

Mika Kannonlahti

Tuotantolinjan riskien hallinta

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kone- ja tuotantotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö
Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Mika Kannonlahti
Työn nimi: Tuotantolinjan riskienhallinta
Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 39

Liitteiden lukumäärä: 9

Turvallinen työympäristö on tärkeä osa tehokasta työilmapiiriä ja riskienhallinta kuuluu oleellisesti työturvallisuuden jatkuvaan parantamiseen. Koneiden turvallisuutta koskevan valtioneuvoston asetuksen muuttuminen 29.12.2009 toi omia vaatimuksiaan yrityksille työturvallisuuden parantamiseksi.

Tässä työssä käsitellään valtioneuvoston asetuksen koneiden turvallisuudesta VNa400/2008 mukaista riskinarviointia. Työn kohdeyrityksenä on Agco Sisu Power, jonka Linnavuoren tehtaan kansilinjalle riskienhallintaprojekti suoritettiin. Riskienhallinta sisältää riskinarvioinnin lisäksi myös toimenpiteiden suunnittelun riskin pienentämiseksi. Työssä käydään läpi riskinarvioinnin vaiheet yksitellen ja käytetään esimerkkeinä kansilinjassa ilmaantuneita epäkohtia.

Kansilinjasta kuudesta konesolusta löytyi yhteensä 200 vaaratekijää, joiden merkitys arvioitiin ja päätettiin riskiä pienentävistä toimenpiteistä. Suurin osa esiinnoussista riskeistä oli riskiluokassa siedettävä tai kohtalainen, mutta myös merkittäviä ja sietämättömiä riskejä linjasta löytyi.

Asiasanat: Riskienhallinta,

riskinarviointi,

riskianalyysi

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
THESIS ABSTRACT

Faculty: School of Technology
Degree programme: Mechanical and Production Engineering
Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Mika Kannonlahti
Title of the thesis: Production line risk management
Supervisor: Kimmo Kitinoja

Year: 2011 Number of pages: 39 Number of appendices: 9

A safe working environment is an important part of an effective working environment and the risk management is included in the continuous improvement of the occupational safety. The changes of the regulations by the Council of State about safety of machines on 12/29/2009 brought its own requirements to the companies to improve the safety.

This work deals with the risk assessment based on the regulation by the Council of State of safety of the machinery VNa400/2008. The target company of this work is Agco Sisu Power and the risk assessment and minimizing project was done to the motor cap production line in the Linnavuori factory. Besides the risk assessment the risk management also includes planning of the actions for decreasing the risks. This thesis describes the steps of the risk assessment one by one and uses the risk factors discovered at the motor cap production line as examples.

200 risk factors were found from six cells of the motor cap production line. The risk factors were analysed and the actions planned for decreasing risk. Most of the risks were sorted as tolerable or moderate but also notable and intolerable risks were found.

Keywords: risk management, risk assessment, risk analysis

SISÄLLYS

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ	2
THESIS ABSTRACT.....	3
SISÄLLYS.....	4
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET.....	6
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Työn tausta.....	8
1.2 Työn tavoite	8
1.3 Työn rakenne	9
1.4 Yritysesittely	9
2 TYÖSUOJELU.....	11
2.1 Työsuojelun historia lyhyesti.....	11
2.2 Työturvallisuuden tavoite	11
3 ASETUS KONEIDEN TURVALLISUUDESTA.....	13
4 RISKIEN HALLINTA.....	16
4.1 Riskinarviointi	16
4.1.1 Riskianalyysi	16
4.1.2 Riskien merkityksen arviointi.....	19
4.2 Riskien pienentäminen.....	21
5 RISKIENHALLINTA AGCO SISU POWERILLA.....	22
5.1 Alkutilanne.....	22
5.2 Prosessikuvaus	22
5.2.1 Kuivasolu.....	23
5.2.2 Okumasolut 1 ja 2.....	23
5.2.3 Mecaniasolut 1 ja 2.....	24
5.2.4 Kokoonpanosolu	25

5.3 Riskianalyysi.....	25
5.4 Riskin merkityksen arviointi.....	29
5.5 Riskien pienentäminen.....	30
5.6 Jäännösriski.....	31
6 TULOKSET.....	33
7 YHTEENVETO.....	35
8 OMAT POHDINNAT	37
LÄHTEET.....	39
LIITTEET.....	41

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Riskien hallinta	Riskien hallinta tarkoittaa kokonaisvaltaista näkemystä vaaroista sekä toimenpiteitä kyseisten vaarojen pienentämiseksi ja poistamiseksi.
Riskinarviointi	Riskinarviointi on riskin analysoimista ja sen merkityksen arvioimista.
Riskianalyysi	Riskianalyysi tarkoittaa koneen vaarojen tunnistamista ja riskin suuruuden arvioimista.

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

KUVIO 1. Riskin suuruuden arviointi, todennäköisyys.**Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

KUVIO 2. Riskin suuruuden arviointi, seuraus.**Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

KUVIO 3. Riskin merkityksen arviointi, vertailuluvut.**Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

KUVIO 4. Riskin merkityksen arviointi, Todennäköisyys/Seuraus. **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

KUVIO 5. Riskin merkityksen arviointi, riskiluokkien merkitys.**Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Suomessa on voimassa *työturvallisuuslaki (738/2002)* sisältää *valtioneuvoston asetuksen koneiden turvallisuudesta (VNa400/2008)*. Asetuksen kohdan *Olellaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset* kohdan alta löytyy kaikki olennaiset vaatimukset, jotka koneen tulee täyttää. Asetuksessa määritetään koneeksi myös eri koneiden tai osittain valmiiden koneiden yhdistelmä, joka on tiettyjä toimintoja varten järjestetty ja ohjattu toimimaan yhtenä kokonaisuutena. Asetus määrittelee vaarojen arvioinnin ja poistamisen tai pienentämisen. Tämän asetuksen mukaisesti suoritettiin asetuksen vaatimukset täyttävä tuotantolinjan riskienhallintaprojekti vaarojen pienentämiseksi Agco Sisu Powerilla. (L 23.8.2002/738) (A 12.6.2008/400.)

1.2 Työn tavoite

Agco Sisu Powerin Linnavuoren tehtaalla valmistetaan noin 30 tuhatta moottoria vuodessa. Moottoreiden kannet toimitetaan raakavaluina tehtaalle, jossa ne koneistetaan ja kokoonpannaan valmiiksi kansilohkoiksi yhdessä tuotantolinjassa. Kansilinjalle ei ole aiemmin tehty koko linjan kattavaa riskinarviointia ja riskin pienentämistä, joita muuttanut asetus vaatii. Työn tavoitteena oli päivittää tuotantolinjan turvallisuus sen vaatimalle tasolle täyttämään annetut määräykset ja siten luoda työntekijöille turvallisempi työympäristö. Turvallisuutta pyrittiin katsomaan myös tuottavuuden näkökulmasta siten, että tarvittavia muutoksia ajateltiin myös läpäisyajan ja tuottavuuden kannalta turvallisuudesta tinkimättä.

1.3 Työn rakenne

Tämä opinnäytetyö on kehittämistyö. Työssä on aluksi kirjallisuusosa, jossa käsitellään riskienhallintaa teoriassa ja siihen kuuluvia yleisiä asioita. Tämän avulla on helpompi ymmärtää työn toista osiota, jossa käydään läpi kohdeyrityksen riskienhallintaprojektia. Kokeellisessa osassa kerrotaan riskinarviointityön vaiheista, arviointikohteista ja tuloksista.

