

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät ja Tuotantotalous
Mirva Ylä-Soininmäki

Opinnäytetyö

Toimintamallin luominen riskin arvioinnin tekemiseen

Työn ohjaaja:

Diplomi-insinööri Pauliina Paukkala

Työn tilaaja:

Autonomics Avoin yhtiö, valvojana Jani Kettunen

Tampere 06/2011

Tekijä	Ylä-Soininmäki, Mirva
Työn nimi	Toimintamallin luominen riskien arvioinnin tekemiseen
Sivumäärä	43
Valmistumisaika	06/2011
Työn ohjaaja	Diplomi-insinööri Paukkala, Pauliina
Työn teettäjä	Autonomics Avoin yhtiö

TIIVISTELMÄ

Työssä oli tarkoitus selvittää sen teettäjälle, miten konedirektiivin mukainen riskien arviointi tehdään sekä mitä aiheeseen liittyviä ohjelmistoja on saatavilla. Työ tehtiin, koska yrityksellä oli tarve saada toimintamalli riskien arvioinnin tekemiseen sekä eri ohjelmistovaihtoehtojen kartoittamiseen. Riskien arviointia varten tietoja kerättiin konedirektiivistä, standardeista sekä ohjekirjoista. Saatavilla olevien ohjelmistojen tiedot kerättiin internetistä.

Tulokseksi saatiin erilaisia menetelmiä, joilla riskien arviointi voitiin tehdä. Menetelmistä valittiin työn teettäjän käyttöön soveltuva vaihtoehto, jonka perusteella luotiin lomakepohjat vaarojen tunnistamiseen ja riskien arviointiin. Riskien arviointi toteutettiin asiakasyrityksessä makasiinimanipulaattorille kyseisiä lomakepohjia käyttäen. Ohjelmistotarjonta oli vähäistä, minkä vuoksi keskityttiin Sistema-ohjelmistotyökalun toimintaperiaatteisiin.

Tietoja kerättiin eri lähteistä, ja niitä verrattiin toisiinsa. Yleisesti käytössä olevat menetelmät riskien arviointiin olivat melko samanlaisia, mutta käytettävyydeltään ne vaihtelivat helposta vaikeaan ja sisällöltään yksinkertaisista yksityiskohtaisiin. Yrityksen tarpeet huomioon ottaen eri vaihtoehtoista valittiin helposti käytettävät toimintamallit ja laadittiin lomakepohjat, joita yritys voi hyödyntää myöhemmissä projekteissa sekä tarvittaessa muokata niitä käyttötarkoituksen mukaan. Tässä työssä saatuja tietoja ja nettelytapoja voi hyödyntää myös muissa vastaavanlaisissa koneiden riskien arvioinneissa.

Writer	Ylä-Soininmäki, Mirva
Thesis	Creating operations model to a risk assessment
Pages	43
Graduation time	6/2011
Thesis Supervisor	M.Sc., Paukkala, Pauliina
Commissioned by	Autonomics General Partnership

ABSTRACT

The aim of this work was to find out how the risk assessment by Machinery Directive 2006/42/EC is done and what related software is available. The information was collected from the machinery directive, standards and guidebooks. Software information was collected from the Internet.

The results were different processes by which risk assessment can be done. An appropriate option by which was created forms to chart dangers and risk assessments was chosen. The risk assessment was carried out to a magazine manipulator by using created forms. The supply of software was weak and that is why were concentrated to a Sistema software tool.

The information was collected from different sources and compared with each other. Generally used methods to a risk assessment were similar but availability ranges from easy to difficult and contents from simply to detailed. Considering the needs of company from different alternatives an easily used operations model was chosen and forms which the company can use in later projects were prepared. These can be edited when needed. The information and manner of proceeding discovered in this work can be utilizes another corresponding risk assessments.

Esipuhe

Kiitän tutkintotyöni aiheen antaneita Jani Kettusta Autonomics Avoin yhtiöstä ja Raimo Hautalaa Ylöjärven Insinööritoimisto Oy:stä. Kiitän myös ohjaajaani Pauliina Paukkaa Tampereen ammattikorkeakoulusta sekä työtovereitani VTT Expert Services Oy:stä saamistani neuvoista ja opastuksesta.

Kiitän myös perhettäni tuesta ja kannustuksesta.

Ylöjärvellä kesäkuussa 2011.

