

Ville Alatalo

VAARALLISTEN ENERGIOIDEN HALLINTA JA EROTTAMINEN

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kemiantekniikka
Huhtikuu 2018**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Huhtikuu 2018	Tekijä/tekijät Ville Alatalo
Koulutusohjelma Kemiantekniikka		
Työn nimi Vaarallisten energioiden erottaminen		
Työn ohjaaja Laura Rahikka	Sivumäärä 35	
Työelämäohjaaja Katriina Rekilä		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa ja kehittää Freeport Cobalt Oy:n laitekohtaista erotuskorttia. Tämän lisäksi opinnäytetyöprosessin aikana etsittiin kohteita ja työmenetelmiä, joilla yrityksen työturvallisuutta voidaan parantaa. Opinnäytetyö suoritettiin yhteistyössä Freeport Cobalt Oy:n EHS- ja pulverintuotanto-osastojen kanssa.</p> <p>Työn lähdemateriaalina on käytetty laajasti työturvallisuutta käsitteleviä lakeja, asetuksia, direktiivejä ja Suomen Standardoimisliiton asettamia standardeja. Laitekohtaista erotuskorttia on kehitetty näiden lähdemateriaalien asettamien vaatimusten pohjalta.</p> <p>Opinnäytetyön puitteissa laitekohtainen erotuskortti kehitettiin siihen muotoon, että sitä voidaan käyttää käytännön työelämässä tukemaan esimerkiksi vuorotyönjohtajan työtä ja parantamaan työturvallisuutta. Kehittämistyössä keskityttiin laitekohtaisen erotuskortin käytännöllisyyteen ja luettavuuteen.</p>		
Asiasanat energia, erotus, laite, laitekohtainen erotuskortti, laitteisto, odottamaton käynnitys, lototo, putkistomerkinä, riskienhallinta, signaalit, tarkoittamaton käynnistys		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date April 2018	Author Ville Alatalo
Degree programme Chemical Engineering		
Name of thesis Control and management of hazardous energies		
Instructor Laura Rahikka	Pages 35	
Supervisor Katriina Rekilä		
<p>The goal of this thesis was to improve and refine the equipment specific separation manual for Freeport Cobalt Oy. During the thesis work, places and work methods were evaluated to improve safety at work. This thesis was made in co-operation with Freeport Cobalt's EHS and Powder production departments.</p> <p>Source material for this work handles work safety laws, statutes, directives and the standards of Finnish Standards Association. Equipment specific separation manual was developed based on these regulations.</p> <p>Equipment specific separation manual was developed to a format that can be used in daily work to, for example, support the work of the foreman and to improve work safety. During the development of the equipment specific separation manual main focus was practicality and readability.</p>		

<p>Key words Energy, equipment, equipment specific separation manual, LOTOTO, pipeline identification, risk management, separation, signals, unexpected start-up, unintended start-up</p>
--

TIIVISTELMÄ ABSTRACT

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 FREEPORT COBALT OY.....	2
3 KÄSITTEIDEN TARKEMPI MÄÄRITTELY.....	3
4 ENERGIAN EROTUS.....	5
4.1 Energioiden erotus-, purku- ja pidätyslaitteistot.....	5
4.2 Odottamattoman ja tarkoittamaton käynnistys.....	7
4.3 LOTOTO.....	9
5 MERKINTÄPERIAATTEET.....	12
5.1 Näköaistiin perustuvat signaalit.....	12
5.2 Kuuloon tai tuntoaistiin perustuvat signaalit.....	13
5.3 Putkistomerkinnän periaatteet.....	14
6 SULJETUN TILAN TYÖSKENTELY.....	17
7 RISKIENHALLINTA.....	18
LÄHTEET.....	23

LIITTEET

KUVAT

KUVA 1. Freeport Cobalt Oy Kokkolan suurteollisuusalueella.....	2
KUVA 2. Erottamiseen käytettävä turvakytkin.....	6
KUVA 3. Erottamiseen käytettävä sulkuventtiili.....	6
KUVA 4. Turvatarrain hinnalla.....	7
KUVA 5. Useamman lukon käyttöön vaadittava lisävaruste.....	9
KUVA 6. Lukon merkitsemiseen käytettävä lappu.....	10
KUVA 7. Värikoodattu lukko.....	11
KUVA 8. Määräyskyltti.....	13
KUVA 9. Esimerkkejä muodoista jotka voidaan tunnistaa yksin tuntoaistin avulla.....	14
KUVA 10. Esimerkkejä putkistomerkintätarroista.....	16
KUVA 11. Riskienhallinnan osa-alueet.....	18
KUVA 12. Riskienhallinnan kulku.....	21

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Perustunnusvärit.....	15
TAULUKKO 2. Turvallisuusvärit.....	15
TAULUKKO 3. Riskin vakavuuden määrittämiseen käytettävät kriteerit.....	19
TAULUKKO 4. Riskin todennäköisyyden määrittämiseen käytettävät kriteerit.....	19
TAULUKKO 5. Riskin suuruuden arviointiin käytettävä taulukko.....	20

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa ja kehittää Freeport Cobalt Oy:n laitekohtaista erotuskorttipohjaa sekä löytää kohteita ja menetelmiä, joilla työturvallisuutta voitaisiin parantaa. Työ suoritettiin yhteistyössä Freeport Cobalt Oy:n EHS-osaston ja pulverintuotanto-osaston kanssa.

Työ sai alkunsa kesällä 2017 työskennellessäni pulverituotanto-osastolla työnjohtolomittajana. Yrityksessä ei ollut käytössä laitekohtaista erotuskorttia. Tällaista erotuskorttia oli kuitenkin yrityksessä suunniteltu ja jo aloitettukin, mutta tämä ei kuitenkaan ollut sellainen, jota työssä voisi käyttää. Laitekohtainen erotuskortti on yrityksessä suuri apu niin vakituiselle henkilöstölle kuin uusille yritykseen tuleville työntekijöille.

Työn lähteinä on käytetty mahdollisimman laaja-alaisesti Suomen Standardoimisliiton (SFS) asettamia standardeja, Suomen valtion asettamia lakeja ja asetuksia, Euroopan Unionin direktiivejä sekä yhdysvaltalaisen OSHA:n asettamia standardeja. Lähteinä käytetyt standardit, asetukset, lait ja direktiivit käsittelevät työturvallisuutta, energioiden erotuksia ja erilaisia turvallisuuteen liittyviä merkintäperiaatteita.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa esitellään kohdeyritys, mutta luottamuksellisuuden vuoksi tuotantolinjastoja ei esitellä yksityiskohtaisesti. Teoriaosuus käsittää vaarallisten energioiden erotukseen liittyvät vaatimukset ja työskentelytavat sekä vaarallisten energioiden hallintamenetelmiä. Työssä käsitellään putkistojen ja laitteiden merkintäperiaatteita sekä sitä, kuinka turvallisuuteen liittyvää informaatiota tulisi esittää. Laitekohtaisen erotuskortin laatiminen vaatii riskienhallinnan osaamista, joten myös riskienhallintaa on teoriaosuudessa käsitelty.

