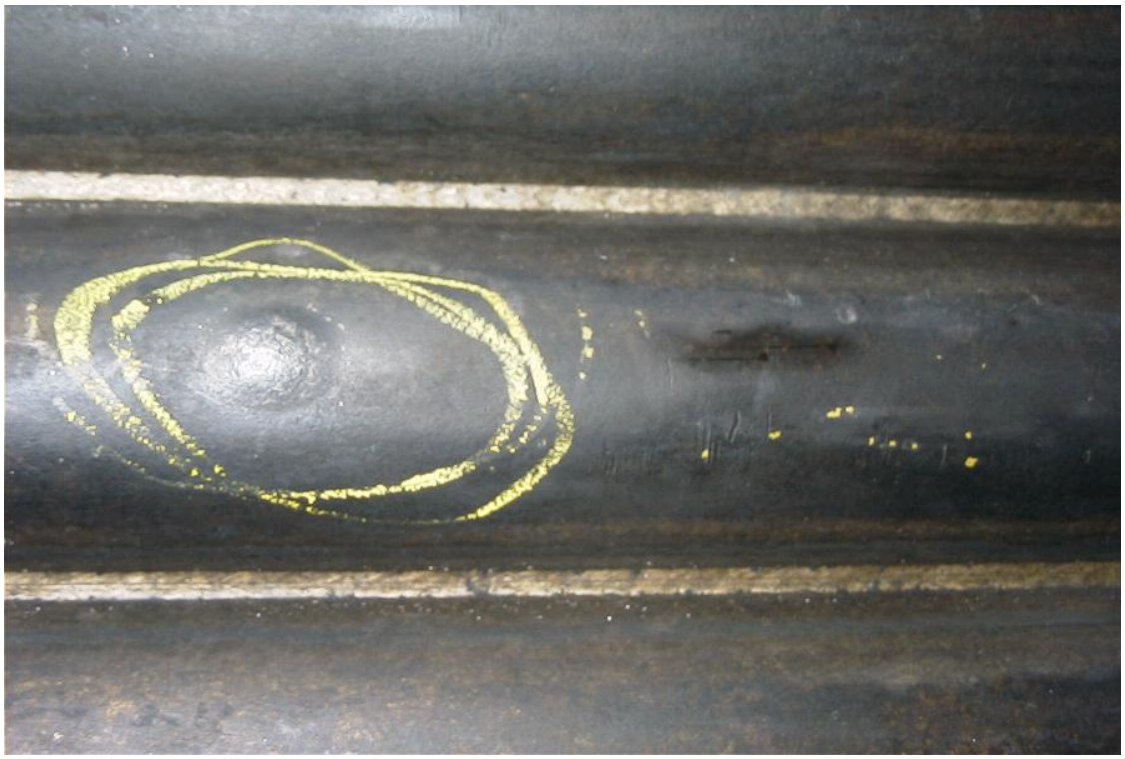
Med tanke på att bädden ej var nedbränd var det lite bäddmaterial kvar i ugnen efter vattentvätten.

Tätningen mellan botten och höger sidovägg har spruckit upp utefter en längd av 3 – 4 meter från frontväggen som en följd av smälta/vatten explosionen.

Vid höger sidovägg intill primärluftport 27 läckte det vatten ur tub 22. Tub 22 är en rak tub närmast den undanbockade tuben för primärluftporten. Läckaget var beläget i tubkronan något förskjutet mot luftporten och i nivå något under luftportens centrumlinje.

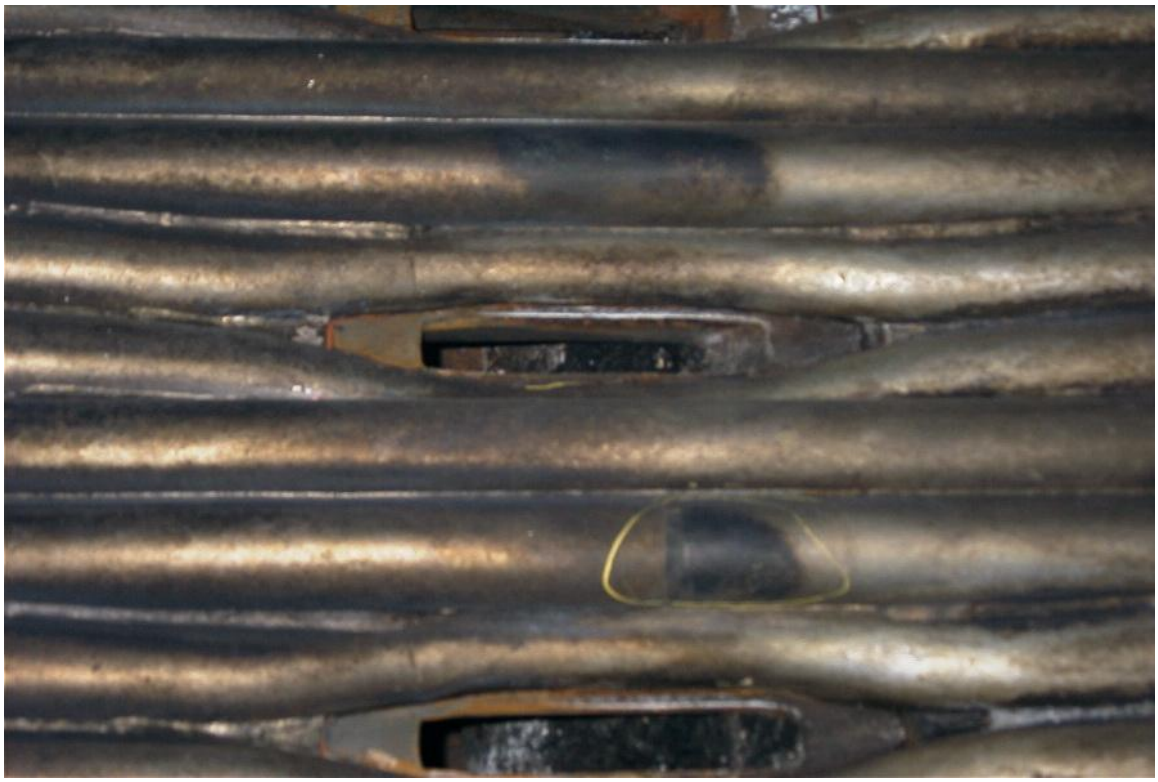


Vid läckaget hade det bildats en bula ca. ∅ 25 mm. I centrum av bulan var kompoundtubens rostfria skikt borta och kolstålet blottlagt i ett område av ca. ∅ 10 mm. Läckaget kom från området där kolstålet var blottlagt.



