

Ennakoivan mittariston kehittäminen

Kemikaaliturvallisuuden parantaminen teollisuuslaitoksessa

Turvallisuusjohdonkoulutusohjelma TJK13

Tutkielma

Juha Murtola

Abloy Oy

Joensuu 19.04.2015

Aalto University Professional Development – Aalto PRO

Tiivistelmä

Kemikaalien laajamittaisessa teollisessa käytössä on aina olemassa suuronnettomuuden vaara. Tulipalot, räjähdykset ja hallitsemattomat päästöt voivat johtaa kemikaalien leviämisen hallitsemattomasti vaarantaen ihmisiä ja ympäristöä. Kemikaaliturvallisuutta on perinteisesti mitattu ei-toivottujen tapahtumien määrällä ja vakavuudella. Kun turvallisuudessa on päästy hyvälle tasolle, mittarit näyttävät nolaa, mutta onnettomuuden vaara on kuitenkin koko ajan olemassa. Tarvitaan mittareita jotka ennakoivat vaaran kehittymistä.

Kirjallisuudesta selviteltiin onnettomuuksien syntyyn vaikuttavia tekijöitä, turvallisuuden mittaamista ja mittariston kriteerejä ja luokitteluja. Lisäksi selvitettiin lainsäädännön ja viranomaisten vaatimuksia turvallisuuden mittamiselle.

Mittaristoon päätettiin ottaa neljä osa-aluetta: Turvallisuuden kehittämisen prosessi, tekniset järjestelmät, turvallisuuskulttuuri sekä johtamisjärjestelmät ja menettelytavat.

Mittaristo kehitettiin esimerkkilaitokselle. Laitos on sähkökemiallinen pintakäsittelylaitos, jonka dokumentoitiin ja toimintatapoihin tutustuttiin sekä haastateltiin laitoksen henkilökuntaan kuuluvia.

Kehitetty mittaristo täyttää varsin hyvin teorian ja käytännön tarpeet.

Esimerkkilaitos on varsin uusi ja moderni. Vaikuttaa siltä, että suurin vaara liittyy ihmisiin ja heidän käyttäytymiseen. Jatkohankkeissa tulisi keskittyä tähän inhimilliseen näkökulmaan ja etsiä näiden indikoimiseen ennakoivia mittareita.

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Tausta.....	3
2.1	Onnettomuuksien synty.....	3
2.2	Kohdelaitos ja sen vaikutus onnettomuuksien syntyyn	4
2.3	Mittaaminen yleensä	5
2.4	Turvallisuuden kehittämisen prosessi ja mittaaminen	7
2.5	Vaarojen tunnistaminen ja mittaus.....	9
2.6	TUKES malli mittauksesta.....	9
2.7	Toimintaperiaateasiakirja ja mittaus	10
2.8	Siisteys ja järjestys	11
3	Tavoite	13
3.1	Tutkielman tavoitteet	13
3.2	Tutkielman rajaus.....	13
4	Tutkielman toteutus	14
5	Tulokset ja ratkaisuehdotukset.....	15
5.1	Turvallisuuden kehittämisen prosessin mittarit	15
5.2	Tekniset järjestelmät	16
5.2.1	Itse prosessi	16
5.2.2	Laitteistot.....	17
5.2.3	Käyttäjäkunnossapito.....	17
5.2.4	Kunnossapito ja huolto.....	18
5.2.5	Siisteys ja järjestys.....	18
5.3	Turvallisuuskulttuuri (ihmiset).....	18
5.4	Johtamisjärjestelmät ja menettelytavat (toiminta)	19
6	Yhteenveto	20
6.1	Yhteenveto ehdotetuista mittareista	20
6.2	Pohdinta.....	22
6.3	Jatkohaasteet.....	23
	LÄHTEET	25

1 Johdanto

Kemikaalien laajamittaisessa teollisessa käytössä on aina olemassa suuronnettomuuden vaara. Tulipalot, räjähdykset ja hallitsemattomat päästöt voivat johtaa kemikaalien leviämisen hallitsemattomasti vaarantaen ihmisiä ja ympäristöä. Kemikaalien teollisen käytön lainsäädäntö perustuu EU:n SEVESO II direktiiviin (96/82/EU) (Seveso 1999) ja Suomessa laajamittaista käyttöä valvoo Turvatekniikan keskus, TUKES. Lainsäädännössä on vaatimuksena laitoksen turvallisuustason tarkkailu.

Perinteisesti turvallisuustasoa on hallittu ja tarkkailtu riskienhallinnan keinoin ja turvallisuutta on mitattu ei-toivottujen tapahtumien määrällä ja vakaavuudella. Riskien tunnistaminen ja niiden poistaminen tai onnettomuuden vaikutuksen pienentäminen on kaiken perusta. Prosessin ja laitoksen suunnittelussa riskien hallintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska laitoksen investointi on suuri ja haluttu käyttöaika on pitkä. Suuret muutokset erityisesti prosessiin ovat raskaita investointeja.

Kun riskienhallintakeinoin ja ei-toivottujen tapahtumien määrää seuraamalla ja niistä oppimalla ja parannuksia tekemällä on saavutettu hyvä turvallisuustaso, niin onnettomuuksia, tulipaloja ja päästöjä ei ole ja mittarit näyttävät erinomaista turvallisuutta. Mutta vaikka mittarit näyttävät nolaa, on onnettomuuden vaara kuitenkin koko ajan olemassa. Mittarit eivät näytä mitään ennen kuin onnettomuus tai vahinko tapahtuu. Tarvitaan ennakoivaa mittausta, joka näyttää muutokset turvallisuuteen vaikuttavissa tekijöissä ennen kuin onnettomuuksia tapahtuu.

Tutkielman tavoitteena on selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat onnettomuuksien syntymiseen, mistä tulee vaatimus ennakoivaan mittaukseen, mitä ennakoiva mittaus tarkoittaa ja miten ennakoivat mittaukset pitäisi valita. Mitä kaikkea pitäisi mitata jotta mittaristo olisi hyvä ja toimiva. Löytyisikö valmis mittaristo muista tutkimuksista tai kirjallisista lähteistä?

