

Atte Sanasvuori

Rullakoneen simulaattorin riskien arviointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri

Automaatiotekniikka

Opinnäytetyö

16.11.2015

Tekijä(t) Otsikko	Atte Sanasvuori Rullakoneen simulaattorin riskien arviointi
Sivumäärä Aika	22 sivua + 3 liitettä 16.11.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Lehtori, Kristian Junno Työn tilaaja, Rauno Wikström
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa riskien arviointi AEL:n omistamalle, paperiteollisuuden uudelleenrullainta simuloivalle koneelle. Riskien arviointi toteutettiin, koska koneen käytölle suunniteltiin muutosta.</p> <p>Riskien arvioinnin tavoitteena oli tunnistaa koneen nykyiset vaarat, sekä pohtia turvallisuutta suunnitellun käytön näkökulmasta.</p> <p>Dokumentaation puuttuessa, koneen toimintaa ja rakennetta selvitettiin käyttämällä konetta, sekä tutkimalla sen rakennetta paikan päällä ja kuvista. Turvalaitteiden toimintaa selvitettiin käytännön kautta, sekä komponenttien valmistajien kotisivuilta.</p> <p>Riskin arviointi toteutettiin laadullisena tutkimuksena. Arvioinnissa käytettiin apuna ISO 12100 ja ISO/TR 14121-2 -standardeja. Koneen vaarojen tunnistaminen tehtiin vaarasta vahinkoon -menetelmää käyttäen. Tunnistettuja vaaroja käsiteltiin ISO 12100 -standardissa kuvattua kolmen askeleen menetelmää soveltaen.</p> <p>Lopputuloksena riskien arvioinnista tuotettiin lista tunnistetuista vaaroista, niiden merkityksestä ja ehdotetuista toimenpiteistä riskien pienentämiseksi.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään riskien arvioinnin tarvetta, siihen liittyviä lakeja, säädöksiä sekä standardeja. Lisäksi käsitellään riskien arvioinnin prosessia lähtötiedoista, sopiviin käytännön toimenpiteisiin, joilla riskiä tarvittaessa pienennetään.</p>	
Avainsanat	Riskianalyysi, koneturvallisuus, kone, simulaattori

Author(s) Title	Atte Sanasvuori Risk assessment of a re-reeler simulator.
Number of Pages Date	22 pages + 3 appendices 16 November 2015
Degree	Engineer
Degree Programme	Automation technology
Specialisation option	
Instructor(s)	Kristian Junno, Lecturer Rauno Wikström, Client
<p>The topic of this thesis was to perform a risk assessment to a machine owned by AEL, simulating a paper industry re-reeler. The risk assessment was performed because of planned changes to the machine's prior utilisation.</p> <p>The objective of the risk assessment was to recognize any existing dangers relating to the machine as well as assess safety from the viewpoint of planned future use.</p> <p>As the documentation of the machine was missing, its structure and operation was clarified through pictures, measurements and studying the machine on site. Operation and function of safety measures were investigated through working the machine as well as component manufacturer's documentation.</p> <p>The risk assessment was implemented as a qualitative study. Standards ISO 12100 and ISO/TR 14121-2 were used as guidelines. Bottom-up approach was used in identifying the hazards of the machine. Identified hazards were assessed by using the iterative three-step method described in ISO 12100.</p> <p>A list of recognized dangers, evaluation and proposed measures to reduce some of the risks were produced as a result of the risk assessment.</p> <p>The theoretical part of this thesis considers the need of risk assessment, related laws, edicts and standards as well as the risk assessment process from initial information gathering to practical methods for reducing risk.</p>	
Keywords	Risk analysis, machine safety, machine, simulator

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Standardit ja lainsäädäntö	1
2.1	Työturvallisuuslaki	1
2.2	CE-merkintä	2
2.3	Standardeja	3
3	Riskien arviointi	4
3.1	Määritelmä	4
3.2	Valmistautuminen	5
4	Arviointiprosessi	5
4.1	Raja-arvot	5
4.2	Vaarojen tunnistaminen	6
4.3	Riskin suuruuden arviointi	8
4.3.1	Vahingon vakavuus	8
4.3.2	Vahingon esiintymistodennäköisyys	8
4.4	Suuruuden arvioinnin työkalut	9
4.5	Riskin merkityksen arviointi	10
4.6	Riskin pienentäminen	10
4.6.1	Luontaisesti turvallinen suunnittelu	11
4.6.2	Suojaustekniset toimenpiteet	11
4.6.3	Käyttöä koskevat tiedot	13
4.7	Riskin pienentämisen dokumentointi	14
5	Rullaindemon esittely	14
5.1	Mekaaniset turvatoimet	15
5.2	Turvalaitteet	16
5.3	Käyttö	16
6	Riskien arviointi	17
6.1	Melutason mittaus	18
6.2	Menetelmät	18
6.3	Vaarojen tunnistaminen	19
6.4	Riskien osatekijät	19
6.5	Ehdotetut toimenpiteet	20

7	Yhteenveto	21
	Lähteet	22
	Liitteet	
	Liite 1. Riskien arvioinnissa tunnistetut vaarat.	
	Liite 2. Rullaindemon tausta.	
	Liite 3. Paineilmajarru.	

1 Johdanto

Työssä tuotetaan riskien arviointi AEL:n koulutuskäyttöön tarkoitetulle rullainkoneen simulaattorille. Tavoitteena tässä riskien arvioinnissa on tunnistaa mahdolliset vaarat koneen käyttäjälle, huomioiden koneelle suunnitellun käytön. Riskien arviointia varten kerätään vaadittavat tiedot koneen rakenteesta, sovellettavista standardeista sekä käytöstä.

Koneen toiminta, rakenne ja ominaisuudet selvitetään mahdollisuuksien mukaan dokumentoinnista. Dokumentoinnin puuttuessa tai muun selvitystarpeen ilmetessä tehdään lisäselvityksiä tutkimalla koneen rakennetta, turvaominaisuuksia ja toimintaa käytön aikana, sekä koneen ollessa poissa käytöstä. Koneen käyttökokemuksia ja suunniteltua käyttöä selvitetään keskustelujen avulla.

Riskien arviointi tuotetaan pääosin ISO 12100 -standardissa esitetyn kolmen askeleen menetelmää soveltaen. Apuna käytetään standardia ISO/TR 14121-2, joka antaa käytännön opastusta ISO 12100 -standardin mukaiseen koneen riskien arviointiin. Vaarat tunnistetaan vaarasta-vahinkoon -menetelmällä

Riskien arviointiin sisällytetään ISO 12100 -standardissa määritelty raja arvojen määrittäminen, vaarojen tunnistaminen, riskien suuruuden ja merkityksen arviointi sekä ehdotuksia riskien pienentämiseksi.

2 Standardit ja lainsäädäntö

2.1 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslaissa säädetään työnantajan ja työntekijän velvollisuuksista työympäristön ja työolosuhteiden turvallisuuteen liittyen. Laissa käsitellään työturvallisuutta kokonaisuutena. Koneturvallisuuteen liittyen määritellään erinäiset työntekijän ja työnantajan vastuut.

Riskin arvioinnin tarve on laissa määritelty työnantajan vastuulle. Työnantajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava mm. työstä, työtilasta, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät. Työntekijän vastuulla on viipymättä ilmoittaa havaitsemistaan vioista ja puutteellisuuksista työnantajalle ja työsuojeluvaltuutetulle.

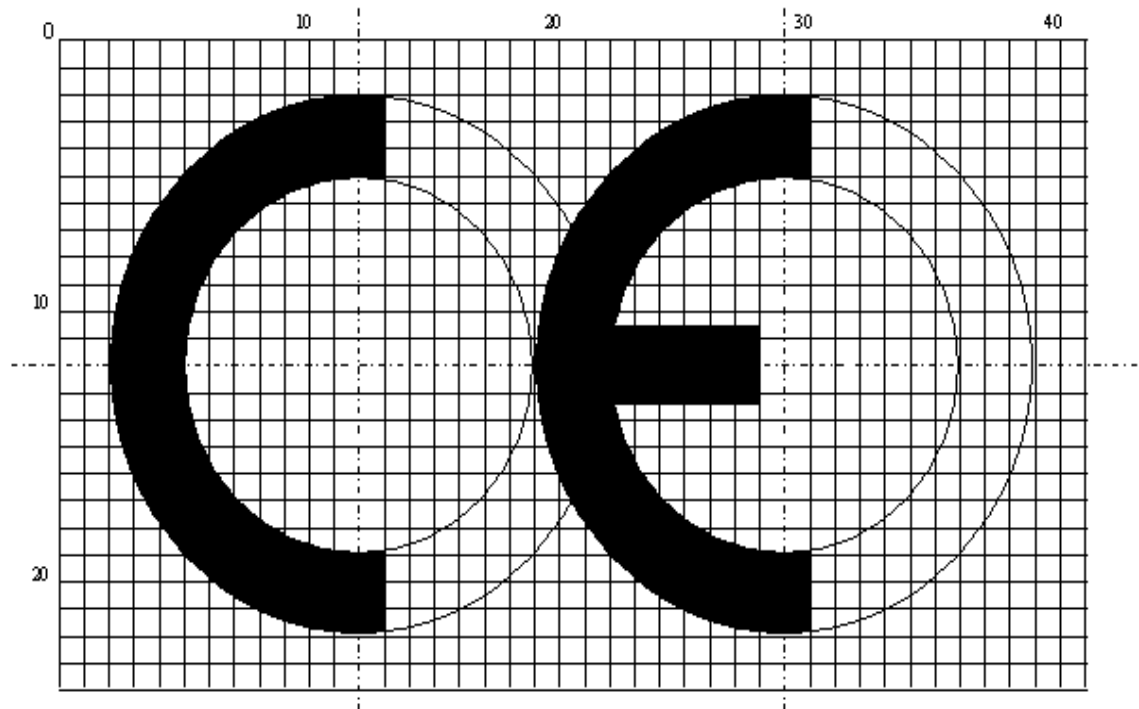
Työssä saadaan käyttää vain koneita ja työvälineitä, jotka ovat niitä koskevien säännösten mukaisia sekä työhön ja olosuhteisiin sopivia. Kone tai työväline ei myöskään saa aiheuttaa haittaa tai vaaraa niitä käyttäville työntekijöille, tai muille henkilöille.