2 FREEPORT COBALT OY

Freeport Cobalt Oy on Kokkolassa toimiva yritys, joka tuottaa kobolttituotteita maailmalle. Kobolttia käytetään maailmalla useissa eri sovelluksissa, kuten rengasteollisuudessa, pigmenttiteollisuudessa, katalyyttinä, akkukemikaalina ja kovametalli- ja timanttityökaluteollisuudessa. Freeport Cobalt Oy työllistää Kokkolan alueella 415 henkilöä. (Freeport Cobalt Oy 2018a)



KUVA 1. Freeport Cobalt Oy Kokkolan suurteollisuusalueella. (Freeport Cobalt Oy 2018)

Tehdas (KUVA 1) on alunperin perustettu vuonna 1968, jolloin tehdas toimi osana Outokummun Kokkolan yksikköä. Sittemmin tehdas on myyty yhdysvaltalaiselle OM Groupille vuonna 1991, joka myi tehtaansa edelleen Freeport McMoran -konsernille vuonna 2013. (Freeport Cobalt Oy 2018a.)

Freeport Cobalt Oy on osa yhdysvaltalaista Freeport McMoran -konsernia, joka on maailmanlaajuisesti toimiva kaivosyhtiö. Konserni työllistää maailmanlaajuisesti noin 35 000 henkilöä. Toimintaa Freeport McMoran -konsernilla on muun muassa kupari-, kulta-, molybdeeni- ja kobolttihankkeissa. (Freeport Cobalt Oy 2018a.)

3 KÄSITTEIDEN TARKEMPI MÄÄRITTELY

Tässä opinnäytetyössä on käytetty lähteinä eri tekniikan alojen standardeja, lakitekstejä ja kirjallisuutta. Kyseisissä lähteissä käytetään eri termejä, kun tarkoitetaan laitteita, joita tarvitaan vaarallisten energioiden erottamiseen eri aloilla. Esimerkiksi konetekniikan alan lähteissä puhuttiin koneista, kun taas enemmän prosessiteollisuuden keskittyvissä julkaisuissa puhuttiin laitteista tai laitteistoista. Tästä syystä huomattiin tarkemman käsitteiden määrittely on erityisen tärkeää.

Laissa vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden turvallisuudesta määritellään laite ja laitteisto seuraavalla tavalla (390/2005, §6):

Laite on säiliö, pumppu, venttiili, putkiston osa tai muu vaarallisen kemikaalin tai räjähteen käsittelyssä tarvittava tekninen laite

Laitteisto on laitteiden ja putkistojen sekä niihin liittyvien varusteiden muodostama tekninen kokonaisuus

Vaikkakin Suomen laissa laite määritellään edellä mainitulla tavalla, on olemassa myös muita vaihtoehtoja määritelmälle. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävien laitteiden ja suojajärjestelmien osalta määrittelee laitteen seuraavalla tavalla (2014/34/EU):

’Laitteilla’ tarkoitetaan koneita, kiinteitä tai siirrettäviä laitteita, hallintalaitteita, kojeita ja havaitsemis- ja estojärjestelmiä, jotka on yksin tai yhdessä tarkoitettu energian valmistukseen, kuljetukseen, varastointiin, mittamiseen, säätelyyn ja/tai muuntamiseen aineiden käsittelemiseksi ja jotka niille ominaisten mahdollisten syttymislähteiden takia saattavat aiheuttaa räjähdysvaaran.

Myös termiä ”kone” käytetään eri standardeissa ja lakiteksteissä. Euroopan parlamentti ja neuvosto määrittelee koneen direktiivissään seuraavasti (95/16/EY):

toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, jossa on tai joka on tarkoitettu varustettavaksi muulla kuin välittömällä ihmis- tai eläinvoimalla toimivalla voimansiirtojärjestelmällä ja jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja joka on kokoonpantu erityistä toimintoa varten.

Määritelmiä tutkittaessa todettiin sanan ”laite” tukevan parhaiten tämän opinnäytetyön tekstiä. Tämä sana ja sen määritelmä sopivat parhaiten kuvaamaan juuri prosessiteollisuutta käsitteleviä asioita. Edellä mainitusta syystä tullaankin tässä opinnäytetyössä käyttämään sanaa laite kuvaamaan direktiivin

2014/34/EU määritelmiä vastaavia kohteita. Sanaa ”kone” käytetään vain, jos se löytyy suorasta lainauksesta tai mikäli ilman sen käyttöä asiayhteys katoaisi.

4 ENERGIAN EROTUS

Energioiden erottamisella tarkoitetaan energioiden irtikytkemistä laitteistosta esimerkiksi huoltotoimenpiteitä varten. Näitä erotettavia energioita voivat olla muun muassa mekaaninen, hydraulinen, pneumaattinen, kaasumuotoinen, painovoimainen ja sähköinen. Euroopan unionin direktiivin mukaan kaikkien työvälineiden tulee olla varustettuja laitteistolla, jolla energialähteestä erottaminen on mahdollista (EU DIR 2009/104/EY). Energioiden erotus tulee aina tarpeelliseksi, kun niistä voi olla haittaa ihmiselle, ympäristölle ja laitteistolle laitteen kunnossapitotyön aikana. Energioiden erotuksella ja purulla voidaan huomattavasti pienentää tai jopa poistaa riskejä, jotka saattaisivat aiheuttaa laitteen odottamattoman käynnistyksen. (SFS-EN 1037.)

Standardissa SFS-EN 1037 on määritelty, miten energia tulisi erottaa, purkaa tai pidättää. Energian erottaminen ja purkaminen tulisi aloittaa laitteen erottamisella kaikista energialähteistä kunkin lähteen erottamiseen soveltuvalla laitteella. Erotuksen jälkeen kaikki erotuslaitteet tulisi tarvittaessa lukita erotusasentoon. Jos laitteiston sisään on varastoitunut energiaa, tulee energian purku suorittaa niin, ettei se aiheuta vaaraa (Valtioneuvoston asetus 403/2008). Kun kaikki edellä mainitut toimenpiteet on suoritettu, tulisi niiden onnistuminen varmistaa käyttäen turvalliseksi todettuja työtapoja ja –menetelmiä (SFS-EN 1037).

4.1 Energioiden erotus-, purku- ja pidätyslaitteistot

Energialähteiden erottamiseen on olemassa useita erityyppisiä laitteistoja, mutta kaikkien erottamiseen tarkoitettujen laitteistojen on kuitenkin täytettävä tietyt vaatimukset, jotka ovat:

- Luotettava erottaminen
- Erotuslaitteella on oltava hallintaelimeen luotettava mekaaninen yhteys
- Erotuslaitteen asento tulee olla selvästi merkitty ja niin, että se vastaa hallintaelimen kutakin asentoa (SFS-EN 1037)

Edellä mainittujen vaatimusten lisäksi erotuslaitteiden on oltava lukittavissa erotusasentoon lukuun ottamatta tilannetta, jossa virran palatessa laitteistoon ei palautumisesta aiheudu vaaraa henkilölle. Henkilöiden mahdollinen oleskelu vaara-alueella, laitteen koko ja muoto sekä riskin arvioinnin kautta saadut perusteet vaikuttavat erotuslaitteiden lukumäärään ja sijaintiin. Sijainti on syytä harkita suunnitteluvaiheessa tarkoin, jotta erotuslaitteiden käyttö olisi mahdollisimman vaivatonta. Tilanteissa, joissa laite on jostain syystä jätettävä kytketyksi virtalähteeseen, on tämä merkittävä selvästi

merkinantolaittein, koteloin tai avaimin. Nämä syyt voivat olla muun muassa tallentuneen tiedon katoaminen tai taakasta kiinnipitäminen. (SFS-EN 1037.)

