

Suomen Soodakattilayhdistys ry

**Selvitys: VAARAN ARVIOINTI JA RISKIN
VÄHENNYKSEN RIITTÄVYYS SOODA-
KATTILALAITOKSEEN**

Mika Kaijanen, Electrowatt-Ekono Oy

4.11.2004

Raportti 6/2004

Selvitys: "VAARAN ARVIOINTI JA RISKIN VÄHENNYKSEN RIITTÄVYYS
SOODAKATTILALAITOKSEEN"

Mika Kaijanen, Electrowatt-Ekono Oy

SISÄLLYSLUETTELO

1	TAUSTAA	3
1.1	Selvitystyön toteutus	3
1.1.1	Vaihe 1 – Vaaran arviointi menetelmät	3
1.1.2	Vaihe 2 – Riskin vähennys menetelmät	4
1.2	Selvitystyön tavoitteet	4
2	SELVITYS VAARAN ARVIOINTIEN TOTEUTTAMISESTA	5
2.1	Yleistä vaaran arvioinnista	5
2.2	Vaaran arviointi selvityksen projektointi	5
2.3	Kohdehaastattelut ja aineiston hankkiminen	6
2.4	Vaaran arviointiselvitysten tavoitteet	6
2.5	Kattilalaitosten kuvaus	7
2.6	Yleiset oletukset ja rajaukset	7
2.7	Kohteet kattilalaitoksessa	7
2.8	Laitoskohtaisten työryhmien kokoonpano ja käsittelyyn käytetty aika	8
3	VAAROJEN TUNNISTAMINEN	8
3.1	Arviointiin liittyvät työvaiheet	8
3.2	Selvityksen havainnot vaaran tunnistamismenetelmistä	9
4	TUNNISTETTujen VAAROJEN LUOKITTELU	9
4.1	Luokittelu menetelmät	10
4.1.1	Luokittelu Soodakattilayhdistyksen vaaranarviointi raportissa	10
4.1.2	Luokittelu Tukes-julkaisussa 4/2000	11
4.1.3	TLJ:n luokittelu Soodakattilayhdistyksen turva-automaatio suosituksessa	11
4.2	Selvityksen havainnot luokittelumenetelmistä	12
5	MERKITTÄVIMMÄT VAARATILANTEET SOODAKATTILALAITOKSILLA	13
5.1	Kattilarakennus (kulkureitit, poistumistiet, hoitotasot)	14
5.2	Polttoainejärjestelmät/ pääpolttoaine: polttoliipeä	14
5.3	Polttoainejärjestelmät / apupolttoaineet: kaasu ja öljy	15
5.4	Kattilan vesi- ja höyryjärjestelmä	15
5.4.1	Lieriö	15
5.4.2	Syöttövesijärjestelmä, lauhteet, pohja- ja ulospuhallus	15
5.4.3	Kattilan vesikierto ja pikatyhjennysjärjestelmä	16
5.5	Sulakourut ja liuottaja	16
5.6	Savukaasu- ja palamisilmajärjestelmä	16
5.7	Tuhkajärjestelmä	16
5.8	Hajukaasujärjestelmät	17
5.9	Paineilma ja varavoima	17
5.10	Automaatio ja TLJ:n toiminta	17
5.11	Huolto ja ohjeet	17
6	VAATIMUKSET VAARATILANTEISIIN VARAUTUMISELLE	18
6.1	Vaaratilanteisiin varautuminen TLJ:llä	18
6.1.1	TLJ:n turvatoimintoja	19
6.2	Selvityksen havainnot varautumisten arvioinneista	19
6.2.1	Yleistä automaatioon ja instrumentointiin liittyen	20
6.2.2	Suojausjärjestelmien riittävyys ja vaatimusten määrittäminen	20
7	YHTEENVETO	21
	LÄHDELUETTELO	23

1 TAUSTAA

Muuttuneet vaatimukset ja menettelyt vaaran arviointiin sekä turvallisuuden hallintaan liittyen ovat tuoneet uusia tehtäviä kattilalaitoksen käyttöön liittyviin velvoitteisiin. Turvallisuuden hallintaan liittyviä selvityksiä tarvitaan painelaitteisiin liittyvien vaatimuksien lisäksi myös vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja ympäristövaikutusten analysointiin sekä pelastustoimeen liittyen. Uusimmissa ja rakenteilla olevissa laitoksissa sekä muutoksiin liittyen keskeisimmät vaatimukset tulevat tällä hetkellä alaa koskevista, voimassaolevista direktiiveistä sekä niiden alle harmonisoiduista standardeista.

Vaatimusten lisääntyminen ja laitetekniset muutokset ovat tuoneet haastetta sekä toteuttajille, hankkijoille, käyttäjille että valvontaa suorittaville tarkastuslaitoksillekin. Vaaran arvioinnin tavoitteena on tunnistaa keskeiset kattilalaitoksen käyttöön liittyvät vaaratilanteet ja toteuttaa riittävät varautumistoimenpiteet sekä käyttöturvallisuuteen liittyvät järjestelmät. Toteutusvastuu on viime kädessä laitosten käytönvalvojilla tai turvallisuuteen liittyvän järjestelmän (TLJ:n) toiminnasta vastaavilla henkilöillä, mutta selkeitä käytännönläheisiä sääntöjä tai menettelyohjeita ei ole olemassa.

1.1 Selvitystyön toteutus

Tämän selvitystyön tavoitteena oli muodostaa kuvaus, millä menetelmillä vaaran arvioinnit on toteutettu sekä miten riskin suuruus ja varautumisen riittävyys on tunnistettu tietyille kattilalaitoksille. Kohdelaitoksiksi valittiin soodakattilalaitokset ja hankkeessa olivat mukana Turvatekniikan keskus (TUKES) ja Suomen Soodakattilayhdistys. Toteutuksesta vastasi Mika Kaijanen Electrowatt-Ekonosta.

Projektiin sisältyy tehtyjen vaaran arviointi selvitysten läpikäynti, keskeisten vaaratilanteiden kartoittaminen, riskinvähennysten riittävyyden varmistaminen, siltä osuudelta mikä riskinvähennyksestä liittyy ohjelmoitavaan ja sähköiseen TLJ-tekniikkaan.

Selvitystyöhön liittyvinä vaiheina työ jakaantui kahteen eri osaan ja sen yhteisenä nimikkeenä oli: **Riskinvähennyksen riittävyys (Sooda-)kattilalaitoksessa**

Ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin TUKES:n hankkeena vaaran arviointien toteuttamiseen liittyviä asioita ja toisessa vaiheessa tavoitteena oli selvittää Soodakattilayhdistykselle riskinvähennykseen liittyviä asioita. Seuraavassa on kuvattu projektiin liittyviä tavoitteita.

1.1.1 Vaihe 1 – Vaaran arviointi menetelmät

TUKES:lla on kiinnostusta mm. turvallisuuden lisäämiseksi painelaiteturvallisuuden piiriin kuuluvissa kattilalaitoksissa. He ovat kiinnostuneita kattilalaitoksille tehtyjen vaaran arviointien toteutustasosta, käytetyistä menetelmistä ja esille tulleista vaaroista kattilalaitoksiin liittyen sekä painelaitelain edellyttämien vaatimusten täyttymisestä.

Työssä selvitettiin eri laitoksiin tehtyjen vaaran arviointiselvitysten perusteella varautumiselle sekä TLJ:lle tulevia vaatimuksia seuraavien pääkohtien mukaisesti:

- näkemys vaaran arviointien toteuttamisesta soodakattiloille
- keskeisten vaaratilanteiden tunnistaminen, tehtyjen vaaranarviointien perusteella
- vaaratilanteiden ja riskien luokittelumenetelmät
- mitä tulee vaaran arvioinneissa huomioida varautumisen osalta
- parannusehdotuksia kattilalaitosten turvallisuuden lisäämiseksi ja vaarojen tunnistamisessa.

1.1.2 Vaihe 2 – Riskin vähennys menetelmät

Soodakattilayhdistys on laatinut vaaran arvioinnista ohjeellisen mallin, jota voi hyödyntää tehdessään tehdaskohtaisesti arviointeja omia kattilalaitoksiaan varten. Mallinus ei kuitenkaan puutu laiteteknisiin valintoihin ja lopulliseen riittävyyden osoittamiseen.

Tutkielmassa pyrittiin selvittämään kattilalaitosten vaaran arvioinneissa esille tulleita riskinvähennystä ja turvatoimintoja koskevia vaatimuksia. Tavoitteena oli myös tunnistaa oleelliset kohteet kattilalaitoksen varolaitteissa, joissa riskinvähennys toteutetaan automaatiolla tai mittauksilla sekä suojajärjestelmien toteuttamistapoja.

Vaaratilanteisiin varautuminen ja riskinvähennyksen riittävyys automaation osalta:

- Keskeisten vaaratilanteiden kerääminen, joihin voi vaikuttaa automaatiolla / TLJ:llä
- Riskien luokitteluun liittyvät parametrit sekä turvallisuusvaatimusten kohdentaminen
Riskin suuruuden arvioiminen ja varautumismenetelmien valitseminen
- Kartoitus riskinvähennyksen / vaaratilanteiden ehkäisemisen toteuttamisesta
Varautumisen toteuttaminen automaatiolla tai sähkötekniisillä laitteilla, oleelliset kohteet, jotka kattilalaitoksilla on TLJ:ssä.

1.2 Selvitystyön tavoitteet

Selvitystyössä keskeisenä tavoitteena oli mahdollisimman laajalti tutkia toteutettuja laitos-toteutuksia sekä esimerkkien ja asiantuntijahaastattelujen avulla selvittää riskin vähennyksen riittävyyttä. Selvityksessä huomioitiin tämänhetkinen alalla vallitseva tietämys ja käytössä olevat ohjeet sekä suositukset. Eräänä tavoitteena oli edesauttaa vaaran arvioinnin toteuttamista. Hanke toimisi samalla jatkona Soodakattilayhdistyksen Vaaran arviointi ohjeelle, jossa riskin vähentämiseen ja siten varautumisen toteuttamiseen ei ole puututtu.

Työn lopputuloksen on tarkoitus osaltaan auttaa voimalaitosten (soodakattilalaitosten) riskinhallintaan liittyvissä tehtävissä ja parantaa menetelmiä riittävän riskinvähennyksen toteuttamisessa sekä riittävyyden osoittamisessa. Työ ei anna yksiselitteistä mallia miten suojajärjestelmä tai siihen liittyvä määrittely tulee toteuttaa, mutta tuo toivottavasti esille asioita jotka on syytä käsitellä laitoskohtaista sovellusta toteutettaessa.

Tavoitteet tutkielmalle jakautuivat kolmeen osioon:

- ⇒ **Vaaran arvioinnin toteuttaminen** – keskeiset asiat, joita vaaran arvioinnissa tulee huomioida
- ⇒ **Kokonaisuuden turvallisuusvaatimukset** - vaaran arviointiselvitysten perusteella varautumiselle sekä TLJ:lle tulevat vaatimukset
- ⇒ **TLJ:n toteutus** - ohjelmoitavalla automaatiotekniikalla toteutetun suojausjärjestelmän toteuttaminen ja riskinvähennyksen riittävyyden osoittaminen.