Laissa määritellään myös tarve käyttöönotto- ja määräaikaistarkistuksille, sekä koneen asianmukaiselle huollolle, käytölle ja puhdistukselle. Huolto-, säätö-, poikkeus- ja korjaustilanteisiin sekä muihin vastaavanlaisiin tilanteisiin liittyen on säädetty, etteivät ne saa aiheuttaa vaaraa tai haittaa työntekijän terveydelle tai turvallisuudelle.

Myös koneen tai laitteen hyödyntäjien, asentajien, tarkastajien, suunnittelijoiden sekä riskin arvioinnin tekijöiden pätevyysvaatimuksista sekä työnantajan vastuusta pätevyyden määrittämiseen kerrotaan laissa tarkemmin. Esimerkiksi työn vaarojen selvittämistä ja arviointia tekevällä henkilöllä on oltava riittävä asiantuntemus. Mikäli riittävää asiantuntemusta ei ole, on käytettävä ulkopuolista asiantuntijaa. Työnantajan vastuulla on varmistaa, että ulkopuolisella asiantuntijalla on riittävä pätevyys ja edellytykset tehtävän asianmukaiseen suorittamiseen. [1.]

2.2 CE-merkintä

CE-merkki kiinnitetään tiettyihin tuoteryhmiin kuuluviin koneisiin, tuotteisiin tai laitteisiin, mikäli niitä koskeva standardi sitä vaatii. Merkkiä ei saa kiinnittää muihin tuotteisiin. Sen muoto on tarkasti määritelty, eikä tuotteeseen saa kiinnittää muita merkkejä, jotka voidaan sekoittaa tai voivat vähentää CE-merkin näkyvyyttä, luettavuutta tai merkitystä. CE-merkinnällä valmistaja takaa tuotteen olevan EU:n laatuvaatimusten mukainen ja mahdollistaa sen vapaan liikkumisen Euroopan talousalueella. Tuotteesta riippuen CE-merkinnän voi saada valmistajan vakuutuksen perusteella tai joissakin tapauksissa vasta ulkopuolisen laitoksen tekemien testien jälkeen. [2; 7; 8.]



Kuvio 1: CE-merkin malli. [4.]

CE-merkinnän saa kiinnittää vain valmistaja tai valmistajan valtuuttama taho. Sitä ei saa kiinnittää tuotteeseen, johon sen kiinnittämisestä ei ole säädetty tai joka ei ole CE-merkinnän vaatimusten mukainen. CE-merkintärikkomus on Suomen lain mukaan rangaistava teko. [3.]

Merkintä tehdään ensisijaisesti tuotteeseen, sen pakkaukseen tai valmistuskilpeen. Mikäli tämä ei ole mahdollista, voidaan merkintä sijoittaa tuotteen ohjeisiin tai siihen liittyviin asiakirjoihin. Pääasia on, että merkintä on tehty näkyvästi, pysyvästi ja on helposti luettavissa. [2.]

2.3 Standardeja

Standardi SFS-EN ISO 12100 on perusstandardi. Se esittää yleiset ohjeet ja puitteet avustamaan suunnittelijaa turvallisen koneen kehittämisessä. Se määrittelee myös riskin arvioinnin ja riskin pienentämisen periaatteet. Standardi kuvaa menettelytavat vaarojen tunnistamiseksi sekä riskin suuruuden ja merkityksen arvioimiseksi. Myös vaarojen poistamiseen ja riskin pienentämiseen sekä näiden prosessien todentamiseen annetaan opastusta. Standardissa liitteinä on useita koneen riskin arvioinnin kannalta hyödyllisiä listoja.

Standardi SFS-ISO/TR 14121-2 antaa käytännön opastusta standardin ISO 12100 mukaiseen koneiden riskien arviointiin. Lisäksi standardi kuvaa useita erilaisia

menetelmiä ja työkaluja koneen arviointiprosessin eri vaiheisiin. Standardissa esitetyt toimenpiteet voidaan käyttää ominaisuuksiltaan ja vaaroiltaan erilaisten koneiden riskien arvioinnissa.

Standardi SFS-EN 547-3 on yksi koneturvallisuuteen liittyvä ergonomiaa käsittelevistä standardeista. Standardissa esitellään nykyisen ihmisen mitat koneiden kulku- ja työskentelyaukkojen mittojen laskemiseksi. Eriteltynä ovat esimerkiksi raajojen ja muiden kehonosien, kuten sormien ja jalkaterän pituudet sekä halkaisijat.

Standardi SFS-EN 349 käsittelee vähimmäisetäisyyksiä puristumisvaaran välttämiseksi.

3 Riskien arviointi

3.1 Määritelmä

Koneen riskien arviointi on iteratiivinen, ennakoiva ja järjestelmällinen turvallisuutta parantava ja hallitseva prosessi. Sen tarkoituksena on tunnistaa vaarat ja arvioida riskin suuruutta sekä merkitystä, huomioiden mahdollisten terveystaittojen tai vammojen esiintymistodennäköisyys ja vakavuus. Tarvittaessa vaaroja on pienennettävä tai poistettava. Riskin arviointia käytetään teollisuudessa esimerkiksi työpaikan tai koneen turvallisuuden tason määrittämiseen. riskien arviointi on aina ainutkertainen, sekä projektikohtainen. Sitä hyödynnetään monessa yhteydessä, eikä se rajoitu pelkästään teollisuuteen tai koneturvallisuuteen. [6; 8.]

Riskien arviointi voi olla määrällinen tai laadullinen. Määrälliset menetelmät ovat laskennallisia, täsmällisiä menetelmiä, kun taas laadulliset menetelmät ovat joukko erilaisia menetelmiä, joilla pyritään vastaamaan kysymyksiin, miksi, miten ja millainen. Määrällinen lähestymistapa voi olla tarkoituksenmukainen, mikäli käyttökelpoiset tiedot ovat saatavilla. Määrällistä lähestymistapaa voivat kuitenkin rajoittaa saatavilla olevien tietojen rajallisuus tai rajalliset resurssit. Laadullisessa tutkimuksessa aineiston laadun varmistaa sen riittävyys.

3.2 Valmistautuminen

Riskien arvioinnin onnistumisen kannalta on tärkeää määritellä tavoitteet ja soveltamisala.

Riskien arviointiin vaikuttaa muun muassa lähestymistapa sekä kohde. Koneturvallisuudessa esimerkiksi kone ja sen käyttötarkoitus tai käyttöympäristö vaikuttavat riskien arviointiin. Riskien arvioinnin suorittaminen työryhmässä on yleensä tehokkaampaa, ja lopputulos on perusteellisempi.

Työryhmän perustaminen riskien arviointia varten ei kuitenkaan aina ole tarkoituksenmukaista esimerkiksi koneen kanssa, jonka vaarat ovat hyvin ymmärrettävissä. [6.]

4 Arviointiprosessi

Riskien arviointia varten tarvitaan tietoa muun muassa koneesta, siihen liittyvistä asiakirjoista, säädöksistä, standardeista ja ergonomiasta. Mikäli mahdollista mukaan olisi sisällytettävä tietoja koneen käyttökokemuksista sekä samankaltaisen tai kyseisen koneen tapaturmatietoja. [5.]

4.1 Raja-arvot

Riskin arviointiprosessin alussa koneelle määritellään raja-arvot. Tarvittaessa huomioidaan koneen elinkaaren kaikki vaiheet. Raja-arvoilla tarkoitetaan koneen ominaisuuksia, suoritusarvoja, ihmisiä, ympäristöä, tuotteita ja käyttöä. [5; 8.]

Tavoitteena raja-arvojen määrittämisessä on saada selkeä käsitys koneen ominaisuuksista sekä suorituskyvystä, käyttötarkoituksesta, -ympäristöstä ja mikäli mahdollista käyttäjäkunnasta. [6.]

Käyttörajoilla tarkoitetaan koneen sekä käyttäjän erilaisia toiminta- ja käyttötapoja, mukaan lukien kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö ja toimintahäiriöt. On myös huomioitava koneen käyttäjien tietotaso, kokemus ja kyvyt sekä muiden henkilöiden altistuminen koneeseen liittyville vaaroille. Esimerkkejä tunnistettavista työtehtävistä ovat huolto, puhdistus, vianetsintä, prosessin muuttaminen sekä kunnossapito. [5; 8.]

Tilarajoilla ilmaistaan koneen tekemien liikkeiden laajuus, koneen käyttäjien tai huoltajien vaatima tila käyttötoiminnan, huollon tai vuorovaikutuksen aikana sekä koneen tehonsyöttö.

Aikarajoilla huomioidaan koneen tai sen osien oletettu elinikä ja huoltovälit. Lisäksi otetaan huomioon koneen käytön ja kohtuudella ennakoitavissa olevan väärinkäytön vaikutukset.

Muilla raja-arvoilla voidaan esimerkiksi huomioida näkökohtia, jotka liittyvät käsiteltävien materiaalien ominaisuuksiin, päästöarvoihin, puhtaanapitoon, ympäristön olosuhteisiin tai käyttöolosuhteisiin. [5.]

Koneen raja-arvojen määrittämiseen on useita eri lähestymistapoja. Tässä työssä käytetty koneen osien, rakenteen ja käyttötapojen kautta tapahtuva konelähtöinen lähestymistapa on yksi esimerkki. [6.]

Konelähtöisessä lähestymistavassa konetta kuvataan koneen toimintojen, esimerkiksi;

- tehonsyötön
- ohjauksen
- toimintatapojen
- materiaalin syötön
- erilaisten osien
- mekanismien rakenteen
- käyttötoiminnan avulla.