1.4 Yritysesittely

Agco on maailman kolmanneksi suurin maatalouskoneiden kehittäjä ja valmistaja. Noin 9000 jälleenmyyjää yli 140 maassa ympäri maailmaa myy Agco-konsernin tuotteita, joihin kuuluvat muun muassa Massey Ferguson, Fendt, Valtra, Challenger, Gleaner, Hesston, Rogator, Terragator ja Spra-Coupe. Vuonna 2004 Agco osti Valtran traktoriliiketoiminnan Suomessa ja Brasiliassa sekä Sisu Dieselin moottoritehtaat Nokian Linnavuoressa ja Brasilian Mogi das Gruzesissa. Agco Sisu Poweriksi Sisu Dieselin nimi vaihtui lokakuussa 2008. (Agco Sisu Power 2010.)

Yli 60 vuotta Nokian Linnavuoressa toiminut Agco Sisu Power on yksi maailman merkittävimmistä dieselmoottorien valmistajista. Tehdas valmistaa vuodessa noin 30 000 dieselmoottoria noin 680 henkilön voimin. Agco Sisu Powerin tuotekavalkadiin kuuluu moottoreiden lisäksi myös dieselgeneraattoreiden, dieselpumppujen sekä hammaspyörien ja -vaihteistojen valmistus. (Agco Sisu Power 2010.)

Yrityksen arvoja ovat joukkuepeli, avoimuus, luotettavuus ja omatoimisuus. Henkilöstön ikärakenne painottuu nuoriin aikuisiin joille kokeneemmat työntekijät siirtävät arvokasta osaamistaan. Tehtaalle asetetut laadulliset ja määrälliset tavoitteet edellyttävät henkilöstön osaamisen tason varmistamista sekä moniosaamisen lisäämistä. Työn ohessa hankittavan koulutuksen lisäksi henkilöstön omaehtoista

kouluttautumista tuetaan osallistamalla koulutuksesta aiheutuviin kustannuksiin. Henkilöstömme jaksamisesta Agco Sisu Powerilla huolehditaan panostamalla työhyvinvointiin. Yrityksessä toimii henkilöstön ylläpitämiä ja työnantajan tukemia kerhoja, joihin kaikilla on mahdollisuus osallistua. Tehtaan työterveysasema sijaitsee ja monipuolinen lounasravintola sijaitsevat aivan tehtaan tuntumassa. (Agco Sisu Power 2010.)

2 TYÖSUOJELU

Työntekijät ovat yrityksen peruspilareita, joita ilman ei yksikään yritys pysty toimimaan. Työn tekijöiden turvallisuus tulee olla jokaisessa työtehtävässä aina etusijalla. Säädetyllä työturvallisuuslailla ja siihen liittyvillä asetuksilla pystytään varmistamaan jokaiselle työntekijälle turvallinen työympäristö.

2.1 Työsuojelun historia lyhyesti

1800-luvun lopulla työsuojelusta käytettiin nimitystä työväensuojelu. Työväensuojelun tavoitteena oli suojata lapsia ja naisia teollisuustyön aiheuttamilta vaaroilta. Vuonna 1973 työsuoja laajeni kaikille työpaikoille lakisääteisenä toimintana painottuen lähinnä tekniseen turvallisuuteen ja tapaturmatorjuntaan. Työelämän muutokset 1980-luvun lopulla toivat työsuojaan mukanaan uudet painoalueet, henkinen työsuoja ja työkykyä edistävä toiminta. 1990-luvun alussa työsuojelun taloudellinen merkitys alkoi korostua ja tavoitteiksi tulivat työelämän laadun parantaminen sekä hyvä työ toimintatapoineen. 2000-luvulla uusina työsuojaasioina ovat korostuneet työssä jaksaminen, ikääntyvien työntekijöiden erityistarpeet sekä fyysisen ja henkisen väkivallan uhka. (Kämäräinen 2003, 9)

2.2 Työturvallisuuden tavoite

Turvallinen työympäristö on työturvallisuuslain mukaan työnantajan vastuulla. Työympäristön turvallisuuden ylläpito ja kehittäminen vaatii aktiivista seuranta ja epäkohtiin puuttumista aina työntekijätasolta yritysjohtoon saakka. Turvallisuuskulttuurin omaksumisen, vastuun ymmärtämisen sekä turvallisen työympäristön

kehittämisen ja ylläpitämisen täytyy lähteä johdosta, mutta kokonaisvaltaiseen riskien hallintaan vaaditaan koko työyhteisön sitoutumista. (Kanerva 2008, 6-9.)

Turvallisuuden merkitys tulisi ymmärtää yhteisenä etuna, sillä katsottiin asiaa siten talouden tai henkilökohtaisen turvallisuuden kannalta. Turvallinen työ tuottaa parempia tuloksia. Työsuojelulla pystytään lisäämään viihtyisyyttä ja kehittävyttä poistamalla monia terveys- ja turvallisuusongelmia. Työsuojelun näkyviä vaikutuksia ovat tuottavuuden ja kilpailukyvyn lisääntyminen, tuloksellisuus ja kannattavuus, kustannusten väheneminen, työilmapiirin paraneminen, osaamisen ja työmotivaation kehittyminen sekä normaalin toiminnan sujuminen häiriöittä ja laadun paraneminen. (Kämäräinen 2003, 8-9.)

Työsuojelun tavoitealueet voidaan jakaa kuuteen päätavoitealueeseen. Terveystavoitteisiin kuuluu esimerkiksi työtapaturmien, ammattitautien ja sairauspoissaolojen vähentäminen sekä yksilöiden hyvinvoinnin edistäminen. Työympäristötavoitteena on turvallinen, terveellinen, viihtyisä ja kehittävä työympäristö. Työvoimatavoitteisiin kuuluu esimerkiksi eläkeiän nostaminen. Toiminnallisia tavoitteita ovat työsuojeluorganisaation toimintasuunnitelma, työsuojelun toimintaohjelma ja työsuojelukoulutus. Taloudellisiin tavoitteisiin kuuluu työsuojelun investoinnit ja tapaturmakustannuksien vähentäminen. Viimeiseen tavoitealueeseen, kestävä kehitys, kuuluu ympäristösuojelun ja työsuojelun yhteiset tavoitteet. (Kämäräinen 2003, 9.)

3 ASETUS KONEIDEN TURVALLISUUDESTA

Koneasetus on koneen valmistajia ja maahantuoja koskeva työturvallisuuslain alainen asetus, jonka valtioneuvosto on asettanut koneiden turvallisuuteen liittyen. Asetuksessa säädetään koneiden suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvistä olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista sekä niiden vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta, markkinoille saattamisesta ja käyttöön otosta. Uusi koneasetus VNa 400/2008 astui voimaan 29.12.2009 ja korvasi aiemman konepäättökseen VNp 1314/1994. Koneasetus VNa 400/2008 on kansallinen asetus ja se pohjautuu Euroopan parlamentin ja neuvoston antamaan direktiiviin 2006/42/EY. Koneasetus sisältää kaiken kaikkiaan 14 pykälää, joista oleellimmat käsitellään tarkemmin. (A 12.6.2008/400.)

Tammikuun ensimmäisenä päivänä 2011 astui voimaan valtioneuvoston asetus 1101/2010, joka oli päätös työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. Muutokset koskivat henkilönostosta säädettyjä pykälää sekä pykälää erityisistä pätevyysvaatimuksista. Opinnäytetyöprojektin kannalta ainut huomioonotettava muutos oli erityiset pätevyysvaatimukset pykälässä säädös trukin ajo-oikeudesta. VNa 1101/2010 mukaan trukin kuljettajalla täytyy olla työnantajan lupa trukin kuljettamiseen. (A 9.12.2010/1101.)

Koneasetuksen VNa 400/2008 piiriin kuuluvat seuraavat tekniset laitteet: koneet; vaihdettavat laitteet; turvakomponentit; nostoapuvälineet; nostoketjut, -köydet ja -vyöt; nivelakselit ja osittain valmiit koneet. Edellä mainitut tekniset laitteet määritellään tarkemmin pykälässä neljä. Samassa pykälässä neljä määritellään myös tarkemmin asetuksessa käytetyt termit. (A 12.6.2008/400.)