2 SELVITYS VAARAN ARVIOINTIEN TOTEUTTAMISESTA

2.1 Yleistä vaaran arvioinnista

Vaaran arviointi -selvitys ja sen pohjana olevat turvallisuusanalyysit ja muut tarkastellut ovat osa kattilalaitoksen turvallisuuden varmistamista ja riskienhallintaa. Vaarojen tunnistamisella ja riittävällä varautumisella sekä mahdollisilla parannusehdotuksilla ehkäistään vaaratilanteiden todentuminen – tai vähintäänkin kyetään tiedottamaan henkilöstöä riskien olemassaolosta. Vaaranarvioinnilla tunnistetaan keskeiset kohteen toimintaan liittyvät vaarat, sekä määritellään vaaratilanteiden todentumisesta seuraava riski eli tunnistetaan seurausten suuruus sekä tapahtuman todennäköisyys.

Vaaranarvioinnin toteuttamisvaatimus tulee pääsääntöisesti lainsäädännöllisistä velvoitteista toiminnanharjoittajalle. Esimerkiksi painelaitelain mukaisesti vaaran arviointi on tehtävä kattilalaitoksessa: *jossa on rekisteröitävä höyrykattila, jonka teho on yli 6 MW, tai rekisteröitävä kuumavesikattila, jonka teho on yli 15 MW; tai joka sijoitetaan maan alle.*

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 vaaratilanteista sekä niihin johtavista käyttövirheistä, virhetoiminnoista, laitteiden vikaantumisista ja vaurioista ja muista syistä.

Vaaran arvioinnissa tunnistettuihin vaaratilanteisiin on varauduttava ja selvitettävä lisäksi vähintään seuraavia asioita:

- 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 seurausten pienentämiseksi on tarkoitus käyttää, mitä järjestelmien toiminnoilta ja luotettavuudelta vaaditaan ja miten näiden vaatimusten täyttyminen on varmistettu.

Vaaran arviointi on hyvä tarkistaa määräajoin ja saattaa ajan tasalle vastaamaan kattilalaitoksen sen hetkistä tilannetta. Painelaitesäädösten mukaisesti vaaran arvioinnin ajan tasalla oleminen tarkastetaan määräaikaistarkastusten yhteydessä. Kemikaalilaitosten osalta vaaran arvioinnit on suositeltu päivitettäväksi 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 turvallisuuteen.

2.2 Vaaran arviointi selvityksen projektointi

Turvallisuuden lisäämiseksi painelaiteturvallisuuden piiriin kuuluvissa kattilalaitoksissa (soodakattiloilla) selvitettiin vaaran arviointien toteutustasoa.

Tavoitteena oli saada kartoitus käytetyistä menetelmistä ja esille tulleista merkittävistä vaaroista kattilalaitoksiin liittyen sekä samalla arvioida painelaitelain asettamien edellytysten toteutuminen.

Kattilalaitoksen vaaran arviointiin liittyen:

- *Vaarojen tunnistamiseen liittyvä toteuttamistapa (organisointi, käytetyt menetelmät sekä käytetty aika)*
- *Kattilatyyppin mukaisten vaaratilanteiden tunnistaminen/ oleellisimpien vaarojen etsiminen*
- *Riskien suuruuden arvioiminen / vaaratilanteiden luokittelumenetelmät*
- *Varautumisen selvittäminen tunnistettuihin vaaratilanteisiin*
Vaatimusten kohdentaminen, riskin vähennysmenetelmät ja niiden luotettavuuksien arvioimisen toteuttaminen.

2.3 Kohdehaastattelut ja aineiston hankkiminen

Vaaran arviointien toteuttaminen kartoitettiin kohdelaitoksiin tehdyillä kyselyillä ja paikanpäällä käynneillä. Kohdekäyntien yhteydessä haastateltiin vaaran arviointiin osallistunutta, mahdollisesti vastuussa ollutta henkilöä ja käytiin läpi tuloksia sekä yleisiä mielipiteitä vaaran arvioinnin toteuttamisesta.

Kohdelaitokset ja niiden yhteystiedot saatiin Soodakattilayhdistykseltä. Toiminnassa olevia soodakattiloita kyseisellä hetkellä Suomessa oli 18 kappaletta, joihin lähetettiin kysely ja tieto selvityksen tekemisestä keväällä 2003.

Kohdelaitoksista kymmenen vastasi, joista valittiin haastatteluun osallistuvat laitokset. Haastattelu toteutettiin kahdeksaan (8) eri laitokseen, joissa oli yhteensä kymmenen käytössä olevaa soodakattilaa. Tavoitteena oli, että kohdelaitoksia on noin puolet kokonaismäärästä ja ne edustavat mahdollisimman laajaa omistajarakennetta. Kaikista seuraavista yhtiöistä: Stora Enso, UPM-Kymmene ja Metsä-Botnia oli vähintään kaksi kohdetta, joista saatiin materiaalia selvitykseen liittyen ja jotka osallistuivat haastatteluun.

Selvityksen toteuttamishetkellä kaikkia kohdelaitoksien vaaran arviointeja ei vielä oltu tarkastettu tarkastuslaitosten puolesta ja osaan oltiin parhaillaan tekemässä päivityksiä.

2.4 Vaaran arviointiselvitysten tavoitteet

Vaaran arvioinneissa tavoitteena on laatia selvitys, joka määrittelee painelaitesäädösten edellyttämällä tavalla kattilalaitoksiin liittyvät vaaratilanteet ja onnettomuusmahdollisuudet sekä arvioida niiden mahdolliset seuraukset ja varautumisen riittävyys.

Kattilalaitoksen käyttöön, käyttötapoihin ja käytettyyn tekniikkaan liittyviä vaaratilanteita tulee tunnistaa ja nykyinen vaaratilanteisiin varautuminen tulee olla arvioitu. Toimintatapoihin ja järjestelmiin liittyviä parannusehdotuksia tulee tehdä tarpeen mukaan ja olemassa olevaa järjestelmää kehittää siten, että se täyttäisi voimassa olevan lainsäädännön ja työturvallisuuden vaatimukset.

Kattilalaitoskohtaisesti selvityksessä pyrittiin tunnistamaan menetelmät, joilla seuraaviin kohtiin/vaiheisiin oli vastattu:

1. Vaaratilanteiden ja riskien tunnistaminen
2. Riskien turvallisuusluokitus sekä vaatimusmäärittely TLJ:lle esim. turvallisuuden eheystasona (TET)
3. Vaaratilanteisiin varautuminen ja olemassa olevat turvatoiminnot
4. Turvallisuuden parannusehdotukset.

2.5 Kattilalaitosten kuvaus

Selvitykseen liittyvät kattilat ovat soodakattiloita, joissa pääpolttoaineena käytetään mustalipeää. Kattiloissa on lisäksi öljyllä (kevyt tai raskas) tai kaasulla toimivat käynnistys- sekä tukipolttimet ja niissä yleensä voidaan polttaa laimeita hajukaasuja sekä joissakin myös väkeviä hajukaasuja tai metanolia.

2.6 Yleiset oletukset ja rajaukset

Kohteena olevien kattilalaitosten tarkastelut on rajattu yleisesti laitoksen sisäpuolisiin toimintoihin ja rakenteisiin. Tarkastelun ulkopuolelle on rajattu sellaiset ulkopuoliset vaaratekijät, kuten poikkeukselliset luonnonvoimat, ulkopuolinen tahallinen ilkivalta tai vahingonteko esim. terrorismi tai muu vastaava johon kattilalaitos ei omilla toimillaan voi mitenkään vaikuttaa.

Ensisijaisesti käsittelyyn on otettu henkilöriskeihin liittyvät vaaratilanteet, mutta merkittävät ympäristö-, keskeytys- ja omaisuusvahingotkin on pyritty tunnistamaan. *Painelaitelain 3 §:n mukaisesti: ”Painelaite on rakennettava ja sijoitettava ja sitä hoidettava, käytettävä ja tarkastettava niin, ettei se vaaranna kenenkään terveyttä, turvallisuutta tai omaisuutta.”*

Kattilalaitoksiin ja niiden toimintaan liittyvinä oletuksina on, että työryhmillä on ollut käytössään voimassa olevat päivitetty PI-kaaviot, toimintakuvaukset, laitetiedot, sekä muut selvityksen tekemiseen liittyvät dokumentit.

Kattilalaitokseen tehty aikaisemmat poikkeamatarkastelut (Hazop) ja vaaran tunnistamiset on yleensä huomioitu arvioinneissa. TUKES-julkaisun 4/2000 [3] mukaisesti rajauksia voi tehdä monella eri tavalla, mutta joka tapauksessa kattilan käyttöön liittyvät keskeiset riskit on käsiteltävä. Polttoaineen varastointi ei useinkaan ole kuulunut arvioinnin piiriin tai sille sekä kuljetuslaitteille putkistoihin on tehty erillisiä Hazop-analyysyjä, kuten myös kemikaalien ja hajukaasun käsittelyyn liittyen.

2.7 Kohteet kattilalaitoksessa

Vaarojen tunnistamista varten kattilalaitos on usein jaettu pienempiin toiminnallisiin tarkastelukokonaisuuksiin. Kattilalaitos voidaan jakaa esimerkiksi seuraavalla tavalla, jota on käytetty kappaleessa 5.2 olevassa listauksessa merkittävimmistä vaaratilanteista: Kattilarakennus, polttoainejärjestelmät, kattilan vesi- ja höyryjärjestelmät, sulakourut ja liuottaja, savukaasu- ja palamisilmajärjestelmät, tuhka- ja hajukaasujärjestelmä, paineilma- ja varavoima, automaatio ja TLJ:n toiminta sekä huolto ja ohjeet.

Soodakattilayhdistyksen raportissa ”Soodakattilan vaaranarviointi” [7] jako on tehty seuraavasti: Kattilalaitos; Kattila; Suolakuljettimet ja tuhkan poisto; Öljy ja kaasupolttimet; Mustalipeän käsittely ja laitteet; Nuohomet ja putkistot; Ilmakanavat ja laitteet; Hajukaasut; Paineilmajärjestelmä; Syöttövesijärjestelmä; Sulakourut; Liuotinsäiliö, viherlipeä ja hönkäputkisto; Savukaasujärjestelmä ja pesuri; Sulavesi- ja tulipesäräjähdykset; Sähköistys; Automaatio; Turvallisuuteen liittyvät järjestelmät (TLJ); Vaarahälytysjärjestelmä; Varavoimajärjestelmä; Varoventtiilit ja venttiilit; Pikapysäytysjärjestelmä; Pikatyhjennysjärjestelmä; Kemikaalit; Vahinkokäynnistykset; Seisokit ja korjaustyöt; Häiriötilanteet; Ohjeistus; Organisaation toimivuus; Käyttökäsiikka; Epänormaalit käyttöolosuhteet; Palosuojelu; Säiliöt.