Liknande skador med lokala bulor med en storlek av ca. ∅25 mm och där kompoundtubens rostfria skikt var helt eller delvis var borta kunde observeras på ett 10-

tal tuber i alla 4 väggarna. I samtliga fall var det den raka tuben närmast den undanbockade tuben för primärluftporten som hade skador.



Förutom dessa lokala bulor med väl synliga skador syntes i samma område svarta lokala missfärgningar med tendenser till bulor.
Pannan provtrycktes med 20 bar utan att någon annan läcka än vid tub 22 på höger sidovägg hittades. Vid inspektionen under provtryckningen observerades fler tecken på ”överhettningsskador” i andra områden av ugnen i form av fläckvisa svarta missfärgningar samt även misstänkta små bulor i nivå mellan primärluftportar och sekundärluftportar.

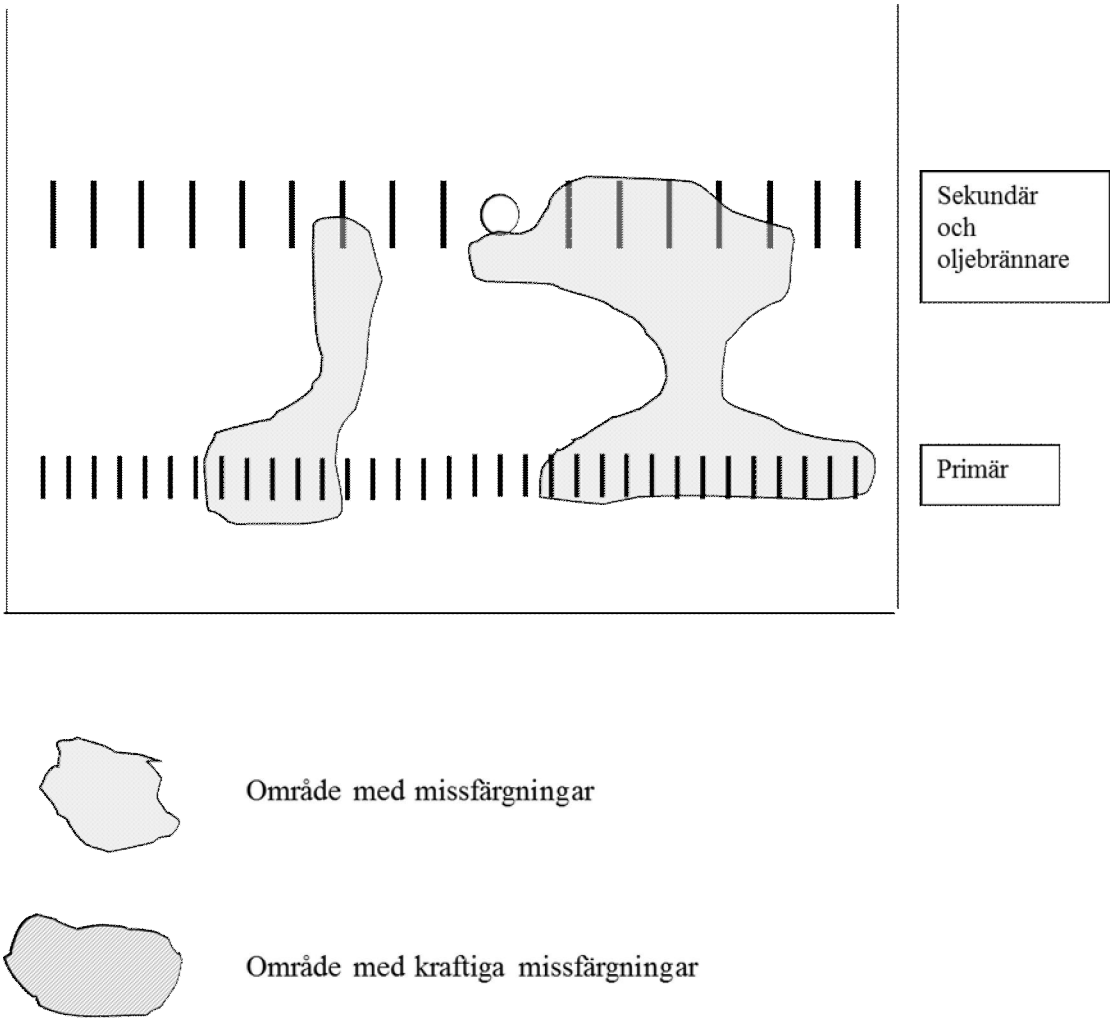
Det beslutades att starta tillverkning av nya paneler i områden där vi konstaterat skador i anslutning till primärluftportar. Nivån i höjdled bestämdes till mellan primär- och sekundärluftnivå där ett tidigare utbyte av kompoundtuber utförts på frontväggen vid stoppet i mars 2000. Bytet var då förorsakat av en omfattande sprickbildning i det rostfria (SS 2352) skiktet under löptubsnivå.

För att kunna utföra reparationen måste vattenbilning utföras av ugnsbotten till cirka 1m från väggarna. Vattenbilningen utfördes från en rigg med högtryckspruta och startade onsdag 4/10 på eftermiddag. Vattenbilningen pågick till och med lördagen 7/10.