Koneella asetuksessa tarkoitetaan toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja joka on kokoonpannuttu erityistä toimintoa varten. Koneella tarkoitetaan myös edellisen kaltaisten koneiden tai osittain valmiiden koneiden yhdistelmiä, jotka on tiettyjä toimintoja varten järjestetty ja ohjattu toimimaan yhtenä kokonaisuutena. Tämän määritelmän mukaan koneeksi lasketaan siis myös esimerkiksi robotin ja työstökoneen muodostama automaattinen solu, jolloin kyseisen solun täytyy täyttää asetuksessa annetut vaatimukset. (A 12.6.2008/400.)

Valmistajalla asetuksessa tarkoitetaan luonnollista tai oikeushenkilöä, joka suunnittelee tai valmistaa tämän asetuksen soveltamisalaan kuuluvan koneen ja on vastuussa siitä, että kyseinen kone on tämän asetuksen säännösten mukainen, jotta se voidaan ottaa valmistajan omaan käyttöön. Käytännössä tämä tarkoittaa, että aiemmin esimerkkinä käytetyn robottisolun kokoonpannut toimija on kyseisen koneen valmistaja. Tuotantolinjan kokoonpanija on siis tuotantolinjan valmistaja riippumatta siitä, kenen valmistamia linjan komponentit ovat. (A 12.6.2008/400.)

Asetuksen viidennes pykälä sisältää valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan veloitteet. Valmistajan on ennen koneen käyttöönottoa varmistettava, että kone täyttää sitä koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Asetuksen mukaisen teknisen tiedoston tulee olla käytettävissä ja kone varusteltu tarvittavilla tiedoilla, kuten ohjeilla. Valmistajan on huolehdittava asianmukaisesta vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelystä ja laadittava EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus sekä kiinnitettävä koneeseen CE-merkintä. (A 12.6.2008/400.)

Tietojen, varoitusten ja ohjeiden kieli on käsitelty asetuksen pykälässä 11. Suomessa käyttöön otettavan koneen tietojen, varoitusten ja ohjeiden on aina oltava suomen ja ruotsin kielellä. Jos kone otetaan käyttöön vain yksikielisellä alueella,

tiedot, varoitukset ja ohjeet voivat olla alueen kuntien virallisen kielen mukaisesti vain suomen- tai ruotsinkieliset. (A 12.6.2008/400.)

Koneasetuksen ensimmäisessä liitteessä määritellään tarkemmin asetusta koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Tätä työtä koskeva tärkein kohta liitteessä on riskin arvioinnin ja riskin pienentämisen määrittely. Koneen valmistajan on varmistettava, että koneelle tehdään riskinarviointi. Riskinarvioinnissa valmistajan on määriteltävä koneen raja-arvot, tunnistettava mahdolliset vaarat ja vaaratilanteet, arvioitava riskin suuruus vamman vakavuuden ja todennäköisyyden perusteella, arvioitava riskin merkitys ja poistettava tai pienennettävä riskejä. Tekniikan taso huomioon ottaen voi olla mahdollista, ettei säädetyjä tavoitteita voida saavuttaa, jolloin kone on rakennettava vastaamaan mahdollisimman paljon näitä tavoitteita. (A 12.6.2008/400.)

Valmistajan tulee liitteen mukaan ensisijaisesti pyrkiä poistamaan riskit. Aina ei kuitenkaan riskin täydellinen poistaminen ole mahdollista, jolloin riskiä täytyy tarvittavilla toimenpiteillä pienentää ja tiedotettava jäännösriskistä työntekijöille. Riskinarvioinnissa on otettava huomioon myös kohtuullisesti ennakoitava koneen väärinkäyttö ja kone tulee rakentaa siten, ettei sitä voi käyttää epätavallisella tavalla, mikäli tämä voi koitua vaaraksi. (A 12.6.2008/400.)

4 RISKIEN HALLINTA

Riskien hallinta tarkoittaa kokonaisvaltaista näkemystä vaaroista sekä toimenpiteitä kyseisten vaarojen pienentämiseksi ja poistamiseksi. Voidakseen hallita riskejä ne täytyy ensin tunnistaa ja arvioida. Riskien hallintaan kuuluu tunnistamisen lisäksi riskin suuruuden arviointi ja tarkoituksenmukaisten turvallisuustoimien valitseminen ja toteuttaminen. Riskien hallinta perustuu kokonaisvaltaiseen arviointiin, joka johtaa jatkuvaan turvallisuustason parantamiseen. Turvallisuustason ylläpitäminen ja parantaminen vaatii jatkuvaa toiminnan seuraamista ja kehittämistä. (Työsuojelu 2010.)

4.1 Riskinarviointi

Riskinarviointi koostuu riskianalyysistä ja riskien merkityksen arvioinnista. Riskin arvioinnin suorittaminen on konedirektiivin mukaan valmistajan velvollisuus ja siinä selviää arvioitavan koneen turvallisuuspuutteet. Vaikka riskinarviointi on lakisääteistä, ei sen toteuttamiseen ole olemassa yhtä oikeaa tapaa vaan arviointia suoritetaan eri yrityksissä eri tavoin. Riskinarvioinnin perusrunko on kuitenkin poikkeuksetta aina sama. (A 12.6.2008/400.)

4.1.1 Riskianalyysi

Riskianalyysi on ensimmäinen askel riskien hallinnassa. Riskianalyysin tekeminen vaatii analysoitavan koneen hyvää tuntemusta. Riskianalyysissä määritetään koneen raja-arvot, tunnistetaan vaarat ja arvioidaan vaaran aiheuttaman riskin suuruus. (A 12.6.2008/400.)

Raja-arvojen määrittämisessä tulee huomioida tuotteen koko elinkaari. Tuotteen elinkaareen kuuluvia vaiheita ovat: kuljetus, kokoonpano ja asennus; käyttöönotto; käyttö sekä käytöstä poisto, purku ja hävittäminen. Raja-arvojen määrittämiseen kuuluvat koneen fyysisten rajojen lisäksi koneen elinkaaren sekä käyttötarkoituksen ja käyttäjien määrittäminen. Raja-arvoja määritettäessä on otettava huomioon tarkoituksenmukaisen käytön lisäksi myös tarkoitukseton väärinkäyttö ja kohtuudella ennakoitavissa olevat vikatapaukset. Käyttötarkoituksella tarkoitetaan sitä, tuleeko kone teollisuus-, toimisto- vai kotitalouskäyttöön ja käyttäjillä taas koneen käyttäjältä vaadittavaa kokemusta, tässä on otettava huomioon myös harjoittelijoiden ja kouluttamattomien ihmisten altistuminen koneen vaaroille. Raja-arvoja määritettäessä huomioidaan jokaisessa elinkaaren vaiheessa seuraavat näkökulmat: käyttörajat (kuten koneen toimintatavat ja käyttäjäkunta), tilarajat (kuten liikkeen laajuus ja koneen kanssa vuorovaikutuksessa olevien henkilöiden vaatima tila), aikarajat (kuten koneen tai sen osien elinikä sekä huoltovälit), muut raja-arvot (kuten käyttöympäristö ja puhtaanapito). (A 12.6.2008/400.)

Vaarojen tunnistaminen on raja-arvojen määrittämisestä seuraava vaihe, jossa tunnistetaan järjestelmällisesti kaikki koneen vaarat ja vaaratilanteet koko sen elinkaarella. Vaarojen tunnistamiseen on olemassa useita systemaattisia analysointitapoja, joista tässä projektissa käytettiin Agco Sisu Powerilla aiemminkin käytettyä pohjaa. Projektissa käytetty pohja on Teknologiateollisuus ry:n turvallisen tekniikan seminaarissa 10.6.2004 kokoama konedirektiiviin ja standardeihin EN 1050:1996 ja EN ISO 12100-1:2003 perustuva vaaraluettelo. Tässä vaaraluettelossa on listattuna kaikki konedirektiivin mukaisten standardien riskinarvioinnissa huomioon otettavat vaaratekijät. (A 12.6.2008/400.)