Käsittelyn helpottamiseksi ja mahdollisesti eri asiantuntijoiden käytön vuoksi järjestys ja aluejako kannattaa sovittaa kyseiseen laitokseen soveltuvaksi. Jakamisessa on huomioitava prosessin toiminnalliset kokonaisuudet ja eräs mahdollisuus onkin noudattaa PI-kaavioissa olevia laajuuksia.

2.8 Laitoskohtaisten työryhmien kokoonpano ja käsittelyyn käytetty aika

Työryhmätyöskentelyyn ovat osallistuneet mahdollisimman laaja-alaisesti kattilan käyttöön liittyvät henkilöt ja siten voidaan perustella riittävä käsittelyn tarvitsema asiantuntemus. Keskeisenä vaarojen tunnistamiseen ja varautumisen selvittämiseen liittyvät henkilöt, joilla on monipuolinen kattilan käyttökokemus ja tietoa rakenteiden sekä toimintojen mitoituksista.

Vastuuhenkilönä kattilalaitoksen käyttäjän puolelta on usein ollut käytönvalvoja, joka on vastannut myös arvioinnin toteuttamisesta ja raportoinneista. Noin puolessa kohdelaitoksien arvioinneista mukana on ollut myös ulkopuolinen konsultti tai asiantuntija. Ulkopuolinen henkilö on tuonut projektointiin kokemusta menetelmiin liittyen, sillä omat kokemukset vaaran arvioinneista ovat laitoksilla olleet vähäisiä. Ulkopuolista apua on ollut hyvä käyttää siitakin syystä, että mukaan saadaan ns. riippumattoman mielipide ja asiantuntemusta vastaavista muista laitoksista. Useimmiten menettelyjen tuntemus ja alakohtainen kokemus nopeuttaa työn käynnistämisessä ja kokonaisprojektin kestossa, säästäten oman henkilöstön osallistumistarvetta. Ainakin laitoksen ensimmäisen kohteen/kattilan kohdalla ulkopuolinen apu saattaa olla tarpeen.

Vaarojen arviointiin ja luokitteluun on kohteiden mukaan kulunut välillä kohtuuttomastikin aikaa, mutta useimmat ovat kokeneet käsittelyn tuomat hyödyt laitostunteumuksen parantumisena. Keskimäärin kattilakohtaisesti käsittely on vienyt noin 4-5 työryhmäpäivää ja työryhmätyöskentelyyn on osallistunut keskimäärin 5-8 henkilöä, sekä lisäksi raportin kokoaminen ja mahdolliset kommentointikierrokset. Mistään selvitykseen osallistuneista laitoksista ei jäänyt sellaista vaikutelmaa - ettei osallistumaan olisi henkilöitä saatu, mutta normaalien työkiireiden ja vuorojärjestelyjen vuoksi toteutukseen on saattanut kulua useitakin kuukausia.

3 VAAROJEN TUNNISTAMINEN

Vaarojen tunnistaminen ja nykyisen varautumisen selvittäminen sekä toimenpideehdotusten kehittäminen muodostavat vaaran arviointiprosessin tärkeimmän vaiheen.

Yleisesti ei ole nimetty yksittäistä menetelmää, jolla vaaroja on tunnistettu - toteutuksissa on käytetty moneen eri tunnistamismenetelmään viittaavia yhdistelmiä. Potentiaalisten ongelmien analyysillä (POA) on tunnistettu keskeisimmät ongelma-alueet laitoksella. Poikkeamatarkastelun (Hazop) tyyllisellä tarkastelulla on pyritty tunnistamaan prosessisuureiden normaalista poikkeavien arvojen vaikutusta turvallisuuteen esimerkiksi paineen tai lämpötilan vaikutus. Toimintovirheanalyysillä on kartoitettu tiettyjen toimintojen ja tehtävien suorittamiseen esim. huolto- ja ylläpitotehtäviin liittyvät vaaratilanteet ja niiden välttäminen. Vika- ja vaikutusanalyysillä on selvitetty jonkin laitteen toimimattomuuden vaikutus muihin toimintoihin esimerkiksi instrumentti-ilman puuttumisen vaikutus toimilaitteiden tai mittausten luotettavuuteen.

Vaarojen tunnistamisella kokonaisuudessaan tarkoitetaan erilaisista toimintovirheistä, häiriöistä, poikkeamista, laitteiden vikaantumisista jne. aiheutuvien, ihmisille tai omaisuudelle vahinkoa aiheuttavien tapahtumien ja tapahtumaketjujen tunnistamista sekä näiden aiheuttamien seurausten kuvaamista.

3.1 Arviointiin liittyvät työvaiheet

Selvitystyöt on yleensä vaiheistettu kattilakohtaisesti seuraavalla tavalla:

Esiselvitykset ja tehtävämäärittely

- Ennakolta tutustuminen laitoksen lähtötietodokumentointiin ja aikaisemmin tehtyihin analyysihin. Käsittävän kohteen rajaukset sekä työryhmän määrittely.

- Aloituspalaveri ja tutustumiskäynti voimalaitoksella arvioitavien kohteiden ja tarvittavien toimenpiteiden määrittämiseksi.

Työryhmä kokoontumiset

- Vaarojen tunnistaminen, riskien luokittelu, varautumisen tarkastelu/ selvitys laitoksen varautumisen nykytilasta suojien ja muiden varolaitteiden osalta sekä parannusehdotukset ja toimenpiteet.

Raportointi

- Havaintojen kirjaaminen työryhmätyöskentelystä sekä loppuraportti selvitystyöstä.

3.2

Selvityksen havainnot vaaran tunnistamismenetelmistä

Vaarojen tunnistamisessa on käytetty melko yleisesti avuksi Soodakattilayhdistyksen tekemiä vaaralistauksia, Tukes-julkaisuja sekä Kattilalaitosten turvallisuuskomitean (KLTk) laatimia turvallisuusohjeita. Laitoskohtaisesti on lisätty kokemukseen perustuvia vaaratilanteita ja joissain laitoksissa on käytetty hyväksi myös tietoja kyseisessä laitoksessa tapahtuneista vaaratilanteista esim. tulipaloista ja käyttökeskeytyksistä.

Käsittelylomakkeistoon on vaaratilanteesta yleensä kuvattu:

- käsiteltävä kohde tai tilanne
- syy joka johtaa vaaratilanteen aktivoitumiseen
- seuraukset
- varautumismenetelmät
- riskin luokittelu.

Listaukset vaaratilanteista ovat varsin laajoja, joka osoittaa että käsittelyt ovat olleet melko kattavia. Vain muutamassa kohteessa oli käsitelty pelkästään Soodakattilayhdistyksen listauksessa olleet vaaratilanteet ja näissä ei myöskään oltu kerätty erikseen merkittäviä vaaratilanteita.

Useimmilla laitoksilla koko henkilöstölle on annettu mahdollisuus kertoa havaitsemiinsa vaaratilanteita. On tärkeää että henkilöstö voi vaikuttaa työympäristönsä turvallisuuteen ja tällainen on jopa edellytyksenä kemikaalien käsittelyyn liittyen (henkilöstön kuuleminen). Vasta luokitteluvaiheessa on muodostettu työryhmä, joka on käsitellyt havaitut asiat. Tunnistamisessa keskeinen rooli onkin koko käyttöhenkilöstöllä, joka parhaiten tuntee laitokseen liittyvät erikoisuudet ja vaaratilanteen mahdollisuudet.

4

TUNNISTETTujen VAAROJEN LUOKITTELU

Turvallisuusanalyseissä ei varsinaisesti ole tarkoitus kvantitatiivisesti (numeerisesti) arvioida vaarojen olemassa oloa. Tunnistetut vaaratilanteet on kuitenkin luokiteltava jotenkin, jotta niille saadaan jatkokäsittelyn tarvitsema kriittisyys ja tärkeysjärjestys. Luokittelemalla saadaan turvallisuuskriittisille asioille myös vaatimusluokittelu eli esimerkiksi turvallisuuden eheystasoluokittelu (TET), jonka avulla voidaan määritellä riskiä vähentäville järjestelmille eli turvalaitteille toiminta- ja luotettavuusvaatimus.

Riskien arviointi ja luokittelu perustuu työryhmien näkemyksiin vaaratilanteiden toteutumisen todennäköisyydestä ja mahdollisten seurausten vakavuudesta. Varsinkin siinä tapauksessa, että työryhmä koostuu pelkästään laitoksen omista henkilöistä, on harvoin tunnistettu merkittäviä parannettavia tai vaaraa aiheuttavia kohteita. Luokittelussa esimerkiksi suojatoimintoon liittyvää kohdetta on usein luotettu laitteiden toimintaan ja siten vaaraa ei esimerkiksi aiheudu vaikkapa lieriön kuiviinkiehumisesta. Laitteiden luotettavuustietämys perustuu usein monivuotiseen kokemukseen ja siten tämä on toisaltaan perusteltua, mutta jos laitteiden luotettavuutta tai soveltuvuutta kyseiseen kohteeseen ei ole milloinkaan analysoitu tai arvioitu, ei voida niiden riittävyydestäkään olla varmoja.

4.1 Luokittelu menetelmät

Luokittelussa yleisimmin käytössä on ollut Tukes-julkaisuun [3] pohjautuva luokittelu, jossa riskin suuruus saadaan laskemalla yhtälöön kuuluvien tekijöiden yhteisvaikutus. Poikkeuksena julkaisussa olleeseen, laitoksilla luokitteluun on lisätty usein ympäristöön, keskeytykseen tai tulipaloon liittyviä parametreja.

Kolmessa kohteessa riskiluku on arvioitu erikseen Soodakattilayhdistyksen vaaranarviointi raportin [7] mukaisesti ja yhdessä kohteessa on käytetty konsultin suosittelemaa useampi vaiheista arviointia. Uusiin laitoksiin on ainakin suojatoimintojen osalta käytetty Soodakattilayhdistyksen turva-automaatio suosituksessa [8] olevaa menetelyä, jossa turvallisuuden eheystaso (TET) ja siten laitevaatimukset saadaan suoraan riskigraafista. Luokittelumenetelmä vastaa turvallisuuteen liittyville toteutuksille olevan kattostandardin (IEC 61508) [5] erästä menettelyä.

Seuraavissa kappaleissa on esitelty edellä mainittuja eri luokittelumenetelmiä, joita on käytetty vaaratilanteita luokiteltaessa.

4.1.1 Luokittelu Soodakattilayhdistyksen vaaranarviointi raportissa

Soodakattilayhdistyksen vaaranarviointi raportissa [7] vaaratilanteiden luokittelu oli tehty seuraavan mukaisesti.

Raportissa pääpaino on laitettu vaarojen tunnistamisella, eikä varsinaisesti niiden laadulliselle luokittelulle. Tavoitteena on ollut vaaratilanteiden merkittävyyden esille saaminen ja edistää laitosten turvallisuustyötä sekä saada riskien vähentämiselle tärkeysjärjestys.