Johdanto

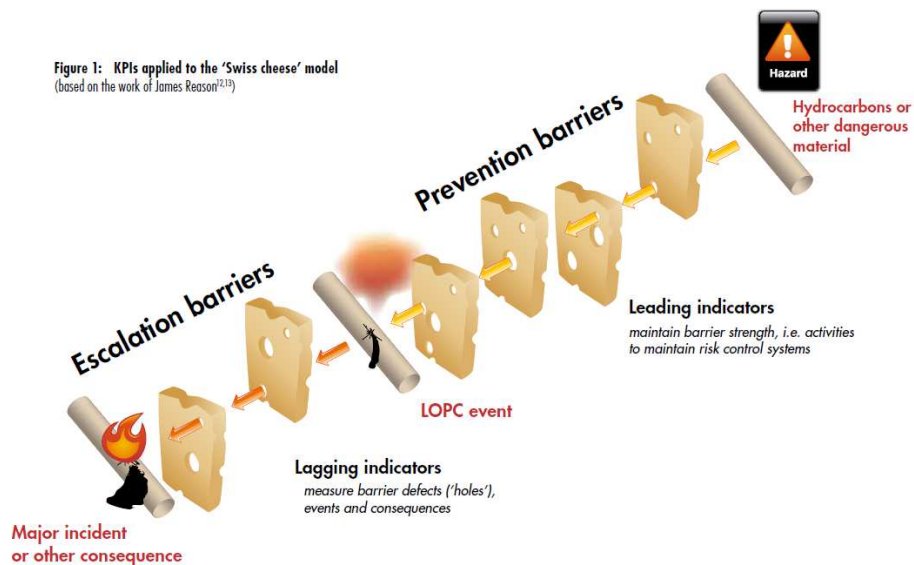
Tutkielmassa tarkastellaan ennakoivaa mittausta esimerkkilaitoksen näkökulmasta. Laitos on sähkökemiallinen pintakäsittelylaitos, joka on otettu käyttöön vuonna 2010. Yhteenlaskettu allastilavuus on 144 m³ ja laskennallinen kemikaalimäärä 113 tonnia. Laitosta väitetään pohjoismaiden nykyaikaisimmaksi ja ei-toivottujen tapahtumien määrä on alhainen. Ennakoivien mittareiden tarve on ilmeinen, joka asia todettiin myös TUKES:in viimeisessä tarkastuksessa.

2 Tausta

2.1 Onnettomuuksien synty

Onnettomuuksien synnyn syyt voidaan jakaa neljään ryhmään: Suojausjärjestelmä, välitön tekninen tai inhimillinen virhe, toimintaolosuhteet ja organisaation toimintatavat (Henttonen 2000).

Useiden toisistaan riippumattomien toisiinsa kytkettyjen systeemien prosessin turvallisuutta mallinnetaan usein Sveitsin juusto mallilla, joka perustuu James Reasonin tutkimuksiin [OGP 2011]. Malli kuvaa, kuinka eri turvallisuusjärjestelyjen heikkouksien yhteisvaikutus voi aiheuttaa onnettomuuksia.



Kuva 1 Petrokemianteollisuuden käyttämä (OGP 2011) malli.

Mallissa eri turvallisuusjärjestelyjä kuvataan juustosiivuilla, joissa on reikiä. Reiät edustavat järjestelyjen heikkoja kohtia. Mitä parempi järjestely, sitä vähemmän ja pienempiä reikiä, mutta reikiä on aina olemassa. Onnettomuus tapahtuu, kun kaikkien siivujen reiät ovat samalla suoralla. Malli kuvaa on-

Tausta

nettomuuden todennäköisyyden satunnaisuutta, onnettomuus sattuu, kun useampi turvajärjestely petteää samaan aikaan ”sattumalta”. Toisaalta onnettomuuden voi estää vain yhden turvajärjestelyn toimiminen.

Reason toi teoriaan myös käsitteet aktiivinen ja piilevä virhe [Levä 2003]. Aktiiviset virheet ovat suorittavien työntekijöiden erehdyksiä ja laiminlyönnejä, jotka yhdessä suojausten rikkoutumisen kanssa voivat johtaa onnettomuuden syntymiseen, Sveitsin juusto mallin mukaan. Piilevät virheet johtuvat organisaation toiminnasta: Suunnittelusta, toimintapolitiikasta, päätöksen tekijöistä ja johtajista.



Kuva 2 Aktiiviset ja piilevät virheet onnettomuuksien synnyssä (Levä 2003).

Useat muut tutkimukset [Levä 2003] nostavat johtamisjärjestelmän puutteet onnettomuuksien syyksi, jotkut jopa yhteiskunnan virheet ja puutteet.

2.2 Kohdelaitos ja sen vaikutus onnettomuuksien syntyyn

Esimerkkilaitoksessa tehdään sähkökemiallista pintakäsittelyä ja laitoksella on oma jätevedenpuhdistamo. Laitoksessa prosessissa ja jätevesien käsittelyssä tapahtuu kemiallisia reaktioita. Oikein suunniteltu prosessi on stabiili, säätöä totteleva ja toistettava. Lisäksi siinä käytetään mahdollisimman vähän vaarallisia kemikaaleja. Se kemikaali, jota ei ole, ei voi aiheuttaa vaaraa mutta kaikista ei päästä eroon vaikka haluttaisiinkin. Laitosta suunniteltaessa on riskien identifiointi ja niiden poistaminen ja pienentäminen ensi arvoisen tärkeää.

Huollon ja kunnossapidon tarkoitus on pitää prosessi ja laitteisto siinä kunnossa, mihin se on suunniteltu. Monesti onnettomuudet syntyvät huoltotoimenpiteiden tai prosessi muutosten yhteydessä (TUKES 2005). Lainsäädännössä ja TUKES:n ohjeissa on selvä paino huollon ja muutosten hallinnassa (855/2012; TUKES 2012; TUKES 2013). Tämä tulee myös TUKES:in tarkastuksissa voimakkaasti esille (TUKES 2012a).

Tehtyjen riskianalyysien mukaan laitoksen suurimmat riskit liittyvät tulipalon ja vuodon vaaraan sekä ilmastoinnin toiminnan häiriöihin. Sähkökemiallisissa reaktioissa käytetään varsin suuria sähkövirtoja, joten energiaa on runsaasti liikkeellä. virtakiskojen kunto on tärkeää vaarojen välttämiseksi. Vuotojen seurausten välttämiseksi on laitoksella tehty kattava määrä varoaltaita. Kemiallisissa reaktioissa syntyy sivutuotteena kaasuja ja höyryjä ja pölyjä. Nämä poistetaan voimakkaalla ja kohdistetulla ilmanvaihdolla.

2.3 Mittaaminen yleensä

Mittarien tulee olla mahdollisimman luotettavia, yksiselitteisiä ja helppokäyttöisiä. Niiden tulee liittyä asetettuihin tavoitteisiin ja mahdollistaa tavoitteiden toteutumisen seuranta. Yksittäisten mittarien pitää muodostaa tasapainoinen mittaristo (Tappura ym. 2010).

Perinteisesti turvallisuuden mittaukset jaetaan reagoivaan ja ennakoivaan mittaukseen. Reagoivalla eli jälkikäteismittauksella analysoidaan jo tapahtuneita onnettomuuksia ja vahinkoja (esim. Henttonen 2000). Näillä päästään kiinni juurisyihin ja pystytään pureutumaan välittömiin ja ehkäiseviin toimenpiteisiin. Reagoivilla mittareilla saadaan myös selville kehityssuunta ja pystytään vertaamaan omaa toimintaa muihin vastaaviin organisaatioihin. Ennakoivilla mittareilla pyritään havaitsemaan onnettomuuden kehittyminen ennen kuin onnettomuus tapahtuu ja onnettomuuden kehittyminen pystytään estämään.