Energian erottamiseen käytetyt laitteet koostuvat lähinnä käsikäyttöisistä syötönerotuskytkimistä tai venttiileistä. Yksi yleisimmistä erotettavista energioista on sähkö. Sähkön erottamiseen on käytetty sulakkeiden poistoa, mutta tämä ei ole standardin SFS-EN 1037 mukaista toimintaa. Tämä johtuu siitä, että sulakkeet eivät ole erottamiseen tarkoitettu laite. Energian erottamiseen voidaan käyttää kuvien 2 ja 3 mukaisia laitteistoja. Siirilä kehottaa hankkimaan erotukseen käytettävät venttiilit luotettavilta ja tunnetuilta valmistajilta. Näin tekemällä voidaan varmistua siitä, että komponentit ovat luokkaa 1, standardin SFS-EN ISO 13 849-1 mukaan. (Siirilä 2009.)



KUVA 2. Erottamiseen käytettävä turvakytkin (SLO 2018)



KUVA 3. Erottamiseen käytettävä sulkuventtiili (Kokko-Control 2018)

Energian purkamisella laitteistosta voidaan tarkoittaa esimerkiksi mekaanisen jousen vapauttamista, laitteen paineettomaksi saattamista tai varastoituneen sähköenergian purkua. Standardin SFS-EN 1037 mukaan laitteiden on oltava varustettuina asianmukaisilla laitteistoilla varastoituneen energian purkamista tai sen pidättämistä varten. Energian purkaminen tulisi suunnitella siten, että energia purkautuisi jo erotuksen yhteydessä ja niin, ettei purkautuminen aiheuta vaaraa. Varastoituneen energian pidättäminen voi tulla kyseeseen silloin, mikäli energian purkaminen aiheuttaisi haittaa laitteille. (SFS-EN 1037.) Sähköenergian purkamiseen voidaan kondensaattorien yhteydessä käyttää vastuksia, painovoimaisen energian purkamiseen esimerkiksi tukia tai turvatarraimia (KUVA 4) ja paineilman purkuun purkuventtiiliä (Siirilä 2012).



KUVA 4. Turvatarrain hihnalla. (Wasasafe 2009)

4.2 Odottamattoman ja tarkoittamaton käynnistys

Tarkoittamattomasta laitteiston käynnistyskäskystä voi seurata odottamaton käynnistyskäsky. Odottamattomalla käynnistymisellä tarkoitetaan laitteen käynnistymistä jonka aiheuttaa jokin seuraavista (SFS-EN 1037):

- Ohjausjärjestelmään kohdistuvasta ulkoisesta vaikutuksesta tai ohjausjärjestelmän vikaantumisesta johtuva käynnistyskäsky.
- Käynnistyselimeen tai koneen muihin osiin (esim. anturiin tai tehonohjauselimeen) kohdistuneen tarkoittamattoman vaikuttamisen seurauksena syntyvä käynnistyskäsky.
- Tehonsyötön palaaminen keskeytyksen jälkeen.
- Koneen osiin kohdistuva ulkoinen tai sisäinen vaikutus (painovoima, tuuli, polttomoottorin itsesytytys).

Tarkoittamattoman ja odottamattoman käynnistymisen hallintaan löytyy useita eri vaihtoehtoja. Kuten luvussa 4 mainittiin, laitteen erotus energialähteestä ja varastoituneen energian purku parhaassa tapauksessa poistaa odottamattoman käynnistymisen riskin. Voi kuitenkin esiintyä tilanne, jossa energian erottamista tai purkua ei voida suorittaa. Tämä voi johtaa laitteen tarkoittamattomaan käynnistymiseen. Tällaisiin tapauksiin joudutaan puuttumaan jo laitteiston suunnitteluvaiheessa. Suunnitteluvaiheessa tehdyillä laitteen osien valinnoilla ja sijoittelulla voidaan estää tarkoittamaton käynnistyminen. Myös laitteiston järjestelmän kautta voidaan tehdä suunniteluvalintoja, joilla voidaan estää odottamaton käynnistyminen tarkoittamattoman käynnistymiskäskyn johdosta. Esimerkiksi järjestelmän rakenne voidaan suunnitella siten, että tarkoittamaton käynnistymiskäskey ei johda odottamattomaan käynnistymiseen. Toinen vaihtoehto on, että laitteiston vaaraa aiheuttava osa pysäytetään automaattisesti ennen odottamattomasta käynnistymisestä johtuvaa vaaratilanteen syntymistä. (SFS-EN 1037.)

Kuten jo edeltävässä kappaleessa todettiin, tarkoittamaton käynnistymiskäskey voi aiheuttaa laitteen odottamattoman käynnistymisen. Tästä syystä on myös hyvä hallita menetelmiä, joilla tarkoittamaton käynnistyminen voidaan estää. Esimerkiksi jos laite voidaan käynnistää käsikäyttöisesti, on tällaisen käynnistymekanismiin vahingossa tapahtuva käyttö estettävä. Estäminen voi tapahtua merkinnöin ja sijoituksin (SFS-EN 1037). Merkinnät tulisi suorittaa käyttäen standardissa SFS-EN 61310-1 suositeltuja menetelmiä. Näitä menetelmiä ovat muun muassa turvallisuuteen liittyvän tiedon esittäminen yksiselitteisesti ja johdonmukaisesti. Pääasiallisesti ja mahdollisuuksien salliessa tulisi käyttää näköön perustuvia merkintämenetelmiä. Jos kuitenkin on mahdollista, että henkilöt joiden aistit ovat vajavaiset työskentelevät alueella, on merkinnöissä syytä käyttää lisätoimenpiteitä. Esimerkiksi useamman aistin yhtäaikaista käyttöä merkinantoon. (SFS-EN 61310-1). Tarkoittamattoman käynnistymiskäskyn syntymiseen voidaan vaikuttaa myös oikeaoppisella tehonohjauksella (esimerkiksi venttiilit) valinnalla, suunnittelulla ja sijoittamisella. Tehonohjaukselliset tulisi valita ja suunnitella niin, etteivät ulkoiset voimat kuten värinä tai painevaihtelut voi vaikuttaa niiden tilaan. Tehonohjaukselliset tulisi sijoittaa sellaiseen tilaan, ettei asiattomilla ole niihin pääsyä.