Raportissa on todettu, että luokitukseen voidaan käyttää erilaisia arvosteluperusteita ja se voi olla monivaiheinen: haetaan ensin merkittävämmät vaarat, joita sitten arvioidaan yksityiskohtaisesti. Yleensä erilaiset luokitukset kuitenkin johtavat samaan ja oikeaan suuntaan eli vaarojen torjuntaan ja turvallisuuden lisäämiseen. Jokainen laitos joutuu pohtimaan vaarojen merkittävyyttä omista lähtökohdistaan ja siksi raportissa on tehty vain esitys luokituksen periaatteesta.

Vaaratilanteet jaotellaan luokittelussa riskin seurausten eli *vahinkoseurausten* mukaisesti: Henkilövahinko (**H**); Tekninen vaurio (**T**); Keskeytys tuotannossa (**K**) tai Imagon vaarantuminen (**I**) sekä *riskityypin* mukaisesti jaotellaan: Paloriski (**PA**) ja Kemiikaali- sekä ympäristöriski (**KE**).

Vaarojen merkittävyyttä ei ole myöskään pisteytetty. Vaaratyyppin suhteellista todennäköisyyttä tai riskin painoarvoa esitetään numeroilla, jossa arviointiskaala (0...3) riippuu vaaratyyppien ominaisuuksista seuraavan mukaisesti:

- 0 = ei vahinkoa, ei mahdollinen
- 1 = jokseenkin epätodennäköinen, vähäinen, hyväksyttävä
- 2 = satunnaisesti mahdollinen, toimenpiteitä tarvittaisiin, reagenttiraja
- 3 = usein toistuva, ei vältettävissä, todennäköinen, vakava riski, pitää toimia.

Lomakkeessa on erillinen sarake, **Summa**, joka on päätöksenteon työkalu. Siihen arvioidaan sarakkeissa olevien pisteiden yhteinen vaikuttavuus, yhteenlaskua ei siis suoriteta. Sarake on yhteenveto vaaran merkittävyydestä ja sen edellyttämistä toimista.

Summasarakkeeseen arvioidaan korjaustarpeen laatu ja kiireellisyys päätöksiä varten seuraavan asteikon (1...4) mukaisesti:

- 1 = välittömästi korjattava/ investoitava
- 2 = seuraavan vuoden aikana käsiteltävä/ korjattava
- 3 = 2-5 vuoden kuluessa erääntyvä/ korjattava
- 4 = ei oteta korjausohjelmaan, mutta seurataan.

4.1.2 Luokittelu Tukes-julkaisussa 4/2000

Yleisesti kohdelaitoksissa on käytetty luokittelua, joka perustuu Tukes-julkaisussa [3] olleeseen malliin. Poikkeavuudet luokittelun kalibrointiin on merkitty [hakasulkeisiin] julkaisussa olleisiin verrattuna.

Riskiluku (R) saadaan yhtälön avulla eri arviointikriteerien perusteella kaavalla

$$R=T*(H+O+[Y])$$

Todennäköisyys (T); vahinkoa laitoksen käyttövuotta kohden

- 1 Hyvin epätodennäköinen, alle 1/30 a
- 2 Epätodennäköinen, 1/30 a - 1/10 a
- 3 Lievästi todennäköinen, 1/10 a - 1/5 a
- 4 Melko todennäköinen, 1/5 a - 1/2 a
- 5 Hyvin todennäköinen, 1/2 a -

Henkilövahingot (H); Kemikaalille altistumisesta, räjähdyksestä tms. suoraan aiheutuvat terveydelliset vahingot.

- 1 Yhden henkilön vakava vammautuminen [Lievä tapaturma (0–3 d sairausloma)]
- 2 Usean henkilön vakava vammautuminen [Tapaturma (3–30 d sairausloma)]
- 3 Yhden henkilön kuolema [Vakava tapaturma (yli 30 d)]
- 4 Yhden henkilön kuolema, useita vaarassa
- 5 Usean henkilön kuolema

Omaisuuksvahingot (O) [sisältäen myös siivous- yms. kustannukset]

- | | | |
|---|-----------------|---------------|
| 1 | 0 - 35 t€ | [4 - 30 t€] |
| 2 | 35 - 170 t€ | [30 - 200 t€] |
| 3 | 170 - 840 t€ | [0,2 - 1 M€] |
| 4 | 840 t€ - 4,2 M€ | [1 - 5 M€] |
| 5 | > 4,2 M€ | [>5 M€] |

[Ympäristövahingot (Y). Näihin on laskettu myös ympäristön ihmisten kokema ahdistus ja huoli vaaratilanteiden yhteydessä. Lisäksi seurannaisvahingot kuten hätäantymisestä aiheutuvat onnettomuudet tehdasalueen ulkopuolella on sisällytetty ympäristövahinkoihin, koska ko. vahinkojen suora arviointi ei ole ollut mahdollista.

- 1 Hyvin vähäiset (sisäiset tavoitearvot rikkoutuvat)
- 2 Vähäiset (esim. ilmoitus valvontaviranomaiselle)
- 3 Kohtalaiset (esim. lupaehdot rikkoutuvat)
- 4 Huomattavat (havaittavat paikalliset ympäristövaikutukset)
- 5 Vakavat.]

4.1.3 TLJ:n luokittelu Soodakattilayhdistyksen turva-automaatio suosituksessa

Soodakattilayhdistyksen Soodakattilan turva-automaation suosituksessa (16A0913-E0044) [8] on ehdotus riskigraafista ja sen kalibroinnista, jolla saadaan suoraan vaatimusmäärittely turvallisuuden eheystasona (TET) riskin vähentämiselle. Menetelmä perustuu standardin IEC 61508 [5] mukaiseen riskigraafiin ja sen luokitteluihin seuraavan kalibroinnin mukaisesti:

C vaarallisen tapahtuman seuraus (henkilövahinkoon liittyen); A-D

C_A = Ohi menevä tapaturma tai sairaus,

C_B = Vammautuminen, pysyvä vamma tai sairaus, ei vaikutusta työkykyyn

C_C = Kuolemantapaus tai muutama vakava vamma (< 5), työkyvyn menetys,

C_D = Useampi kuollut tai useita vakavia vammoja (> 5).

F oleskelutaaajuus /alittiina olo aika (F_A tai F_B) F_A Oleskeluaika käyttäjän aikana vaara-alueella 10 % tai alle F_B Oleskeluaika käyttäjän aikana vaara-alueella yli 10 %**P vaarallisen tapahtuman välttämistodennäköisyys (P_A tai P_B)** P_A valitaan kun kaikki seuraava toteutuu (muulloin P_B)

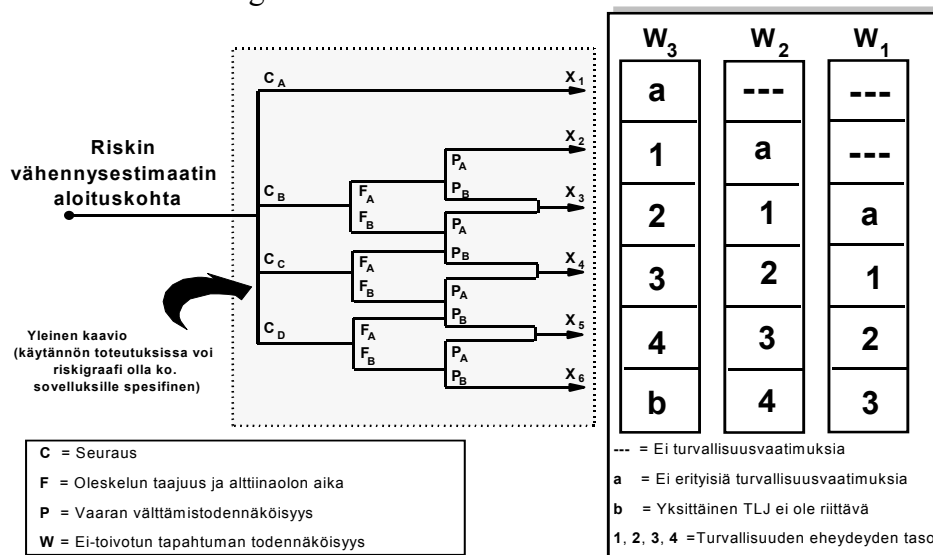
- Järjestelmä varoittaa operaattoria että TLJ on epäkunnossa
- Riippumattomia laitteita vaarattomaan alasarjoon on olemassa tai laitteita jotka sallivat kaikkien henkilöiden siirtymisen turvalliseen tilaan
- Aika operaattorin varoittamisen ja vaarallisen tapahtuman välillä on riittävä

W vaade taajuus; (W_1 , W_2 tai W_3) W_1 = Todennäköisyys alle 0,03 vuodessa (tapahtumaväli > 33 vuotta) W_2 = Todennäköisyys 0,3 - 0,03 vuodessa (tapahtumaväli 3 - 33 vuotta) W_3 = Todennäköisyys 3 - 0,3 vuodessa (tapahtumaväli 4 kk - 3 vuotta)

Jos suurempi todennäköisyys, suositellaan käsiteltäväksi eri menetelmällä.

TET (Turvallisuuden eheystaso) saadaan määriteltyä edellä mainittujen parametrien perusteella standardissa IEC61508 olevalla riskigraafilla (Kuva 1/4).

KUVA 1/4 - Riskigraafi standardin IEC 61508 mukaisesti



Turvallisuuden eheys on todennäköisyys sille, että turvallisuuteen liittyvä järjestelmä (TLJ) toteuttaa hyväksyttävästi vaadittavat turvatoiminnot kaikissa määritellyissä olosuhteissa ja määritellyn ajan. Turvallisuuden eheyden taso (TET) on diskreetti taso TLJ:n osoitettujen turvatoimintojen turvallisuuden eheyden vaatimusten määrittämiseksi. Mitä parempi on TET, sitä todennäköisempää on, että ko. suojauspiiri / turvatoiminto ei vioitu vaarallisesti. Turvallisuuden eheyden tasoa on neljä, missä tasolla 4 on korkein turvallisuuden eheys ja tasolla 1 matalin.

4.2

Selvityksen havainnot luokittelumenetelmistä

Vaaratilanteiden luokittelussa ei ole yleensä huomioitu suojalaitteiden vikaantumista. Oletuksena on suojan toiminta, mutta suurimmassa osassa toteutuksia luotettavuutta tai toiminnallisuutta ei ole koskaan todennettu. Uusimmat järjestelmät (1990- luvulla ja sen jälkeen toteutetut), yleistyneen käytännön ja vaatimusten muuttumisen seurauksena, ovat osittain sisältäneet toteutuksen toiminnallisuuden arviointeja. Uusimmissa ja parhaillaan toteutettavissa laitoksissa laitevaatimuksia yleisesti määritellään turva-automaatio suosituksen [8] mukaisella riskigraafi menettelyllä.