Toinen perinteinen tapa jaotella mittaamista on objektiivinen ja subjektiivinen mittaaminen. Objektiivisessä mittaamisessa arvioijan mielipiteet eivät pääse vaikuttamaan. Subjektiivisessä taas mittaustulos voi vaihdella mittajan mukaan (esim. Henttonen 2000).

Kolmas perinteinen tapa jaotella on määrällinen ja laadullinen mittaaminen. Määrällisiä voidaan helposti vertailla keskenään, kun taas laadullisten vertailu on hankalaa (esim. Henttonen 2000).

Neljäs perinteinen tapa on jako sisäisiin ja ulkoisiin mittareihin (Tappura ym. 2010).

	MÄÄRÄLLINEN		LAADULLINEN	
	Objektiivinen	Subjekttiivinen	Objektiivinen	Subjekttiivinen
Ennakoiva	<ul style="list-style-type: none"> - turvallisuuskoulutus (koulutusten määrä ja tilaisuuksien osallistuneen henkilöstön osuus) - tehdyt riskinarvioinnit - ylimmän johdon turvallisuuskierrokset - esitettyjen ja toteutuneiden tavoitteiden ja aloitteiden määrä - turvallisuusauditoinnit (toteutuneet ja suunnitellut, taajuus) - työpaikan altisteiden mittaukset - henkilösuojainten käyttö - hätätilanneharjoitukset - vaaralliset kemikaalit tuotannossa - vaarallisen tai lupaa edellyttävän jätteen määrä - ympäristö-, terveys- ja turvallisuushenkilöstön määrä - henkilöstön vaihtuvuus - laitteiden vuotuinen käyttöaste - huoltoon ja kunnossapitoon käytetty työaika - huollon odotusaika - turvallisuuskustannukset (kehittäminen, koulutus, tarkastukset, arvioinnit, investoinnit, vakuutusmaksut, vahingot, ongelmajätteet) 	<ul style="list-style-type: none"> - järjestys- ja siisteysindeksi - työkyky (indeksi, kävelytesti, barometri) - korjaavien toimien tehokkuus - turvallisuus-toiminnalla saavutetut säästöt (poissaolot, jätemaksut, vakuutusmaksut, tehokkuus, tapaturmat) 	<ul style="list-style-type: none"> - lakisääteisten vaatimusten täytyminen - turvallisuustentit - suojaimien käyttö - tuotekehitys (vaarallisten aineiden korvaaminen vaarattomilla, CE-merkityt laitteet) - turvallisuusvastuut (voivat realisoitua taloudellisina) - turvallisuuteen liittyvät ulkopuolisten kyselyt ja kommentit 	<ul style="list-style-type: none"> - henkilöstön turvallisuus- asenteet - terveysseuranta - riskinarviointien tulos - auditointien tulos - työtapojen havainnointi - asenne- ja työ- ilmapiiikyselyt - työpaikka- selvitykset - viestintä sidosryhmille - tuotteet (käyttöikä, vaarattomuus, kierrätettävyys) - sopimuskumppan eiden turvallisuusvalmius

(jatkoa)	MÄÄRÄLLINEN		LAADULLINEN	
	Objektiivinen	Subjekttiivinen	Objektiivinen	Subjekttiivinen
Reagoiva	<ul style="list-style-type: none"> - tapaturmat (taajuus, vakavuus, kustannukset) - sairauspoissaolot (määrä, kustannukset) - sopimuskumppaneiden tapaturmataajuus - tuotantohäiriöt - vakavien poikkeamien määrä (vaaratilanteet, palohälytykset, suunnittelematon alatapaukset) - omaisuusvahingot rakennuksille ja laitteille - vikaantuneet komponentit - asukkaiden ja luonnon biomonitorointi (esim. lyijypitoisuus eliöissä) 	<ul style="list-style-type: none"> - viranomaisten määräämät velvoittavat toimenpiteet - vertailu muiden yritysten hyviin käytäntöihin turvallisuus- asioissa 	<ul style="list-style-type: none"> - reklamaatiot ympäristö-, terveys- ja turvallisuus- syistä - asiantuntijoiden ja viranomaisten lausunnot 	<ul style="list-style-type: none"> - tapaturmien syyt - sairauspoissa- olojen syyt - havaitut vaaralliset toimintatavat - havaitut vaaralliset olosuhteet - auditoinneissa havaittujen puutteiden vakavuus

Kuva 3 Esimerkkejä erilaisista turvallisuusmittareista (Henttonen 2000).

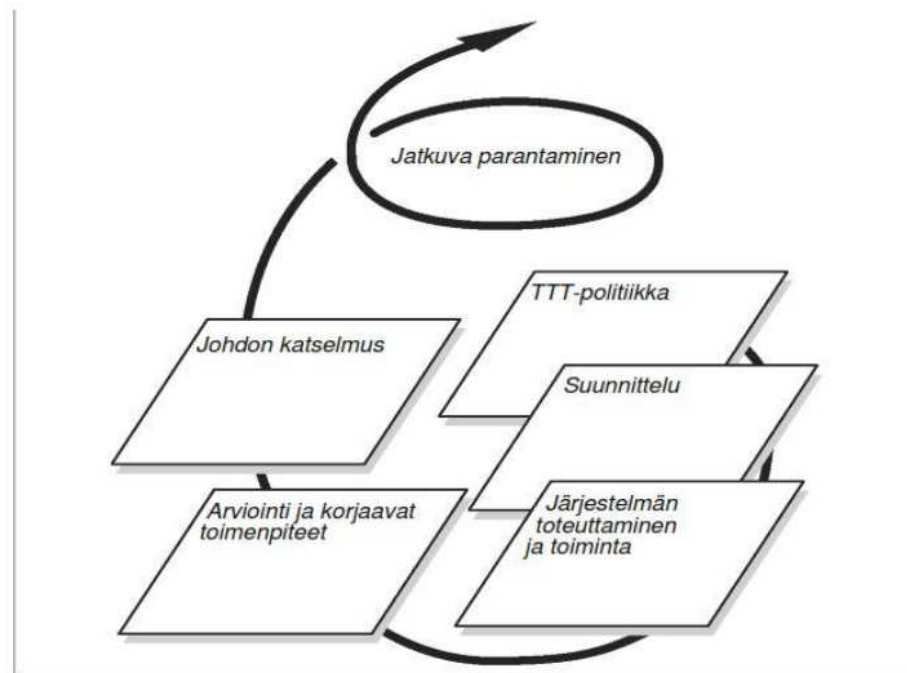
Hyvän mittariston piirteitä ovat (Tappura ym. 2010)

- Tasapaino lyhyen ja pitkän aikavälin mittareiden välillä
- Tasapaino ulkoisten ja sisäisten mittareiden välillä
- Yhdenmukaisuus strategian ja kriittisten menestystekijöiden kanssa
- Mittareiden johtaminen ylemmän tason päämääristä ja mittareista
- Hyödynnetään päivittäisessä johtamisessa
- Jatkuvan kehittämisen strategian vaatimusten mukainen
- Mittarit ovat yksinkertaisia ja keskittyvät olennaiseen
- Mittarit ovat henkilöstön käytettävissä ja ymmärrettävissä
- Mittarit sopivat omaan toimintaan

Mittaaminen pitää syntyä normaalin toiminnan sivutuotteena, sen pitää olla kiinni jokapäiväisessä toiminnassa (TUKES 2000). Esimerkiksi itse prosessista tai laitteistosta pitää löytää sellaisia mitattavia suureita, joita mitataan normaalissa toiminnassa ja jotka indikoivat myös turvallisuuden tasoa.