Mirva Ylä-Soininmäki

Sisällysluettelo

1	Johdanto	7
2	Kokoonpanosolun toiminta	8
3	Koneiden turvallisuus.....	9
3.1	Konedirektiivi ja yhdenmukaistetut standardit	9
3.2	Konedirektiivin turvallisuusperiaatteet	10
4	Riskin arviointi.....	12
4.1	Koneen raja-arvojen määrittely.....	15
4.2	Vaaratekijöiden tunnistaminen.....	15
4.3	Riskit	16
4.4	Riskin suuruuden arviointi	17
4.4.1	Riskin seurausten vakavuuden luokittelu.....	18
4.4.2	Seurausten toteutumisen todennäköisyys.....	20
4.5	Riskin merkityksen arviointi eli hyväksyttävyyys	21
4.6	Riskien arvioinnin dokumentointi.....	23
5	Riskin arviointi yrityksen suunnitteleuille ja valmistamille koneille.....	25
5.1	Koneen raja-arvot.....	25
5.2	Koneen vaarojen tunnistaminen.....	25
5.3	Koneen riskien suuruuden ja merkittävyyden arviointi	30
5.4	Dokumentointi	32
6	Ohjelmistotarjonta.....	33
6.1	Ohjelmiston toimintaperiaatteet ja käytön edut	33
6.2	Sistema –ohjelmiston käyttö työn tilaajan toiminnassa	33
7	Loppupäätelmät.....	34
	Lähteet.....	35
	Liitteet	36

Termit

kone	toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmä, jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja jossa tarvittavat koneen toimilaitteet sekä ohjaus- ja energiasyöttöpiirit, ja joka on kokoonpantu tiettyjä toimintoja, kuten materiaalin työstöä, käsittelyä, siirtämistä ja pakkaamista varten /3/
vaara	vahingon mahdollinen lähde /3/
riski	vahingon todennäköisyyden ja kyseisen vahingon yhdistelmä /3/
riskin suuruuden arviointi	vahingon todennäköisen vakavuuden ja sen esiintymistodennäköisyyden määrittäminen /3/
riskianalyysi	koneen raja-arvojen määrittelyn, vaaran tunnistamisen ja riskin suuruuden arvioinnin muodostama kokonaisuus /3/
riskin merkityksen arviointi	riskianalyysin perusteella tehtävä päätös siitä, onko riskin pienentämisen tavoitteet saavutettu/3/
riskin arviointi	riskianalyysin ja riskin merkityksen arvioinnin käsittävä kokonaisprosessi /3/
jäännösriski	suojaustoimenpiteiden toteuttamisen jälkeen jäljelle jäävä riski /3/

1 Johdanto

Työn tilaajana oli Autonomics Avoin yhtiö, joka on perustettu vuonna 1999. Autonomicsin toimialaa on sähkö- ja automaatioprojektit, palvelut ja hajautetun automaation tuotteet. Sen toiminta kattaa suunnittelun, projektionnin valmistuksen, asennuksen sekä käyttöönoton ja huollon ja koulutuksen.

Työn tavoitteena oli luoda yritykselle toimintamalli, miten konedirektiivin mukainen riskien arviointi tehdään, sekä selvittää, mitä aiheeseen liittyviä ohjelmistoja on saatavilla. Luodun toimintamallin mukaan tehtiin riskien arviointi Ylöjärven Insinööritoimisto Oy:n suunnitteleman ja valmistaman makasiinimanipulaattorille, joka oli osana kokoonpanosolua. Riskien arviointia tullaan hyödyntämään koko kokoonpanosolun riskien arviointia tehdessä, jota ei tämän työn puitteissa ehditty toteuttamaan.

2 Kokoonpanosolun toiminta

Kokoonpanosolulla valmistetaan jäähdystelementtejä. Solu koostuu kuudesta eri laitteesta (makasiinimanipulaattorista, kahdesta kuljettimesta, epäkeskopuristimesta, robotista sekä hydraulikkapuristimesta), joiden eri työvaiheissa alumiiniprofiilista valmistuu jäähdystelementti.