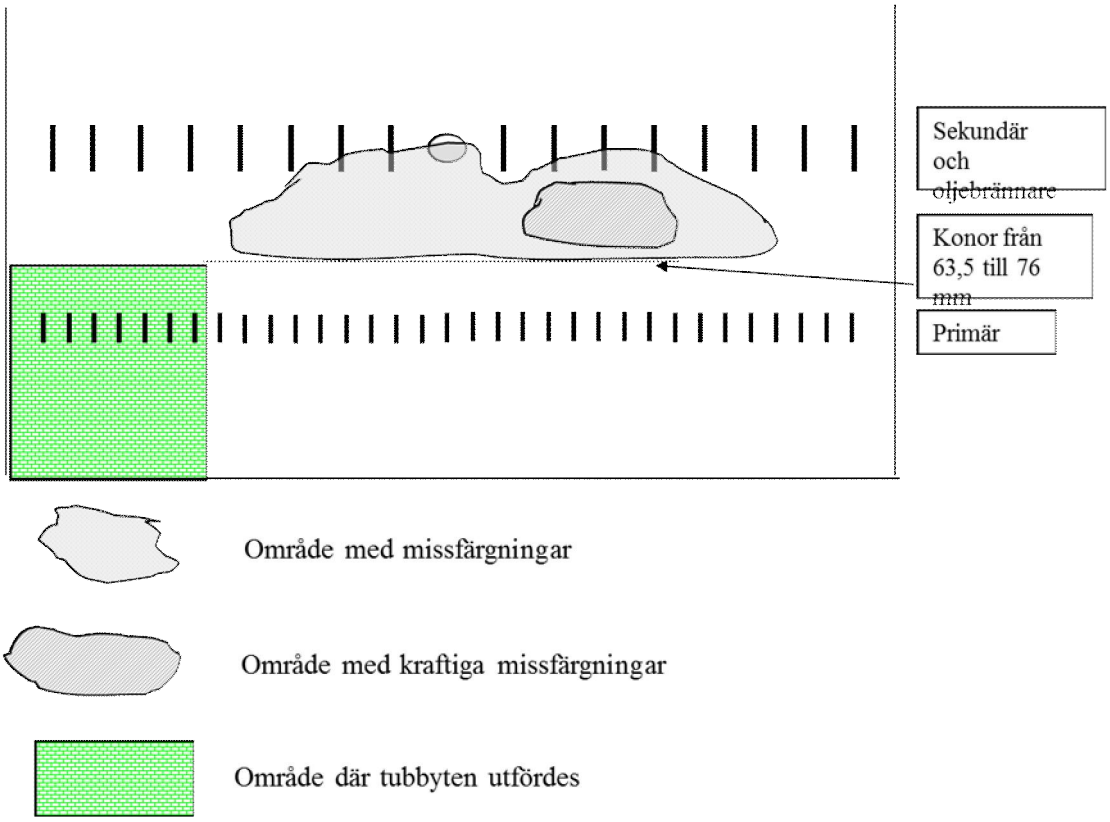
Under torsdagen 5/10 kapades luckor ut ur de raka tuberna nr. 19 och 22 (läckage tuben) just över primärluftregistret och vattensidan inspekterades med hjälp av ett fiberscope. Kraftiga glödskalsliknande beläggningar kunde observeras.

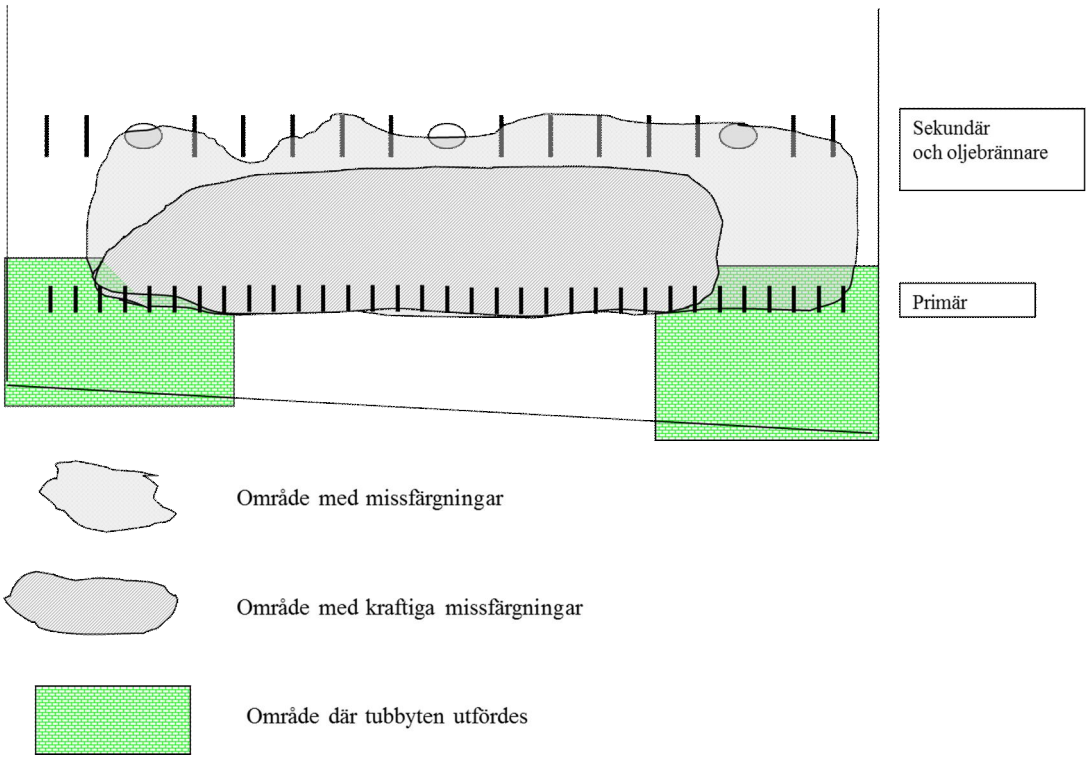
Beslut om åtgärder torsdagen 12 oktober 2000