Riskiluvut itsessään jäävät huomattavan alhaiselle tasolle, jos luotetaan suojalaitteiden oikeaan toimintaan. Varautumisena arviointidokumenteista saattaa löytyä vain esimerkiksi kattilasuoja tai kyseessä oleva suojalaite ja mahdollisesti sen periaaterakenne (esimerkiksi tulipesän painemittaus 2/3 rakenteella), jonka avulla riskiluku lievennetään ei merkittäväksi asiaksi. Monessa luokittelussa on esimerkiksi henkilöriskin suuruus melko korkea, mutta korjaavia toimenpiteitä ei ole arvioitu. Luokittelussa suojajärjestelmälle vaatimusta (esim. TET), tulisi olla itsestään selvää, että tällöin ei voi huomioida itse suojalaitteen toimintaa vaatimusta vähentävänä. Tai toisin sanoen, jos olemassa oleva laitekokonaisuus (TLJ mukaan lukien) saa vaatimustason $\geq$ TET1 on olemassa oleva riskinvähennys riittämätön ja siten turvallisuutta parannettava.

Riskigraafin kalibroinnissa tulee huomioida se, että henkilövahinkojen mahdollisuus laitoksella on vaaratilanteissa yleensä olemassa. Tämän tosiasian pohjalta riskigraafikin voidaan kalibroida siten, että seuraus eli C-parametriin otetaan vain vakavat loukkaantumiset ja lievät tapahtumat kirjataan muulla tavoin.

Tukes-julkaisun mukaisessa luokituksessa kaavasta $R=T*(H+O+Y)$, pelkästään todennäköisyys (T) tekee ”riskiluvusta” korkean, vaikka muut olisivat alimmalla tasolla. Esim. jos tapahtuma mahdollistuu noin kerran vuodessa – muttei aiheuta merkittävää muuta vaaraa, $T=5$ ja siten $R=5(1+1+1)=15$. Vastaavasti yhden henkilön kuolema $H=4$ ja todennäköisyydellä noin kerran/10 a, $R=2(4+1+1)=12$. Parametrille T ei ole myöskään selkeästi määriteltä mitä todennäköisyyttä se kuvaa; yleisesti tapahtuman vai riskitilanteen. Eli esimerkiksi onko todennäköistä että laite vioittuu tai kuoleeko tapahtuman seurauksena joku.

5 MERKITTÄVIMMÄT VAARATILANTEET SOODAKATTILALAITOKSILLA

Vaaran arvioinneista esille tulleet merkittävimmät vaaratilanteet liittyivät useimmiten sulavesiräjähdykseen tai vuodon seurauksena syntyneeseen paineaaltoon, tulipesäräjähdykseen tai tulipaloon. Tulipalon seurauksena laitoksella voi tapahtua jopa rakenteiden sortuminen ja siten vakavuudeltaan katastrofaaliset seuraukset.

Sulavyöpyn aiheuttama liuottajan ylikäato tai räjähdysten aiheuttamat sulariskeet, joiden syynä saattaa olla mm. sähkönsyöttöhäiriöt tai automaation häiriöt, jonkin pumpun tai (savukaasu-)puhaltimen pysähtyminen.

Muita vaaratilanteita ovat esimerkiksi:

- Höyryputkien vuodot/repeämät, seurauksena kuumaa vettä tai höyryä henkilöiden päälle tai tulipessä sulavesiräjähdyks
- Suurenergisten paineastioiden vauriot (syöttövesi- tai lauhdesäiliö, kattilalieriö ja päähöyryputki)
- Polttoaine tai hajukaasuvuodot, josta seurauksena tulipalo- tai räjähdysvaara
- Huoltotyöt esim. sähkösuotimissa tai suolakuljettimilla
- Työohjeiden ja kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteiden puutteellisuudet.

BLRBAC:n (Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee) ohjeiden ja suositusten [9] mukaisesti useimmat räjähdykset ja vaaratilanteet johtuvat yhteisvaikutuksesta sulan ja jossakin muodossa olevan veden tai matala kuiva-ainepitoisen lipeän kanssa.

Keskeisimmät syyt räjähdykseen sekä vakaviin henkilö- tai omaisuusvahinkoihin:

- veden ja sulan reaktiot (sulavesiräjähdyks)
- laihan lipeän (kuiva-ainepitoisuus liian pieni) ja sulan reaktiot
- apupolttimista kertyneen palamattoman polttoaineen hallitsematon syttyminen
- lipeän poltosta syntyneiden kaasujen hallitsematon syttyminen.

Sulavesiräjähdyksen syitä, joihin voidaan vaikuttaa, ovat seuraavat:

1. Paineellisten osien viat
2. Poltto-/palamisolosuhteet tai polttoaineen ominaisuudet (lipeän kuiva-ainepitoisuus <58 %)
3. Lipeän vieminen käytöstä poissa olevaan kattilaan
4. Veden pääsy tulipesään lipeäjärjestelmän kautta
5. Veden pääsy tulipesään muista järjestelmistä

Varsinkin kohdissa 2-5 oleviin asioihin voidaan osittain vaikuttaa suojajärjestelmillä. Seuraukset edellä mainituista voivat vaihdella pienistä poksahduksista tuhoisaan räjähdykseen.

Kaasuräjähdyksen tai kaasuuntuneen polttoaineen hallitsemattomaan syttymiseen syitä ovat mm. seuraavat:

1. Lipeän vieminen tulipesään ilman riittävää tukipolttoa
2. Apupolttoaineen polton yrittäminen ilman riittävää tuuletusta

Merkittävimmät riskit on yleensä vaaran arvioinneissa kerätty erikseen raportin tektiosuuteen, mutta osassa ne sisältyvät vain luokittelutaulukoihin. Vähintään merkittävät vaaratilanteet ja korjauskohteet kannattaa kerätä erikseen ja näistä tulisi kirjoittaa myös tarkempi selostus.

Seuraavissa kappaleissa on kuvattu eri vaaran arvioinneista esille tulleet merkittävimmät soodakattilalaitoksia koskevat vaaratilanteet toiminnallisiin tarkastelukokonaisuuksiin jaoteltuina.

5.1 Kattilarakennus (kulkureitit, poistumistiet, hoitotasot)

Kattilarakennuksiin on arviointien mukaan suunniteltu riittävä määrä heikennettyä seinää kattilaräjähdyksen ja kattilan heikon nurkan avautumisen varalle. Paineen purkautuminen saattaa kuitenkin tapahtuessaan aiheuttaa voimalaitoksen henkilöstölle ja samalla ulkopuolisille vaaratilanteen.

Yleisesti kattilalaitoksen alueella liikuttaessa on vältettävä vaarallisiksi tunnistettuja kohteita esimerkiksi kattilan heikon nurkan alue, joka on oltava erikseen merkattu ja sulakourut sekä liuottaja sekä muut palovaaralliset kohteet. Varsinkin kattilahuoneen sisällä ulkopuolisten liikkuminen on oltava valvottavissa tai jopa estettyä.

Sulavesiräjähdykset liuottajassa tai kouruissa sekä sulan vuoto vesikanaaliin tai kaapelihyllylle voi aiheuttaa myös tulipaloja kattilahuoneessa. Sulaa tai höyryä kattilahuoneeseen saattaa tulla myös sulavesiräjähdyksestä tai heikon nurkan avautumisesta.

5.2 Polttoainejärjestelmät/ pääpolttoaine: polttoliipeä

Lähinnä tulipaloon liittyvät vaarat ovat keskeisiä polttoaineen käsittelyyn liittyen. Omaisuusvahinkoihin liittyvät vaarat ovat mahdollisia ja siten esimerkiksi tuotannolliset keskeytykset. Havaitut henkilöriskin mahdollisuudet ja niihin liittyvät parannusehdotukset ovat pieniä, sillä vaaratilanteet on usean vuoden kokemuksella saatu minimoitua.

Merkittävimmät vaaratilanteet polttoliipeään liittyy sulavesiräjähdyksen mahdollisuudesta. Räjähdys voi aiheutua esimerkiksi jostakin seuraavista syistä:

- suolakuljettimelle tai muuten järjestelmään päässyt vuotovesi
- lipeäruiskujen kautta vettä tulipesään
- lipeän laihtuminen tai polttoliipeän kuiva-ainepitoisuuden lasku
- haihdutuksessa olevan häiriön johdosta.

Varautumisena suositusten mukaisesti tulee olla polttoliipeän kuiva-ainepitoisuuden ja virtauksen valvonta.

Sekoitus säiliössä häiriötilanteessa tuhka saattaa romahtaessaan roiskauttaa lipeää tai lipeän liika laihtuminen aiheuttaa sulavesiräjähdyksen.

Seuraukset, joista on mahdollisuus yhden tai useamman henkilön kuolemaan liittyvät yleisesti korjaus- ja huoltotyöhön polttoaineen käsittelyjärjestelmissä esimerkiksi lipeäriskeet liuottajalla suuren sularyöpyä takia tai lipeäruiskua auki rassattaessa.

5.3 Polttoainejärjestelmät / apupolttoaineet: kaasut ja öljy

Polttoaineenvarastointi on yleensä laitoksilla käsitelty erikseen. Polttoaineisiin liittyvät vaarat ovat lähinnä tulipaloon liittyviä ja siten säiliöalueiden sammutuskaluston riittävyys ja mahdollisiin palokohteisiin pääseminen on varmistettava.

Polttimien läheisyydessä tapahtuvat letkuvauriot ja vuodot saattavat aiheuttaa tulipalon tai räjähdysvaaran, josta seurauksena on henkilö- tai omaisuusvahinko. Viemäriin valuva öljy aiheuttaa vähintään ympäristövahinkoa, mikäli hälyttimet eivät toimi oikein tai vikaantuvat.

Polttimiin liittyviä vaaratilanteita ovat mm. polttoaine-ilma suhteesta aiheutuvat moitteettomasta palamisesta aiheutuvat räjähdysvaarat (säädön virheet ja liikaa polttoainetta tulipesään). Tapahtuman todentuminen on todennäköisintä varsinkin käynnistyksen ja ylösajon yhteydessä.

5.4 Kattilan vesi- ja höyryjärjestelmä

Veden ”tekemiseen” liittyvät vaarat ovat paljolti kiinni ohjeiden noudattamisesta ja yleisestä varovaisuudesta, jota kemikaalien kanssa toimiminen edellyttää.

Yleisesti höyrylinjoihin, varsinkin korkeapaine puolella, liittyy vaaroja kuumen höyryn purkautumisesta johtuen, joten työskentely edellyttää varovaisuutta ja materiaali- vaurioiden välttämiseksi kunnonvalvontaa sekä tarkastuksia määrääjain.

5.4.1 Lieriö

Lieriöön liittyvänä ns. kuiviinkiehumisen aiheuttaa merkittävimmät vaaratilanteet henkilöille ja omaisuudelle. Vastaavasti lieriön pinnan nouseminen yli sallitun voi aiheuttaa tietyissä tapauksissa paineiskuja putkiin, veden vuotamisen tulipesään ja siten sulavesiräjähdyksen tai vettä turbiinille, josta merkittävät omaisuusvahingot.

Kuumaan ja korkeapaineiseen höyryyn liittyvät asiat aiheuttavat merkittäviä vaaratilanteiden mahdollisuuksia varsinkin huoltotehtävissä ja kattilan sisäpuolisessa työssä.