Makasiinimanipulaattori on pysty- ja vaakasuuntiin liikkuva laite, joka tarttuu alumini-aihioon paineilmalla toimivilla imukupeilla, jotka on sijoitettu laitteen edessä olevaan makasiiniin. Imukupit nostavat aihion rullakuljettimelle, joka siirtää aihion epäkeskopuristimelle. Epäkeskopuristin katkaisee aihion oikean mittaisiksi palasiksi, jotka liitetään työkalussa yhteen jäähdytysprofiiliksi. Tämän jälkeen solussa toimiva robotti tarttuu profiiliin ja siirtää sen hydraulikalla toimivaan puristimeen. Puristin painaa jäähdytysprofiilin lopulliseen muotoonsa, minkä jälkeen robotti nostaa tuotteen hihnakuljettimelle, joka siirtää sen ulos solusta jatkokäsittelyyn.

3 Koneiden turvallisuus

3.1 Konedirektiivi ja yhdenmukaistetut standardit

EU:n konedirektiivissä (2006/42/EY), joka on toimeenpantu Suomessa 12.6.2008 annetulla valtioneuvoston asetuksella VNa 400/2008 koneiden turvallisuudesta, esitetään koneiden turvallisuuden perusvaatimukset. Direktiiviä on sovellettava 29.12.2009 alkaen. Konedirektiivin vaatimuksia tarkennetaan yhdenmukaistetuilla standardeilla, jotka ovat voimassa vain tietyn ajan, yleensä viisi vuotta. Standardien voimassa olon ja niihin mahdollisesti liittyviä valmisteluja voi tarkistaa standardoimisjärjestöjen tietokannoista Internetin kautta, esim. www.sfs.fi tai www.metsta.fi tai www.sesko.fi. /5/

Standardityypit:

A-tyypin standardit (turvallisuuden perusstandardit) ovat yleisiä, kaikkia koneita koskevia standardeja, jotka esittävät perusteet, suunnitteluperiaatteet ja yleiset näkökohdat. A-tyypin standardeja ovat muun muassa:

- SFS-EN ISO 12100-1 Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet.
Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät
- SFS-EN ISO 12100-2 Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet.
Osa 2: Tekniset periaatteet ja spesifikaatiot
- SFS-EN ISO 14121-1 Koneturvallisuus. Riskin arvioinnin periaatteet. /5/

Tämän työn aikana edellä mainitut kolme standardia on yhdistetty SFS-EN ISO 12100:2010-standardiksi, joka on vahvistettu joulukuussa 2010. Aikaisemmin mainittuja kolmea standardia voidaan noudattaa 30.11.2013 saakka. /9/

B-tyypin standardit (turvallisuuden ryhmästandardit) käsittelevät yhtä turvallisuusnäkökohtaa tai yhtä sellaista suojausteknistä laitetta, jota voidaan käyttää useissa koneryhmissä:

- B1-tyypin standardit koskevat tiettyjä yksittäisiä turvallisuusnäkökohtia (esim. turvetaäisyydet, pintalämpötila, melu).

- B2-tyyppin standardit koskevat suojausteknisiä laitteita (esim. kaksinkäsinhallintalaitteet, koneen toimintaan kytkentälaitteet, kosketuksen tunnistavat laitteet, suojuksset)./4/

C-tyyppin standardit (konekohtaiset turvallisuusstandardit) käsittelevät tietyn koneen tai koneryhmän yksityiskohtaisia turvallisuusvaatimuksia. /5/

3.2 Konedirektiivin turvallisuusperiaatteet

Konedirektiivin kohdassa 1.1.2 on määritelty turvallistamisen periaatteet, jotka on esitetty seuraavasti:

- a) Kone on suunniteltava ja rakennettava niin, että se soveltuu tarkoitukseensa ja sitä voidaan käyttää, säätää ja huoltaa henkilöitä vaarantamatta silloin, kun nämä toimet tehdään tarkoitetulla tavalla, mutta ottaen huomioon myös sen kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö.
Toteuttavien toimenpiteiden tarkoituksena on oltava riskin poistaminen koneen koko ennakoitavana käyttöaikana, mukaan lukien kuljetus-, kokoonpano-, purkamis-, käytöstäpoisto- ja romuttamisvaihe. /1/
- b) Valitessaan tarkoituksenmukaisimpia ratkaisuja valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on noudatettava seuraavia periaatteita seuraavassa järjestyksessä:
 - poistettava tai pienennättävä riskiä mahdollisimman paljon (itse koneen turvallisella suunnittelulla ja rakenteella)
 - toteutettava tarvittavat suojaustoimenpiteet sellaisten riskien osalta, joita ei voida poistaa
 - tiedotettava koneen käyttäjälle jäännösriskeistä, jotka johtuvat toteutettujen suojaustoimenpiteiden mahdollisista vajavaisuuksista, ilmoitettava, onko jokin erikoiskoulutus tarpeen, ja määriteltävä henkilön-suojainten tarve /1/
- c) Konetta suunniteltaessa ja rakennettaessa sekä sen käyttöohjeita laadittaessa valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on otettava huomioon sen tarkoitetun käytön lisäksi myös kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö.
Kone on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei sitä voida käyttää epätavallisella tavalla, jos tällaisesta käytöstä voi aiheutua riskejä.