2.4 Turvallisuuden kehittämisen prosessi ja mittaaminen

Turvallisuuden kehittäminen perustuu yleisesti ”Suunnittele-Toteuta-Arvioi-Toimi” (PDCA)-menettelyyn. Standardeissa ISO 9001 ja OHSAS 18001 on esitetty, miten tätä käytetään laadunhallintajärjestelmän ja Työterveys- ja työturvallisuusjohtamisjärjestelmän kehittämiseen (OHSAS 2007; SFS 2008).



Kuva 4 OHSAS PDA- menettely (OHSAS 2007)

Tausta

Menettely on syklinen menetelmä, jossa on neljä osiota:

Suunnittele: aseta päämäärät ja luo prosessit, jotka ovat tarpeellisia organisaation politiikan mukaisten tulosten saavuttamisessa.

Toteuta: toteuta prosessit.

Arvioi: tarkastele ja mittaa prosesseja, vertaa niitä politiikkaan, päämääriin, tavoitteisiin, lakisäätteisiin ja muihin vaatimuksiin ja raportoi tuloksista

Toimi: ryhdy toimenpiteisiin, joilla parannetaan jatkuvasti järjestelmän suorituskykyä.

Lisäksi turvallisuustoiminnan tason tarkkailua varten organisaatiolla on oltava menettelytapoja, jotka (OHSAS 2007)

- Tuottavat organisaation tarpeisiin soveltuvia sekä laadullisia että määrällisiä mittareita
- Antavat tietoa turvallisuuspäämäärien toteutumistilanteesta
- Tuottavat ennakoivan toiminnan mittareita, joilla seurataan turvallisuuden toimintaohjelman, toiminnallisten vaatimusten sekä soveltuvien lakien ja viranomaisvaatimusten noudattamista
- Tuottavat toiminnan vaikutusten mittareita, joiden avulla seurataan onnettomuuksia, vaaratilanteita, terveydentilan huonontumista ja muuta näyttöä puutteellisesta toiminnasta
- Tuottavat riittävästi tallennettua tietoa sekä tarkkailu- ja mittaustuloksia korjaavien ja ehkäisevien toimenpiteiden tueksi

Soveltamalla standardien menettelyä turvallisuuden kehittämisessä saadaan aikaan tavoitteellinen jatkuva kehitys. Nämä standardit sisältävät myös ajatuksen hierarkkisesta PDCA- menettelystä, ylätasoinen kokonaisuus jakautuu pienempiin osiin prosesseihin, jotka pyörivät nopeammalla syklillä. Yleensä turvallisuuden kehittämisen prosessi synkronoidaan muuhun liiketoiminnan kehittämisen prosessiin, jolloin kehittäminen ylätasolla toimii vuosirytmisissä.

Tavoitteellinen toiminta edellyttää tavoitteita, joiden toteutumista voidaan mitata (OHSAS 2007). Kun tavoitteet ovat riittävän konkreettisia, tavoitteiden toteutumisen mittaaminen ei ole hankalaa. Itse kehittämisen laatu ja tehokkuus voidaan mitata epäsuorasti turvallisuuden perinteisillä mittareilla.

2.5 Vaarojen tunnistaminen ja mittaus

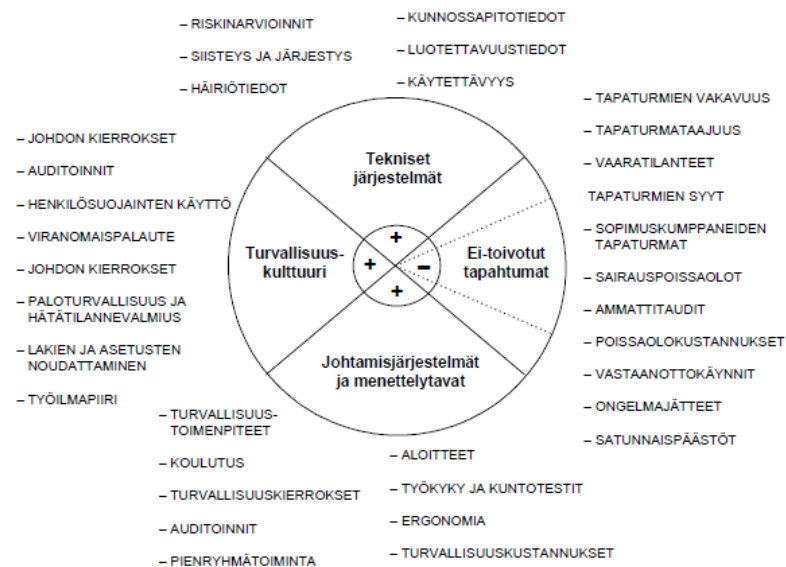
Vaarojen tunnistamiseen on olemassa useita hyviä menetelmiä. Näiden ammattimaisella käytöllä saadaan kemikaalien käytön vaarat tunnistettua ja ryhdyttyä tarvittaviin toimenpiteisiin. Vaarojen tunnistamisen onnistumisen ja tunnistamisen laadun mittaukseen ei löytynyt ennakoivia mittareita kirjallisuudesta.

2.6 TUKES malli mittauksesta

Henttosen diplomityö (Henttonen 2000) on pysynyt TUKES:in mittaamisen perustana yllättävän pitkään, edelleen 14 vuoden kuluttua tämä on TUKES:in ohjeiden perustana.

TUKES jakaa turvallisuuteen vaikuttavat mitattavat tekijät neljään ryhmään (Henttonen 2000):

- Tekniset järjestelmät (Prosessit, koneet, laitteet)
- Turvallisuus kulttuuri (ihmiset)
- Johtamisjärjestelmät ja menettelytavat (toiminta)
- Ei-toivotut tapahtumat (häiriöt, onnettomuudet, vaaratilanteet)



Kuva 5 Esimerkkejä käytetyistä mittareista (Henttonen 2000)

Tausta

Ryhmä ei-toivotut tapahtumat koostuu ainoastaan jälkikäteismittareista. Erikoisuutena on se, että TUKES laittaa läheltä piti tilanteet (vaaratilanteet kuvassa 5) ei-toivottujen tapausten ryhmään. Ennakoivat mittarit on löydettävissä muista ryhmistä.

Turvallisuuden neljän jaon mallin mukaan teknisistä järjestelmistä, turvallisuuskulttuurista ja johtamisjärjestelmistä saatavan ennakoivan tiedon avulla vähenee riippuvuus ei-toivotuista eli jälkikäteismittaus tuloksista.

Julkaisussa (Henttonen 2000) on runsaasti esimerkkejä TUKES:in valvomissa laitoksissa käytetyistä mittareista.