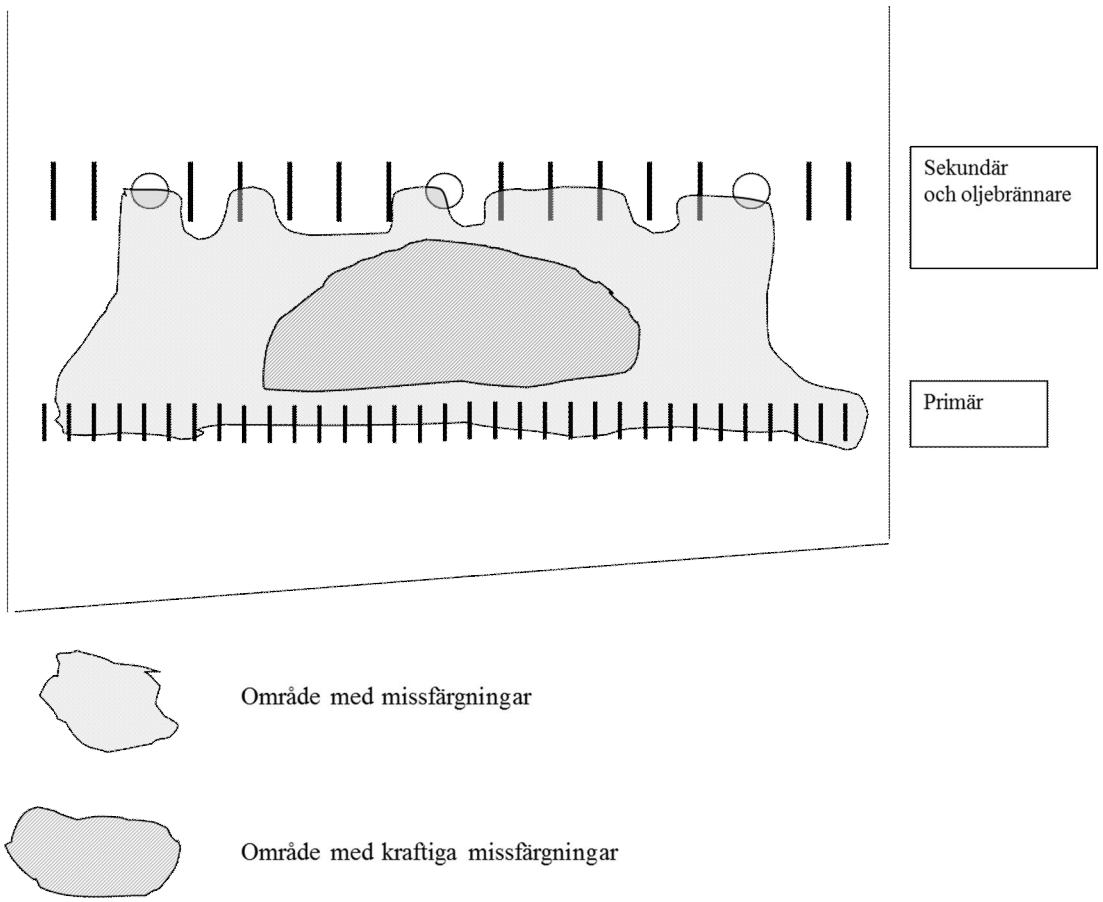
Under ett möte med personal närvarande från Södra Cell Tofte AS, Det Norske Veritas och Kvaerner Pulping torsdagen den 12 oktober togs beslut om fortsatta åtgärder.



2001-01-07


Sekundär och oljebrännare
Konor från 63,5 till 76 mm
Primär
Område med missfärgningar
Område med kraftiga missfärgningar
Område där tubbyten utfördes


Sekundär och oljebrännare
Primär
Område med missfärgningar
Område med kraftiga missfärgningar
Område där tubbyten utfördes



En presentation av skadorna på ugnen samt resultat av de metallografiska undersökningarna visade att nedre delen av ugnen ej kunde användas för fortsatt drift. Från nivån cirka 1 m ovan sekundärluftsportarna och ned till fördelningslådorna var tuberna skadade och i behov av utbyte. Några skador kunde ej ses på botten och något krav på byte fanns ej.
Upprättade tidsplaner visade ingen större skillnad i att byta från nivån cirka 1 m ovan sekundärluftsportarna (cirka 5 meter) jämfört med att byta ända upp till övre nivån av kompoundtuber (cirka 13 meter). Ett byte ända upp var också fördelaktigare då det skulle innebära att samma tubdiameter blev installerat efter hela väggarnas längd.

Ett beslut togs att byta kompoundtuberna i alla 4 väggarna från fördelningslådorna och upp till övre skarven, det vill säga 13 meter. De nya tuberna är av material Sandvik 3R12/4L7 och med ∅63,5 mm med ½” fena.

Sammanfattning.

Den 30 september 2000 snabbtömdes pannan som en följd av ett smältagenombrott, vattenläckage i en ugnstub och en mindre smälta/vattenexplosion.

Vattenläckaget kom från kompoundtub nr. 22 på höger vägg i höjd med primärluftportarna. Vid läckaget hade det bildats en bula ca. ∅ 25 mm och i centrum av bulan var kompoundtubens rostfria skikt borta och det tryckbärande kolstålet blottlagt i ett område av ca. ∅10 mm. Läckaget kom från en spricka i området där kolstålet var blottlagt. Liknande skador och lokala svarta missfärgningar utan att läckage uppstått fanns i stor omfattning på ugnens väggar.

Skadorna har startat från vattensidan som en hetvattenoxidation under en lokal vattensidig beläggning. Hetvattenoxidationen genererar atomärt väte som diffunderar in

i kolstålet och ger upphov till skador i form av framförallt mikrosprickor utefter korngränserna. Det väte som diffunderat igenom kolstålet har stoppats upp vid det rostfria skiktet och där gett upphov till de från ugnssidan synliga bulorna. Mikrosprickorna växer samman och försvagar den tryckbärande kolstålsdelen och ger slutligen upphov till en genomgående spricka.

Anledningen till att hetvattenoxidationen har uppstått bedömes bero på att värmebelastningen varit för hög i pannans nedre del i kombination med vattensidiga beläggningar. Dessa faktorer har medfört störningar i kokförloppet på insidan tuberna. Lokalt har konstanta ångspalter bildats invid tubväggen. Förhöjningen av tubtemperaturen på de ställen där dessa ångspalter bildats har varit den utlösande faktorn för initiering av hetvattenoxidationen.

Skadeomfattningen var stor och fastställdes med hjälp av okulär granskning, virvelströmsprovning och ultraljudprovning av tuberna.