Käyttöohjeissa on koneen käyttäjän huomio tarvittaessa kiinnitettävä sellaisiin käyttötapoihin, joiden on todettu olevan käytännössä mahdollisia ja joilla konetta ei saisi käyttää./1/

- d) Kone on suunniteltava ja rakennettava siten, että henkilösuojaimien välttämättömästä tai ennakoitavissa olevasta käytöstä johtuvat käyttäjää rajoittavat tekijät otetaan huomioon. /1/
- e) Koneen mukana on toimittava kaikki erikoislaitteet ja –varusteet, jotka ovat välttämättömiä, jotta konetta voidaan säätää, huoltaa ja käyttää turvallisesti. /1/

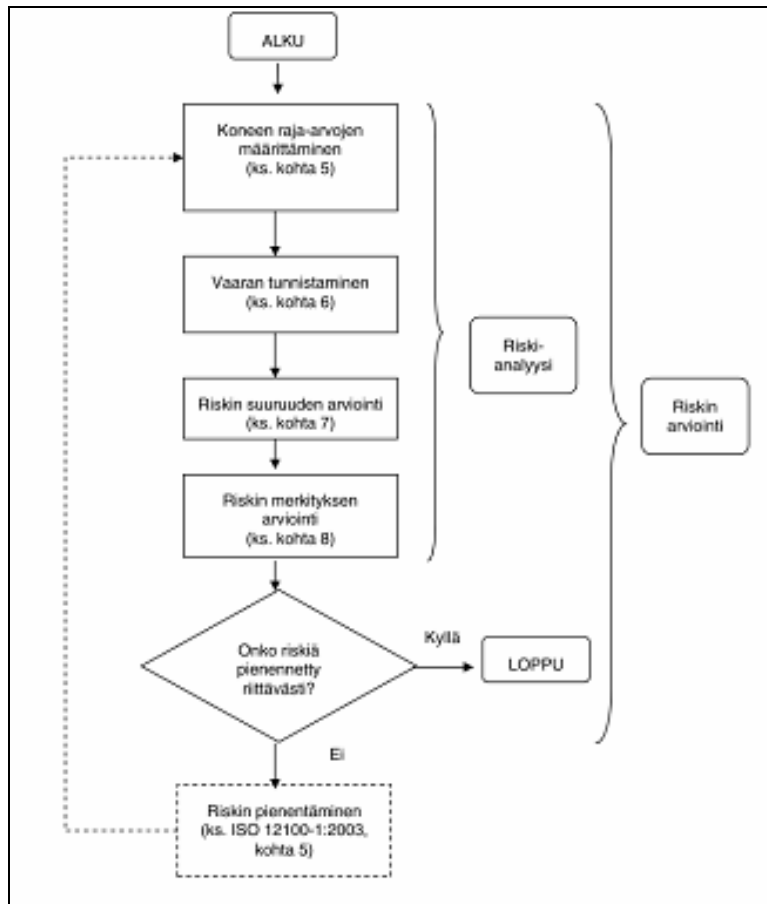
4 Riskin arviointi

Riskin arvioinnissa tunnistetaan mahdolliset vaaraa aiheuttavat koneen tai prosessin osat ja ominaisuudet sekä arvioidaan vaaraan liittyvän pahimman mahdollisen tapahtuman vahinkoa aiheuttavat seuraukset. Huomioon otettavia vaaratekijöitä ovat muun muassa terveyteen liittyvät vaarat, laitteiden normaali toiminta, käyttö sekä kunnossapito ja erilaisten vikaantumisten todennäköisyys. /5/