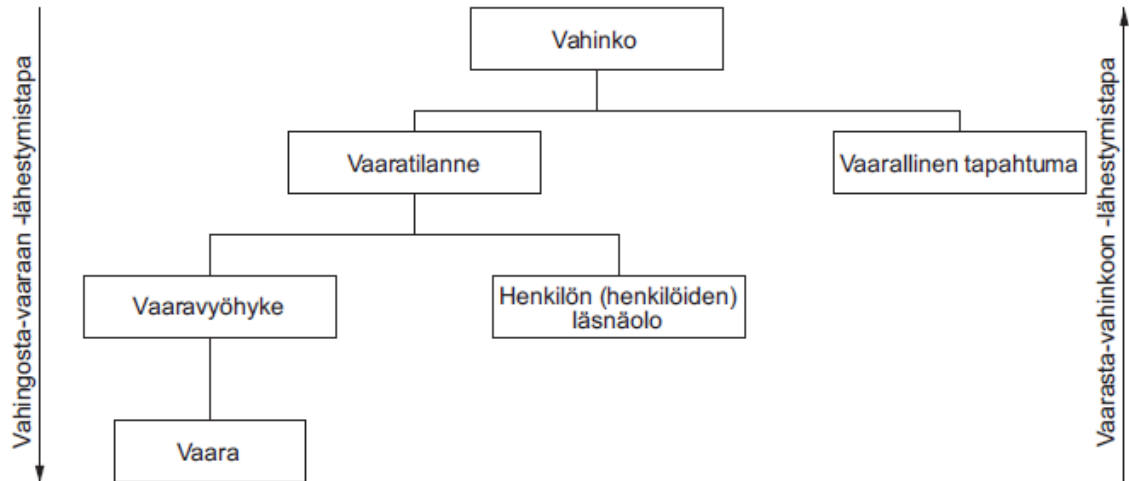
4.2 Vaarojen tunnistaminen

Vaarojen tunnistamisen tavoitteena on luoda pohja, jonka perustalta mahdollisia onnettomuusskenaarioita on mahdollista kuvata. Tunnistamisessa voi käyttää apuna erilaisia tarkistuslistoja ja menetelmiä. [6.]

Tämä vaihe on tärkein onnistuneen riskien arvioinnin kannalta. Tavoitteena on tunnistaa ja listata, järjestelmällisesti, kohtuudella ennakoitavissa olevat vaarat, vaaratilanteet ja vaaralliset tapahtumat. Vaarat voivat olla jatkuvia, väliaikaisia tai ilmaantua odottamattomasti. Vaarojen tunnistamisen on tapahduttava riskien arvioinnin alkuvaiheessa, sillä toimenpiteiden suorittaminen vaarojen pienentämiseksi tai

poistamiseksi on mahdollista vasta tämän vaiheen jälkeen. Onnistuminen vaarojen tunnistamisessa vaatii koneen raja-arvojen tunnistamista. [5.]

Yksi jäsenneilty vaaran tunnistamisen menetelmä on vahingosta-vaaraan- tai vaarasta-vahinkoon -lähestymistapa, joka on kuvattu alla.



Kuvio 2: Vaarasta-vahinkoon lähestymistapa [6.]

Vahingosta-vaaraan menetelmässä lähtökohdaksi otetaan seurausten tarkistuslista, esimerkiksi standardin ISO 12100 -taulukot B.1 ja B.2. Listassa on ryhmitelty erityyppiset vaarat (esim. mekaaniset, sähköiset, lämpötilasta, melusta, jne. johtuvat vaarat.), vaarojen alkuperät sekä mahdolliset seuraukset. Tarkistuslistasta selvitetään vahingon mahdollinen aiheuttaja ja tarkastellaan tilannetta taaksepäin, tapahtumasta vaaratilanteeseen ja vaaraan. Tarkistuslistan jokainen kohta käydään läpi koneen käytön jokaiseen vaiheeseen, osaan, toimintoon ja tehtävään liittyen. Tämän menetelmän ongelmana on sen nojaaminen tarkistuslistoihin, jotka saattavat olla epätäydellisiä. Tarkistuslistan lisäksi täydellisemmän vaarojen tunnistamisen varmistamiseksi olisi otettava huomioon myös muut tietolähteet, kuten tekninen tietämys, standardit, säädökset, aivoriihet ja tapaturmatiedot samankaltaisista koneista. Menetelmää voi täydentää myös muilla menetelmillä.

Vaarasta-vahinkoon -lähestymistavassa tutkitaan kaikkia vaaroja ja mahdollisia vaaratilanteita, kuten komponentin vikaantumista, inhimillisiä virheitä tai koneen odottamatonta toimintoa. Tässä menetelmässä tutkitaan siis, kuinka vaara tai vaaratilanne voi johtaa vahinkoon. Ongelmana tämän menetelmän käytössä on, että se voi viedä kohtuuttomasti aikaa. [6.]

4.3 Riskin suuruuden arviointi

Jokaiselle tunnistetulle vaaralle on suoritettava riskin suuruuden arviointi. Riskin suuruutta voi arvioida käyttäen useita erilaisia lähestymistapoja, esimerkiksi määrällisesti, laadullisesti tai kuvailtuna. Riskin suuruus arvioidaan määrittämällä riskin osatekijät, vahingon vakavuus ja esiintymistodennäköisyys. [6.]

Päästömittauksissa, kuten melutason mittauksessa tulisi käyttää standardisoituja mittausmenetelmiä, mikäli niitä on käytettävissä. Päästöarvot mitataan olemassa olevalle koneelle tai prototyypille. Muitakin mitattavissa olevia, muuttujilla kuvattavia vaaroja voidaan käsitellä vastaavalla tavalla. [5.]

4.3.1 Vahingon vakavuus

Vakavuutta voidaan arvioida huomioimalla vahingosta johtuvien terveyshaittojen tai vammojen vakavuutta sekä vahingon laajuutta. [5.]

Vaaratekijä voi johtaa useisiin eriateisiin vahinkoihin. Vahingon vakavuutta arvioidessa voi olla tarkoituksenmukaista tarkastella vain vakavinta mahdollista uskottavaa vahinkoa. Toisaalta vakavin vahinko voi olla hyvin epätodennäköinen, kun taas todennäköisin vakavuus voi olla vaikutuksiltaan vähäpätöinen. Voi siis olla hyödyllistä arvioida useiden mahdollisten vakavuuksien riskien suuruutta, ja käyttää suurimman todennäköisyyden vakavuutta. Vakavuuden arvioinnin apuna voidaan käyttää vaaraan liittyvän energian suuruutta. Mitä suurempi energia, sitä suurempi on siihen liittyvä mahdollisen vahingon vakavuus. Vakavuus riippuu myös vahingolle alttiina olevasta ruumiinosasta. [6.]

4.3.2 Vahingon esiintymistodennäköisyys

Esiintymistodennäköisyyttä tarkastellaan huomioimalla henkilöiden altistuminen kyseiselle vaaralle, vaarallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyys, tekniikasta tai ihmisistä riippuvat mahdollisuudet välttää tai rajoittaa vahinkoa. [6.]

Kun arvioidaan henkilön altistumista vaaralle, huomioidaan vaaravyöhykkeelle pääsyn tarve, luonne, altistumisaika sekä henkilöiden lukumäärä. On myös huomioitava, kuinka usein vaaralle altistutaan.

Vaarallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyyteen vaikuttaa vaarallisen tapahtuman esiintyminen, ja se voi johtua teknisestä tai inhimillisestä syystä. Huomioitavia asioita

ovat muun muassa luotettavuus ja tilastolliset tiedot, tapaturmatiedot, tiedot terveyshaitoista ja riskien vertailu. Riskien vertailulla tarkoitetaan koneen tai sen osien riskien vertailua muiden samankaltaisten koneiden riskien vertailuun. Tätä vertailua koskevat säännöt löytyvät tarkemmin standardista SFS-EN ISO 12100. Riskien vertailu ei kuitenkaan poista tarvetta tapauskohtaiselle riskin arvioinnille. Myös käyttöolosuhteet tai käyttökohteet voivat vaikuttaa koneen tai osan riskeihin.

Mahdollisuus välttää tai rajoittaa vahinkoa vaikuttaa sen esiintymistodennäköisyyteen. Tätä mahdollisuutta arvioitaessa on otettava huomioon kaikki henkilöryhmät, jotka voivat altistua vaaralle, esimerkiksi ammattitaidoiltaan ja tietotasoltaan eriävät henkilöt. Lisäksi on huomioitava nopeus, jolla vaarallinen tapahtuma voi johtaa vahinkoon ja inhimilliset mahdollisuudet vahingon välttämiseen tai rajoittamiseen. Tekijöitä, jotka vaikuttavat vahingon välttämiseen tai rajoittamiseen, ovat esimerkiksi notkeus, refleksit tai mahdollisuus pelastautumiseen. Tietoisuus riskin olemassaolosta sekä mahdolliset käytännön kokemukset ja tietämyksen taso koneesta on myös huomioitava. [5.]

4.4 Suuruuden arvioinnin työkalut

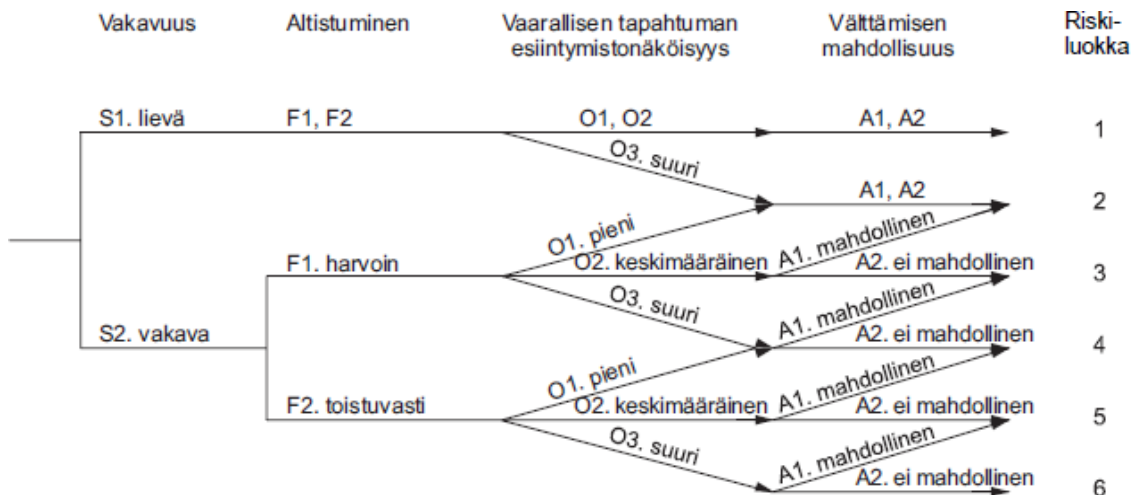
Riskin suuruuden arvioinnin apuna voidaan käyttää sopivia työkaluja. Nämä työkalut voivat perustua esimerkiksi riskimatriisiin, riskigraafiin, numeeriseen pisteytykseen tai niiden yhdistelmiin. Työkalun käyttö ei kuitenkaan ole välttämätöntä, sillä riskin suuruuden arvioinnin hyödyt saadaan prosessin kurinalaisuudesta.