Riskin suuruuden arviointi tehdään jokaiselle esiintyvälle vaaratekijälle. Riskin suuruutta voidaan arvioida käyttäen useita eri asteikkoja eikä ole olemassa yhtä ainuttakaan oikeaa tapaa arvioida riskin suuruutta. Esimerkiksi elintarviketeollisuuden riskinarviointiin saattaa sopia toisenlainen asteikko paremmin kuin mitä käytetään

muussa teollisuudessa. Kaikissa asteikoissa kuitenkin arvioidaan sekä vaarallisen tapahtuman todennäköisyys että pahimmat mahdolliset seuraukset. Vahingon vakavuutta voidaan arvioida ottamalla huomioon vammojen ja terveyshaittojen vakavuus ja vahingon laajuus. Vahingon esiintymistodennäköisyyttä voidaan puolestaan arvioida ottamalla huomioon henkilöiden altistuminen vaaroille, vaarallisten tapahtumien esiintyminen ja mahdollisuudet välttää tai rajoittaa vahinkoa. (A 12.6.2008/400.)

Tässä projektissa riskin todennäköisyys arvioitiin taulukolla (Kuvio 1), jossa vasemmassa sarakkeessa on sanallinen kuvaus riskin todennäköisyydestä ja oikeassa kuvausta vastaava lukuarvo. Riskin seurauksen arvioimiseen oli myös taulukko (Kuvio 2), jossa vasemmassa sarakkeessa on sanallinen kuvaus riskin seurauksesta ja oikeassa kuvausta vastaava lukuarvo. Taulukot perustuvat standardiin BS8800.

Todennäköisyys	
Kuvaus / Lukuarvo	
Melkein mahdoton - mahdollinen vain hyvin poikkeuksellisissa olosuhteissa	0,1
Hyvin epätodennäköinen - kuitenkin ajateltavissa	1
Epätodennäköinen - kuitenkin mahdollinen	2
Mahdollinen, mutta epätodennäköinen	3
Voi sattua yhtä hyvin kuin jäädä tapahtumatta (50 - 50)	4
Todennäköinen - ei yllättävä	5
Ilmeinen - tapahtuminen on odotettavissa	6
Varma - tapahtumatta jääminen olisi yllättävää	7

KUVIO 1. Riskin suuruuden arviointi, todennäköisyys.

Mahdolliset pahimmat seuraukset			
Kuvaus / Lukuarvo			
Naarmuja tai mustelmia			1
Haava, hankauma, huonoa oloa			5
Pieni luunmurtuma tai			20
Suuren luun murtuma tai vaikea sairaus			30
Raajan, silmän tai kuulon menetys			40
Kahden raajan menetys tai sokeutuminen			50
Kuolema			100

KUVIO 2. Riskin suuruuden arviointi, seuraus.

4.1.2 Riskien merkityksen arviointi

Riskien merkityksen arvioinnissa käsitellään riskianalyyssissä saatujen riskien suuruuden merkitystä. Tässä vaiheessa riskinarviointia päätetään, tarvitseeko esiintynyt riskitekijä toimenpiteitä ja jos tarvitsee, miten pikaisesti. Myös riskien merkityksen arviointiin on olemassa monia taulukkoja, mutta periaate on kaikissa sama. Riskin merkitys arvioidaan kertomalla keskenään riskin suuruuden arvioinnissa todettujen todennäköisyyden ja seurauksen vertailuluvut. Tästä saadaan riskin merkitykselle lukuarvo, jota verrataan käytössä olevaan asteikkoon. Saadun riskiluokan mukaan määräytyy riskin merkitys, mahdollisten toimenpiteiden tarve ja kiireellisyys. (Työsuojelu 2010.)

Tässä projektissa riskin merkitys selvitettiin kertomalla suuruuden arvioinnissa saadut luvut keskenään ja vertaamalla saatua lukua kuvion 3 lukuarvoihin. Kuvio 4

on todennäköisyys/seuraustaulukko, jota lukemalla saadaan niin ikään selville riskiluokka. Kuviossa 5 on selvitetty eri riskiluokkien merkitys ja korjaustoimien kii-reellisyys. Kuviot perustuvat standardiin BS8800.

Lukuarvo	Riski
0.1 ... 4,9	Vähäinen A
5 ... 29	Siedettävä B
30 ... 99	Kohtalainen C
100 ... 209	Merkittävä D
210 ... 700	Sietämätön E

KUVIO 3. Riskin merkityksen arviointi, vertailuluvut.

Todennäköisyys							
7	B	C	D	E	E	E	E
6	B	C	D	D	E	E	E
5	B	B	D	D	D	E	E
4	A	B	C	D	D	D	E
3	A	B	C	C	D	D	E
2	A	B	C	C	C	D	D
1	A	B	B	C	C	C	D
0.1	A	A	A	A	A	B	B
	1	5	20	30	40	50	100
	Seuraukset						

KUVIO 4. Riskin merkityksen arviointi, Todennäköisyys/Seuraus.

Sietämätön E	Käyttö kielletty ennen kuin riskiä on pienennetty
Merkittävä D	Kiireellinen korjaus
Kohtalainen C	Riskin pienentämiseen ryhdyttävä määräajassa
Siedettävä B	Ennalta ehkäiseviä toimia ei tarvita, seuranta

KUVIO 5. Riskin merkityksen arviointi, riskiluokkien merkitys.

4.2 Riskien pienentäminen

Kun esiintyvien riskien merkitys on saatu selville ja päätetty, tarvitaanko toimenpiteitä riskien pienentämiseen, alkaa riskien pienentämisen vaihe. Tässä vaiheessa tehdään ehdotuksia, miten riski saataisiin pienennettyä. Riskin pienentämiseen löytyy vain harvoin yhtä ainoaa tapaa toimia, joten siksi kannattaa kirjata ylös kaikki ehdotukset ja vasta sitten arvioida eri toimenpiteiden toteuttamis kelpoisuus. (Työsuojelu 2010.)

Toimenpiteitä riskin pienentämiseksi arvioidaan esimerkiksi seuraavien kriteerien mukaan:

- **Turvallisuustason kasvu:** toimenpide riskin pienentämiseksi on sitä parempi, mitä tehokkaammin sillä saadaan pienennettyä suurimpia riskejä. (Työsuojelu 2010.)
- **Vaikutusten laajuus:** toimenpide riskin pienentämiseksi on sitä parempi, mitä useampaan riskiin tai useamman henkilön turvallisuuteen toimenpiteellä pystytään vaikuttamaan. (Työsuojelu 2010.)
- **Vaatimusten täyttyminen:** toimenpide kannattaa toteuttaa, mikäli sen avulla voidaan korjata puutteet lainsäädännön, sidosryhmien tai itse asetettujen tavoitteiden saavuttamisessa. (Työsuojelu 2010.)
- **Toiminnan sujuvuuden lisääntyminen:** toimenpide kannattaa toteuttaa, mikäli sen ansiosta työn sujuvuus lisääntyy, vaikka työn turvallisuus ei merkittävästi parantuisikaan. (Työsuojelu 2010.)
- **Kustannustehokkuus:** Pienilläkin parannuksilla voidaan saada aikaan merkittäviä tuloksia, lähes ilmaiseksi. Tapaturmista koituu yrityksille kuluja vahingonkorvauksina, sairauskuluina, sairauslomina ja työmotivaation laskuna, joten suuria investointeja turvallisuuteen ei myöskään kannata karttaa. (Työsuojelu 2010.)