Koneturvallisuuden perusstandardissa SFS-EN ISO 12100-1 mukaan suunnittelijan on toteutettava seuraavat toimet seuraavassa järjestyksessä:

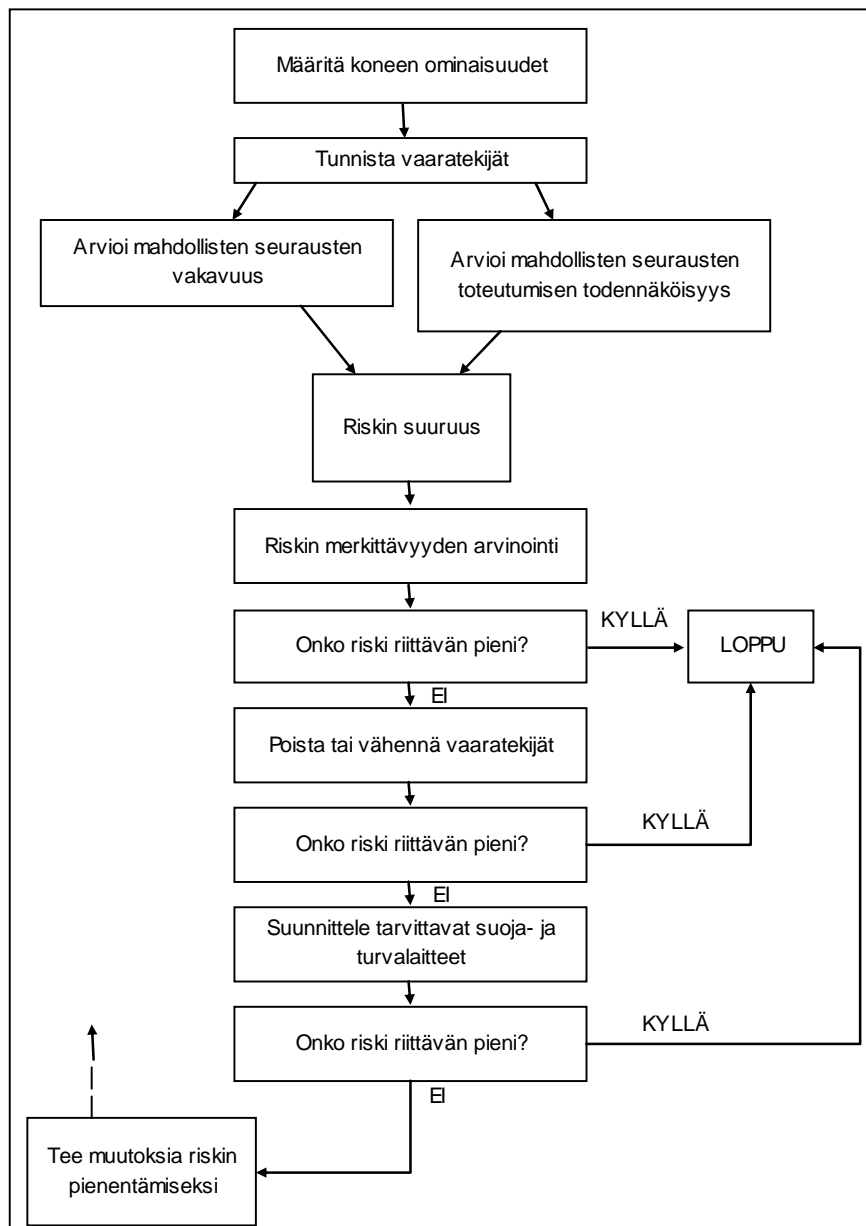
- koneen raja-arvojen ja tarkoitetun käytön määrittäminen
- vaarojen ja niihin liittyvien tilanteiden tunnistaminen
- riskin suuruuden arvioiminen kunkin tunnistetun vaaran ja vaaratilanteen osalta
- riskin merkityksen arvioiminen ja toimenpiteet riskin pienentämisen tarpeesta
- vaaran poistaminen tai pienentäminen suojaustoimenpiteiden avulla. /5/

Riskien arviointiin liittyy aina epävarmuustekijöitä ja ihmisten toimintaa, jotka hankaloittavat arvioinnin tekoa. Tämän vuoksi mahdollisimman oikeaan seurausten ja todennäköisyyden arvioon keskittymistä tärkeämpää on tunnistaa kaikki vaaratekijät ja käsitellä ne huolellisesti vaaratekijöiden poistamiseksi tai vähentämiseksi. Riskin arvioinnin prosessi on esitetty kuviossa 1. /5/



Kuvio 1: Riskin pienentämisen iteratiivinen prosessi /3/(14121-1)

Käytännössä riskin pienentäminen eli hallinta voidaan yhdistää riskin arviointi prosessiin kuviossa 2 esitetyllä tavalla.