2.7 Toimintaperiaateasiakirja ja mittaus

Suomen lainsäädäntö (855/2012) jakaa kemikaalien teollisen käytön kahteen pääkategoriaan kemikaalien käytön laajuuden mukaan:

- Vähäinen teollinen käyttö
- Laajamittainen teollinen käyttö

Laajamittaisen teollisen käytön laitokset jaetaan kahteen ryhmään, joille on erilaiset vaatimukset:

- Toimintaperiaateasiakirjalaitos
- Turvallisuusselvityslaitos

Tämän tutkielman esimerkkilaitos on toimintaperiaateasiakirjalaitos.

Toimintaperiaateasiakirja ilmaisee liiketoiminnan johdon julistuksen laitoksen turvallisuuden tasosta. Asetus (855/2012) määrittää ja TUKES ohjeistaa toimintaperiaateasiakirjan sisällön (TUKES 2012; TUKES 2013), jossa toimintaperiaatteet jakautuu seuraaviin osa-alueisiin:

- Päämäärät
- Suuronnettomuusvaarojen tunnistaminen ja arviointi
- Toimintojen ohjaus
- Muutosten hallinta
- Suunnittelu hätätilanteiden (onnettomuuksien) varalta
- Suorituskyvyn tarkkailu (toteutuksen seuranta):

- Sellaisten menettelytapojen vahvistaminen ja käyttöönotto, joilla voidaan jatkuvasti arvioida toiminnanharjoittajan suur-onnettomuuksien ehkäisemiseksi antamien toimintaperiaatteiden ja turvallisuusjärjestelmien toteutumista - -
- Arviointi

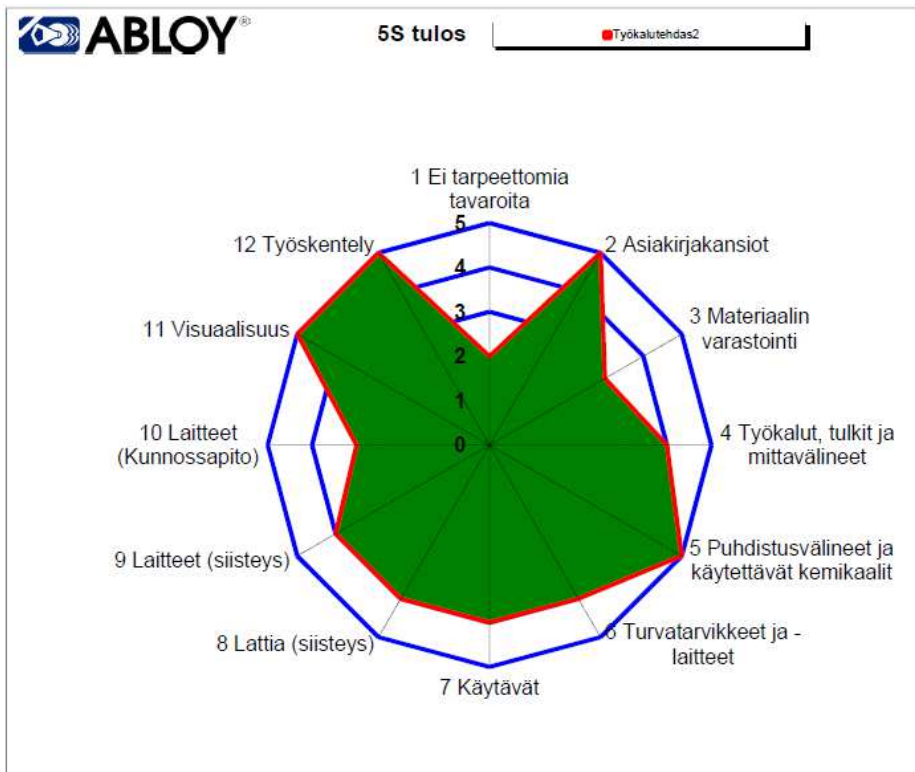
Näistä suorituskyvyn tarkkailu liittyy suoraa ennakoivaan mittaamiseen, ”-- voidaan jatkuvasti arvioida - -”

Noudattamalla esimerkiksi OHSAS standardin (OHSAS 2007) suuntaviivoja ja menettelytapoja pystytään varsin hyvin toimimaan toimintaperiaateasiakirjalaitoksena.

2.8 Siisteys ja järjestys

Siisteydellä ja järjestyksellä on todettu olevan suora yhteys turvallisuuteen metalliteollisuudessa (Laitila ym. 2000). Järjestelmiä siisteysten ja järjestyksen arviointiin on useita, esimerkiksi TUTTAVA, ELMERI, 5S.

5S on Japanissa kehitetty työpaikkojen organisointiin ja työmenetelmien standardointiin keskittyvä menetelmä, jonka tavoitteena on kasvattaa työn tuottavuutta (www1 2015). Siisteys ja järjestys ja sitä mukaa turvallisuuden paraneminen tulevat sivutuotteena. Esimerkkilaitoksessa järjestelmässä raportoidaan kahtatoista eri indeksiä, joiden takana ovat kysymyspatteristot.



kuva 6 5S raportti esimerkkilaitoksen eräältä osastolta.

Kemikaaleja käyttävässä laitoksessa kemikaaleja voi olla myös sisäilmassa vaikka ilmanvaihtoon onkin kiinnitetty erityistä huomiota. Ilmanvaihto on voimakas ja altaiden yläpuolella on kohdepoisto, osassa altaita on myös suo-jakannet, jotka avataan vain kappaleiden siirron aikana. Silti esimerkiksi si-säilmassa voi olla raskasmetalleja sisältävää pölyä.

3 Tavoite

3.1 Tutkielman tavoitteet

Kehittää kemikaaliturvallisuuden parantamista varten ennakoiva mittaristo esimerkkilaitokselle.

3.2 Tutkielman rajaus

Tutkielmassa keskitytään ennakoivaan mittauksen selvittämiseen/kehittämiseen kemikaaleja laajamittaisesti käyttävässä laitoksessa. Työssä keskitytään vain kemikaaliturvallisuuteen ja kemikaaliturvallisuuden kehittämiseen. Talouden mittareita ei käsitellä tässä tutkielmassa. Aihetta katsotaan erimerkkilaitoksen näkökulmasta.

4 Tutkielman toteutus

Selvitettiin kirjallisuuden pohjalta taustaa ennakoivalle mittaukselle. Tutustuttiin esimerkkilaitoksen dokumentteihin sekä laitoksen prosesseihin ja toimintatapoihin. Haastateltiin laitoksen henkilökuntaan kuuluvia. Tehtävä oli enemmänkin kehittämis - kuin tutkimustehtävä.

5 Tulokset ja ratkaisuehdotukset

Ennakoivan mittauksen on tarkoitus antaa indikointi vaarasta ennen kuin onnettomuus tapahtuu. Näinollen sen pitää indikoida vaaran mahdollisuus selvästi nopeammin kuin tilanne eskaloituu. Ennakoivat mittarit on seuraavassa jaoteltu TUKES mallin mukaisesti lisättynä Turvallisuuden kehittämisen prosessin mittareilla.