Energian erottamisen, purkamisen tai pidättämisen jälkeen on oltava todennettavissa, että kyseessä oleva toimenpide on toteutunut. Laitteissa olevat todentamiseen tarkoitetut laitteet on toteutettava siten, että tehonsyöttöön saadaan aikaan näkyvä katkos tai erotukseen käytetyn laitteen asento on yksiselitteinen. Esimerkiksi kuvan 2 mukaisessa erotukseen käytettävässä turvakytkimessä on asento merkittävästi selvästi. Kun laite täytyy saada paineettomaksi, voidaan onnistunut energian purku todentaa esimerkiksi painemittarilla. (SFS-EN 1037+A1.)

4.3 LOTOTO

LOTOTO (Lock-Out, Tag-Out, Try-Out) on Amerikkalaisen Occupational Safety and Health Administrationin (OSHA) standardiin 29 CFR 1910 perustuva vaarallisten energioiden hallintamenetelmä. Standardissa kuvataan menetelmät, joita tulisi noudattaa kun laite saatetaan turvalliseen tilaan ja näin estäen vaarallisen energian purkautumisen, ennen kuin laitteelle ollaan aloittamassa huoltotoimenpiteitä. Standardissa vaarallisiksi energioiksi luokitellaan muun muassa sähköinen, mekaaninen, pneumaattinen, kemiallinen ja terminen. On todettu, että sitoutuminen standardin mukaisiin toimintatapoihin estää arviolta 120 kuolemantapausta ja 50 000 loukkaantumista vuosittain (Occupational Health and Safety Administration 2002).

LOTOTO tarkoittaa siis laitteen erotuslaitteen lukitsemista, tämän lukituksen merkkaamista ja käynnistyksen yrittämistä. Energian erotuslaitteen lukitsemiseen (Lock-Out) voidaan esimerkiksi käyttää kuvan 7 mukaista lukkoa. Lukon on oltava avaimella tai numeroyhdistelmällä lukittavissa. Erotuslaitteeksi voidaan käyttää myös umpilappoja tai kääntösokeoita, näidenkin on kuitenkin oltava lukittavissa. Kunnossapitotyön vaatiessa useamman eri tahon työntekijöitä on kaikkien tahojen lukittava erotuslaitteet. Eri tahoja voivat olla muun muassa tuotannon työntekijät, mekaaninen kunnossapito ja sähkö- ja automaatiokunnossapito. Tähän tarkoitukseen voidaan käyttää kuvan 7 mukaista lisävarustetta, johon voidaan liittää useita lukkoja.



KUVA 5. Useamman lukon käyttöön vaadittava lisävaruste.

Lukitukseen käytetty laitteisto täytyy standardin mukaan merkata (Tag-Out). Merkinnästä käy ilmi, että laitetta ei voi käyttää eikä lukkoa saa poistaa. Merkintään voidaan käyttää esimerkiksi kuvan 6 mukaista lappua. Viimeisenä vaiheena on laitteen käynnistämisen yrittäminen (Try-Out). Tämän vaiheen tarkoituksena on varmistua siitä, että laitteisto on kytkettynä irti energialähteistä, eikä käynnistyminen näin ole mahdollista. (OSHA 29 CFR 1910.147.)



KUVA 6. Lukon merkitsemiseen käytettävä kortti.

Standardissa 29 CFR 1910.147 kuvataan vähimmäisvaatimukset sille, kuinka LOTOTO-menetelmä toimii käytännössä (OSHA 29 CFR 1910.147):

1. Henkilöille, jota asia koskee, ilmoitetaan, että laitteelle aiotaan tehdä huoltotoimenpiteitä ja että se tullaan sammuttamaan ja lukitsemaan.
2. Valtuutettu henkilö selvittää mahdolliset vaarallisen energian lähteet laitteistossa ja sen kuinka nämä havaitut energiat tullaan hallitsemaan.
3. Jos laitteisto on vielä päällä, ajetaan se alas käyttäen normaaleja käytäntöjä
4. Kytetään energianerotuslaitteet niin, että laite on erotettuna energialähteistä
5. Energianerotuslaitteet lukitaan niille tarkoitetuilla lukkoilla ja merkitään
6. Varastoitunut energia tulee purkaa tai pidättää, niin ettei siitä aiheudu vaaraa
7. Varmistetaan, että laitteisto on kytkettynä irti energialähteistä yrittämällä käynnistää se normaalia käynnistysmenetelmää käyttäen.
8. Laitteisto on nyt lukittuna

Laitteiston käyttöön ottaminen huoltotoimenpiteiden jälkeen tulisi standardin mukaan suorittaa seuraavalla tavalla (OSHA 29 CFR 1910.147):

1. Varmista, että laitteisto on käyttöönottoa varten kunnossa
2. Varmista, että työkohteessa ei ole enää työntekijöitä
3. Varmista, että laitteen kytkimet ovat vapaalla
4. Poista laitteistosta aiemmin asennetut lukot ja kytke laitteiston energiat päälle
5. Ilmoita henkilöille joita asia koskee, että laitteisto on huollettu ja valmiina käyttöönottoa varten

Kuten edellä on mainittu, standardissa kuvatut tehtävät ovat vähimmäisvaatimukset turvalliseen erottamiseen ja energian hallintaan. Standardin tarjoamasta pohjasta yritys voi laajentaa vaatimuksia ja tehtäviä, jotka tulee suorittaa, kun laite erotetaan huoltotoimenpiteitä varten. Esimerkiksi yritys voi ottaa käyttöön kuvan 7 mukaiset värikoodatut lukot, jotta lukoista selviää heti kenelle tai mille ryhmälle lukko kuuluu. Voidaan esimerkiksi sopia, että mustat lukot kuuluvat yrityksen mekaaniselle kunnossapidolle ja punaiset lukot sähkö- ja automaatiokunnossapidolle. Lukot olisi kuitenkin syytä merkitä kuvan 6 mukaisilla henkilökohtaisilla merkillä, josta selviää henkilön nimi, yritys ja puhelinnumero. Näin tekemällä saadaan lukon omistajaan yhteys tilanteen vaatiessa.



KUVA 7. Värikoodattu lukko.

5 MERKINTÄPERIAATTEET

Oikeanlaiset merkinätaavat ovat erityisen tärkeitä, kun kyseessä on vaarallisten energioiden hallinta. Kun merkinnät tehdään oikein, voidaan henkilöiden altistumista vaaralle vähentää tai jopa poistaa kokonaan. Yritysten ollessa jatkuvasti enemmän ja enemmän kansainvälisempiä on syytä kiinnittää huomiota merkintöjen yhdenmukaisuuteen ja standardisointiin. Merkintöjen yhdenmukaisuudella ja standardisoinnilla voidaan varmistua siitä, että olipa henkilö kotoisin mistä maasta tahansa, hän tietää turvallisuusinformaatiota välittävien merkintöjen merkityksen. Standardisointi ei kuitenkaan poista koulutuksen, menettelyjen ja ohjeiden tarvetta turvalliseen työskentelyyn liittyen. (SFS-ISO 3864-1.)