5 RISKIENHALLINTA AGCO SISU POWERILLA

Riskienhallintaprojekti Agco Sisu Powerilla kohdistui Linnavuoren tehtaalla kak-koshallin kansilinjaan. Linjassa työstetään ja kokoonpannaan moottoreiden kansilohkot raakavalusta aina valmiiksi kokoonpanoksi. Kansilinja koostuu viidestä eri toiminnallisesta solusta: kuivasolusta, okuma1-solusta, okuma2-solusta, meca-nia1-solusta, mecania2-solusta ja kokoonpanosolusta. Kansilinjan riskinarvioinnin sekä riskien pienentämisvaiheet tehtiin solu kerrallaan toiminnallisessa järjestyk-sessä. Opinnäytetyössä käsitellään toteutus vaihe kerrallaan. Työ eteni projekti-luontoisesti ja linjaa analysoitiin peruskäyttäjän, asettajan ja kunnossapidon näkö-kulmasta.

5.1 Alkutilanne

Kansilinjan riskienhallintaprojekti aloitettiin pitämällä aloituspalaveri, jossa määri-teltiin projektin luonne tarkemmin. Kansilinjasta ei ollut olemassa aikaisempia do-kumentteja, joten riskin arviointia lähdettiin rakentamaan alusta asti, kuitenkin huomioiden jo valmiit koneiden suojarakenteet. Tilaisuudessa kerrottiin, mitä uu-distuksia koneasetuksen muutos tuo mukanaan ja käytiin riskin arviointia läpi ylei-sellä tasolla.

5.2 Prosessikuvaus

Aloituspalaverin jälkeen linjasta tehtiin prosessikuvaus, josta käy ilmi soluissa ta-pahtuvat tehtävät ja niiden järjestys. Prosessikuvaus helpottaa ymmärtämään pa-

remmin mitä linjassa tapahtuu ja miten linja oli jaettu soluihin. Seuraavassa erittelään soluissa tapahtuvaa toimintaa, täydellinen prosessikuvaus löytyy liitteistä.

5.2.1 Kuivasolu

Kannet puretaan kuorma-autosta ulkona olevaan varastohyllyyn, josta ne kannetaan trukilla lava kerrallaan kansilinjän päähän. Lavalta työntekijä syöttää kannet kuivasoluun, jossa koneistetaan kannen pinnat sekä porataan kanteen reikiä. Kuivasolun lopussa kansi kulkee mittapaikan läpi, jossa työntekijä tarkastaa kannesta mitat. Kannen siirto solun sisällä on toteutettu robottien ja rullaratojen avulla. Työntekijä huolehdittavaksi jää edellä mainitun haun ja syötön lisäksi teräpäiden vaihto, solun puhtaanapito, öljyjen lisäys sekä häiriötilanteiden purku.

Kuivasolu on seinäelementein rajattu konesolu. Solu on turvallinen työkierron aikana solun seinien ulkopuolella työskentelevälle, mutta soluun on mahdollista mennä kesken työkierron, jolloin solu muuttuu suojaamattomien työstökoneiden vuoksi vaaralliseksi. Kuivasolussa on sattunut läheltä piti tilanne soluun sisäämentäessä työkierron ollessa päällä. Tässä tilanteessa robotit olivat pysähtyneet, mutta pora-asema on suorittanut kiertonsa loppuun ja sen jälkeen vetäytynyt kapaleesta takaisin nolla-asentoonsa. Kyseisessä läheltä piti tilanteessa työntekijä oli ehtinyt pora-aseman taakse ennen aseman porien vetäytymistä, jolloin asema oli lähtenyt liikkumaan työntekijää kohti.

5.2.2 Okumasolut 1 ja 2

Kansi siirtyy kuivasolusta okuma1-soluun rullarataa pitkin. Okumasoluissa kansi merkitään ja sen reikiä koneistetaan. Kansi siirtyy ensimmäisestä okumasolusta toiseen okumasoluun ja siitä eteenpäin kuljettimen avulla. Työntekijän huolehditta-

vaksi jää solun puhtaanapito, lastuastioiden tyhjennys, öljyjen lisäys sekä häiriötilanteiden purku.

Okumasolut ovat kuivasolua pienempiä verkkoaidoin suojattuja konesoluja ja niiden käyttöpaikalta on hyvä näkyväisyys soluihin sisään. Okumasolujen työstökoneet ovat rakenteeltaan suljettuja, eikä niistä siksi ole vaaraa vaikka soluun mentäisiin sisään kesken niiden työkierron. Okuma2-solun pneumaattisesti toimiva poikittaiskuljetin on okumasolujen ainut suojaamaton laite, joka suorittaa liikkeensä loppuun kun soluun mennään sisään. Okuma1-solussa on tapahtunut läheltä piti tilanne, jossa pitkittäiskuljettimeen jumiin jäänyt kuljetusvaunu putosi alas työntekijän purkaessa häiriötä.

5.2.3 Mecaniasolut 1 ja 2

Mecaniasoluissa kanteen porataan öljyreikä, pestään kansi ja asennetaan ohjurit, kuppitulpat ja seetirenkaat. Mecania2-solussa kansi vielä koeponnistetaan ennen kokoonpanolinjalle siirtämistä. Työntekijä täyttää asennettavia osia soluun sekä huolehtii edelleen koneiden kunnosta sekä häiriötilanteiden purkamisesta.

Mecaniasolut ovat okumasolujen tavoin verkkoaidalla rajattuja konesoluja. Mecania1-solun vinoporausasema on solujen ainut laite joka suorittaa kiertonsa loppuun soluun sisälle mentäessä. Solun sisäänkäynti sijaitsee kuitenkin vinoporausaseman vastakkaisella sivulla, joten työntekijän vaarantuminen aseman takia on todella epätodennäköistä. Mecania2-solun lähellä piti tilanteessa työntekijä oli solussa sisällä, kun toinen työntekijä käynnisti solun käyttöpaikalta. Tämän tapauksen mahdollisti solun käyttöpaikan puutteellinen näkyvyys soluun sisään.

5.2.4 Kokoonpanosolu

Kokoonpanosolu on kansilinjän viimeinen solu. Kokoonpanosolussa kanteen asennetaan vaarnat, ohjureiden kumit sekä venttiilit. Kokoonpanosolussa kansi myös tarkastetaan ja dokumentoidaan. Valmiit kannet työntekijä pinoaa lavalle solun ulkopuolella. Työntekijä myös huolehtii asennettavien osien täydennyksestä ja häiriötilanteiden purusta.

Kokoonpanosolu on verkkoaidalla rajattu konesolu, jonka sisällä olevat toiminnalliset sektorit on myös erotettu toisistaan verkkoaidoilla. Kokoonpanosolun sektoriin sisään mentäessä kyseinen sektori pysähtyy, mutta muut sektorit jatkavat työkiertoa. Kokoonpanosolussa ei ole sattunut läheltä piti tilanteita.

5.3 Riskianalyysi

Riskianalyysi aloitettiin määrittämällä solujen raja-arvot. Raja-arvoiksi määriteltiin solujen fyysiset ulkomitat ja liikkuvien laitteiden ulottuvuudet. Käytännössä liikkuvia laitteita olivat robotit, ja ulottuvuudet pysyivät yhtä poikkeusta lukuunottamatta solujen aitojen sisällä. Lisäksi määriteltiin käyttäjäksi perehdytetty tehdastyöläinen, koska kyseessä on tuotantolinja.