Mittareiden pitäisi olla positiivisia, pitää kertoa se, kuinka hyvin menee eikä sitä, kuinka huonosti menee. On paljon kannustavampaa, jos mittari sanoo, että 99% on kunnossa kuin että 1% ei ole kunnossa. Toisaalta viranomaiset ja muut ulkopuoliset tahot raportoivat ei kunnossa olevat asiat.

Mittariston pitää tukea liiketoiminnan tuloksellisuutta, yksi tärkeimmistä pitkän aikavälin mittareista on liiketoiminnan taloudellinen menestys. Tähän käyvät normaalit talouden mittarit, eikä niitä käsitellä tässä tutkielmassa.

5.1 Turvallisuuden kehittämisen prosessin mittarit

Yleensä teollisuudessa turvallisuuden kehittämisen prosessi on synkronoitu muuhun liiketoiminnan kehittämiseen, jolloin prosessin yksi kierros kestää vuoden, eli prosessi on varsin hidas ja käytettävät mittarit yhtä hitaita. Vaikka prosessi ja mittarit ovat hitaita, kannatta niitä kuitenkin käyttää, koska ne antavat kuvan koko toiminnan suunnasta.

Viranomaisten tarkastukset: TUKES tarkastus ja palolaitoksen **palotarkastus**. Mittarina on TUKES tarkastuksen kokonaisarvosana, palotarkastuksessa havaittujen korjaustarpeinen lukumäärä. TUKES tarkastus on kolmen vuoden välein, palotarkastus on kerran vuodessa. TUKES tarkastus mittaa myös turvallisuuskulttuuria sekä johtamisjärjestelmiä ja menettelytapoja.

Laatujärjestelmien auditointi: Mittarina on kemikaali- ja paloturvallisuuden liittyvien poikkeamien lukumäärä. Auditointi on kerran vuodessa. Kemikaali- ja paloturvallisuus eivät kuulu joka vuosi laatujärjestelmän auditoinnin piiriin. Laatujärjestelmien auditointi mittaa myös turvallisuuskulttuuria sekä johtamisjärjestelmiä ja menettelytapoja.

Ulkopuoliset ei viranomaistarkastukset: Vakuutusyhtiön tarkastus ja kemikaalien riskianalyysin tarkastus. Mittareina ovat vakuutusyhtiö FM Globalin ”Risk mark” - indeksi ja kemikaalien riskianalyysin tarkastuksessa ulkopuolisen kemikaaliriski asiantuntijan huomautusten lukumäärä. Vakuutusyhtiön edustajat tekevät kerran vuodessa tarkastuksen, pääpaino on paloturvallisuudessa. Laitoksen ulkopuolisten asiantuntijoiden käyttö kemikaali riskienarvioinnin auditointiin varmentaa riskienarvioinnin laatua.

5.2 Tekniset järjestelmät

5.2.1 Itse prosessi

Ennakoivat mittarit pitäisi löytää niiden mitattavien suureiden joukosta, joita joka tapauksessa mitataan prosessin ohjaamiseksi ja valvomiseksi.

Kylpyjen kemikaalianalyysit. Mittarina kuinka monen kylvyn analyysit ovat toleranssien sisällä. Prosessista mitataan altaiden nesteiden kemikaalipitoisuuksia. Kemikaalien pitoisuuksille on määritelty raja-arvot ja kemikaaleja lisätään mittausten perusteella. Kemikaalien pitoisuuden vaikutus turvallisuuteen on vähäinen, mutta otetaan silti mittariksi koska tämä mittaa myös turvallisuuskulttuuria sekä johtamisjärjestelmiä ja menettelytapoja.

Neljän eri kaasun pitoisuus sisäilmassa. Neljän eri kaasun pitoisuutta laitoksen sisäilmassa mitataan jatkuvasti. Mittaukset tehdään niissä kohdin laitosta, jossa kaasun kehittyminen on todennäköistä.

Jätevesilaitoksen virtaama. Mittarina virtaama / viikko. Indikoi joko vaikeuksia prosessissa tai vuotoa.

Jätevesien raskasmetallipitoisuudet. Mittareina ovat nikkelin, kuparin, sinkin ja kromin pitoisuudet jätevesilaitoksen käsittelyn jälkeen. Mitataan jokaisista panoksen jälkeen.

Jätevesilaitoksen panoksen käsittelykertojen määrä. Mittarina on käsittelykertojen määrä. Jos jätevesi panoksen käsittelyn jälkeinen analyysi osoittaa, että jätevesi ei puhdistunut riittävästi, niin käsittely uusitaan. Käsittelykertojen määrän lisääntyminen indikoi vaikeuksista prosessissa.

5.2.2 Laitteistot

Ennakoivia mittareita pitäisi löytää niiden mitattavien suureiden joukosta, joita joka tapauksessa mitataan laitteiston ohjaamiseksi.

Ennakoivia mittareita kannattaa etsiä myös apujärjestelmistä, esimerkiksi ilmanvaihto, ilmanvaihdon kemikaalien talteenotto/suodatus, jätevesien puhdistus, raaka-aineiden, veden ja energian kulutus. Pitää vielä tutkia, pitääkö nämä mittarit pitää suhteuttaa tuotantovolyyymiin ja käyttöasteeseen.

Tasasuuntaajien jännite. Mittarina on jännite. Käytännössä tasasuuntaajille on asetettu hälytysraja jännitteelle ja prosessin hoitaja saa hälytyksen jännitteen noustessa hälytysrajalle. Indikoi vaikeuksista prosessissa tai virransyöttökiskoissa tasasuuntaajilta kylpyihin. Jatkuva mittaus.

Putkiliitosten visuaalinen tarkastus. Mittarina kuinka monta prosenttia ohjelman mukaisista liitoksista on tarkastettu. Tehdään kuukauden välein.

Veden kulutus. Mittarina on tulevan veden kulutus. Tarkastetaan kerran viikossa, indikoi mahdollisia vuotoja.

Virtakiskojen liitosten lämpökuvaus. Mittarina on määritellyn lämpötilan ylitys liitoksessa. Mittauksia varten on kehitetty ”vakio ajo vakiokuormalla”, jotta mittaukset ovat vertailukelpoisia. Tehdään kerran vuodessa.

5.2.3 Käyttäjäkunnossapito

Käyttäjäkunnossapito keskittyy prosessin pitämiseen sellaisena kuin se on suunniteltu, suodattimet toimivat, jne. Laitoksen toimittaja on määrittänyt käyttäjäkunnossapidon tehtävät ja aikataulun.

Käyttäjäkunnossapito tehty. Mittarina on kuinka monta prosenttia määritellyistä käyttäjäkunnossapidoista on tehty aikataulun mukaisesti. Päivittäinen seuranta.

5.2.4 Kunnossapito ja huolto

Kunnossapidon tarkoitus on pitää prosessi ja laitteisto siinä kunnossa, mihin se on suunniteltu. Huollon ja kunnossapidon on oltava ennakoivaa, jotta häiriöitä ja rikkoontumisia ei pääse tapahtumaan. Laitoksen toimittaja on tehnyt huolto-ohjelman aikatauluineen, huoltokatkoja on kaksi vuodessa.