Beläggningarna i tuberna består huvudsakligen av kalciumsulfat och Mg-Al-silikat. Sannolikt har beläggningarna bildats av föroreningar, som läckt in via otäta turbinkondensortuber (Oslofjordsvatten), och kommit i matarvattnet med returkondensatet. Ingen eller mycket tunn beläggning konstaterades i tuberna som blev utbytta under mars stoppet. De utbytta tuberna var i samma område där vi nu konstaterade mycket tjock beläggning.

Skadorna på kompoundtuberna kan sammanfattas med att kolstålet försprödats av väte, som utvecklats vid hetvattenoxidationen, och austenitskiktet på utsidan har fläckvis överhettats och smält bort.

Olje- och barkpannan har samma matarvatten som sodapannan. Inga motsvarande skador har påvisats i dessa pannor.

Referenser:
Rapporter från

Det Norske Veritas Inspection AB
Kvarener Pulping AB
Studsvik Instrument AB

I övrigt har det varit rätt lugnt med skador i sodapannor i Sverige och Norge. Givetvis har vi haft en antal överhettarskador i form av utmattning och korrosion men det får man kanske räkna med när sodapannorna börjar nå pensionsålder. Även smältaläckage genom eldstadsbotten har ökat i antal, likaså ekonomiser skadorna. Kvaerner Pulping och andra reparatörer kommer att ha mycket att göra med våra sodapannor i framtiden.

---ooo---

Ulkomaiset vauriot ja ilma-aukkojen ohitusputkien säröily

Lasse Koivisto
Andritz-Ahlström Corporation

VAURIOITA MAAILMALTA

Lasse Koivisto, Andritz-Ahlstrom

Vaurioraportit / USA

BLRBAC:in syyskokouksessa jaetussa listassa esiteltiin 21 vauriota. Suurin osa näistä oli ekonomaiserissa (12 kpl) .

Vuotojen paikat:

- handhole cap (kammion tarkistusluukku) 2 kpl (eri kattilat). Säröt hitsissä.
- stand-off blocks 3 kpl (kaikki samassa kattilassa). Terminen väsyminen.
- nuohoinaukon ohitusputki 2 kpl (molemmat samassa kattilassa). Eroosio
- putki/kammio liitosalue (säröt) 2kpl (eri kattilat).Värinä, terminen väsyminen
- putki/jakokammio hitsi (**) 3 kpl (samassa kattilassa, useita vuotoja/vaurio)

** syyksi ilmoitettu huokoset konepajahitsissä. Kokouksessa kuitenkin mainittiin, että vauriosta on tehty selvitys, jonka mukaan syy on vesipuolelta alkanut korroosioväsyminen.

Tulistinvuotoja oli ollut 2 kpl. Molemmissa tapauksissa vaurio on ollut katon läpivienin kohdalla. Syy väsyminen (värähtely).

Tulipesän putkissa oli ollut 3 kpl vuotoja:

- Etuseinän putki. Vino pohja/etuseinä-liitos on tiivistetty etuseinään hitsatuilla täytepaloilla. Hitsistä lähtenyt särö oli edennyt putkeen.
- Sulakourun ohitusputki. Vuoto ulospäin. Syynä huuvan pesuun käytetyn laihalipeän suihkuaminen putkelle.
- Sivuseinäputken vuoto nokan sisään. Syynä liian iso kiinnikehitsi.

Keittopinnan vaurioita oli raportoitu 2 kpl:

- Hitsausliitoksen väsymissärö ?
- Nousuputken 4” poikittainen särö kattilan ulkopuolella.

Sulavuoto:

- Pohja/sivuseinä liitoksen kamparauta syöpynyt puhki ylikuumenemisen takia.

Sulakouruvuoto:

- Vuoto kourun ”alapäässä”. Toden näköinen syy viherlipeän/pesulipeän aiheuttama korroosio. Korkea pinta liuottajassa & matala jäähdytysveden lämpötila.

Lisäksi oli mainittu Klabinin vaurio. Siellä oli verhoputki puhjennut ylikuumenemisen takia. Ylikuumeneminen johtui veden puutteesta. Lieriön pinta oli mennyt alas, mutta trippaus vaatii molempien päissä olevien anturien hälytyksen, jota nyt ei tullut koska toinen anturi oli epäkunnossa.

Primääriaukkojen ohitusputkien säröily

Jo suhteellisen kauan on B&W tyyppisten kattiloiden primääri-ilma-aukkojen ohitusputkissa havaittu säröilyä. Viime aikoina säröjä on löytynyt myös yksittäisistä muiden valmistajien kattiloista.

USA:ssa on tämän ongelman tutkimiseksi aloitettu projekti, jossa tutkijoina ovat ORNL, Paprican ja IPST.

Säröjä on raportoitu esiintyvän 304L kompoundputkissa ja useimmiten ne ovat aukon alaosan tuntumassa. Niitä voi olla myös selvästi aukon alapuolella tai aukon kohdalla. Nämä säröt eroavat pohjaputken säröistä sikäli, että niistä jotkut jatkuvat putken hiiliteräsosaan ja ovat näin ollen erittäin vaarallisia. Usein tähän liittyy myös pinnoitteen oheneminen.

Kuva 1: *Primaari-ilma-aukon alapuolella olevia säröjä.*

Kuva 2: *Säröjä tunkeuma-värikokeen jälkeen.*

Perustuen ORNL:n raportteihin säröilyn syistä voidaan sanoa seuraavaa:

- Säröilevien ilma-aukkojen ohitusputkissa esiintyy huomattavan tiheää ja melko suuriamplitudista lämpötilojen heilahtelua.
- Jotkut säröistä ovat ulkonäöltään paljolti samanlaisia kuin pohjaputkien säröt ja sen perusteella niiden synnyssä suurena osatekijänä on jännityskorroosio/korroosioväsyminen.
- Jotkut säröt etenevät myös hiiliteräkseen ja niiden kohdalla taas terminen väsyminen on voimakkaampaa.
- Säröilyä esiintyy useimmiten aukon alaosassa.