Taulukko 1 Riskin suuruuden arviointimatriisi (esimerkki)

Vahingon esiintymistodennäköisyys	Vahingon vakavuus			
	Tuhoisa	Vaikea	Kohtalainen	Vähäinen
Erittäin todennäköinen	Suuri	Suuri	Suuri	Keskimääräinen
Todennäköinen	Suuri	Suuri	Keskimääräinen	Pieni
Epätodennäköinen	Keskimääräinen	Keskimääräinen	Pieni	Merkityksetön
Erittäin epätodennäköinen	Pieni	Pieni	Merkityksetön	Merkityksetön

Kuvio 3. Riskin suuruuden arviointimatriisi [6.]

Riskin arvioinnin työkalut käsittelevät vähintään kahta riskin osatekijöitä kuvaavaa muuttujaa, esimerkiksi altistuminen ja vaarallisen tapahtuman todennäköisyys. Riskin suuruuden arviointityökalussa muuttujille valitaan luokka, joka parhaiten vastaa onnettomuusskenaariota, jonka jälkeen valitut luokat yhdistetään. Riskin suuruuden arvioinnin työkaluissa apuna käytetään laskutoimituksia, kuvaajia, taulukoita ja kaviota.



Kuva 3 Esimerkki riskin suuruuden arviointiin käytettävästä riskigraafista

Kuvio 4. Riskin suuruuden arviointi riskigraafi [6.]

4.5 Riskin merkityksen arviointi

Riskin merkityksen arviointi toteutetaan suuruuden arvioinnin jälkeen. Tavoitteena on selvittää, mitkä vaaratilanteet ja riskit vaativat riskin pienentämistä. Lisäksi määritellään, onko riskiä pienennetty riittävästi aiheuttamatta uusia vaaroja tai muiden riskien suurentumista. Mikäli riskiä päätetään pienentää, sovelletaan sopivia suojaustoimenpiteitä siten, että riskiä pienennetään ensisijaisesti suojuksilla, turvalaitteilla tai muilla täydentävillä suojaustoimenpiteillä. Mikäli suojukset tai turvalaitteet eivät yksinään pienennä riskiä riittävästi, voidaan riskin suuruuteen vaikuttaa esimerkiksi ohjeistuksella, varoituksilla, koneen käyttökoulutuksella tai muilla käyttöä koskevilla tiedoilla. Käyttöä koskevat tiedot ja käyttökoulutus parantavat vain mahdollisuutta välttää vahinko tai pienentävät vaarallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyyttä. Ne eivät siis vaikuta vahingon vakavuuteen. [5; 6.]

Kun riskin merkityksen arvioinnin tuloksena lisätään suojaustoimenpiteitä, riski olisi arvioitava uudelleen toimenpiteiden vaikutusten ja tehokkuuden varmentamiseksi. Jotkin riskiltään vähäpätöiset vaaratilanteet voidaan jättää jatkotarkastelun ulkopuolelle. Kun riskiä on pienennetty riittävästi, ja kun otetaan huomioon standardit, lait, säädökset, tekniset lähtökohdat jne, voidaan toistuva riskin pienentämisen prosessi lopettaa. [6.]

4.6 Riskin pienentäminen

Riskiä voidaan pienentää poistamalla vaara tai pienentämällä sen osatekijöitä, yhdessä tai erikseen. Standardissa SFS-EN ISO 12100 määritellään kolmen peräkkäisen askeleen menetelmä riskin pienentämiseen. [5.]

4.6.1 Luontaisesti turvallinen suunnittelu

Ensimmäisessä askeleessa, joka on riskin pienentämisessä ensisijainen vaihtoehto, riskiä pienennetään käyttäen luontaisesti turvallisia suunnittelutoimenpiteitä. Tällä tarkoitetaan riskin tai vaaran pienentämistä tai poistamista suunnitteluvaiheessa, muuttamalla koneen rakennetta, käyttäjän vuorovaikutusta tai suojausteknisiä toimenpiteitä. Tässä askeleessa vaara siis pyritään poistamaan suunnittelun avulla. Se on ainoa vaihe, jossa vaaran lähde voidaan mahdollisesti poistaa. Siksi se on tehokkain ja ensisijainen menetelmä riskin pienentämiseen. Vaaran poistamista voidaan yrittää esimerkiksi muuttamalla mekaanisten komponenttien muotoa tai sijaintia, lisäämällä tai vähentämällä liikkuvien osien välisiä vähimmäisetäisyyksiä sekä välttämällä teräviä kulmia ja reunoja tai aukkoja, joihin työntekijä tai vaatteet voivat jäädä jumiin. Mikäli vaaraa ei voi poistaa suunnittelun avulla, sitä voidaan mahdollisesti pienentää. Esimerkiksi pienennetään työliikkeessä käytettävää voimaa ja nopeutta, tai vähennetään koneen päästöjen riskejä tehokkaalla tuuletuksella. Mikäli ensimmäisen askeleen toimenpiteillä ei riskiä voida poistaa tai pienentää riittävästi, on aina käytettävä suojuksia ja turvalaitteita. [5; 6.]

Koneen suunnittelussa on huomioitava myös turvallinen pääsy ja kulku koneessa sekä vaara-alueilla. Mikäli mahdollista, tavanomaiset toimenpiteet, kuten huolto ja kunnossapito pitää voida suorittaa turvallisesti, mieluusti lattian tasossa. Tarvittaessa on asennettava kiinteitä tasoja, kaiteita ja kulkuväyliä, joita pitkin päästään turvallisesti suorittamaan tarvittuja tavanomaisia toimenpiteitä. Tasoilta tai kulkuväyliltä ei kuitenkaan tulisi olla pääsyä vaara-alueille. Joissain tapauksissa voi olla erillinen tarve turvallisille kulkuväylille esimerkiksi kuljettimien yli. [5.]

4.6.2 Suojaustekniset toimenpiteet

Toisessa askeleessa riskiä voidaan pienentää sopivilla suojausteknisillä toimenpiteillä, kun otetaan huomioon koneen käyttötarkoitus sekä kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö, vaaran luonne sekä vaaravyöhykkeelle pääsyn tarve. Tässä askeleessa toimenpiteillä pyritään parantamaan mahdollisuutta välttää tai pienentää vahinkoa turvalaitteilla, suojuksilla tai toimenpiteillä, kuten hätäpysäytys. Riskiä voidaan pienentää täydentämällä myös olemassa olevia suojaustoimenpiteitä tai rajoittamalla vaaralle altistumista. Esimerkkejä riskiä pienentävistä suojaustoimenpiteistä ovat kiinteät esteet ja aitaukset, jotka rajoittavat tai estävät vaara-alueelle pääsyn, valoverhot, tuntomatot, hallintalaitteet ja rajoitinlaitteet. Vaaralle altistumista voidaan rajoittaa esimerkiksi mekanisoimalla tai automatisoimalla koneen toimintoja, kuten lastaus- tai purkutoiminnot. Koneen toiminnon automatisointi tai mekanisointi voi

kuitenkin aiheuttaa uusia vaaroja huollon tai häiriönpoiston yhteydessä. Mikäli uusia vaaroja, kuten puristuminen kelkan ja materiaalin tai rakenteen väliin syntyy automatisoinnin tai mekanisoinnin seurauksena, on käytettävä sopivia suojuksia tai suojaustoimenpiteitä riskin pienentämiseen.

Turvalaitteiden valinta on tehtävä riskin arvioinnin perusteella, on myös huomioitava vaaran luonne ja vaaravyöhykkeelle pääsyn tarve. Esimerkiksi yksinkertainen kiinteä suojus on sopiva tilanteeseen, jossa käyttäjän ei tarvitse päästä vaaravyöhykkeelle koneen normaalin toiminnan aikana. Mikäli vaaravyöhykkeelle täytyy päästä useammin, on riskinä, että kiinteää suojusta ei välttämättä asenneta enää takaisin paikalleen. Tällöin on käytettävä muita sopivia suojaustoimenpiteitä, tai sijoitettava kunnossapitokohdat vaara-alueiden ulkopuolelle. Esimerkkejä sopivista suojaustoimenpiteistä tilanteeseen, jossa pääsy vaara-alueelle on useammin toistuvaa, ovat avattava toimintaan kytketty suojus tai muu tunnistava turvalaite, esimerkiksi tuntomatto tai valoverho. Voi myös olla tarkoituksenmukaista käyttää usean suojausteknisen laitteen yhdistelmää. Turvalaitetta valittaessa on myös huomioitava turvalaitteen reaktio vikatilanteeseen, kuinka helppoa tai todennäköistä on, että turvalaite ohitetaan ja vaihtelee turvalaitteen havaitsemiskyky eri ympäristöolosuhteissa. Lisäksi tunnistavien turvalaitteiden tapauksessa on myös huomioitava havaitsemisvyöhykkeen koko. Turvalaite ei myöskään saisi aiheuttaa lisävaaraa ja niiden tulisi sallia oleelliset huolto- ja ylläpitotoimenpiteet paikallisesti sekä ilman tarvetta suojuksen tai turvalaitteen poistamiselle. Sopivaa turvalaitetta ei ole helppoa ohittaa tai tehdä toimimattomaksi, ja se on asennettu riittävälle etäisyydelle vaaravyöhykkeestä. Suojausteknisten toimenpiteiden tulisi siis mahdollisuuksien mukaan suojata kaikkia koneen kanssa tekemisissä olevia henkilöitä sekä sallia kyseisten henkilöiden suorittaa vaaditut työtehtävänsä. Tällaiset työtehtävät tunnistetaan riskien arvioinnin alkuvaiheessa, raja-arvoja tunnistettaessa.

Erilaisille suojustyypeille on määritetty lyhyesti omat vaatimuksensa standardissa SFS-EN ISO 12100. Samasta standardista löytyy myös tarkemmat tiedot erilaisia suojuksia tai turvalaitteita tarkemmin käsittelevistä standardeista.

Turvallisuuden kannalta on huomioitava myös komponenttien vikaantuminen ja tarvittaessa on tehtävä lisätoimenpiteitä vikaantumisen aiheuttamien kielteisten vaikutusten tai riskien varalta. Tarvittaessa komponentteja voidaan varmentaa tai kahdentaa. Tällä varmistetaan, että komponentti tai toinen komponentti suorittaa vastaavan toiminnon mahdollisesta vikaantumisesta huolimatta, eli turvatoiminto pysyy

saatavilla. Varmennus tai kahdennus voidaan toteuttaa esimerkiksi valitsemalla rakenteeltaan tai tekniikaltaan eroavia komponentteja yhteisvikaantumisen välttämiseksi. Kaikki vastaavan kaltaiset turvalaitteet eivät välttämättä ole samanveroisia kaikenlaisissa turvallisuussovelluksissa. Myös tunnistavien turvalaitteiden sopivuudessa on eroja käyttötarkoituksesta ja turvalaitteen tekniikasta riippuen. Kaikki tunnistavat turvalaitteet eivät esimerkiksi sovellu työliikkeen tai toiminnon uudelleenkäynnistämiseen tai lähestymispysäytykseen. [5; 6.]