Huolto tehty. Mittarina on kuinka monta prosenttia määritellyistä huolloista on tehty aikataulun mukaan.

Korjauksen vasteaika. Mittarina on aika korjaustarpeen ilmoituksesta korjauksen aloittamiseen.

Korjausaika/arvioitu aika. Mittarina on toteutuneen korjausajan ja arvioidun korjausajan suhde.

5.2.5 Siisteys ja järjestys

5S järjestysindeksit. Tarkastus on kerran kuukaudessa.

Pölyn määrä sisäilmassa. Kertymämittaus, lukema otetaan kerran kuukaudessa.

5.3 Turvallisuuskulttuuri (ihmiset)

TUKES tarkastus. Mittarina on TUKES tarkastuksen kokonaisarvosana. TUKES tarkastus on kolmen vuoden välein. TUKES tarkastus mittaa myös turvallisuuden kehittämisen prosessia.

Turvallisuus asenne kysely. Kysely tehdään kerran vuodessa.

Raportoitujen läheltäpiti tapausten määrä. Vaikka TUKES ei pidä läheltäpiti järjestelmiä ennakoivina mittareina, niin minun mielestä raportoitujen tapausten määrä indikoi ihmisten asenteita turvallisuutta kohtaan. Jatkuva seuranta.

Raportoitujen läheltäpiti tapausten käsittelyaika. Minun mielestä käsittelyaika indikoi turvallisuuskulttuuria, asenteita siitä, että turvallisuus pitää saada kuntoon. Indikoi myös epäsuorasti johtamisjärjestelmää siinä mielessä, että onko osoitettu riittävästi resursseja. Jatkuva seuranta.

Aloitteiden määrä. Turvallisuuden parantamiseen tehtyjen aloitteiden määrä vuodessa. Jatkuva seuranta.

Koulutus. Kuinka monta henkilötyöpäivää on ollut vuodessa turvallisuuteen liittyvää koulutusta.

5.4 Johtamisjärjestelmät ja menettelytavat (toiminta)

Laatujärjestelmien auditointi: Mittarina on johtamisjärjestelmiin ja menettelytapoihin liittyvien poikkeamien lukumäärä. Auditointi on kerran vuodessa. Laatujärjestelmien auditointi mittaa myös turvallisuuden kehittämisen prosessia.

Raportoitujen läheltäpiti tapausten käsittelyaika: Indikoi epäsuorasti johtamisjärjestelmää siinä mielessä, että onko osoitettu riittävästi resursseja.

Työnjohdon turvallisuuskierros: Korjattavien kohteiden määrä työnjohdon suorittamissa turvallisuus kierroksella. tehdään kerran viikossa.

6 Yhteenveto

6.1 Yhteenveto ehdotetuista mittareista

Taulukko 1 Ehdotetut ennakoivat mittarit esimerkkilaitokselle.

Mittari	mittausväli
TURVALLISUUDEN KEHITTÄMISEN PROSESSI	
TUKES tarkastus kokonaisarvosana	3 vuoden välein
Palotarkastus huomautusten määrä	vuoden välein
Laatujärjestelmän auditointi poikkeamien määrä kemikaali- ja paloturvallisuudessa	vuoden välein
Laatujärjestelmän auditointi poikkeamien määrä johtamisjärjestelmiin ja toimintatapoihin liittyen	vuoden välein
FG Global Risk mark - indeksi	vuoden välein
Kemikaaliturvallisuuden riskianalyysi asiantuntija huomautusten määrä	3 vuoden välein
TEKNISET JÄRJESTELMÄT	
Kylpyjen kemikaalianalyysit, montako % kylvyistä on toleranssien sisällä	analysointi aikataulun mukaan
Kaasun 1 pitoisuus ilmassa	jatkuva
Kaasun 2 pitoisuus ilmassa	jatkuva
Kaasun 3 pitoisuus ilmassa	jatkuva
Kaasun 4 pitoisuus ilmassa	jatkuva
Jätevesilaitoksen virtaama	viikon välein
Jätevesien raskasmetallipitoisuudet puhdistuksen jälkeen	jokainen panos
Jätevesilaitoksen panoksen käsittelymäärä	viikon välein
Tasasuuntaajien jännite	jatkuva
Putkiliitosten visuaalinen tarkastus	kuukauden välein
Veden kulutus	viikon välein

Virtakiskojen liitosten lämpökuvaus	vuoden välein
Käyttäjäkunnossapito tehty	päivittäin
Huolto tehty	2 kertaa vuodessa
Korjauksen vasteaika	jatkuva
Korjausaika/arvioitu aika	jatkuva
5S indeksi	kuukauden välein
Pölyn määrä sisäilmassa	kuukauden välein
TURVALLISUUSKULTTUURI	
TUKES tarkastus kokonaisarvosana	3 vuoden välein
Turvallisuusasennekyselyn tulos	vuoden välein
Raportoitujen läheltäpiti tapausten määrä	jatkuva
Raportoitujen läheltäpiti tapausten käsittelyaika	jatkuva
Turvallisuus aloitteiden määrä	jatkuva
Turvallisuuskoulutuksen määrä	vuoden välein
JOHTAMISJÄRJESTELMÄT JA MENETTELYTAVAT	
Laatujärjestelmän auditointi poikkeamien määrä johtamisjärjestelmien ja menettelytapojen osalta	vuoden välein
Raportoitujen läheltäpiti tapausten käsittelyaika	jatkuva
Työnjohdon turvallisuuskierros	kerran viikossa

Mittaristoa voidaan pitää varsin tasapainoisena. Käytetyn jaottelun mukaisesti kaikkiin osioihin saatiin mittareita. Siinä on sekä lyhyen aikavälin että pitkän aikavälin mittareita alkaen jatkuvasta mittauksesta ylettyen kolmen vuoden välein päivittyviin mittareihin. Siinä on sekä sisäisiä että ulkoisia mittareita.

Lähes kaikki mittarit löytyivät jo tällä hetkellä käytössä olevien mittausten ja tarkkailujen joukosta, mutta niitä ei ollut ymmärretty nimetä/dokumentoida ennakoiviksi mittareiksi. Uusia mittareita ovat ainoastaan kaasun 4 pitoisuudet sisäilmassa, pölyn määrä sisäilmassa sekä turvallisuusasennekyselyn tulos.

Osa mittareista on sellaisia, että ne niitä voidaan käyttää useamman osa-alueen mittareina, näkökulma on vain hiukan erilainen.

Taulukko 2 Mittareita, joita voidaan käyttää useamman osa-alueen mittaamiseen

mittari	turvallisuuden kehittämisen prosessi	tekniset järjestelmät	turvallisuuskulttuuri	johtamisjärjestelmät ja menetelmät
TUKES tarkastus kokonaisarvosana	K	K	K	K
Laatujärjestelmien auditointi	K		K	K
Kylpyjen kemikaalianalyysit		K	K	K
Käyttäjäkunnossapito tehty		K	K	K
Huolto tehty		K	K	K
Raportoitujen läheltäpiti tapausten käsittely aika			K	K
5S indeksi		K	K	K
Työnjohdon turvallisuuskierros huomautusten määrä		K	K	K

Aktiivisille ja piileville virheille ei löydetty ennakoivia mittareita.