Kunnonvalvontajärjestelmä

Lasse Lehtonen
Inspecta Oy

KUNNONVALVONTAJÄRJESTELMÄ

Inspecta Oy, Lasse Lehtonen *5.1.2001*

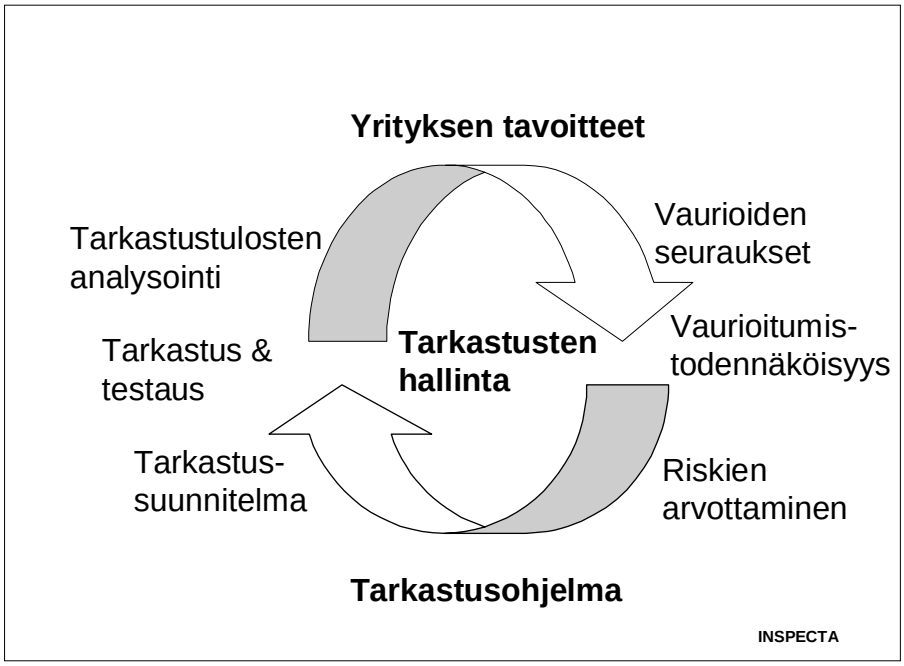
Uusi lainsäädäntö sisältää aikaisempaa enemmän joustoa ja vaihtoehtoja, joilla voidaan kehittää painelaitteiden tarkastuksia. Esimerkiksi soodakattilalaitosten viralliset määräaikaistarkastukset voidaan korvata kunnonvalvontajärjestelmällä. Se tarkoittaa käytännön tasolla sääntömääräisten tarkastusten sulauttamista muuhun tarkastus- ja kunnossapitotoimintaan. Yrityksen tavoitteiden mukaisesti voidaan liittää oman organisaation ja palvelutoimittajien töitä ja tuloksia yhdeksi kokonaisuudeksi. Konseptia voidaan hyödyntää myös ulkoistettaessa painelaitteiden käytettävyyden ja vaatimustenmukaisuuden ylläpitoa. Kun monia pyrkimyksiä ja jopa päällekkäisiä tehtäviä yhdistetään, tarvitaan runsaasti suunnittelua, yhteensovittelua ja ohjausta. Valmistelevan suunnittelutyön osuus näyttäisikin olevan tuntuvin kynnys kunnon-valvontajärjestelmään siirtymisessä.

Uusi säädös kunnonvalvontajärjestelmästä, kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (953/99) painelaiteturvallisuudesta 19 §, kuuluu:

> Edellä 10 ja 13-15 §:ssä säädetyt tarkastukset (*huom. tämä tarkoittaa vain käyttö- ja sisäpuolista tarkastusta sekä painekoetta*) voidaan korvata hyväksytyn laitoksen tarkastuskohdetta varten vahvistamalla kunnonvalvontajärjestelmällä, jos se vaikutukseltaan vastaa määräaikaistarkastusta.
>
> Kunnonvalvontajärjestelmä on laadittava kirjallisesti. Määräaikaistarkastukset korvaavien toimenpiteiden määrissä, sisällössä ja ajankohdissa on otettava huomioon tarkastuskohteen riskeistä, käytöstä ja tarkastuksista saadut tiedot. Toimintaan osallistuvien henkilöiden tehtävät ja pätevyysvaatimukset sekä toiminnan edellyttämien mittalaitteiden kunnossapito on määriteltävä. Painelaitteen omistajan tai haltijan on jatkuvasti kehitettävä kunnonvalvontajärjestelmää painelaitteen käytöstä ja tarkastuksesta saatujen tietojen avulla.
>
> Painelaitteen omistajan tai haltijan on ilmoitettava kunnonvalvontajärjestelmään kuuluvat rekisteröitävät painelaitteet ja niitä koskeva tarkastus- ja seurantaohjelma valvontaviranomaiselle, joka voi asettaa ehtoja järjestelmän tai ohjelman toteutukselle. Edellä 10 ja 13 15 §:ssä säädettyihin tarkastuksiin on palattava, jos omistaja, haltija, hyväksytty laitos tai valvontaviranomainen katsoo, ettei vaadittua turvallisuutta saavuteta vahvistetulla kunnonvalvontajärjestelmällä.

Teoreettista taustaa

Laitosten koon kasvaessa ja tekniikan monimutkaistuessa kustannukset käytettävyyden ja turvallisuuden varmistamiseksi ovat kohonneet. On syntynyt tarve löytää tehokkaita menetelmiä tarkastusten optimoimiseksi. Riskiperusteisia tarkastus- ja kunnossapito-ohjelmia (RBI, risk-based inspection; RBM, riski-based maintenance) on jo otettu käyttöön ydinvoimaloissa, petrokemian teollisuudessa ja offsorepuolella. Nämä mallit perustuvat laitteiden vikaantumisten todennäköisyyksiin ja ovat hyvin systemaattisia. RBI:sta ja RBM:sta on kehitteillä yksinkertaistettuja sovelluksia prosessiteollisuuteen. Keskeisenä ajatuksena on luoda ohjausjärjestelmä, jolla hallitaan laitoksen käyttöolosuhteet, vaurioitumistiedot ja tarkastukset *(kuva 1)*. Uudet säädökset seuraavat melko hyvin aikaansa. Kunnonvalvontajärjestelmä, kattilalaitosten vaaranarviointi ja turvallisuuteen liittyvän automaation arviointi ovat juuri RBI:n aineksia.