Kaikki turvallisuuteen liittyvät signaalit tulee suunnitella tiettyjen periaatteiden mukaisesti. Kaikkien näiden signaalien on oltava sellaisia, jotta niiden merkitys ja tarkoitus on yksiselitteinen niille käyttäjille, joita tieto koskee. Signaalien esitys tulisi pääasiallisesti perustua näköaistiin. Henkilöiden osaamisen ja tilanteen (näköön perustuvan informaation liiallisuus, vaaralle altis henkilö ei voi nähdä varoitussignaalia tai laitteen käyttäjällä ei ole näköyhteyttä vaarassa oleviin) vaatiessa, on syytä käyttää myös muihin aisteihin kuten kuuloon ja tuntoon perustuvia merkinantolaitteita. (SFS-EN 61310-1.)

Turvallisuuteen liittyvän informaation esittäminen voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: passiiviset signaalit ja aktiiviset signaalit. Passiivisia signaaleja tulee käyttää, kun on tarkoitus varoittaa henkilöä riskeistä, jotka ovat jatkuvasti läsnä kullakin laitteella. Myös informaation esittäminen hätäpysäytysohjaimien ja poistumisteiden sijainnista luetaan passiivisiksi signaaleiksi. Aktiivisiksi signaaleiksi kutsutaan sellaisia signaaleja, joilla on tarkoitus varoittaa henkilöä vaarasta ja kehottaa toimimaan tietyllä tavalla. (SFS-EN 61310-1.)

Kuten aiemmin tässä luvussa todettiin signaalit, joilla annetaan turvallisuusinformaatiota, voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan: näköön, kuuloon ja tuntoaistiin perustuvat signaalit. Näihin aisteihin perustuvia signaaleja voidaan käyttää yksinään, mutta niitä voidaan käyttää myös rinnakkain, jotta ne tukevat toisiaan. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi eri aisteihin perustuvien signaalien peruseriaatteita

5.1 Näköaistiin perustuvat signaalit

Näköaistiin perustuvat signaalit tulisi toteuttaa siten, että ne ovat näkyvissä ja siten, että ne pystytään erottamaan taustastaan. Signaalien näkyvyyttä ja havaittavuutta voidaan parantaa lähinnä hyvällä

sijoittamisella. Sijoittaminen tulisi tapahtua siten, että signaalit ovat näkyvissä mahdollisimman monesta katselukulmasta. Vaaraa ilmaisevat, aktiiviset signaalit tulee sijoittaa siten, että ne ovat vaara-alueella työskenteleville näkyvillä. Passiiviset signaalit tulee olla nähtävillä siten, ettei henkilö joudu vaaraan liikkueessaan nähdäkseen ne. (SFS-EN 61310-1.)

Yleisimmät näköön perustuvat signaalit ovat turvallisuuskilpiä, kylttejä (KUVA 8) ja merkintöjä. Kaikissa näissä edellä mainituissa värit, kuviot ja muodot ovat niitä tapoja, joilla informaatiota turvallisuudesta annetaan. Kuvioita käytettäessä on huolehdittava siitä, että kuviot erottuvat taustastaan, ovat yksinkertaisia, yksiselitteisiä ja loogisia. Turvallisuuskilpien käytössä niiden sijoitus on tärkeintä. Kilvet on oltava nähtävissä olosuhteissa, joissa ne odotettavasti tulevat sijaitsemaan. Turvallisuuskilpien kanssa on tietyissä olosuhteissa syytä käyttää lisäkylttejä antamaan lisäinformaatiota. (SFS-EN 61310-1.)



KUVA 8. Määräyskyltti (Suomen Turvakilvet Oy 2017)

5.2 Kuuloon tai tuntoaistiin perustuvat signaalit

Kuuluva signaali varoittaa välittömästä vaarasta tai mahdollisesta vaaratilanteen alkamisesta ja kestosta (SFS-EN 61310-1). Kuuloaistiin perustuva signaali on oltava muista ympäristön äänistä erottuva sekä kuuluva ja yksiselitteinen. Kuuloon perustuvan signaalin ollessa käytössä tilassa, jossa henkilöillä on

kuulovammoja tai kuulosuojaimet ovat käytössä, on signaalin kuuluvuuteen kiinnitettävä huomioita. (SFS-EN ISO 7731.)

Tuntoaistiin perustuvat signaalit tulevat tarpeelliseksi varsinkin silloin, kun henkilön näkökyky on heikentynyt, eikä voi luottaa muuhun kuin tuntoaistiin. Laitteen käyttöön tarkoitetut ohjaimet on tehtävä tunnistettavaksi tuntoaistiin luottaen. Ominaisuuksia, joilla ohjaimista saadaan tunnistettavia, on muun muassa karheus, muoto ja ohjaimien sijainti toisiinsa nähden (KUVA 3). Tällaiset ominaisuudet kuitenkin vaativat sen, että käyttäjä tietää ennestään, kuinka laitetta ohjataan ja miten kukin ohjain vaikuttaa laitteeseen. (SFS-EN 61310-1.)



KUVA 9. Esimerkkejä muodoista jotka voidaan tunnistaa yksin tuntoaistin avulla. (SFS-EN 61310-1)

5.3 Putkistomerkinnän periaatteet

Putkistomerkintöjen tarkoituksena on antaa tietoa putkiston sisällöstä ja mahdollisesta vaarallisuudesta. Putkistomerkinnät ovat tärkeitä niin yrityksen omalle henkilökunnalle kuin urakoitsijoillekin ja mahdolliselle palo- ja pelastushenkilökunnalle. Erityisesti kemianteollisuuden yrityksissä putkistoja on satoja metrejä, joten tästä syystä hyvistä ja oikeaoppisista putkistomerkinnöistä on apua uuden henkilöstön koulutuksessa. Putkistomerkinnöissä on standardin SFS-EN 3701 mukaan kaksi tärkeää

käsitettä: tunnusväri ja tunnusmerkintä. Tunnusväri (TAULUKKO 1) kertoo standardin SFS-EN 3701 mukaisen ryhmittelyn perusteella minkä luontoista ainetta putkistossa virtaa. Tunnusmerkintä kertoo putkistossa liikkuvan aineen virtaussuunnan ja olotilan sekä itse aineen. Seuraavassa taulukossa on esitetty virtaavien aineiden tunnusvärit. (SFS-EN 3701.)

TAULUKKO 1. Perustunnusvärit (Mukailten SFS-EN 3701)

Virtaavan aineen ryhmä	Tunnusväri	Tekstin tai nuolen väri
Vesihöyry	Hopeanharmaa	Musta
Ilma	Vaaleansininen	Musta
Muut kaasut, nesteytetyt kaasut ilmaa lukuunottamatta, teollisuushappi	Ruskeankeltainen	Musta
Vesi nestemäisessä muodossa	Vihreä	Valkoinen
Palavat nesteet, öljyt	Ruskea	Valkoinen
Hapot ja emäkset	Violetti	Valkoinen
Muut virtaavat aineet	Musta	Valkoinen

Taulukossa 2 esitellään turvallisuusvärit. Turvallisuusvärillä tarkoitetaan värejä, joita käytetään, kun halutaan korostaa sitä, minkälaista ainetta putkistossa virtaa ja mihin virtaavaa ainetta käytetään.