Vaarojen tunnistamisessa käytettiin hyväksi asiantuntijoina linjan käyttäjiä ja asettajia, joilla on vuosien kokemus ja tuntemus kyseisestä linjasta. Heiltä saatiin käytännön tuomaa tietoa linjan ja solujen mahdollisista vaaratekijöistä. Asiantuntijoiden lisäksi tutustuin itsekin linjaan, koska pystyin katsomaan linjaa uuden työntekijän silmin ilman rutinoitumisen tuomaa tottumista tiettyihin tilanteisiin. Seuraavana muutama esimerkki esille tulleista vaaratekijöistä:

1. *Viilytysvaara kantta käsiteltäessä.* Kantta joudutaan käsittelemään häiriötä purettaessa, mittoja tarkastettaessa ja kansia korjattaessa. Tämä vaaratekijä oli olemassa linjan kaikissa soluissa.
2. *Kansilava putoaa työntekijän päälle lavaa ulkohyllystä haettaessa.* Kannot varastoidaan ulkona olevaan hyllyyn lavoittain, josta ne noudetaan trukilla kansilinjaan syötettäväksi. Trukin piikit saattavat kuitenkin liian syvälle lavan alle työnnettäessä nostaa myös seuraavan lavan reunaa siten, että lava pääsee tulemaan hyllyn stopparien yli. Stoppareiden yli päässyt lava saattaa kaatua trukin päälle tai siitä saattaa pudota kansia alas. Tämä vaaratekijä esiintyi pelkästään kuivasolussa tai siihen luettavissa olevalla alueella.
3. *Suoja-aitojen riittämätön etäisyys robottiin.* Solun suoja-aidat ovat liian lähellä robottia, jolloin sen ulottuvuus riittää solun ulkopuolelle. Mahdollisessa ryntäystilanteessa robotti voi tulla kannen kanssa suoja-aidoista läpi. Tämä vaaratekijä esiintyi molemmissa okumasoluissa sekä mecania1-solussa.
4. *Solun käynnistäminen jonkun ollessa sisällä.* Kuivasolussa sekä molemmissa mecaniasoluissa on olemassa vaara, että solu saatetaan käynnistää jonkun ollessa solun sisällä esimerkiksi huolto- tai asetus- töitä tekemässä. Vaara saattaa johtua huolimattomuudesta tai huonosta näkyvyydestä.
5. *Puutteet suoja-aidoissa.* Solujen aidoitukseen on jätetty aukkoja muun muassa työnteon nopeuttamiseksi sekä kaapeleiden ja letkujen sisään- ja ulosvientien vuoksi. Näistä aukoista mahtui raaja tai pahimmassa tapauksessa koko henkilö soluun sisään robotin tai muun koneen toiminta-alueelle.

Kun vaaratekijät on tunnistettu ja kirjattu, arvioidaan jokaiselle vaaratekijälle riskin suuruus. Riskin suuruuden arvioinnissa käytettiin edelleen asiantuntijoina linjan käyttäjiä ja asettajia, jotka arvioivat riskin tapahtumisen todennäköisyyttä. Riskin vakavuuden arvioinnissa käytettiin edellämainittujen asiantuntijoiden lisäksi myös lääkäriä.

Riskin suuruuden arvioinnissa käytettiin apuna aikaisemmin mainittua taulukkoa (Kuviot 1 ja 2). Käytännössä taulukosta verrataan riskin todennäköisyyttä ja -vakavuutta vastaavia lukuja. Luvut kerrotaan keskenään, jolloin saadaan riskin suuruutta osoittava lukuarvo. Seuraavana edellä mainittujen vaaratekijöiden riskin todennäköisyyden ja vakavuuden arviot, sekä riskin suuruudeksi laskettu lukuarvo:

1. *Viilymisvaara kantta käsiteltäessä.* Viilymisen todennäköisyyden arvioidaan olevan **epätodennäköinen, kuitenkin mahdollinen**. Tämä arvio perustuu siihen, että työntekijät ovat tietoisia koneistettujen reunojen terävyydestä ja siten osaavat varautua käsittelemään kansia sen vaatimalla tavalla. Vaaratekijän vakavuus arvioidaan pahimmillaan **olevan haava, hankauma tai huonoa oloa**. Todennäköisyyden lukuarvo on tällöin 2 ja vakavuuden 5. Riskin suuruus on näin ollen 10.
2. *Kansilava putoaa työntekijän päälle lavaa ulkohyllystä haettaessa.* Arvioidaan tapahtuman todennäköisyyden olevan tässäkin **epätodennäköinen, kuitenkin mahdollinen**. Tässäkin tapauksessa työntekijä on tietoinen vaaratekijästä, mutta huolimattomuudesta ja inhimillisestä erehdyksestä johtuen vaara on aina olemassa. Pahin mahdollinen seuraus kyseisessä vaarassa on **kuolema**. Näin arviointuna kertoimet ovat 2 ja 100, jolloin riskin suuruus on 200.

3. *Suoja-aitojen riittämätön etäisyys robottiin.* Todennäköisyys, jolla robotti ryntää liian lähellä sijaitsevan aidituksen läpi työntekijän päälle, on äärimmäisen pieni eli **melkein mahdoton, mahdollinen vain hyvin poikkeuksellisissa olosuhteissa**. Tämä voisi todellisuudessa olla esimerkiksi harvinainen robotin ohjelmointivirhe. Vaaratekijän aiheuttama pahin mahdollinen seuraus olisi kuitenkin **kuolema**. Riskin kertoimet 0,1 ja 100 antavat suuruudeksi 10.
4. *Solun käynnistäminen jonkun ollessa sisällä.* Tämän vaaratekijän arvioinnissa on solukohtaisia eroja solujen erilaisista koneista ja asettelusta johtuen. Esimerkiksi mecania2-solun arvioinnissa kyseinen vaaratekijä on jo esiintynyt. Vaaran todennäköisyyteen vaikuttaa käynnistyksen sekä soluun sisään pääsemisen helppous. Todennäköisyys tapahtumalle on 3: **mahdollinen, mutta epätodennäköinen**. Pahin mahdollinen seuraus **kuolema** antaa lukuarvoksi 100 ja täten riskin suuruus on 300.
5. *Puutteet suoja-aidoissa.* Kuten edellinenkin, myös tämä vaaratekijä esiintyi useassa solussa ja sen riskin suuruus vaihteli solukohtaisesti. Esimerkkinä mecania1-solu, jossa hydrauliletkujen ulostulon yhteydessä oli suoja-aidassa miehen mentävä aukko. Aukkoa saatettaisiin käyttää väärin esimerkiksi joissain harvinaisissa huolto- ja häiriötapauksissa, jossa henkilö toimii ulostuloaukon läheisyydessä ja osoittamattoman häiriön vuoksi oikaisee soluun aukon kautta. Arvioimme vaaratekijälle todennäköisyydeksi 2 **epätodennäköinen, kuitenkin mahdollinen** sekä pahimmaksi mahdolliseksi seuraukseksi 100 **kuolema**. Riskin suuruus tällä vaaratekijällä kyseisessä solussa on siis 200.

5.4 Riskin merkityksen arviointi

Riskin merkityksen arviointi suoritettiin puhtaasti käyttämällä hyväksi valmiita standardiin BS8800 perustuvaa taulukkopohjaa (Kuviot 3, 4 ja 5). Taulukoissa riskin suuruutta kuvaavan lukuarvon perusteella voitiin jakaa riskin merkitys eri luokkiin. Seuraavana käytettyjen esimerkkien riskien merkityksen arviot:

1. *Viilytysvaara kantta käsiteltäessä.* Riskinsuuruuden arvo 10 kertoo riskin kuuluvan ryhmään **B siedettävä**, jolloin ennaltaehkäiseviä toimia ei tarvita, vaan kyseisen riskin seuranta riittää.
2. *Kansilava putoaa työntekijän päälle.* Riskinsuuruuden lukuarvon 200 mukaan riski on luokassa **D merkittävä** ja vaatii kiireellistä korjausta.
3. *Suoja-aitojen riittämätön etäisyys robottiin.* Riskinsuuruuden arvo on 10 ja riskin kuuluu ryhmään **B siedettävä**, jolloin ennaltaehkäiseviä toimia ei tarvita, vaan kyseisen riskin seuranta riittää.
4. *Solun käynnistäminen jonkun ollessa sisällä.* Riskinsuuruuden lukuarvo 300 kertoo riskin luokituksen olevan **E sietämätön**, jolloin solun käyttö on kielletty, kunnes riskiä on pienennetty.
5. *Puutteet suoja-aidoissa.* Riskinsuuruuden lukuarvon 200 mukaan riski on luokassa **D merkittävä** ja vaatii kiireellistä korjausta.