4.6.3 Käyttöä koskevat tiedot

Kolmanteen askeleeseen mennään, mikäli aiemmista toimenpiteistä huolimatta vaarasta jää jäljelle riskejä. Jäännösriskit on yksilöitävä koneen käyttöä koskevissa tiedoissa. Käyttöä koskeviin tietoihin sisällytetään mm: käyttöön liittyvät toimintamenettelyt, ottaen huomioon koneen käyttäjän tai muun koneen vaaroille altistuvan henkilön oletettu tietotaso ja kyvyt. Lisäksi kerrotaan koneen käyttöön suositellut turvalliset työtavat ja koulutusvaatimukset, sekä tietoa koneen elinkaaren eri vaiheiden riskeistä ja tiedot suositelluista henkilösuojaimista. Tässä mainitut toimenpiteet tulevat kolmen askeleen menetelmässä viimeisenä. Riskin pienentämisessä on ensisijaisesti sovellettava ensimmäisessä ja toisessa askeleessa mainittuja menetelmiä. [5.]

Käyttöä koskevat tiedot on suunnattu kaikille konetta hyödyntäville, ja ne käsittelevät koneen elinkaaren ja toiminnan eri vaiheita, kokoonpanosta ja kunnossapidosta kierrätykseen. Ne vaikuttavat riskin todennäköisyyteen parantamalla mahdollisuutta välttää vahinko tai pienentämällä vaaratilanteen esiintymistodennäköisyyttä. Käyttöä koskevat tiedot sisältävät käyttöohjeiden lisäksi myös kilvet, signaalit ja symbolit ja ne voivat riskistä riippuen sijaita käyttöohjeessa tai muussa mukana toimitetussa dokumentoinnissa, koneessa, pakkauksessa tai ne saatetaan antaa muilla tavoilla.

Käyttöä koskevilla tiedoilla varmistetaan, että käyttäjällä on riittävät tiedot koneen oikeanlaiseen ja turvalliseen käyttöön. Siksi mukaan on sisällytettävä tiedot koneeseen liittyvistä jäännösriskeistä, koulutustarpeesta, vaadituista suojaimista sekä vääränlaisesta käytöstä aiheutuvista riskeistä. Koneen toimintaan tai käyttöön liittyvät merkit tai signaalit annetaan ennen vaarallista tapahtumaa ja niiden tulisi olla selkeitä, yksiselitteisiä sekä helppoja tunnistaa. Lisäksi koneessa on oltava merkinnät, jotka mahdollistavat sen yksiselitteisen tunnistamisen, osoittavat vaatimustenmukaisuuden sekä turvallisen käytön kannalta tarpeelliset merkinnät. Koneessa olevien merkintöjen on myös oltava pysyviä sekä luettavissa olevia koneen koko elinkaaren ajan. [5; 6.]

Lopuksi, kun kolmen askeleen ohjelma on käyty läpi ja sen perusteella on toteutettu riskin pienentämiseksi joko suojaus- tai riskin pienentämistoimenpiteitä, olisi riskien arviointi toistettava vaikutuksen varmistamiseksi. Toistamalla arviointiprosessi voidaan myös varmistaa, ovatko koneen raja-arvot muuttuneet tai onko uusia vaaroja syntynyt. Samalla varmistuu myös tehtyjen toimenpiteiden riittävyys sekä mahdollisten lisätoimenpiteiden tarve.

4.7 Riskin pienentämisen dokumentointi

Riskin pienentämisen prosessi on dokumentoitava ja siitä olisi säilytettävä kirjallinen kopio. Tämä riskin arvioinnin dokumentointi on erillinen asiakirja koneen käyttöä koskevista tiedoista. Dokumentoinnissa on osoitettava tiedot koneesta jolle riskin arviointi on tehty, sekä saavutetut tulokset, että riskin arvioinnissa käytetyt standardit ja muut lähteet. Näihin tietoihin on siis sisällytettävä koko riskien arviointiprosessi mukaan lukien lähtötiedot, tunnistetut vaarat ja vaaratilanteet, riskin pienentämistavoitteet, tulokset sekä toteutetut toimenpiteet. Tämä dokumentti mahdollistaa riskin arvioinnin tarkastelun jälkikäteen. [5; 6.]

5 Rullaindemon esittely

Rullaindemo on CE-merkitty, opetuskäyttöön suunniteltu kone, joka kelaa välikangasta rullalta toiselle. Sillä simuloidaan paperitehtaan rullakonetta, jossa paperia kelataan rullalle sopivalla kireydellä. Koneeseen ei vaihdeta rullia tai lisätä materiaalia, mutta koneen kelaussuuntaa voidaan tarvittaessa vaihtaa ohjauspaneelistä. Haastatteluissa selvisi, että rullaindemo on ollut pääosin käyttämättä. Käyttö on ollut satunnaista ja rajoittunut lähinnä esittelyihin.



Kuvio 5: Rullaindemon

Rullaindemon ohjataan ACS 600 -linjakäytön kautta. Ohjaus, ohjearvojen asetus, oloarvojen seuranta ja hälytysten sekä vikasanomien kuittaus tapahtuu erillisestä ohjauspaneelistä, joka on yhteydessä ACS 600 -linjakäyttöön. Kone toimii sähköllä ja sitä ajetaan neljällä pienellä ABB sähkömoottorilla (liite 2).

5.1 Mekaaniset turvatoimet

Rullainkone on rakennettu tukevan metallisen rungon sisään sekä kiinnitetty lattiaan pulteilla metallisten jalkojen läpi. Rungon pohjassa on kiinteästi asennetut pyörät koneen siirtämistä varten. Runkoon on asennettu päälle ja taakse tukeva metallinen verkko, joka estää tehokkaasti pääsyn koneen liikkuviin osiin. Pohja on peitetty pulteilla kiinnitetyllä läpinäkyvällä muovisella levyllä. Koneen sivustat, sekä etupuoli on peitetty liikuteltavilla suojalevyillä. Rullaindemon etupuolella on kolme erillistä muovilevyä, joista kahdessa on kahvat levyjen avaamista varten. Keskimmaisessä suojalevyssä ei ole kahvaa, eikä sitä ole kiinnitetty paikalleen. Kaikki liikuteltavat suojalevyt on asennettu rungossa oleviin uriin, joissa niitä voi liikuttaa sivuttain. Rungon sivustoihin on muovilevyjen lisäksi asennettu metalliset puolat rajoittamaan koneen sisälle pääsyä.

Koneen takana olevaan metalliverkkoon on leikattu neljä aukkoa sähkömoottoreiden akseleita varten. Nämä aukot on peitetty muovisilla läpinäkyvillä suojalevyillä, joihin on leikattu pieni, hieman moottorin akselia suurempi aukko. Levyt on kiinnitetty metalliverkkoon muovisilla nippusiteillä, suojalevyn kulmiin poratuista rei'istä.

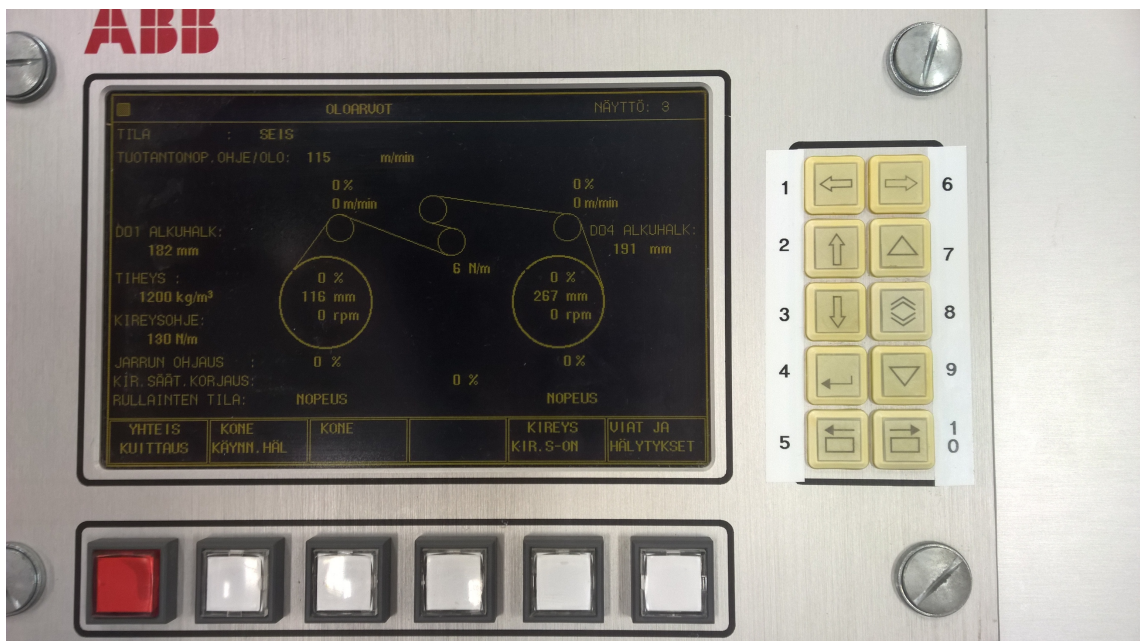
Koneen sisällä oleviin materiaalirulliin on asennettu kovasta muovista valmistettu pyöreä levy. Materiaalirullalla tarkoitetaan koneen kahta suurempaa moottoroitua rullaa, joiden ympärille välikangas kertyy koneen ajosuunnasta riippuen.

Materiaalirullien taakse on asennettu jarrulevyt, sekä paineilmajarrut (liite 3). Paineilmajarrujen käyttövoima saadaan koneen takaa seinässä olevasta paineilmaputkesta, jossa on manuaalinen venttiili. Ohjaus- ja taittoteleissa ei ole jarruja.

5.2 Turvalaitteet

Koneen etupuolen keskimmaisessä ovesta on rajakytkin, joka laukaisee hätäpysäytyksen, mikäli ovi siirretään pois paikaltaan. Muissa ovissa on XCSPA591 -mallinen turvarajakytkin. Koneen etupuolella, yläkulmassa, on sienipäinen hätä seis -painike.