6.2 Pohdinta

Tässä tutkielmassa selvitettiin, mitä ennakoiva turvallisuuden mittaus on kemikaaliturvallisuuden näkökulmasta. Esimerkkilaitokselle kehitettiin mittaristo, joka tällä hetkellä vaikuttaa siltä, että se täyttää suuren osan hyvän mittariston vaatimuksista. Eniten mittareita löytyi teknisistä järjestelmistä, mikä jälkikäteen vaikuttaa loogiselta, koska laitos on uusi ja suunniteltu muutaman vuoden takaisten määräysten mukaisesti. Mittareita on paljon lukumääräisesti, mutta suurin osa niistä on sellaisia, jotka ovat jo käytössä ja joita seurataan jonkun muun syyn takia.

Tekniikka näyttää olevan hyvin valvonnassa, mistä onnettomuuksien syyt voisivat löytyä? Onnettomuuksien synnyn teorian mukaan inhimilliset tekijät ja johtaminen ovat nousseet tärkeään asemaan. Vaikuttaa siltä, että suurin

vaaran aiheuttaja on ihminen ja hänen käyttäytyminen. Sitä on myös erinomaisten vaikeaa mitata. Turvallisuuden tutkimuksessa ja kehittämisessä pitäisi kiinnittää enemmän huomiota ihmisten käyttäytymiseen ja vuorovaikutukseen.

Vaarojen tunnistamisen onnistumisen ennakoiva mittaus on hankalaa. Tehtyjen analyysien määrä ei takaa laatua, toisaalta kun paljon tekee, niin saattaa osua lopulta oikeaan.

Indikoiko koulutuspäivien määrä todella parannusta? Meneekö koulutus perille ja todella parantaa turvallisuutta? Ainakin koulutus mahdollistaa turvallisuuden paranemisen.

Koska vaikuttaa siltä, että suurin vaikutus on ihmisten käyttäytymisellä, osaamisella ja asenteilla ja yrityksen kulttuurilla, niin ajatus mittareiden kopiaimisesta toisesta yrityksestä on huono. Lisäksi vaikuttaa siltä, että yhtä tärkeää kuin mittarit on prosessi, jolla mittarit kehitetään, koska se lisää osallistujien osaamista ja ”aukaisee silmiä”.

Yllättävää on se, että esimerkiksi petrokemian teollisuudesta löytyy hyvin vähän tietoa ennakoivasta mittaamisesta, Vai onko ko. teollisuus niin onnettomuus herkkää, että riskianalyysi ja jälkikäteismittaus antavat vielä riittävän hyvän kuvan tilanteesta? Tai syynä on se, että en osannut etsiä.

6.3 Jatkoasteet

Turvallisuusasenne kyselyn kyselylomakkeiden kysymykset pitää tehdä ja kysely voidaan toteuttaa esimerkiksi muun henkilöstökyselyn yhteydessä tai mieluiten erillisenä kyselynä.

Kunnossapitoon pitää saada parempia mittareita. Nykyinen kunnossapidon tapa toimia ei ole enää nykypäivää.

Vaikka kuinka hyvin kaiken tekisi, niin silti onnettomuus voi tapahtua. Olisiko tarpeen keskittyä enemmän sietokyvyn ja ketteryuden kehittämiseen, jolloin toipuminen olisi nopeampaa. Lisäksi voisi ajatella niin, että ketteryuden kehittyessä myös havainnointi terävöityy ja asioihin tartutaan nopeammin ja tehokkaammin ennen kuin vaaratilanne pääsee eskaloitumaan.

Yhteenveto

Turvallisuuskulttuurin sekä johtamisjärjestelmien ja menettelytapojen ennakkoivaan mittaamiseen tarvitaan nopeammin reagoivia mittareita.

LÄHTEET

Henttonen, T. 2000. Turvallisuuden mittaaminen. Diplomityö. Tampereen tekninen korkeakoulu, ympäristötekniikan osasto. Tampere. 102 s. <http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/7-2000.pdf> 1.12.2014.

Laitinen, H. & Lankinen, T. & Rasa, P-L. & Räsänen, T. & Visuri, M. & Lindström, K. 2000. The secret of low-accident rate companies in metal product industry. Teoksessa: Safety in the modern society. Work, home, leisure. People and work, reseach report 33. Työterveyslaitos, Helsinki. Ss. 114-117.

Levä, K. 2003. TURVALLISUUSJOHTAMISJÄRJESTELMIEN TOIMIVUUS: Vahvuudet ja kehityshaasteet suuronnettomuusvaarallisissa laitoksissa. Väitöskirja. TUKES-julkaisu 1/2003. 164s. http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/1_2003.pdf 4.1.2014

OGP. 2011. Process Safety – Recommended Practice on Key Performance Indicators, Report No. 456. <http://www.ogp.org.uk/pubs/456.pdf> 5.3.2015.

OHSAS 18001:fi. 2007. Työterveys- ja työturvallisuusjohtamisjärjestelmät. Vaatimukset. Suomen standardoimisliitto SFS. Helsinki. 54 s.

SFS-EN ISO 9001. 2008. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Suomen standardoimisliitto SFS. Helsinki. 69 s.

Seveso II-direktiivi ja komission ohjeet. 1999. TUKES-julkaisu 4/1999. Turvatekniikan keskus, Helsinki. 151 s.

Tappura, S. & Hämäläinen, P. & Saarela, K-L. & Luukkonen, O. 2010. Mittaaminen osana työturvallisuuden johtamista. Suomi, Painojussit Oy. 26 s. ISBN 978-951-810-414-1

LÄHTEET

TUKES. 2000. Turvallisuuden mittaaminen teollisuudessa. 8 s. http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/TURVALLISUUDEN%20MITTAAMINEN.pdf 4.1.2014

TUKES 2005. Pintakäsittelylaitosten paloturvallisuus. http://www.tukes.fi/tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/opas_pintakasittely.pdf 5.3.2015

TUKES. 2012. TUKES ohje K4-14. Toimintaperiaateasiakirja. Helsinki. 10 s. http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Tukes-ohje_K4-14.pdf 5.3.2015

TUKES. 2012a. Kemikaalilaitosten hyvät käytännöt. Helsinki. http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/kemikaalilaitosten_hyvat_kaytannot_2012.pdf 5.3.2015

TUKES. 2013. Vaaralliset kemikaalit teollisuudessa. ISBN 978-952-5649-53-6. http://www.tukes.fi/tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/vaaralliset_kemikaalit_esite.pdf 5.3.2015.

www1. 2015. 5S. <http://fi.wikipedia.org/wiki/5S> 7.3.2015.

855/2012. 2012. Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja valvonnasta. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120855> 5.3.2015.