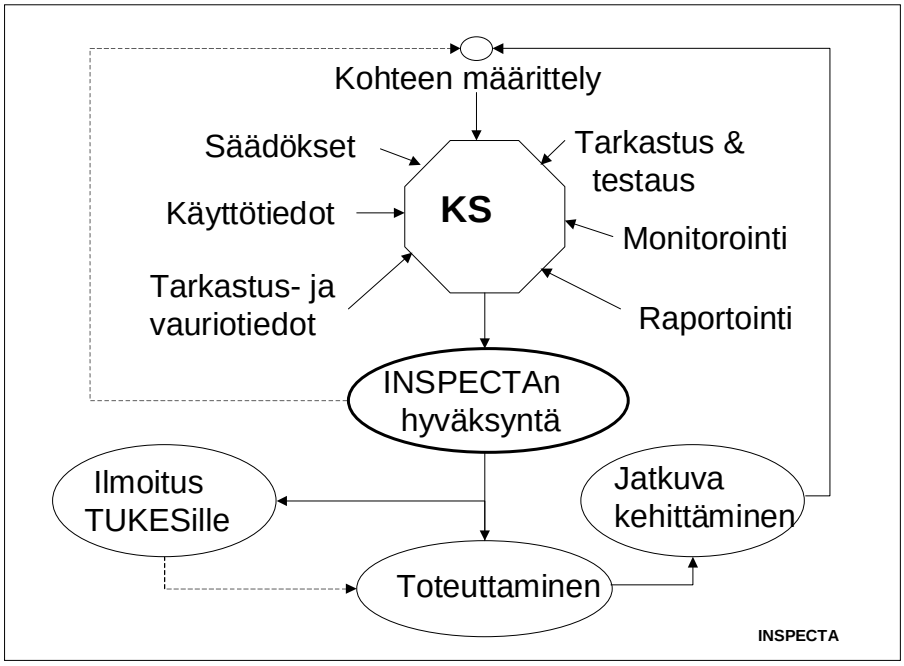
Kuva 1: Riskiperusteisen tarkastuksen (RBI) periaate

Kunnonvalvontajärjestelmän hyväksyminen

Tarkastuslaitos vahvistaa tehtaan esittämän kunnonvalvontajärjestelmän. Se voi tehdä varaumia ohjelman toteuttamiselle ja seurannalle. Turvatekniikan keskus, joka on valvova viranomainen, saa hyväksymispäätöksestä tiedon ja voi myös asettaa ehtoja toi-

minnalle, mutta toteuttaminen voi alkaa tarkastuslaitoksen päätöksen nojalla. Turvatekniikan keskus on julkaissut painelaitteiden kunnonvalvonnasta ohjeen TUKES-OHJE P2-2000, jossa se kuvaa osapuolten vastuita ja selvittää omaa rooliaan. Päällekkäisyyttä hyväksymisen vaiheissa ei ole, vaikka eri instanssien roolit menevätkin keskusteluissa usein sekaisin. TUKESille kuuluu lain noudattamisen valvonta ja tarkastuslaitokselle sen toimeenpano. Tarkastuslaitos nojaa toiminnassaan suoraan lainsäädäntöön ja on itsenäinen suhteissaan muihin tahoihin. Viranomaisella ei ole toimivaltaa tehdä tarkastuslaitoksen tehtäviä eikä päinvastoin. Vastuu painelaitteiden turvallisuudesta on luonnollisesti niiden omistajalla ja käyttäjällä.

Inspecta hyväksyy kunnonvalvontajärjestelmän, kun Inspectalla on sopimuksen puitteissa tosiasiallinen mahdollisuus riittävän yksityiskohtaisesti ja todisteellisesti seurata, että tavoiteltu toiminnan tehokkuus ja turvallisuustaso saavutetaan ja sitä ylläpidetään. Koska kunnonvalvontajärjestelmää on kehitettävä jatkuvasti, eri tahojen yhteistyö tullee perustumaan jo käytännön syistä pitempiaikaisiin palvelusopimuksiin. Kehittäminen saattaa ajan myötä muuttaa suunnitelmia melkoisesti lähtötilanteesta. Inspectan taholta seuranta onnistuu luontevasti muiden tehtävien yhteydessä. Näihin tehtäviin voivat kuulua sopimuksen mukaan esimerkiksi osallistuminen muiden osapuolten ohella kehityskokouksiin ja tekniseen tiedonvaihtoon tarkastussuunnitelmien laatimiseksi, seisokkitarkastusten koordinoinnit, laitekohtaiset tarkastukset ja ndt/de-testaukset ja mittaukset, tarkastustietojen hallinta, korjaustöiden laadunvalvonta sekä erilliset pätevöinti- ja arviointitehtävät. Vanhojen säädösten rajoissa Inspecta on jo 90-luvun puolivälissä soveltanut petrokemian teollisuudessa *kunnonseurantaohjelmaa (KS*), joka nimitys on jo saamassa tavaramerkin piirteitä ja vastaa säädöstekstiin myöhemmin valittua neutraalia kunnonvalvontajärjestelmää. Kuvassa 2 on kaaviollinen esitys KS-prosessin eri vaiheista uuden pykälän mukaan.