TAULUKKO 2. Turvallisuusvärit (Mukaiiten SFS-EN 3701)

Käyttökohde	Väri
Palotorjunta, sprinklerikeskukset	Punainen
Vaarallinen virtaava aine	Keltainen mustin vinoraidoin
Maakaasuputkisto teollisuuslaitoksen sisällä	Keltainen

Putkistossa virtaavat aineet on merkitty täydellisesti, kun merkintä pitää sisällään perustunnusvärin, tarvittaessa turvallisuusvärin, virtaavan aineen nimen, täydentävät tekstit ja virtaussuuntaa osoittavat nuolet (SFS-EN 3701). Standardissa SFS-EN 3701 kohdassa 4 määritellään tarkasti se, kuinka nämä tunnusmerkinnät merkataan putkistoon.

Tunnusmerkinnät tulee sijoittaa putkistoon siten, että ne ovat kaikissa tilanteissa nähtävillä. Merkintöjen kiinnityksessä tulee varmistua siitä, että merkintä kestää ympäristön asettamat olosuhteet sekä merkinnän kiinnitys kestää vähintään niin kauan kuin merkintäkin (PSK 0902). Erityistä huomiota on syytä kiinnittää läpivientien kohdalla, jotta merkinnät tulevat molemmille puolille seinää. Vaarallisten aineiden kuljetus putkistossa vaatii merkinnät lyhyin välimatkoin.

Tunnusmerkintöjen välillä on huomioitava niiden keskinäinen järjestys putkistossa. Standardin SFS-EN 3701 mukaan järjestyksen tulee olla seuraava (SFS-EN 3701):

1. Virtauksen suuntaa osoittava nuoli
2. Virtaavan aineen nimi ja tiedot
3. Tunnusväri, ellei tunnusväri ole nuolen tai nimen pohjavärinä
4. Mahdolliset lisätietoa antavat kilvet, jotka eivät suoraan koske virtaavaa ainetta

Tunnuskilven koot ja materiaalit määritellään standardissa SFS-EN 3701. Materiaaliksi tunnuskilvelle käy pakkausteippi johon voidaan painattaa, kaksikerroksinen muovikilpi jota voidaan kaivertaa ja PVC-muovitarra (KUVA 10) tai muovilla kyllästettyä, silikonilakalla päällystettyä puuvillakangasta. Tunnuskilven mitat on määritelty standardin kohdassa 6.2. (SFS-EN 3701.)



KUVA 10. Esimerkkejä putkistomerkinntätarroista (Ainesmestarit 2018)

6 SULJETUN TILAN TYÖSKENTELEY

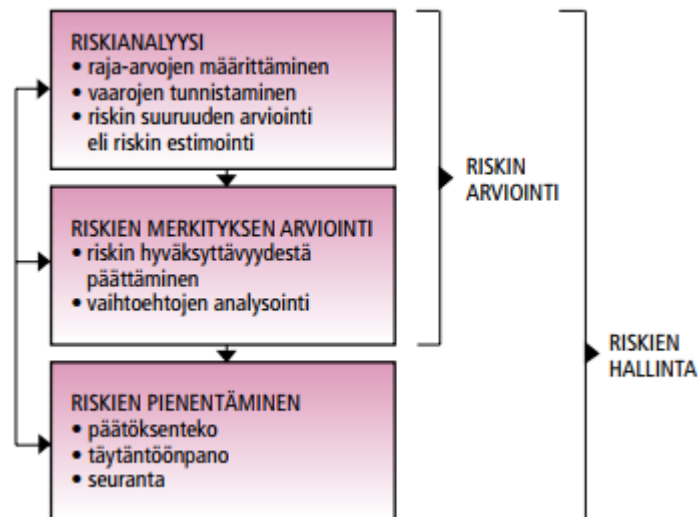
Puhuttaessa kemianteollisuuden työturvallisuudesta nousee kemikaaliturvallisuuden lisäksi jatkuvasti esille myös suljetun tilan työskentelyn turvallisuus. Säiliöitä tai suljettuja tiloja koskevia säädöksiä ei ole olemassa, vaan näitä kohteita koskevat vaatimukset tulee johtaa työturvallisuuslain yleisistä säädöksistä. Suljetun tilan työskentely on kuitenkin vaarallista, ja suljetun tilan työskentelyssä onkin menehtynyt 16 henkilöä vuoteen 2012 mennessä, mikä tarkoittaa 10 000 vaaratilannetta suljetuissa tiloissa (Partanen, 2012).

Suljetuiksi tiloiksi luokitellaan sellaiset tilat, joihin ihminen mahtuu osittain tai kokonaan. On huomioitava, että myös kaivannot (kuopat, kaivot) luokitellaan suljetuiksi tiloiksi. Tyypillinen syy onnettomuuksiin suljetuissa tiloissa luo tilanne, jossa säiliöön mennään ilman tarpeellisia valmisteluja ja varustuksia. Tällaisia tilanteita voivat olla muun muassa prosessihäiriön selvittäminen, raaka-aineen syötön häiriintyminen tai aineen holvaantuminen seinille. Vaaran säiliöissä ja suljetuissa tiloissa luovat muun muassa hapen puute, altistuminen, hautautuminen ja vuodot säiliöön liitetyistä putkistoista. (Partanen 2012.)

Kuten edellisessä kappaleessa todettiin, työskentely suljetuissa tiloissa on vaarallista. Tästä syystä on erityisen tärkeää ohjeistaa valmistelu ja työskentely suljetuissa tiloissa. Suljetun tilan työskentelyn valmistelu alkaa aina säiliötilojen ja niissä olevien vaarojen tunnistamisella. Valmistelun aikana hankitaan työkohteeseen tarvittavat laitteet sekä työskentelyyn että mahdolliseen pelastamiseen säiliöstä. Ennen kuin suljetun tilan työskentelyä aloitetaan, on määriteltävä henkilö tai henkilöt, jotka jäävät tilan ulkopuolelle vahtimaan suljetussa tilassa työskenteleviä. Tällä niin sanotulla luukkuvahdilla on oltava tieto kohteen osoitteesta, suljetun tilan olosuhteista (happipitoisuus, tuuletus) ja pelastussuunnitelmasta. Luukkuvahdi pitää myös jatkuvasti yhteyttä suljetussa tilassa oleviin. Yhteydenpito voidaan järjestää esimerkiksi radiopuhelimella tai köydellä. (Haapalainen 2012.)

7 RISKIENHALLINTA

Riskienhallinnalla tarkoitetaan kokonaisuutta, jossa riskejä analysoidaan, niiden merkitystä arvioidaan ja jossa riskejä valvotaan. Riskianalyysissä otetaan huomioon mahdollisten aiheutuvien seurausten vakavuus ja näiden riskin aiheuttavien tapahtumien todennäköisyys. Riskianalyysillä siis tunnistetaan olemassaolevat vaarat, joista voi olla vaaraa henkilölle, ympäristölle tai omaisuudelle. Riskianalyysistä saadut tiedot ja riskin merkitys arvioidaan riskin arvioinnin periaatteiden mukaisesti. (Heikkilä, Hämäläinen, Murtonen, Nissilä & Virolainen 2007.) Laitteen turvallisuudesta voidaan varmistua riskien hallinnalla ja arvioinnilla (Siirilä 2009, 39).