5.3 Käyttö



Kuvio 6: Ohjauspaneeli.

Kone kytketään päälle ACS600-sarjakäytöstä ja sitä ohjataan erillisestä AOS-ohjauspaneelistä, joka on sijoitettu muutaman metrin päähän koneesta. Ohjauspaneeli kytketään sarjakäyttöön johdolla. Seinässä oleva paineilmaventtiili on avattava manuaalisesti, jotta materiaalirullien jarrut on paineistettu. Varmistetaan, että koneen ovet on suljettu, ja hätäseis -painike on ylhäällä. Tämän jälkeen hälytykset kuitataan ACS600 -sarjakäytön kuitauspainikkeella. Ohjauspaneelistä varmistetaan kaikkien hälytysten sekä virheiden kuitaus 'Faults and alarms' -näytöltä. Koneen ohjeavot

asetetaan ohjausnäytöllä. Koneelle voidaan antaa tuotantonopeus, arvio materiaalin määrästä rullilla sekä kireyden ohjearvo. Näytöltä näkee kireyden arvon sekä kelausnopeuden ja arvion materiaalin määrästä molemmilla rullilla. Oloarvot -näytöltä näkee koneen oloarvot reaaliajassa, rullakohtaisesti.

6 Riskien arviointi

Tarkkoja koneen tietoja, kuten komponenttiluetteloita, piirustuksia tai tarkkoja käyttötietoja, ei ollut saatavilla riskien arvioinnin alkuvaiheessa. Koneen valmistanut yhtiö on asetettu konkurssiin, eikä konkurssipesän yhteystietoja ollut saatavilla. Kopio koneen dokumentoinnista sekä käyttöohjeesta löytyi riskien arvioinnin loppuvaiheessa.

Rullaindemossa on koneen etupuolelle kiinnitetty laatta, josta löytyvät koneen nimi, CE-merkintä, valmistusvuosi sekä valmistajan tiedot. Sähkömoottoreiden tiedot saatiin selville moottoreiden kilvistä.



Kuvio 7: Rullaindemon konekilpi

Koneen rakennetta ja tilarajoja selvitettiin valokuvista sekä konetta tarkastelemalla. Apuna etäisyyksien mittauksessa oli mittanauha. Komponenttien ja turvalaitteiden ominaisuudet selvitettiin kyseisistä komponenteista näkyvien tietojen perusteella valmistajien internetsivuilta, siten kun mahdollista.

Koneen toimintaa testattiin ja tarkkailtiin käytännössä muutamana kertana. Tästä selvisivät mm. pyörivien osien ja välikankaan suurpiirteiset nopeudet sekä turvalaitteiden toiminta ja pysähtymisaika. Lisäksi selkeni koneen tyypillinen käyttö, mukaanlukien muutamia käytön aikana odotettavissa olevia tilanteita ja ongelmia.

Lähtötietoja selvittäessäni tutkin TOT-järjestelmään kirjattujen samankaltaisten koneiden TOT-raportteja. Näistä selvisi muutamia vaaratekijöitä ja onnettomuustilanteita samankaltaisten koneiden erilaisiin osiin ja työtehtäviin liittyen.

6.1 Melutason mittaus

Koneen toimintaa testatessa mitattiin myös melutaso ohjauspaneelin luona sekä koneen edessä ja takana moottoreiden vieressä.

Melutaso testattiin Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaan. Mittari oli kalibroitu, ja se kuului 1. tai 2-luokkaan standardin IEC 61672 mukaisessa kolmen tarkkuustason luokituksessa. Mittaus suoritettiin koneen käyttäjän pään korkeudelta, noin 10 cm etäisyydeltä korvasta. Jokainen melumittaus oli lyhytkestoinen, muutaman minuutin pituinen jakso. Työterveyslaitoksen mukaan 80 dB voimakkuuden ylittävä ääni voi olla kuulolle vahingollista. Melutason huippuarvot jäivät alle 80 dB kaikissa mittauksissa. [9.]

6.2 Menetelmät

Riskien arvioinnissa käytettiin standardissa SFS-EN ISO 12100 sekä tämän työn kohdassa vaarojen tunnistaminen, kuvattua vaarasta vahinkoon menetelmää. Vaaroja lähdettiin tunnistamaan koneen osien, niiden toiminnan, liikkeiden ja rakenteen perusteella. Huomioon otettiin myös osan sijainti koneessa ja sitä lähellä olevat muut osat sekä rakenteet. Vaarojen tunnistamisessa käytettiin apuna standardin ISO 12100 liitteenä (liite B) olevia tarkistuslistoja.

Koneen nykyisen sekä mahdollisen tulevan käyttäjäkunnan koneella suorittamien työtehtävien vaaroja tunnistettiin myös ISO 12100 -standardin tarkistuslistoja apuna käyttäen.

Riskien merkityksen arvioinnin toteutin sanallisena laadullisena arviointina. Tarkkojen koneen tietojen, käyttökokemusten ja tilastollisten tietojen puuttuessa laadukas määrällinen arviointi ei vaikuttanut mahdolliselta. Riskit ja niiden osatekijät kuvailin sanallisesti (liite 1).

Käytännön ehdotusten suhteen sovellettiin ISO 12100 -standardissa kuvailtua kolmen askeleen ohjelmaa. Kolmen askeleen ohjelmassa ensimmäistä askelta, koneen

suunnittelun kautta tapahtuvaa riskin pienentämistä ei ollut mahdollista toteuttaa, sillä kone on jo olemassa eikä se ole prototyyppi. Käytännössä kolmen askeleen ohjelmasta sovellettiin siis toista ja kolmatta askelta.

6.3 Vaarojen tunnistaminen

Rullainkone on mekaanisesti melko yksinkertainen. Siinä on vain vähän liikkuvia osia, joista suurin osa suorittaa jatkuvaa pyörivää liikettä, esimerkiksi rullat ja laakerit. Materiaalirullia jarruttavat paineilmatoimiset jarrut suorittavat puristavan liikkeen jarrulevyä vasten, ja palautuvat alkuasentoon, hieman jarrulevystä ulospäin. Materiaalina käytettävä välikangas kiertyy, mahdollisesti useamman rullan kautta, materiaalirullalta toiselle. Välikangas voi liikkua vain kahteen suuntaan materiaalirullien välillä, koneen normaalin toiminnan aikana.

Vaarojen tunnistamisessa hyödynnettiin koneesta kerättyjen tietojen sekä oman käyttökokemuksen lisäksi, SFS-EN ISO 12100 standardia, sen liitteenä olevia tarkistuslistoja sekä ISO/TR 14121-2 -standardia. Apuna käytin myös muutamia muita, kuten ihmiskehon mittoja, pneumatiikkaa sekä turvaetäisyyksiä käsitteleviä standardeja.

Vaarojen tunnistamisessa pyrittiin tunnistamaan mm:

- työympäristöön
- koneeseen
- koneen normaaliin toimintaan
- koneen odottamattomaan toimintaan
- koneen käyttöön
- mahdolliseen tulevaan käyttöön
- tarkoittamattomaan käyttöön liittyvät vaarat.

Tunnistetut vaarat olivat pääasiassa mekaanisia ja liittyivät joko koneen liikkuviin osiin, tai jo olemassa olleiden turvalaitteiden ja suojusten ongelmiin. Lisäksi tunnistettiin joitain paineilmaan, sähköön ja lämpötilaan liittyviä vaaroja (liite 1).

6.4 Riskien osatekijät

Riskin osatekijät määriteltiin vaarojen tunnistamisen jälkeen, laadullisen arvioinnin kautta, tutustumalla koneeseen ja sen toimintaan sekä käyttötapoihin. Rullaindemosta tunnistettujen vaarojen osatekijöitä, vakavuutta ja esiintymistodennäköisyyttä, arvioitiin

koneen toiminnasta ja rakenteesta kerättyjen tietojen avulla huomioiden koneen käytön ja suunnitellun käytön mahdolliset vaikutukset riskien suuruuteen.

Useiden vaarojen esiintymistodennäköisyyttä pienentävänä seikkana pidettiin koneen tyypillisen käyttäjän suorittamaa työtehtävää, joka ei vaadi itse koneelle tehtäviä fyysisiä toimenpiteitä. Useiden mekaanisten vaarojen toteutuminen johtuisi siis todennäköisesti käyttäjän toiminnasta, jota ei ole työtehtäviä suunnitellessa tarkoitettu tehtäväksi, sekä turvalaitteiden tunnistetuista ongelmista. Pienentävänä tekijänä useiden mekaanisten vaarojen kohdalla pidettiin myös olemassa olevien suojausteknisten ratkaisujen riittävyyttä koneen normaalin toiminnan sekä tarkoitetun käytön aikana.

Paineilmajarrujen riittävyyden ja tehokkuuden arviointi osoittautui mahdottomaksi, sillä ne eivät toimineet. Lisäksi huomattiin, että käyttäjän on muistettava kytkeä paineilmajarruille paine manuaalisesti liittimestä, joka on koneen takana. Konetta on siis mahdollista ajaa siten, että esimerkiksi hätäpysäytyksessä ja normaalissa ajossa tapahtuvan jarrutuksen aikana tarvittavat jarrut eivät ole toiminnassa.

Turvaverkkojen silmäkokoja, rungon aukkojen kokoa ja metallisten pääsyä estävien puolien väliin jääviä aukkoja ja niiden riittävyyttä pääsyn estämisessä ja huollon mahdollistamisessa arvioitiin mm. standardien SFS-EN 547-1, 547-2 ja 547-3 avulla. Mainitut standardit käsittelevät ihmisen, kulkuaukkojen ja työskentelyaukkojen mittoja.

6.5 Ehdotetut toimenpiteet

Rullaindemon riskien arvioinnin lopputuloksena tuotettiin joukko ehdotuksia riskien pienentämiseksi ja suojausteknisten ominaisuuksien parantamiseksi.

Koneen muovisia suojalevyjä suositeltiin vahvistettavaksi metallisin tuin, jotta ne eivät antaisi periksi niin pienelle voimankäytölle ja pysyisivät paremmin urissaan. Liukuvien suojaovien turvakytkimiä ehdotettiin korvattavaksi lukittavilla malleilla.

Koneen takana olevien muovisuojusten kiinnikkeitä suositeltiin vaihdettaviksi muovisista nippusiteistä metallisiin kiinnikkeisiin.

Paineilmajarrut suositeltiin korjattavaksi. Lisäksi suositeltiin, että paineilmajarrujen kunnollinen toiminta ja tehokas jarrutus varmistetaan niiden korjauksen jälkeen.