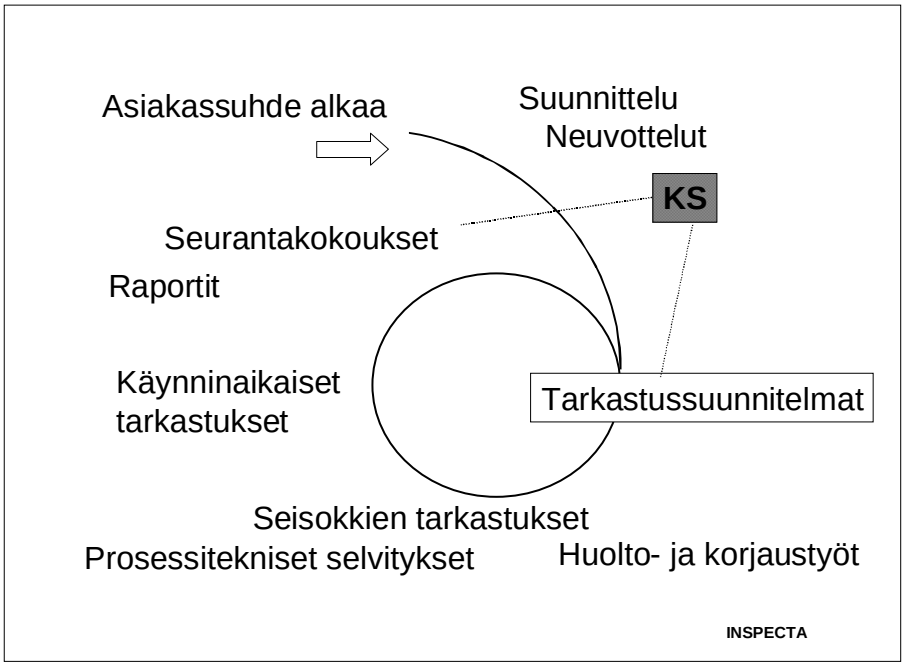
Kuva 2: Kunnonseurantaohjelman (KS) hyväksymisen vaiheet

Metsä-Rauman kunnonseurantaohjelma

Lähtökohtana oli Metsä-Rauma Oy:n toivomus jakaa painelaitetarkastukset tasaisesti eri vuosille luonnollisiin vuosihuoltoseisokkeihin, jolloin KS nähtiin mahdollisuudeksi kehittää tarkastustoimintaa. Lähes kaikkien painelaitteiden tarkastukset olisivat muutoin erääntyneet vuonna 2000. Tarkastuksia tehtiin jo vuodesta 1998 lähtien niin, että viimeiset saadaan tarkastetuksi tänä vuonna. Järjestelmää alettiin rakentaa ja tehdä tarkastuksia käyttäen hyödyksi lainsäädännössä olevia joustoja tarkastusten ajankohtien määrittämisessä. Luontevammalta kuitenkin tuntui pyrkiä useimpien prosessilaitteiden ja kattilan osalta hyödyntämään jatkossa kunnonvalvontajärjestelmän mahdollisuuksia.

Eri osastojen painelaitteille laadittiin käyttäjän, valmistajan ja tarkastajan yhteistyönä tarkastussuunnitelmia. Niitä noudattaen painelaite on tarkastettavissa suunnitellusti ja riittävän kattavasti. Todennäköiset vikaantumismekanismit, vaurioriski sekä käytöstä ja tarkastuksista saadut tiedot tulisivat otetuiksi huomioon. Tarkastuksissa painotettiin riskialttiita helposti vikaantuvia kohteita. Seisokissa tarkastuksia tekivät pääsääntöisesti tarkastuslaitoksen tarkastajat ja pätevöidyt ndt-tarkastajat. Näitä tarkastuksia KS:ssä täydennetään käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön sekä laitetoimittajien ja kattilan valmistajan asiantuntijoiden havainnoilla, niiden dokumentoinnilla ja analysoinnilla.

Soodakattilan seisokissa valmistajan panos oli kokonaisuuden kannalta tuntuva. Metsä-Rauma, Inspecta ja Kvaerner Pulping ovat pyrkineet yhteistoimin siihen, että resurssit ja palvelut sekä niiden koordinointi toteuttaisivat sovittua ohjelmaa ja että jatkuvan kehittämisen tavoite täyttyisi. Kuva 3.



Kuva 3: Kunnonseurantaohjelma Metsä-Rauman, Inspectan ja Kvaerner Pulpingin toteutuksessa

Soodakattilan mittaustulokset ja ndt-tarkastukset on tallennettu Huber-Testingin Vasama-ohjelmaan. Haasteena on kehittää edelleen tietojärjestelmiä niin, että mm. automaatiojärjestelmissä toteutettujen turvalukitusten- ja suojausten koestukset saadaan dokumentoiduksi ja että erilaisten tarkastusten ”erääntymisiä” voidaan helposti seurata. Myös piakkoin käynnistyvä soodakattilan vaaranarviointi saattaa osaltaan tuoda esiin tarkastustarpeita, jotka voidaan yhdistää ohjelmaan. Tarkastusten hallinta on KS:n avaintehtäviä, joten tarkastustulosten hallintajärjestelmää kehitetään edelleen.

Käyttäjän, valmistajan ja tarkastuslaitoksen kolmikanta on havaittu hyödylliseksi. Ehkä kaikkein hedelmällisemmiksi on koettu eri osapuolten kesken suunnittelu- ja seurantapalaverit, joissa on analysoitu tarkastustuloksia ja kattilan kuntoa yhdessä kootun informaation pohjalta.

Metsä-Rauman kunnonseurantaohjelmaa esiteltiin viime keväänä myös valvontaviranomaiselle eli Turvatekniikan keskukselle. Syksyllä ilmestyi edellä mainittu TUKES-OHJE. Inspecta sai vasta sen jälkeen oikeuden vahvistaa virallisesti kunnonvalvontajärjestelmiä. Metsä-Rauman KS:a ei ole vielä otettu viralliseen käsittelyyn.

Kunnonvalvontajärjestelmä ei ole soodakattilalaitokselle välttämätön. Se on jopa vaihtoehdoista alkuvaiheessaan työläin, koska se edellyttää laajaa yhteistoimintaa, sitoutumista ja paljon suunnittelua. Lainsäädäntöhän tarjoaa joustoa myös tavanomaisten määräaikaistarkastusten puitteissa. Eräin rajoituksin tarkastusten ajankohtia voidaan siirtää ja valita laitteita, jotka kulloinkin otetaan tarkastettavaksi. Mutta kunnonseurantaohjelma on säännönmukaisia määräaikaistarkastuksia pätevämpi siinä, että sillä voidaan yhtenäisesti hallita kokonaisuuksia. KS:lla voidaan välttää kaksinkertainen tai tarpeeton työ. Sillä voidaan sitouttaa pätevät palveluntoimittajat toimimaan yhtenäisesti saman tavoitteen eteen. Käyttäjälle hyvä tarkastus- ja kunnostustoiminnan hallinta merkitsee taloudellisuutta ja korkeaa käytettävyyttä.