5.4.2 Syöttövesijärjestelmä, lauhteet, pohja- ja ulospuhallus

Syöttöveden laatu tai epäpuhtaudet lauhteissa saattavat aiheuttaa merkittäviä omaisuusvahinkoja. Kerrostumat kattilassa ja turbiinissa tai kiertohäiriöt, joista seurauksena vuoto kattilaan ja sulavesiräjähdykset.

Syöttövesi- tai lauhdesäiliön vuodosta kuumaa vettä tai höyryä henkilöiden päälle sekä näytteenottoon liittyy kuumasta vedestä tai höyrystä aiheutuvia vaaratilanteita, joita voidaan ehkäistä henkilökohtaisilla suojaimilla tai pinnankorkeus- sekä lämpötilamittauksista tehtävillä lukituksilla.

5.4.3 Kattilan vesikierto ja pikatyhjennysjärjestelmä

Kattilan sisäpuolisten putkien (esim. pohja-, verho tai seinäputkisto) tai rakenteiden vuodot kattilassa, jonka seurauksena vettä tulipesään ja siten sulavesiräjähdysten vaara. Sulavesiräjähdysten välttämiseksi soodakattilat on varustettu pikatyhjennystoiminnolla, jonka tarkoituksena on estää veden pääsy kosketuksiin sulan kanssa ja siten välttää suurempi vaaratilanne tai rakennevahio. Pikatyhjennys käynnistetään valvomosta pikapysäytyksen jälkeen erillisestä kytkimestä, harkinnan mukaisesti, ja siten se edellyttää ohjeistusta sekä käyttöhenkilöstön nopeaa päätöksentekoa ja osaamista.

Vuoto kattilan vesikierrossa saattaa sulavesiräjähdysten lisäksi aiheuttaa vaaraa henkilöille myös kuumasta höyrystä tai vedestä johtuen.

5.5 Sulakourut ja liuottaja

Veden ja sulan väärä suhde aiheuttaa räjähdyksiä, sulavesiräjähdykset liottajassa tai kouruissa aiheuttavat myös tulipalon vaaraa. Sulakouruissa, ennen liuottajaa, sulan hajoittaminen tulee suunnitella mahdollisimman tehokkaaksi.

Kouruvahio, kourun tukkeutuminen tai vuodot kattilasta sekä tyhjiin liuottajaan tuleva voimakas sulavirtaus saattavat aiheuttaa sulavesiräjähdysten.

Liuottajasta on oltava turvallinen paineenpurkautuminen räjähdysten varalle. Liuottajan hönkäpuhaltimen rikkoutuessa höngät voivat kulkeutua hallitsemattomasti kattilarakennuksessa, josta aiheutuu henkilövahingonvaara.

5.6 Savukaasu- ja palamisilmajärjestelmä

Keskeisimpiä kattilan toimintaan vaikuttavia tekijöitä ovat tuuletukseen ja savukaasun poistoon liittyvät tekijät sekä polttoaine/ilmasuhteeseen ja riittävään palamisilman saatavuuteen.

Mitoitusta suurempi paine kattilassa ja siten heikon nurkan avautuminen merkitsee usein mahdollisuutta henkilöriskeille ja vähintään omaisuusvahinkoa. Savukaasulinjan sulkeutuminen tai savukaasupuhaltimen pysähtyminen käyvässä laitoksessa ja samalla suojan toimimattomuus aiheuttavat merkittävän vaaratilanteen. Savukaasun vuotaminen kattilahuoneeseen aiheuttaa henkilöille tukehtumis- tai häämyrkytysvaaran sekä tulipalovaaran.

Vesivuoto ilmajärjestelmän kautta tulipesään esim. jos esilämmitys tehdään vedellä tai höyryllä, seurauksena voi olla sulavesiräjähdys.

Tuuletuksen epäonnistuminen riittämättömän ilmavirtauksen/-määrän takia, jolloin esimerkiksi sähkösuotimeen kertyneistä kaasuista voi aiheutua kaasuräjähdys.

Sähkölaitevika, ukkonen tai väärä operointi saattavat aiheuttaa savukanavan sulkeutumisen/avautumisen estymisen, josta seurauksena jopa kattilaräjähdys, palamattomien pitoisuus kasvaa savukaasussa tai hajukaasuja kerääntyy sähkösuotimeen.

Huoltoon tai tarkastukseen sähkösuotimessa liittyy vaaroja mm. puutteellisesta maadoituksesta tai hapen puutteesta. Työskentelyohjeilla ja lupamenettelyillä vähennetään ylläpitoon liittyviä riskejä.

5.7 Tuhkajärjestelmä

Tuhkan palautusjärjestelmät tulee olla sellaisia, ettei mahdollisen vuodon seurauksena tuhkasuppiloihin kerääntynyt vesi pääse tulipesään ja aiheuta siten sulavesiräjähdystä.

Tuhkanpoistoa rassattaessa - "lommahtaminen" jolloin kattilahuoneeseen tai henkilön päälle tulee kuumaa tuhkaa.

5.8 Hajukaasujärjestelmät

Keskeisiä hajukaasujärjestelmiin liittyviä vaaratilanteita ovat kaasun hallitsematon syttyminen. Syy vaaratilanteeseen voi olla paineen tai liekinvalvonnan epävarmuus, kaasun palaminen linjassa ja siten järjestelmän räjähtäminen.

Varsinkin alas- tai ylösajotilanteessa laimeat kaasut virtaavat kattilaan ja kertyvät sähkösuotimeen, jossa kaasut aiheuttavat räjähdysvaaran.

Vuodot ympäristöön, jolloin myrkyllistä, syttyvää kaasua leviää laitokselle tai huolto-työssä kohteen puutteellinen tuuletus ja tulityöt kohteessa aiheuttavat räjähdysvaaran.

Lauhteiden vuotaminen tulipesään hajukaasun polttokanavasta voi aiheuttaa myös su-lavesiräjähdysten.

5.9 Paineilma ja varavoima

Instrumentti-ilman vaikutus kaikkiin toimilaitteisiin on selvitettävä vikatilanteissa. Toimisuunnat kaikille laitteille tulisi tarkastaa ja on harkittava toimisuunnan vaihtoa ns. turvallisempaan suuntaan, jos havaitaan muuta. Instrumentti-ilman paineen laski-essa tehdään yleensä lukitus tietyille laitteille ja siten ennalta ehkäistään vaaratilanteen muodostumisen.

Sähköverkon häiriöt saattavat aiheuttaa toimilaitteiden menemisen vaaralliseen ti-laan/asentoon tai ohjauskyvyttömiksi ja automaatiojärjestelmän näyttöjen pimenemi-sen.

Toimilaitteet, jotka ovat kattilaan tulevissa linjoissa (polttoaineet, ilma, vesi jne.), tu-lee olla turvallisesti vikaantuvia (Fail safe-periaate) eli laitteet menevät vikatilanteessa ennalta suunniteltuun turvalliseen tilaan tai asentoon.

5.10 Automaatio ja TLJ:n toiminta

Olemassa olevienkin suojausten toimimattomuus tai jopa niiden ohittaminen saattaa mahdollistaa tilanteen, josta aiheutuu merkittäviä henkilö- ja omaisuusriskejä.

Lukitusketjun toimimattomuuden voi aiheuttaa määrittelyjen virheellisyys tai esimer-kiksi koestuksen puuttuminen. Menetelmien puutteellisuudesta johtuen voi aiheutua turhia alasajoja tai vaaratilanteessa oletetun suojan toimimattomuuden.

5.11 Huolto ja ohjeet

Puutteet ohjeistuksessa tai koulutukseen liittyen voivat johtua esimerkiksi vanhentu-neista ohjeista tai tiedoista. Ohjeita ja koulutusta tarvitaan esimerkiksi: koestuksiin ja ylläpitoon (vahinkokäynnistykset, puutteellinen maadoitus), ulkopuolisten henkilöiden liikkuminen alueella, toiminta hätätilanteissa esim. tulipalon syttyessä. Automaation tai muiden järjestelmien sekä laitteiden dokumentointien puutteellisuus tai virheet (vanhat tiedot) saattavat aiheuttaa myös turhia alasajoja tai vaaratilanteita.

Huolto- ja korjaustyössä vaaratilanteen mahdollisuuden aiheuttaa mm. seuraavat asiat: laitteen tunnistuksen puutteellisuudesta johtuva väärällä laitteella toimiminen; kerty-neiden kamien päälle putoaminen kattilaan sisään mentäessä sekä kuumavesi- ja kor-keapainepesu. Työlupakäytännön kehittäminen on usein tarpeellista ja ohjeiden teke-minen sekä niiden noudattamisen ja valvonta.

VAATIMUKSET VAARATILANTEISIIN VARAUTUMISELLE

Vähimmäisvaatimukset vaaratilanteisiin varautumiselle tulevat viranomais määräyksistä ja -vaatimuksista sekä kattilalaitoksilla noudatettavista standardeista ja ohjeista. Painelaitedirektiivi (97/23/EY) sekä sen alle harmonisoidut standardit ja painelaitelainsäädäntö määrittelevät käytössä olevien kattilalaitosten turvallisuuteen liittyviä seikkoja. TLJ:n toteuttamisesta sekä olemassa olevista hyväksi havaituista käytännöistä antavat ohjeita mm. KLT:n suojeluohjeet: G10 *Kattilalaitosten turvallisuuteen liittyvä automaatio* [1], G7 *Soodakattilat* [6] ja apupolttoaineille G2 *Öljy*, G3 *Kaasu* sekä turvatekniikan katto- eli perusstandardi IEC 61508 (*Turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus*) [5] ja Soodakattilayhdistyksen *Soodakattilan turva-automaatio suositus* [8].

Laitetekniikan kehittymisen myötä suojalaitteiksi hyväksytään myös elektroniset, ohjelmoitavat laitteet. Perustana turvallisuuden saavuttamisessa on oikea, sovelluskohdainen laitteistomitoitus ja suunnittelu. On huomioitava, että turvallisuutta parannetaan ja riskiä pienennetään ensisijaisesti muilla menetelmillä kuin erillisillä konkreettisilla suojalaitteilla. Turvalliseen toimintaan liittyy operaattorien osaaminen ja oikeaan aikaan tapahtuva toiminta, sekä automaation ja suojajärjestelmien oikea soveltaminen.

Painelaitteissa turvallisuuden takaaminen tulee noudattaa seuraavia vaiheita:

- Vaarat poistetaan tai pienennetään siinä määrin kuin kohtuudella on mahdollista. *Esimerkiksi laitteet ja järjestelmät suunnitellaan rakenteellisesti siten, ettei vuoto-vesi pääse tulipesään.*
- tarvittavia suojatoimenpiteitä sovelletaan sellaisten vaarojen varalta, joita ei voida poistaa,
- käyttäjille tiedotetaan tarvittaessa jäljelle jäävistä vaaroista ja ilmoitetaan, onko tarpeen toteuttaa asianmukaisia erityistoimenpiteitä, joiden tarkoituksena on pienentää vaaraa asennuksen ja/tai käytön aikana. *Esim. tehdään laitoskohtaiset ohjeet.*

On tiedossa, että laitoksen operaattorien vastuulle ja osaamisen varaan jää todella paljon. Usein tilanteen arviointi sekä korjaavat toimenpiteet on tehtävä nopeasti ja oikein, vaikka kaikkea tietoa prosessin tilasta ei olisikaan käytettävissä. Riittävä koulutus ja ohjeistus sekä kentältä tulevan informaation oikeellisuus ovat siten merkittäviä turvallisuuteen vaikuttavia asioita.