KUVA 11. Riskienhallinnan osa-alueet. (Työsuojeluhallinto 2013)

Koko riskienhallintaprosessi (KUVA 11) alkaa arvioinnin suunnittelusta. Suunnitteluvaiheessa voidaan arvioinnin kohde rajata, jotta itse arviointi onnistuu ja pysyy hallittavissa (TTK 2018). Riskienhallinnan perustana kuitenkin on vaarojen tunnistaminen. Vaarat täytyy työpaikalla tunnistaa, jotta niihin voidaan riskienhallinnan kautta puuttua. (TTK 2015.)

Työnantajalla täytyy olla riittävät tiedot työpaikalla käytettävien ja esiintyvien kemikaalien ominaisuuksista ja vaaroista, jotta vaarat voidaan tunnistaa ja tätä kautta suorittaa riskien arviointia (Valtioneuvoston asetus 715/2001, 4§).

Vaarojen tunnistamisessa tulisi miettiä ainakin seuraavia seikkoja:

- Minkälaiset on laitteiston energialähteet ja energiavirrat?
- Onko säiliö paineenalainen?
- Sisältääkö laitteisto vaarallisia aineita? Voiko laitteistossa syntyä vaarallisia aineita?
- Toimintaympäristö ja laitteistoa käyttävät henkilöt

Kun vaarat on tunnistettu, tulee niiden vakavuus ja todennäköisyys arvioida. Arvioinnin perusteella voidaan resurssit kohdentaa juuri niihin seikkoihin, jotka ovat kaikkein kriittisimmät. Lisäksi arvioinnin perusteella voidaan löytää alueita, joissa yrityksen työsuojelu kaipaa parannusta. Alla olevista taulukoista 3 ja 4 selviää, minkälaisilla kriteereillä vaaroja ja niiden todennäköisyyksiä tulisi arvioida. (TTK 2015.)

TAULUKKO 3. Riskin vakavuuden määrittämiseen käytettävät kriteerit (mukaihen TTK 2015)

Vakavuuden määrittämisen kriteerit	
1 Vähäiset	Ei aiheuta ensiavun tarvetta. Aiheuttaa enintään kolmen päivän sairauspoissolo.
2 Haitalliset	Tapahtuman seurauksena suuremmat tai pitkäkestoisemmat vaikutukset. Vaatii käynnin ensiapuasemalla. Aiheuttaa 3-30 päivän sairauspoissaolon.
3 Vakavat	Tapahtumat aiheuttaa pysyviä ja palautumattomia vahinkoja. Vaatii sairaalahoitoa. Aiheuttaa yli 30 päivän sairauspoissaolon.

TAULUKKO 4. Riskin todennäköisyyden määrittämiseen käytettävät kriteerit (mukaihen TTK 2015)

Todennäköisyyden määrittämisen kriteerit	
1 Epätodennäköinen	Harvoin tai epäsäännöllisesti esiintyvä tapahtuma.
2 Mahdollinen	Tapahtuu toistuvasti muttei säännöllisesti.
3 Todennäköinen	Tapahtuma esiintyy usein ja säännöllisesti

Taulukkojen 3 ja 4 avulla voidaan suorittaa riskin suuruuden arviointi. Riskin suuruuden arviointi asettaa riskit suuruuden mukaiseen järjestykseen. Suuruuden arvioinnin avulla saadaan selville riskit, jotka ovat turvallisuuden kannalta kaikkein suurimmat, eli ne, joihin huomio tulee kiinnittää ensimmäisenä. (TTK 2015.)

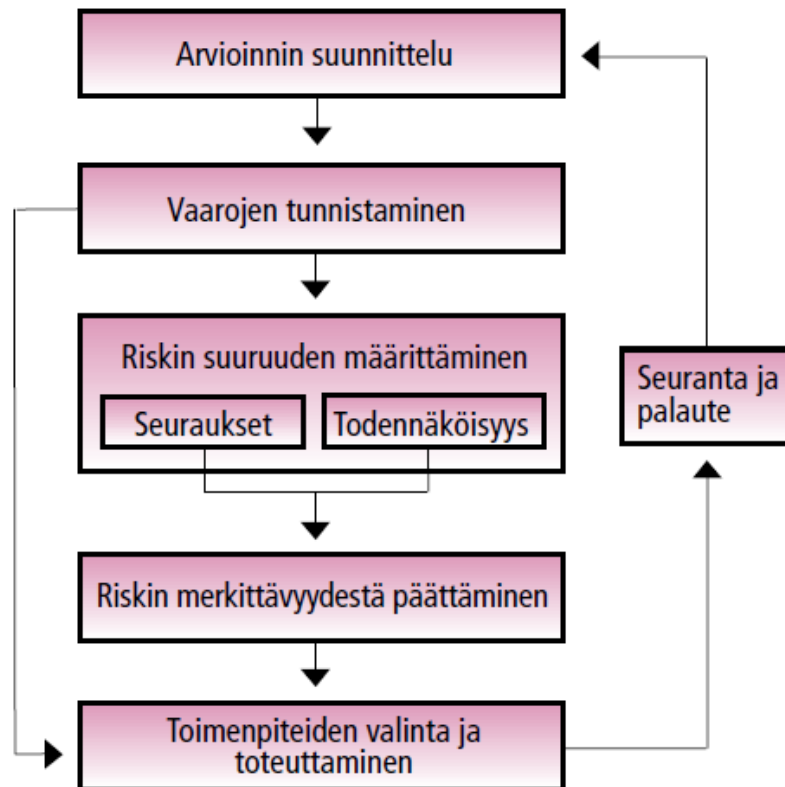
TAULUKKO 5. Riskin suuruuden arviointiin käytettävä taulukko (mukaillen TTK 2015)

Todennäköisyys	Seuraukset		
	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	1 Merkityksetön riski	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski
Mahdollinen	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski
Todennäköinen	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski	5 Sietämätön riski

Riskin suuruuden arviointiin käytettävää taulukkoa (TAULUKKO 5) käytetään seuraavalla tavalla. Taulukkoa 3 apuna käyttäen arvioidaan riskille vakavuusaste (1–3). Seuraavaksi arvioidaan taulukkoa 4 apuna käyttäen todennäköisyys (1–3) riskille. Valittu vakavuusaste määrittää mitä pystysaraketta käytetään ja todennäköisyys määrittää mitä vaakariviä käytetään. Näitä seuraamalla etsitään risteyskohta, tässä risteyskohdassa on riskin suuruus. Riskin suuruus voi vaihdella välillä 1..5, 1 ollessa merkityksetön riski ja 5 ollessa sietämätön riski. (TTK 2015.)