Lopuksi ehdotin, että koneeseen tai käyttöpaneeliin lisätään opaste, joka muistuttaa käyttäjää kytkemään paineen paineilmajarruihin.

Sähköiskun vaaraan pienentämiseksi ehdotin, että avoin linjakäytön ovi suljetaan, kunhan ohjauspaneeli on otettu kaapin ulkopuolelle.

Lämmöstä ja muista merkittävistä vaaroista kehotin antamaan varoituksen tehtävänannon aikana.

Jotkin vaarat, kuten puristumisen rungon ja pyörivien osien väliin olivat niin epätodennäköisiä, ettei riskiä pienentäviä toimenpiteitä nähty tarpeellisiksi. Muutamien muiden vaarojen, kuten käden tai sormen puristuminen paineilmajarrujen, tai jarrun ja jarrulevyn väliin, totesin olevan niin epätodennäköistä ja seurauksiltaan vähäistä, ettei mitään toimenpiteitä tarvita. Paineilmajarrujen tapauksessa koneen rakenne tekee paineilmajarruihin koskemisen normaalin toiminnan aikana lähes mahdottomaksi ja hajauttamattoman paineilman poiston kohtalaisen hyvin hajautetuksi.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyö antoi minulle huomattavasti kattavamman kuvan koneturvallisuudesta, sen hallinnasta ja riskien arviointiprosessista. Erityisesti selkeytyivät turvallisuuteen liittyvät standardit, lainsäädäntö ja käsitteet. Jos tekisin tämän työn uudelleen nyt omaamillani tiedoilla ja kokemuksilla, se olisi huomattavan erilainen kaiken oppimani ansiosta.

Opinnäytetyössä kävin läpi työ- ja koneturvallisuuteen liittyvää lainsäädäntöä sekä riskien arviointiin liittyviä standardeja ja säädöksiä. Näiden asiakirjojen avulla selvitin koneen riskien arviointiin sopivan menetelmän ja prosessin, jota lopuksi käytin rullaindemon riksien arvioinnissa. Yhteistyö AEL:n kanssa sujui mielestäni hyvin ja ongelmien tai lisäselvitystarpeen ilmaantuessa tapaamisia ja testejä oli helppo järjestää tilanteen niin vaatiessa.

Lopputuloksena tuotin dokumentin, jossa listattiin koneesta tunnistetut vaaratekijät ja vaarat, jotka voivat mahdollisesti johtaa onnettomuuteen huomioiden mahdollisen opetuskäytön. Lisäksi dokumentissa käsiteltiin vaarojen merkitystä ja ehdotettiin toimenpiteitä suurimpien vaarojen riskin pienentämiseksi.

Lähteet

- 1 Työturvallisuuslaki. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>> 23.8.2002. Luettu 22.10.2015.
- 2 CE-merkintä: tuote vastaa vaatimuksia. <http://ec.europa.eu/finland/news/press/101/10779_fi.htm> 22.12.2011. Luettu 25.10.2015.
- 3 Laki CE-merkintärikkomuksesta. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100187>> 19.3.2010. Luettu 25.10.2015.
- 4 CE-merkin esimerkki. <http://ec.europa.eu/enterprise/images/ce_mark_big.gif> Luettu 25.10.2015.
- 5 SFS-EN ISO 12100. Koneturvallisuus. 2010.
- 6 SFS-ISO/TR 14121-2. 2. painos.
- 7 CE-merkintä. <http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/ce-merkinta> Luettu 16.11.2015.
- 8 400/2008. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400>> 12.6.2015. Luettu 16.11.2015.
- 9 Melu. Tietoa melusta, sen rajoista sekä vaikutuksista. Ohjeita melun mittauksesta ja torjunnasta. <<http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/sivut/default.aspx>> 5.3.2015. Luettu 18.11.2015.

Riskien arvioinnissa tunnistetut vaarat

2. Vaarojen tunnistaminen

Koneesta on käytössä olevien lähtötietojen perusteella tunnistettu seuraavat vaarat.

2.1.Mekaaniset vaarat

1. Puristuminen koneen osien väliin odottamattoman käynnistymisen johdosta.
2. Raajojen tai vaatteiden tarttuminen koneen pyöriviin osiin.
3. Matreiaalirullan lentäminen ulos koneesta.
4. Materiaalin repeämisestä johtuvat vammat tai ruhjeet.
5. Sormen tai käden jääminen paineilmajarrun väliin.
6. Ruhjeet tai palovammat koneen liikkuviin osiin koskemisen johdosta.

2.2.Sähkön vaarat

1. Sähköiskun vaara, joka johtuu paljaista jännitteellisistä osista.
2. Viallisen sähkölaitteen synnyttämä palovaara.

2.3.Paineilman vaarat

1. Paineilmajarrun poistoilman hajautus.
2. Paineilmajarrun ilmaletkun hankautuminen pyörivää materiaalirullaa vasten.

2.4.Lämpötilan vaarat

1. Palovammat moottorien kuumenemisen johdosta.
2. Palovammat kuumista laakereista.

2.5.Työympäristö

1. Kompastumisvaara johtoihin ynnä muihin lattiatasossa oleviin esineisiin.
2. Koneen päällä olevien irtonaisten kappaleiden putoaminen.

2.6.Nykyisten turvatoimien ongelmat

1. Koneen edessä ja sivuilla olevat muoviset liukuovet ovat taipuisia.
2. Muovisia ovia ei ole lukittu paikoilleen koneen ajon aikana.
3. Materiaalirullien paineilmatoimiset levyjarrut eivät toimi.
4. Hidas hätäpysäytys.

5. Muovisuojat jotka estävät pääsyn moottoreiden akseleihin on kiinnitetty suojaverkkoon muovisin nippusitein.

2.7.Koneen mahdolliset toimintatilat

1. Normaali toiminta, jonka aikana suoritetaan harjoitustyö tarkoitetulla tavalla.

Kone toimii normaalisti, ilman vikatilanteita.

2. Koneen moottorin- tai moottoreiden tehonsyötön vika tai hajoaminen.

Vika yhdessä tai useammassa moottorissa, linjakäytössä tai sähkösaannissa.

3. Rullan jumiutuminen tai viallinen laakeri.

Rullan jumiutuminen on epätodennäköistä, vaatii kappaleen kiillautumisen rungon ja rullan väliin. Laakereiden viat korjattava niiden ilmaannuttua.

Laakereissa on kuntoa tarkkailevat anturit.

4. Rullattavan materiaalin katkeaminen kulumisen tai liiallisen kireyden johdosta.

Materiaalin katkeaminen estää koneen kireyssäädön käytön. Vaaran aiheutuminen käyttäjälle on suojamuovien ja -verkojen ansiosta epätodennäköistä.

Koneen ollessa poissa käytöstä, materiaali rullataan siten, ettei siihen kohdistu vetoa.

3. Riskin suuruuden arviointi

Riskien suuruuden arvioinnissa on otettu huomioon kohdissa 2.6. ja 2.7. mainitut seikat.

Todennäköisyyttä arvioitaessa on huomioitu koneen nykyiset turvalaitteet.

3.1.Mekaaniset vaarat

1. Puristuminen koneen osien väliin odottamattoman käynnistymisen johdosta.

Koneen sisälle pääsy on estetty kohtalaisesti. Koneen rakenne estää koneeseen kiipeämisen.

Esimerkiksi käsi mahtuu kuitenkin koneen sisälle, jolloin sen on mahdollista jäädä puristuksiin pyörivän rullan ja rungon väliin. Koneen sisälle ei tarvitse koskea tai päästä normaalin toiminnan aikana.

Odottamaton käynnistyminen on riski lähinnä huollon aikana.

Kone ei tarvitse usein toistuvaa tai jatkuvaa huoltoa. Koneetta ei voi käynnistää mikäli kaikki turvaovet eivät ole kiinni.

2. Raajojen tai vaatteiden tarttuminen koneen pyöriviin osiin.

Koneen pyöriviin osiin on mahdollista koskea taivuttamalla käsivoimin suojalevyjä. Raajan takertuminen liikkuviin osiin on niiden muodon johdosta epätodennäköistä. Esimerkiksi pitkähihaisen paidan hiha, tai vaatteista roikkuvat nauhat voivat jäädä materiaalin ja rullien väliin, tai kiertyä moottorin akseliin. Nykyiset turvatoimet huomioon ottaen, tämä ei voi tapahtua vahingossa. Koska koneen sisälle ei normaalissa toiminnassa ole tarvetta koskea, vammojen aiheutuminen tämän seurauksena on erittäin epätodennäköistä.

3. Matreiaalirullan lentäminen ulos koneesta.

Koneetta ympäröivä tukeva metallinen runko, sekä rullien rakenne että suojalevyt ja -verkot, tekevät tästä erittäin epätodennäköistä. Vammojen aiheutuminen on erittäin epätodennäköistä.

4. Materiaalin repeämisestä johtuvat vammat tai ruhjeet.

Materiaalin repeämisestä johtuvat vammat ovat nykyisten turvalaitteiden johdosta erittäin epätodennäköisiä.

5. Sormen tai käden jääminen paineilmajarrun väliin.

Nykyisten turvalaitteiden johdosta erittäin epätodennäköistä. Mahdollista lähinnä huollon yhteydessä, mikäli konetta huolletaan poistamatta painetta. Normaalisti jarruissa on paine vain käytön aikana.

6. Ruhjeet tai palovammat koneen liikkuviin osiin koskemisen johdosta.

Koska suojalevyjä on mahdollista taivuttaa, sekä ovien lukitsemattomuuden että hitaan hätäpysäytyksen johdosta, materiaalirulliin on mahdollista koskea niiden pyöriessä. Kosketus ei kuitenkaan ole mahdollinen vahingossa. Koneeseen ei tarvitse koskea normaalin toiminnan aikana. Vammat ovat siis epätodennäköisiä.

3.2.Sähkön vaarat

1. Sähköiskun vaara joka johtuu paljaista jännitteellisistä osista.

Koneen käytön aikana yksi linjakäytön kaapeista on auki. Kaapin sisältöön ei kuitenkaan tarvitse koskea. Ottaen huomioon koneen käyttäjäkunnan, sähköiskun vaara vaikuttaa vähäiseltä.