6.1

Vaaratilanteisiin varautuminen TLJ:llä

Soodakattilan turva-automaation suosituksessa [8] on esitetty turvallisuuteen liittyvien järjestelmien (TLJ:n) toteuttamiseen liittyviä asioita. Suositus antaa joitakin malleja, joiden soveltuvuus omaan sovellukseen ja laiteympäristöön on selvitettävä. Kaikki ei ole välttämättä tarpeellista tai joitakin asioita on varmennettava, riippuen laitoksen teknisistä toteutusratkaisuista sekä mitoituksista ja ennen kaikkea tavoitteena olevasta vaatimustasosta.

Perusoletuksena TLJ:n liittyvistä asioista kattilalaitoksilla on, että ne toteutetaan vähintään turvallisuuden eheystasoon 2 (TET2) soveltuvilla ratkaisuilla, mikäli tarkempaa vaatimusmäärittelyä tai eheystasotarkastelua ei ole tehty. Vaaran arviointien ja riskiluokittelun perusteella turvatoimintojen vaatimukset voivat olla muitakin, joten jokainen kohta on luokiteltava erikseen.

6.1.1 TLJ:n turvatoimintoja

Kattilalaitoksen TLJ:ssä on yleensä seuraavia asioita sekä turvatoimintoja, joilla vaaratilanteiden ilmetessä pyritään estämään laajempien vahinkojen todentuminen eli vähennetään riskiä:

Laitoksella on oltava pikapysäytys- ja hätäseis-painikkeet esim. polttoaineille sekä tiettyille toimilaitteille.

Polttoaineen moitteetonta palamista valvotaan usein liekkivahdeilla, tulipesän tai höyryn lämpötilalla (höyrynkehitys) sekä savukaasun pitoisuusmittauksilla (happi- ja palamiskelpoiset kaasut), joista on myös poltinlukituksia. Pitoisuusmittauksista on vähintään hälytys, jonka perusteella operaattori tekee tarvittavat korjaavat toimenpiteet tai pysäyttää kattilan. Palamisolosuhteisiin kuuluu myös polttoaine-ilmasuhde, jota valvotaan esimerkiksi paine- tai virtausmittauksilla sekä polttoaineen ominaisuuksien valvonta esim. lipeän kuiva-ainepitoisuuden mittausta.

Ylipaine tulipesässä, joka saattaisi avata heikon nurkan, on suojattu painemittauksilla ja savukaasutien avoimuus varmistetaan savukanavan peltien sekä puhaltimien tilatiedoilla. Tulipesän (tai kattilan) ylipaineesta on olemassa yleensä lukitus TLJ:ssä, joka vähentää todennäköisyyttä heikon nurkan tai seinän kautta tapahtuvalle paineen purkautumiselle.

Tuuletuksen riittävyys vahvistetaan TLJ:n antamalla vapautuksella, johon sisältyy tietyn ilmamäärän minimivirtaus kattilan läpi riittävän ajanjakson ajan. Savukaasulinjassa olevien peltien ja puhaltimien asento/toiminta on varmistettava tuuletuksen aikana sekä ilmapuhaltimien käyntitiedot. Tuuletustarpeen ja tuuletusmäärän määrittelee usein kattilatoimittaja, mutta sen on oltava vähintään puolta kuormaa vastaava ilmamäärä vähintään kolmen minuutin ajan.

Lieriökattiloissa pinnankorkeuden valvonta (min/max) eli lieriön kuiviinkiehua ja ylitäyttö eli ns. märkäkeitto tulee olla valvottu, varsinkin jos siitä voi aiheutua merkittäviä vahinkoja. Suojauksilla pyritään erityisesti vähentämään mahdollisia vuotoja kattilan paineellisista osista tulipesään/sulakekoon, joka on estettävä sekä taloudellisten että henkilöriskien takia. Varsinkin kattilan sisäpuolisten putkien vuodot voivat aiheuttaa sulavesiräjähdyksen, joka on estettävissä pikatyhjennyksellä tai ainakin tyhjennyksen avulla voidaan välttää suuremmat vauriot. Tarvittaessa höyrylinjaan ja tulistimille on laitettava lämpötilamittauksia ylikuumenemisen varalle. Lieriön paineenkestoisuus tulee myös varmentaa mittauksilla ja lukituksilla jos esimerkiksi varoventtiileitä tai muita varolaitteita ei ole.

Paineilman ja apuenergian tarve (instrumentti-ilma) on selvitettävä laitoskohtaisesti, sillä perusoletuksena tulee toimilaitteiden ohjautua turvalliseen asentoon, mutta tarvittaessa paineesta voidaan tehdä lukitus.

Varautumisina apupolttoaineiden räjähdysvaaraan / poltto-olosuhteisiin ovat tuuletuksen ja ilmamäärän riittävyyden seuranta sekä liekin valvonta, jotka on usein toteutettu TLJ:ssä, sekä ylösajoon liittyvä varovaisuus ja sen ohjeistaminen. Poltinsuojaan liittyvien pikasulkuventtiilien toiminta liekinvalvoista tai polttoainelinjassa olevista paine- ja määrämittauksista on varmistettava vaatimusten mukaisesti.

6.2 Selvityksen havainnot varautumisten arvioinneista

Monessa luokittelussa on esimerkiksi henkilöriskin suuruus melko korkea, mutta varautumista tai korjaavia toimenpiteitä ei ole arvioitu.

Varautumisen ja suojan toiminnallisuutta on arvioitu vain muutamassa uusimmista kohdelaitoksista. Suurimmassa osassa toteutuksia varautumisen luotettavuutta on arvioitu pelkästään tapahtuman todennäköisyyttä arvioitaessa, ja usein on luotettu olemaan olevaan laitetoteutukseen. Uusimmat järjestelmät ovat yleistyneen käytännön ja vaatimusten muuttumisen seurauksena osittain sisältäneet toteutuksen toiminnallisuuden arviointeja. Uusimmissa ja parhaillaan toteutettavissa laitoksissa laitevaatimuksia yleisesti määritellään turva-automaation suosituksen mukaisella riskigraafimenettelyllä.

Varautumisessa on tosin huomioitava, että TLJ:llä vähennetään yleensä vain osa tunnistettua riskiä ja muita keinoja ovat rakenteelliset ratkaisut ja mitoitus, oikeat käyttötoimenpiteet ja ohjeistuksen noudattaminen sekä muulla tavoin vaaratilanteiden todentumisen estäminen.

6.2.1 Yleistä automaatioon ja instrumentointiin liittyen

Automaatiouudistuksissa on otettava huomioon tämän hetkiset vaatimukset sekä samalla varmennettava suojalaitteiden riittävyys ja erillisyys muusta kattilaan liittyvästä käyttötoiminnasta. Laitteiden merkintää on usein parannettava ja TLJ-laitteet merkittävä erottuvasti. Soodakattila on varustettava asianmukaisella lukitusjärjestelmällä, joka varmistaa käyttötilanteiden turvallisuuden. Käyttäjillä/operaattoreilla on oltava käytettävissään riittävä määrä tietoa, jotta heillä on mahdollisuus turvallisesti hallita prosessia ja paikallistaa häiriöt.

Koestuksista ja kalibroinneista on oltava dokumentoidut pöytäkirjat, jotta jälkikäteen on todennettavissa laitteen historia ja laitteiden luotettavuutta voidaan seurata pidemmältä aikaväliltä.

Sähkö- ja automaatiotilojen kulunseurantaa on parannettava ja tilojen ilman laatua seurattava.

Turvallisuuden kannalta tarpeellisten laitteiden toiminta on varmistettava myös häiriötilanteissa (esim. sähkö- ja instrumentti-ilman syöttöhäiriöissä). Toimisuunnat laitteille tulisi suunnitella siten, että vikaantuessaan toiminta on turvallisempaan suuntaan. Kenttälaitteen vikaantuminen aiheuttaisi siten kyseisen suojassa olevan mittauksen ehdon laukeamisen.

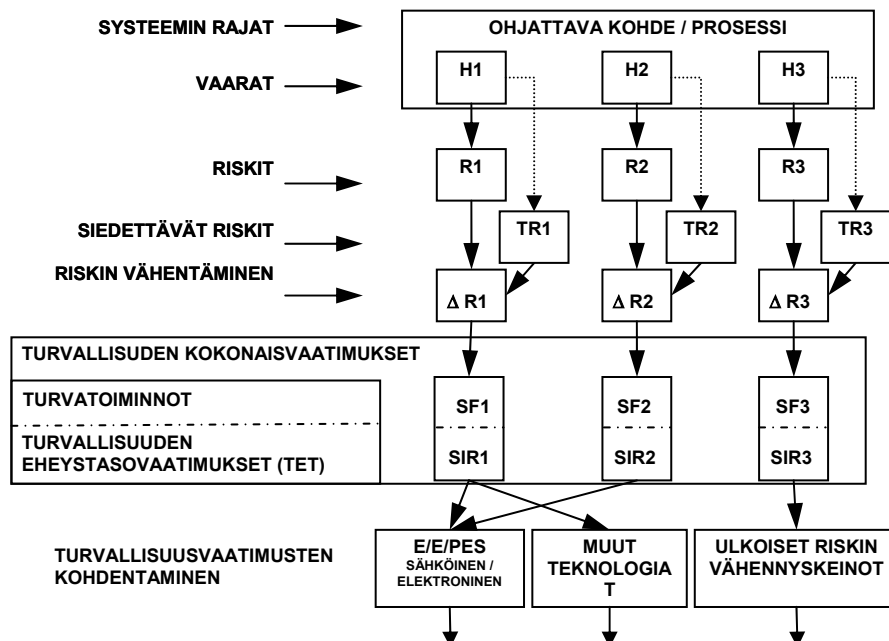
Varolaitteiden suunnittelussa tulee noudattaa seuraavia periaatteita:

- oltava siten suunniteltuja ja valmistettuja, että ne ovat luotettavia ja soveltuvat suunniteltuihin käyttöolosuhteisiin ja että laitteiden huoltoa ja koetusta koskevat vaatimukset otetaan soveltuvin osin huomioon,
- oltava muista toiminnoista riippumattomia paitsi, jos muut toiminnot eivät voi vaikuttaa niiden varmuustoimintoon,
- noudatettava asianmukaisia suunnitteluperiaatteita, jotta sopiva ja luotettava suojaus saavutetaan. Näihin periaatteisiin kuuluvat erityisesti turvallinen vikaantuminen, varmennus, erilaisuus ja itsediagnostiikka.