5.5 Riskien pienentäminen

Riskien pienentäminen aloitettiin kirjaamalla ylös kaikki järkevät parannusehdotukset, joista myöhemmin karsiutui esiin parhaimmat. Osa todetuista parannusehdotuksista oli pieniä ja halpoja muutoksia, kun taas osa kosketti koko linjaa ja vaati enemmän panostamista. Riskien pienentämisvaiheessa perehdyttiin erityisesti suuriin esiintulleisiin riskeihin, mutta myös mitättömämmät riskit pyrittiin poistamaan kokonaan, jos se vain oli mahdollista suorittaa järkevin panostuksin. Riskien pienentämisvaiheessa pyrittiin ensisijaisesti parantamaan turvallisuutta, mutta samalla myös pyrittiin pitämään linja mahdollisimman tehokkaana ja helppokäyttöisenä. Seuraavana esimerkkejä riskiä pienentävistä parannusehdotuksista:

1. *Viilymisvaara kantta käsiteltäessä.* Luokkaan B kuuluvalla riskillä ei ennaltaehkäiseviä toimia vaadita, joten riskin pienentäminen ei ole välttämätöntä. Toimenpiteeksi kirjasimme kuitenkin henkilösuojainten käytön valvonnan sekä riskin seurannan. Näin riskin piiriin kuuluvat henkilöt ovat tietoisia vaaratekijästä, joka omalta osaltaan pienentää todennäköisyyttä.
2. *Kansilava putoaa työntekijän päälle.* Luokkaan D kuuluva riski vaatii kiireellisen korjauksen. Korjaustoimenpiteenä kansilavahyllyn stoppareita siirretään kauemmas siten, etteivät trukin piikit ylety nostamaan seuraavan lavan reunaa sekä ohjeistetaan trukin kuljettajaa huomioimaan kyseinen vaaratekijä.
3. *Suoja-aitojen riittämätön etäisyys robottiin.* Tämäkin riski lukeutui riskiluokkaan B, jolloin ennaltaehkäiseviä toimia ei vaadita. Käytännössä ainoa riskiä pienentävä toimenpide olisi ollut robotin liikealueen mekaaninen rajoittaminen, joka myös kirjattiin korjaus-ehdotuksiin. Tätä ei kuitenkaan nähty järkeväksi suorittaa riskin

vähäisyyden vuoksi, ja lopulliseksi toimenpiteeksi kirjattiin riskin seuranta.

4. *Solun käynnistäminen jonkun ollessa sisällä.* Luokkaan E kuuluva riski on sietämätön ja vaatii riskin välitöntä pienentämistä siten, että solu on käyttökiellossa, kunnes riskiä on pienennetty. Riskiä pienentäviä toimenpiteitä valittiin useita. Solussa olevan valoverhon tilalle on vaihdettava huoltoavaimellinen sähköovi, josta työntekijän on irroitettava avain ennen soluun sisään pääsyä ja vastavasti kytkettävä avain takaisin oveen ennen solun käynnistämistä. Valoverho on poistettava, koska sillä ei ollut käyttötarkoitukseen soveltuvaa turvaluokitusta ja se sijaitsi liian lähellä liikkuvia koneita. Oven sulkemismekanismia on muutettava siten, että ovea suljettaessa kahvaa joutuu painamaan. Lisäksi Mazakin työstökoneen vieressä oleva tarpeettomaksi jäänyt ovi on poistettava, jolloin solua on helpompi valvoa.
5. *Puutteet suoja-aidoissa.* Luokkaan D kuuluva riski vaatii kiireellistä korjausta. Toimenpiteinä riittää, kun suoja-aidoissa olevan aukot aidoitetaan siten, että niiden väärinkäytöltä vältytään.

5.6 Jäännösriski

Kun toimenpiteet riskien pienentämiseksi on valittu, lasketaan kullekin vaaratekijälle jäännösriski. Tässä vaiheessa otetaan huomioon riskin alentamiseksi suoritettut toimenpiteet ja arvioidaan uudestaan riskin todennäköisyys ja seuraus. Näistä arvoista saatua lukuarvon merkitys arvioidaan kuten edelläkin, jolloin voidaan todeta, onko riski pienentynyt riittävästi vai vaaditaanko lisätoimenpiteitä.

1. *Viiltoisuusvaara kantta käsitellessä.* Henkilösuojaimia käytettäessä ja työntekijöiden ollessa tietoisia vaaratekijästä todennäköisyys riskin toteutumiseen putosi luokkaan hyvin **epätodennäköinen, kuitenkin ajateltavissa** antaen todennäköisyyden lukuarvoksi 1. Pahin mahdollinen seuraus pysyi samana kuin aiemmin. Riskin lukuarvo muutosten jälkeen on 5. Riski pieneni puolet alkuperäisestä arvostaan, mutta pysyi kuitenkin luokassa B.
2. *Kansilava putoaa työntekijän päälle.* Varastointihyllyyn tehtävien muutosten jälkeen arvioitiin todennäköisyyden putoavan luokkaan **melkein mahdoton, mahdollinen vain hyvin poikkeuksellisissa olosuhteissa**. Todennäköisyyden lukuarvon muuttuminen pudotti riskin luokkaan B.
3. *Suoja-aitojen riittämätön etäisyys robottiin.* Ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä ei suoritettu, jolloin jäännösriski pysyi muuttumattomana.
4. *Solun käynnistäminen jonkun ollessa sisällä.* Ennaltaehkäisevien toimien ansiosta arvioimme todennäköisyyden vaaratekijälle olevan **melkein mahdoton, mahdollinen vain hyvin poikkeuksellisissa olosuhteissa**. Todennäköisyyden lukuarvon muuttuminen pudotti riskin luokkaan B, joka osoittautui koko projektin suurimmaksi muutokseksi turvallisuuteen.
5. *Puutteet suoja-aidoissa.* Kun vaaralle altistavat aukot tukitaan, arvioidaan todennäköisyyden olevan **melkein mahdoton, mahdollinen vain hyvin poikkeuksellisissa olosuhteissa**, jolloin riskiluokaksi määräytyi B.

6 TULOKSET

Agco Sisu Powerille suoritetun riskien hallinta -projektin tavoitteena oli suorittaa tuotantolinjalle riskinarviointi ja siten saattaa kansilinja uuden asetuksen vaatimalle tasolle. Tällä riskinarviointi ja -pienentämisprojektista oli tarkoitus saada luotua vastaaville projekteille toimintapohja, jonka mukaisesti tehdään muut tuotantolinjat pystytään arvioimaan ja dokumentoimaan koneasetuksen mukaiseksi.

Viiden esimerkkinä käyttämäni vaaratekijän lisäksi vaaratekijöitä kansilinjasta listattiin yhteensä 200 kappaletta. Kaikki vaaratekijät riskinarviointeineen ja parannusehdotuksineen löytyvät liitteistä solukohtaisesti. Parannusehdotuksista valittiin toteutuskelpoisimmat riskin poistamiseen tai pienentämiseen, sekä laadittiin toimenpiteelle aikataulu.

Kuivasolussa ilmeni yhteensä 60 vaaratekijää, joista luokitukseltaan sietämättömiä oli kuusi ja merkittävän riskin luokassa 15 kappaletta. Kuivasolun konekanta on muihin soluihin nähden vanhempaa ja suojaamattomampaa joka näkyy selvästi vaaratekijöiden määrässä verrattuna uudemmallalla tekniikalla varustettuihin soluihin.