2. Viallisen sähkölaitteen synnyttämä palovaara.

Tilassa ei ole palovaroitinta. Koneessa ei moottoreiden lisäksi ole juurikaan sähkölaitteita. Koneen välittömässä läheisyydessä ei ole herkästi syttyvää materiaalia. Jos kone ei ole käytössä, siinä ei ole jännitettä. Kone ei tyypillisesti ole käynnissä valvomatta. Palovaaran riski vaikuttaa siis erittäin pieneltä. Vakavien vammojen syntyminen tulipalon seurauksena vaikuttaa myös vähäiseltä.

3.3.Paineilman vaarat

1. Paineilmajarrun poistoilman hajautus.

Paineilmajarrun venttiilin poistoilman suihku suuntautuu hajauttamattomana koneen sisälle jarrulevyä vasten. Suunta on siis pois päin suojaverkosta. Ottaen huomioon etäisyys verkosta jarrulevyyn, vammojen tai terveyshaittojen riski on erittäin pieni.

2. Paineilmajarrun ilmaletkun hankautuminen pyörivää materiaalirullaa vasten.

Letkussa ei ole sen asennustavasta johtuen juurikaan liikkumavaraa. Kosketus noin viiden sentin päässä olevaan jarrulevyyn on siis melko epätodennäköinen.

3.4.Lämpötilan vaarat

1. Palovammat moottorien kuumenemisen johdosta.

Kyseisistä moottoreista ei löytynyt tarkkoja tietoja. Saman kokoluokan ja saman lämpöluokan pienten oikosulkumoottoreiden sallittu suurin lämpenemä on 90 astetta. Moottoreita ei kuitenkaan ajeta täydellä nopeudella ja niiden yhtäjaksoinen ajoaika on lyhyt. Tästä syystä moottorin kuumeneminen vaarallisen korkeisiin lämpötiloihin on epätodennäköistä. Koneen moottoreihin tai niiden lähelle ei ole myöskään tarvetta mennä normaalin toiminnan aikana. Noin kämmenen kokoisen pinnallisen palovamman aiheutumisen on mahdollista. Syvät tai kämmentä suuremmat palovammat ovat epätodennäköisiä.

Rullaindemon riskien arviointi 8/9

2. Palovammat kuumista laakereista.

Laakereiden lämpötila voi ajon aikana nousta riittävän korkeaksi palovamman aiheuttamiseen kosketuksessa. Lyhyet koneen ajoajat ja nykyiset koneen suojarusteet kuitenkin tekevät vamman aiheutumisesta epätodennäköistä. Laakeriin ei pääse koskemaan vahingossa ja koneen sisälle ei tarvitse päästä käsiksi normaalissa toiminnassa.

3.5. Työympäristö

1. Kompastumisvaara johtoihin yms. lattiatasossa oleviin esineisiin.

Koneen taakse mentäessä on astuttava lievästi kumarassa asennossa metallisen palkin yli joka liittyy koneen runkoon. Koneen taakse ei ole tarvetta mennä normaalin toiminnan aikana, eikä metallinen palkki ole tiellä koneen ohi kuljettaessa. Linjakäyttöön kytkeytyvä AOS -ohjauspaneeli on normaalissa toiminnassa irrallaan pöydän päällä. Ohjauspaneelista kulkee johto avoimena olevaan linjakäytön kaappiin. Ohjauspaneelin johtoon kompastuminen on mahdollista.

2. Koneen päällä olevien irtonaisten kappaleiden putoaminen.

Koneen päälle on asetettu esille muutama aukileikattu moottori. Kone on kiinnitetty tukevasti lattiaan, eli koneen heilahtelu tai voimakas värinä on epätodennäköistä.

3.6. Nykyisten turvatoimien ongelmat

1. Koneen edessä ja sivuilla olevat muoviset liukuovet ovat taipuisia.

Niitä on erittäin helppo taivuttaa siten, että koneen liikkuviin osiin on mahdollista koskea koneen ollessa käynnissä. Ovet on mahdollista taivuttaa irti, mutta se johtaa hätäpysäytykseen.

2. Muovisia ovia ei ole lukittu paikoilleen koneen ajon aikana.

Ovet on mahdollista avata vetämällä koneen ollessa ajossa. Johtaa hätäpysäytykseen. Mahdollistaa koskemisen koneen liikkuviin osiin.

3. Materiaalirullien paineilmatoimiset levyjarrut eivät toimi.

Jarrut eivät toimi esimerkiksi hätäpysäytyksessä. Tämä johtaa siihen että koneen hätäpysäytys kestää huomattavan pitkään, ja aiheuttaa rullattavan materiaalin kertymiseen koneen alle. Kun materiaalia kertyy rullien alle tarpeeksi, se valuu pohjan suojamuovien välistä lattialle.

4. Hidas hätäpysäytys.

Hätäpysäytyksen hitaus johtuu jarrujen toimimattomuudesta. Hätäpysäytyksestä koneen pysähtymiseen kestää tarpeettoman kauan.

5. Muovisuojat jotka estävät pääsyn moottoreiden akseleihin on kiinnitetty suojaverkkoon muovisin nippusitein.

Muoviset nippusiteet eivät välttämättä kestä iskua tai osumaa akselistä, vaan saattavat katketa.

4. Riskin merkityksen arviointi

Koneen riskejä on mahdollista pienentää rajaamalla harjoitustehtävät selvästi, sekä varoittamalla koneen merkittävistä riskeistä ja kompastumisvaarasta ennen harjoitustehtävän aloittamista.

4.1. Merkittävät riskit ja ehdotukset niiden pienentämiseksi

1. Sähköiskun vaara joka johtuu paljaista jännitteellisistä osista.

Suljetaan linjakäytön ovi mikäli mahdollista, tai varoitetaan sähköiskun vaarasta.

2. Palovammat moottorien tai laakereiden kuumenemisen johdosta.

Varoitetaan mahdollisesti kuumista moottoreista ja laakereista ennen harjoitustehtävää.

3. Taipuisat suojaovet.

Vahvistetaan koneen vielä vahvistamattomia suojaovia metallisilla tuilla tai verkoilla, jotka kiinnitetään muovisuojiin.

4. Heikosti kiinnitetyt moottoreiden akseleiden muovisuojat.

Korvataan muoviset nippusiteet metallisilla nippusiteillä, tai muilla vahvoilla kiinnikkeillä.

5. Paineilmajarrut

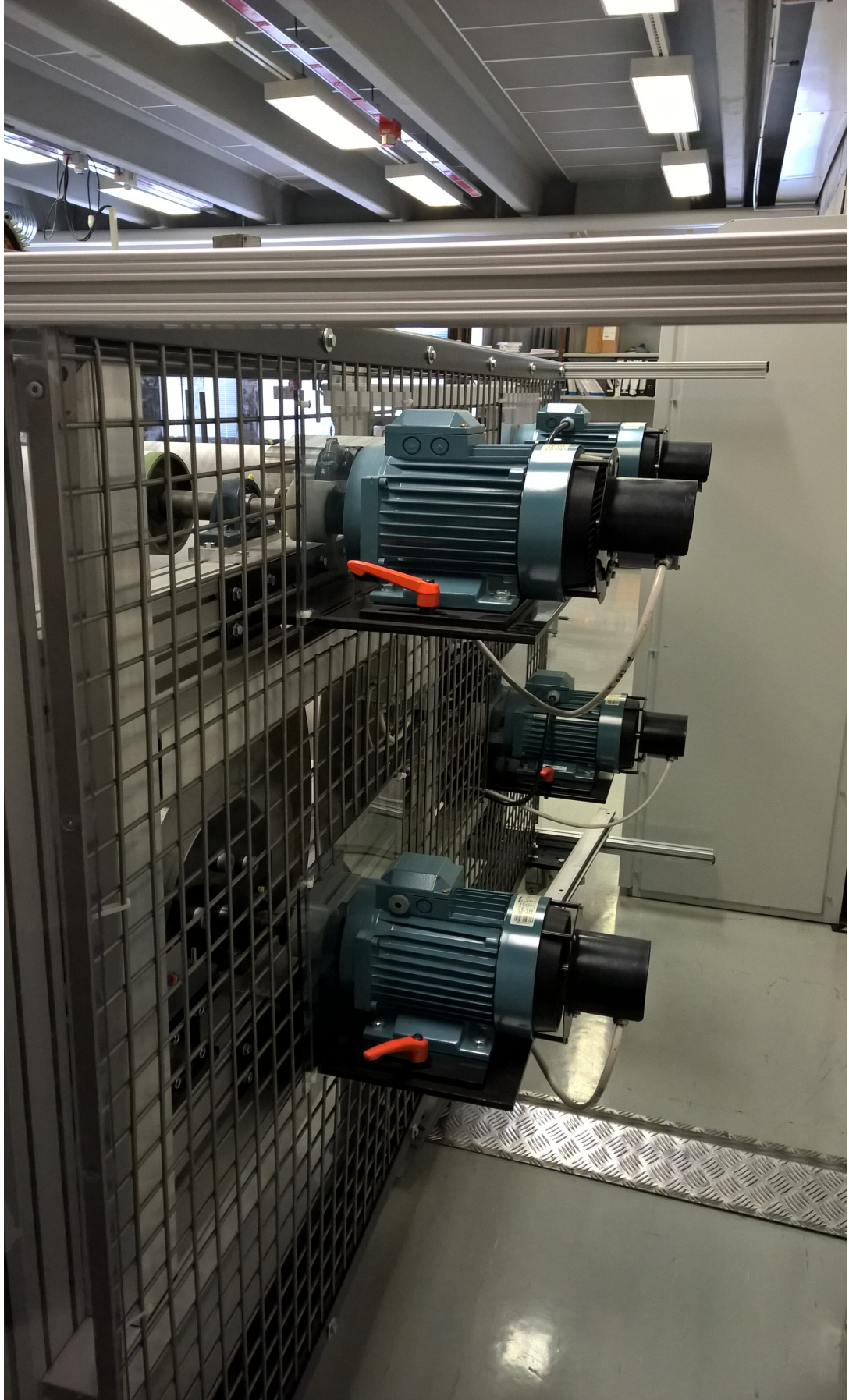
Selvitetään miksi paineilmajarrut eivät toimi ja korjataan ne. Varmistettava että paineilmajarrut toimivat kunnolla ja jarruttavat tehokkaasti koneen hätäpysäytyksen aikana.

Lisätään opaste joka muistuttaa käyttäjää kytkemään paineen jarruihin.

6. Muovisia ovia ei ole lukittu paikoilleen koneen ajon aikana.

Korvataan ovikytkimet lukittavilla malleilla.

Rullaindemon tausta



Paineilmajarru