6.2.2 Suojausjärjestelmien riittävyys ja vaatimusten määrittäminen

Vaara- ja riskianalyysillä tulee löytää keskeiset laitosturvallisuuteen liittyvät asiat ja luokittelun avulla saada niille kriittisyys. Työryhmätyöskentelynä on tehtävä päätökset siedettävän riskin suuruudesta sekä osattava kertoa tarvittavista riskin vähentämiseen liittyvistä toimenpiteistä. Riskinvähentäminen tehdään turvatoiminnoittain määrittelmällä tarvittava turvallisuuden eheystaso (TET) joka kohdistetaan kullekin menetelmälle erikseen, kuvan 2/6 mukaisesti.

KUVA 2/6 - Turvallisuusvaatimusten kohdentaminen



Vaaratilanteita analysoitaessa kannattaisi kirjata riskiin kohdistuva turvatoiminto, ts. mitä on tehtävä, jotta vaaratilanne ja sen riski minimoituisi. Toimintokuvauksessa tulisi kertoa tunnistettua vaaraa vastaava tarvittava toimenpide, esimerkiksi tulipesän paineen nousu on vaaratilanne ja se voi olla osittain estettävissä polttoaineen syötön katkaisulla.

Turvatoiminto sisältää siten vaaratilanteen tunnistamiseen tarvittavan painemittauksen ja sen seurauksena toimenpiteet eli esimerkiksi polttoaineen sulkuventtiilien sulkeutumisen. Käyttäjän on kyettävä osoittamaan mm. että käytössä olevien laitteistojen eheystasovaatimukset ja toiminnallisuus ovat riittäviä kyseiseen / vallitsevaan riskitasoon sekä käyttöympäristöön nähden.

Soodakattilasuosituksien ja -ohjeiden perustuvat kyseisellä hetkellä olevaan tietämykseen ja laiteteknologiaan, siten vanhemmilta toteutuksilta ei välttämättä voida vaatia yhtenevää rakennetta. On kuitenkin tarpeellista kaikin olemassa olevin keinoin pyrkiä tuotannon / laitteiden / laitoksen turvallisuuteen sekä käytettävyyteen – ja siten tarkoin harkittava myös uudistusten tarpeellisuus. Joskus pienetkin menetelmien muutokset tai modernisoinnit parantavat laitosturvallisuutta huomattavasti.

Kokemusten vaihtaminen ja tiedon tuottaminen kehittää hyvää insinööriosaaamista ja vallitsevia käytäntöjä – vähintään uudistuotannossa järjestelmien tulisi täyttää viimeisimmät vaatimukset ja sovellukset tulisi tehdä parhaan käytettävissä olevan tietämyksen mukaisesti.

7

YHTEENVETO

Tunnistettujen vaarojen hyväksyttävyydestä ja parannustoimenpiteistä päättäminen kuuluu laitoksen toiminnasta vastuussa oleville henkilöille. Työryhmien työstä muodostuneet selvitykset osoittavat kattilalaitoksista tunnistetut vaarat, jotka ovat tulleet esille työryhmätyöskentelyyn osallistuneiden asiantuntemuksella.

Soodakattilalaitoksissa on ehkä prosessin luonteen ja vaaratilanteiden mahdollisuuksiin takia otettu käsittely tosissaan ja siten tuloksetkin ovat varsin kattavia. Taustaa vaarojen tunnistamiseen ovat antaneet esimerkiksi kemikaalilainsäädännön vaatimuksina olleet menettelyt (esim. Hazop-analyysit), joita laitoksille on toteutettu aikaisemmin. Vaaratilanteita on ainakin omaan kokemukseen perustuen tunnistettu kattavasti. Menetelmiä voidaan parantaa vain tekemällä yhteistyötä muiden vastaavien laitosten kanssa, jota Soodakattilayhdistyksen kautta kiitettävästi tapahtuukin.

Vaaratilanteiden luokittelut ovat osittain epäselviä – yhteisluku / summa ei välttämättä kerro riskin todellista vaikutusta. Esimerkiksi merkittäväkin henkilövahingon riski saattaa jäädä huomaamatta, mikäli vaarasta ei ole muuta riskiä tai sen todennäköisyys on ”vain” muutaman vuoden välein.

Luokittelussa olisi hyvä päästä yhtenäiseen käytäntöön, jotta laitostoteutuksia voidaan vertailla keskenään. Peruseriaate tämän hetken turvallisuuteen liittyvissä ohjeissakin on, että toteutus tulee olla tarvittaessa arvioitavissa. Vähintään TLJ:lle tulevat vaatimukset tulee olla vertailukelpoisia, sillä laitototeutuksille on olemassa menettelyjä, joilla voidaan osoittaa se mihin turvallisuuden eheystasoon (TET) kyseinen laitearkkitehtuuri kykenee – standardeissa olevat laskentakaavat ja etukäteen sertifioidut turvalaitteet.

Riskigraafi, josta saa tuloksena suoraan laitemäärittelylle soveltuvan TET-vaatimuksen, on menettelynä suhteellisen selkeä. Ongelma riskigraafin käyttöön tulee sen parametrin kalibroinnista, josta löytyy monia eri variaatiota. Parametrien kalibroiminen on käytännössä jokaisen vapaasti tehtävissä, tiettyjen rajojen puitteissa. Samantyyppiset laitokset, kuten Soodakattilat, voisivat käyttää yhteistä luokittelumenetelmää. Pääperiaatteena kattilalaitoksille on muodostunut että pahimmillaan TLJ:n toteuttamisvaatimukset ovat TET 1-3 ja keskimäärin 2. Mikään vaatimus ei edellytä, että turvatoiminnot olisivat kaikki samaa tasoa, vaan osa voi olla toteutettu yksinkertaisina suojatoimintoina (TET1) ja kriittisimmät kohteet (TET3) varmennetaan useampikanavaisina.

Varautumisen arviointia on tehty vain lähinnä uudemmilla laitoksilla, joissa laitehankinnat on tehty 1990-luvun lopulla tai sen jälkeen. Vaatimusten mukaisesti laitoksilla tulisi selkeämmin selvittää millaisia suojausjärjestelmiä tunnistettujen vaarojen estämiseksi tai niiden seuraamusten pienentämiseksi käytetään, mitä järjestelmien toimintoilta ja luotettavuudelta vaaditaan ja miten näiden vaatimusten täytyminen on varmistettu.

Keskimäärin voidaan sanoa, että kohdelaitoksilla vaatimus vaaran arvioinnin toteuttamisesta ei ole loppujen lopuksi aiheuttanut suurta vastarintaa. Vaaran arviointi on antanut käyttöhenkilöstölle mahdollisuuden tunnistaa työympäristöönsä liittyviä riskejä ja samalla parantaa työskentelyolosuhteitaan. Nuoremmille henkilöille on ollut hyödynä myös se, että työryhmätyöskentelyssä on esille otettu myös harvemmin tapahtuvia vaaratilanteita ja vanhemmat asiantuntijat ovat tuoneet esille vankkaan kokemukseen perustuvia vaaratilanteiden mahdollisuuksia ja tietoa tapahtuneista riskeistä. Lopputuotteena muodostuneet arviointiraportit tulevat toimimaan erinomaisena koulutusmateriaalina henkilöstölle. On huomioitava, että vaaran arviointiin liittyvää selvitystä on päivitettävä määräajoin sekä lisäksi vaaran arviointi pitää saattaa ajan tasalle, jos laitoksen toiminnassa, tekniikassa tai ympäristössä tapahtuu muutoksia, joilla voi olla vaikutusta kattilalaitoksen turvallisuuteen.

LÄHDELUETTELO

1. Kattilalaitosten turvallisuuteen liittyvä automaatio, Suojeluohje G10; Kattilalaitosten turvallisuuskomitea (KLTK) / Teollisuusvakuutus, 6.2000
2. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaitteista, 938/1999, 30.9.1999 ja painelaiteturvallisuudesta, 953/1999, 18.10.1999
3. Opas kattilalaitoksen vaaran arvioinnin laatimiseksi, TUKES-julkaisu 4/2000; VTT Automaatio Riskienhallinta / Turvatekniikan keskus, 2000
4. Painelaitedirektiivi 97/23/EY, 29.5.1997
5. SFS-IEC 61508 Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus, osat 1-7
6. Soodakattilat, Suojeluohje G7; Kattilalaitosten turvallisuuskomitea (KLTK) / Teollisuusvakuutus, 1993
7. Soodakattilalaitoksen vaaranarviointi, Raportti 11/2001; Suomen Soodakattilayhdistys ry, 18.10.2001
8. Soodakattilan turva-automaation suositus, Suositus 2 (16A0913-E0044); Suomen Soodakattilayhdistys ry:n Automaatiotyöryhmä, 15.1.2003.
9. Safe Firing of Black Liquor in Black Liquor Recovery Boilers, Recommended Good Practice; Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee, March 2001.

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY RAPORTTISARJA

- 1/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 23.1.2003, esitelmät
Stora Enso Oyj, Fine Paper, Oulun tehdas
23.1.2003 (16A0913-E0047)

- 2/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilan lentotuhkan hyötykäyttö. Esiselvitys Soodakattilayhdistykselle
KCL/Klaus Niemelä
18.2.2003 (16A0913-E0048)

- 3/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
EPER – päätöksen vaikutukset soodakattiloiden päästöjen raportoinnissa
KCL/ Esko Talka, Simo-Pekka Vanninen
18.2.2003 (16A0913-E0049)

- 4/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2002
18.3.2003 (16A0913-E0046)

- 5/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Suopaselvitys
Urho Räsänen, Elektrowatt- Ekono Oy, Jaakko Pöyry Group
24.3.2003 (16A0913-E0050)

- 6/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Vuosikokous 27.3.2003, Jaakko Pöyry Oy, Vantaa
Pöytäkirja (16A0913-E0051)

- 7/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
OKA-hankkeen loppuraportti
Boildec Oy/Karjunen Timo
9.9.2003 (16A0913-E0053)

- 8/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 16.10.2003
Presidentti Congress Center, Helsinki, esitelmät
(16A0913-E0054)

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2004 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 22.1.2004, esitelmät
Oy Metsä-Botnia Ab, Rauman tehdas/Hotelli Raumanlinna
22.1.2004 (16A0913-E0055)

- 2/2004 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2003
25.3.2004 (16A0913-E0057)

- 3/2004 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Mustalipeän polttomenetelmät Suomen soodakattiloissa
Tuukka Juvonen
3.5.2004 (16A0913-E0058)

- 4/2004 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Vuosikokous 25.3.2004, KCL, Espoo
Pöytäkirja (16A0913-E0059)

- 5/2004 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 14.10.2004
Presidentti Congress Center, Helsinki, esitelmät
(16A0913-E0060)

- 6/2004 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Selvitys ”Vaaran arviointi ja riskin vähennyksen riittävyys soodakattilalaitokseen”
Mika Kaijanen, Electrowatt-Ekono Oy
4.11.2004 (16A0913-E0062)