Okuma1-solusta vaaratekijöitä listattiin 29 kappaletta, joista yksi oli luokitukseltaan sietämätön ja kahdeksan luokitukseltaan merkittävä. Okuma2-solun 34 vaaratekijästä yksi oli sietämätön ja 12 merkittäviä. Mecania1-solussa ilmeni 35 vaaratekijää, joista yksi oli sietämätön ja 11 merkittäviä. Mecania2-solusta esille nousseesta 38 vaaratekijästä sietämättömiä oli kaksi ja merkittäviä 11.

Kokoonpanosolusta löytyi muista soluista poiketen vain yhdeksän vaaratekijää joista ainoastaan yksi ylsi edes ryhmään merkittävä. Vähäinen vaaratekijöiden

määrä selittyy kokoonpanosolulle aiemmin tehdyllä riskinarvioinnilla. Kokoonpanosolun toimittaja oli tehnyt solulle asennuksen jälkeen riskinarvioinnin, jota täydennettiin tekemällä riskinarviointi kokoonpanosolulle samoin kuin muillekin arvioimattomille soluille.

Projektille annetut tavoitteet täyttyivät, sillä koko kansilinjalle on nyt tehty yhtenäinen asetuksen vaatimuksen mukainen riskinarviointi.

7 YHTEENVETO

Työsuojelun tarkoituksena on taata työntekijöiden turvallisuus. Työturvallisuuslain alaisessa valtioneuvoston asetuksessa koneiden turvallisuudesta vaaditaan riskinarviointi työpaikalla käytetyistä koneista. Yksittäisillä koneilla on jo valmistajan puolesta oltava dokumentoitu riskinarviointi, mutta uudistettu asetus määrittelee uudeksi koneeksi myös yksittäisten koneiden tai osittain valmiiden koneiden yhdistelmät. Näistä yhdistelmistä tai konesoluista on tehtävä oma riskinarviointinsa.

Riskinarviointi koostuu riskianalyysistä ja riskin merkityksen arvioinnista. Riskianalyysissä määritellään koneen raja-arvot ja tunnistetaan vaaratekijät sekä arvioidaan riskin suuruus sen todennäköisyyden ja seurauksen perusteella. Riskin merkityksen arvioinnissa määritetään mihin luokkaan riski kuuluu, mikä kertoo muun muassa riskin pienentämisen kiireellisyyden.

Riskin pienentäminen aloitetaan kirjaamalla eri vaihtoehtoja riskin pienentämiseksi ja valitaan vaihtoehtoista parhaiten soveltuva tai soveltuvat. Vaihtoehtoja voidaan arvioida esimerkiksi seuraavien kriteerien pohjalta turvallisuustason kasvu, vaikutusten laajuus, vaatimusten täyttyminen, toiminnan sujuvuuden lisääntyminen ja kustannustehokkuus. Kun toimenpiteet riskin pienentämiseksi on valittu, määritetään määräaika milloin tarvittavat toimenpiteet tulee olla suoritettu. Jäännösriskillä tarkoitetaan suojaustoimenpiteiden jälkeen jäänyttä riskin suuruutta, joka arvioidaan samaan tapaan kuin alkuperäisenkin riskin suuruus.

Kohdeyritykseen tehdyssä tuotantolinjan riskinarvioinnissa jaettiin linja ensin kuuteen toiminnalliseen yksikköön, soluun, jonka jälkeen edettiin riskinarvioinnissa kuten edellä on kirjoitettu. Riskinarvioinnin jälkeen seurasi riskien pienentäminen,

jossa valittiin toimenpiteet sekä annettiin niille määräajat. Riskeille arvioitiin myös jäännösriskit valittuihin toimenpiteisiin perustuen.

8 OMAT POHDINNAT

Tutkimustyöhön osallistui opinnäytetyöntekijän lisäksi Agco Sisu Powerin henkilökuntaa sekä Juha Tirkkonen Movetecista. Tirkkonen piti projektin alussa avainhenkilöille koulutuksen konedirektiivistä ja osallistui palaveriin, jossa esitettiin valmis riskinarviointi parannusehdotuksineen. Agco Sisu Powerin henkilökunnasta tiiveimmin allekirjoittanut teki yhteistyössä työturvallisuusasiantuntija Saija Mäkelän kanssa. Mäkelä toimi projektissa opinnäytetyöntekijän kanssa työparina ja jatkaa projektin perusteella riskienarviointia tehtaan muihin tuotantolinjoihin.

Arviointiryhmän jäsenet onnistuttiin saamaan palavereihin mukaan erittäin helposti projektin lakisäätöisestä luonteesta johtuen. Palaverit suoritettiin osallistujien omien töidensä ohessa. Suurimmaksi ongelmaksi projektissa osoittautui välimatka tutkimuskohteen ja opinnäytetyöntekijän opiskelupaikkakunnan välillä, mikä rajoitti osaltaan vierailujen määrää tehtaalla. Muita mainittavia ongelmia ei projektin aikana noussut esille.

Tutkimustyö suoritettiin Movetecin Juha Tirkkosen antaman konedirektiivikoulutuksen ja työsuojelusta asetettujen lakien ja säädösten perusteella. Dokumentoinnissa käytettiin Sisulla jo aikaisemminkin käytössä ollutta riskinarviointitaulukkoa vaaraluetteloineen ja riskikaavioineen. Käytetyt taulukot, kaaviot ja luettelot pohjautuvat konedirektiiviin ja sen täsmentämiseen tarkoitettuihin asetuksiin ja direktiiveihin.

Epäkohtia löytyi paljon, jotka kaikki kirjattiin ja arvioitiin yksilöllisesti riskinarviointi talukkoihin. Lopuksi jokaiselle vaaratekijälle myös löydettiin tarpeenmukainen parannusehdotus. Suoritettu riskinhallintaprojekti onnistui hyvin ja pienetkin vaaratekijät nousivat esille. Täytyy kuitenkin muistaa, että riskienhallinta on jatkuvaa työtä

ja linjalle tulee jatkossakin suorittaa riskinarviointia, mutta tässä työssä käsitellyn projektin tulos toimii perusrunkona jota on jatkossa helppo päivittää tilanteen mukaan.

LÄHTEET

- Kanerva, R. 2008. Työ turvallisiksi – työpaikan hyvät työturvallisuus-käytännöt. Edita Publishing Oy.
- Kämäräinen, M. 2003. Työsuojelu – lähtökohtia ja peruskäsitteitä. Työsuojelutoiminta työpaikalla. Teoksessa Pietiläinen, R. (toim.), Työsuojelun perusteet (8-37). Vammalankirjapaino Oy.
- Agco Sisu Power. 2010. Dieselmootoreiden maailman merkki. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.03.2010]. Saatavana: <http://www.agcosisupower.com/suomi/yritys/>
- Työsuojelu 2010. Työsuojelu. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.3.2010]. Saatavana: <http://www.tyosuojelu.fi>
- L 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 10.4.2010]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- A 12.6.2008/403. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 10.4.2010]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080403>
- A 12.6.2008/400. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 10.4.2010]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080400>
- A 9.12.2010/1101. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen

muuttamisesta. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 1.3.2011]. Saatavana:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101101>

LIITTEET

LIITE 1: Vaaraluettelo

LIITE 2: Riskikaavio BS8800

LIITE 3: Riskinarviointi Kuivasolu

LIITE 4: Riskinarviointi Okumasolu 1

LIITE 5: Riskinarviointi Okumasolu 2

LIITE 6: Riskinarviointi Mecaniasolu 1

LIITE 7: Riskinarviointi Mecaniasolu 2

LIITE 8: Riskinarviointi Kokoonpanosolu

LIITE 9: Kansilinjän prosessikuvaus