Koska kaikkien riskien poistaminen ei käytännössä ole aina mahdollista, on päätettävä se raja, jota suuremmille riskeille suoritetaan toimenpiteitä. Silloin, kun riski on suurempi kuin vähäinen, olisi toimenpiteet syytä aloittaa. Toimenpiteiden tavoitteet ja yleiset luonteet määritellään työturvallisuuslaissa 738/2002:

- Riskin aiheuttavien vaaratekijöiden muodostuminen ehkäistään
- Riskin aiheuttavat vaaratekijät poistetaan
- Yleiset työsuojelutoimenpiteet suoritetaan ennen yksilöllisiä
- Tekniikan kehittyessä, huolehditaan siitä, että käytetään aina parhaita mahdollisia keinoja ja menetelmiä



KUVA 12. Riskienhallinnan kulku (Työsuojeluhallinto 2013)

Riskienhallintaan (KUVA 12) kuuluu oleellisesti myös tehtyjen toimenpiteiden seuranta ja niistä saatava palaute. Seurannan ja palautteen kautta saadaan informaatiota siitä, onko suoritetuilla toimenpiteillä ollut toivottavaa ja haluttua vaikutusta. Seurantavaiheessa on myös syytä suorittaa riskienarviointi kohteessa uudelleen, erityisesti alueilla joissa toimenpiteitä tehtiin, jotta saadaan selville, saavutettiinko toimenpiteillä riskien pieneneminen tai poisto. Seurannan kautta saadaan myös tietoa siitä, onko kohteessa työolot muuttuneet. Muuttuneiden työolojen (työntekijöiden määrän kasvu tai lasku, laitteiden käytöstä poistaminen, laitteiden käyttöönotto) kautta kohteen riskitaso voi muuttua, mikä saattaa aiheuttaa toimenpiteitä. (TTK 2015.) Jatkuvan seurannan ja arvioinnin on hyvä noudattaa seuraavia ohjeita:

- Vaarojen tunnistaminen
- Kuinka työtaturmat voi sattua?
- Onko olemassaolevat turvalaitteistot riittävät havaitsemiesi riskien ehkäisyyn?
- Kirjaa havaintosi
- Kun kohteet olot muuttuvat, tee uudelleen arviointi. (Mertanen 2015.)

Hyvästä riskienhallinnasta hyötyy sekä työyhteisö että yritys. Riskienhallinnan kautta saadaan parannettua työturvallisuutta ja työn tuottavuutta. Edellä mainittujen lisäksi riskienhallinnan avulla voidaan työperäisten tapaturmien ja sitä kautta poissaolojen määrää vähennettyä. (Työsuojeluhallinto 2015.)

LÄHTEET

Ainesmestarit. 2018. Saatavissa: <http://ainesmestarit.fi/tarrat-ja-etiketit/>. Viitattu 21.3.2018.

EU direktiivi. 16.9.2009/104/EY. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0104&from=fi>. Viitattu 8.3.2018.

Freeport Cobalt Oy. 2018a. Vieraille –esite. Yrityksen sisäinen esite.

Freeport Cobalt Oy. 2018b. Yrityksen sisäiset verkkosivut. Viitattu 8.3.2018.

Heikkilä, A., Hämäläinen, P., Murtonen, M., Nissilä, M., Virolainen, K. 2007. Riskianalyysin laatu: vaatimukset tilaajalle ja toteuttajalle. Tampere, VTT, VTT-R-03718-07.

Kokko-Control. 2018. Saatavissa: <http://www.kokko-control.fi/wp-content/uploads/2017/09/V30-V40.jpg>. Viitattu 20.2.2018.

Lockout/Tagout. 2002. Occupational Health and Safety Administration. Saatavissa: https://www.osha.gov/OshDoc/data_General_Facts/factsheet-lockout-tagout.pdf. Viitattu 9.1.2018.

Mertanen, V. 2015. Työturvallisuuden perusteet. Helsinki: Työterveyslaitos.

OSHA 29 CFR 1910.147. Occupational Safety and Health Administration. Saatavissa: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2009-title29-vol5/pdf/CFR-2009-title29-vol5-sec1910-147.pdf>. Viitattu 17.2.2018.

PSK 0902. 2007. Merkintä turvallisuuden, käytön ja kunnossapidon kannalta teollisuudessa. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

Riskien arviointi työpaikalla- työkirja. 2015. Työturvallisuuskeskus. Saatavissa: https://ttk.fi/files/2941/Riskien_arviointi_tyopaikalla_tyokirja_22052015_kerttuli.pdf. Viitattu 9.1.2018.

Riskien hallinta. 2015. Työsuojeluhallinto. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/vaarojen-arviointi/riskien-hallinta>. Viitattu 11.1.2018.

Riskin arviointi. 2013. Työsuojeluhallinto. Saatavissa: https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Riskinarviointi_TSO_14_2013.pdf/9bfd87ed-88be-47cb-8611-d8b4ac99b6a1. Viitattu 10.1.2018.

SFS 3701. 1995. Putkistojen merkintä virtaavien aineiden tunnuksin. Tunnusvärit ja –kilvet. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.

SFS- EN 61310-1. 2008. Koneturvallisuus. Merkinantaminen, merkitseminen ja vaikuttaminen. Osa 1: Näköön, kuuloon ja tuntoon perustuvia signaaleja koskevat vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.

SFS-EN 1037+A1. 2008. Koneturvallisuus. Odottamattoman käynnistymisen estäminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN ISO 12100. 2010. Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskinarviointi ja riskin pienentäminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN ISO 7731. 2009. Ergonomia. Julkisten työalueiden vaarasignaalit. Kuuloon perustuvat vaarasignaalit. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

SFS-ISO 3864-1. 2012. Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuusvärit ja turvallisuusmerkit. Osa 1: Turvallisuusmerkkien ja turvallisuusmerkintöjen suunnitteluperiaatteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

SFS-ISO/TR 14121-2. 2013. Koneturvallisuus. Riskin Arviointi. Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

SLO. 2018. Saatavissa: <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/turvakytkin-abb-otp16ht3m251-3642241>. Viitattu 20.2.2018.

Siirilä, T. 2009. Koneturvallisuus. Ohjausjärjestelmät ja turvalaitteet. 2., uudistettu painos. Inspecta.

Suomen Turvakilvet Oy. 2018. Saatavissa:

https://turvakilvet.omaverkkokauppa.fi/epages/turvakilvet.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/turvakilvet/Products/07-001/SubProducts/%2207-001%20Ta%2080x100%22. Viitattu 21.3.2018.

Työturvallisuus- ja työterveysriskien tunnistaminen ja arviointi. Työturvallisuuskeskus. Saatavissa: https://ttk.fi/tyohyvinvointi_ja_tyosuojelu/toiminta_tyopaikalla/vastuut_ja_velvoitteet/tyon_vaarojen_selvittaminen_ja_arviointi. Viitattu 10.1.2018.

Wasasafe. 2018. Saatavissa:

http://www.wasasafe.fi/product_info.php?products_id=272&language=en. Viitattu 20.2.2018.