Kuvio 2: Koneiden riskien hallinnan päävaiheet /5/

4.1 Koneen raja-arvojen määrittely

Koneen riskin arvioinnissa otetaan huomioon koneen ominaisuudet, käyttäminen sekä kaikki elinajan vaiheet (valmistus, kuljetus, käyttöönotto, käytöstä poisto, purku ja hävittäminen). /5/

Määrittelyyn kuuluu muun muassa seuraavat:

- koneen koko ja perustyyppi (kiinteä kone, liikkuva kone, nostava kone tai käsi-käyttöinen)
- automaatioaste ja ihmisten tehtävät konetta käytettäessä
- koneen koko ja massa sekä liikenopeudet ja liikealueet
- koneen käyttämät tai tuottamat aineet
- energialähteet (sähkö, paineilma, hydraulikka tai polttomoottori) ja niiden ominaisuudet (jännite, paine, teho)
- koneen synnyttämät päästöt ja energiat (esim. melu, säteily, liike-energia ja potentiaalienergia). /5, 7/

4.2 Vaaratekijöiden tunnistaminen

Riskejä arvioitaessa pyritään tunnistamaan kaikki mahdolliset vaaraa aiheuttavat tekijät. Tunnistamisessa voidaan käyttää apuna riskien arviointia koskevan standardin SFS-EN ISO 14121-1 liitteen A-luetteloa vaaratekijöistä, vaaratilanteista ja vaarallisista tapahtumista. /7/

Esimerkkejä tavallisesti käsiteltävistä asioista:

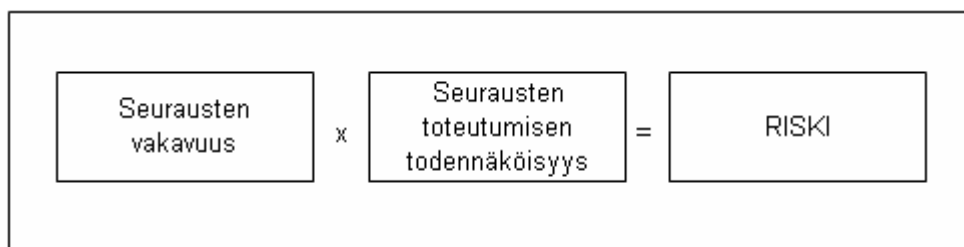
- Mekaaniset vaarat:
 - puristumisvaara
 - leikkautumis-, viilto- tai pistovaara
 - takertumisen, nieluun joutumisen tai loukkuun jäämisen vaara
 - iskuvaara
 - hankautumisesta aiheutuva vaara
 - korkeapaineisen nesteen tai kaasun suihkun aiheuttama vaara

- koneen osien tai käsiteltävien aineiden tai työkappaleiden sinkoutumisesta aiheutuva vaara
 - koneen tai koneen osien vakavuuden menettämisen (kaatumisen) vaara
 - koneeseen liittyvä liukastumisen, kompastumisen tai putoamisen vaara.
- Sähköstä aiheutuvat vaarat
 - Lämpötilasta aiheutuvat vaarat
 - Melun aiheuttamat vaarat
 - Säteilystä aiheutuvat vaarat
 - Koneiden käsittelemisestä, käyttämisestä tai päästämistä materiaaleista tai aineista aiheutuvat vaarat
 - Koneensuunnittelussa ergonomisten periaatteiden huomiotta jättämisestä aiheutuvat vaarat
 - Energiasyötön katkeamisesta, koneen osien rikkoutumisesta tai muista toimintahäiriöistä aiheutuvat vaarat
 - Turvallisuuteen liittyvien toimenpiteiden tai välineiden puuttumisesta tai virheellisestä sijoituksesta aiheutuvat vaarat
 - Vaaratekijöiden yhdistelmät. /7/

4.3 Riskit

Riski on yhdistelmä vaaratekijöistä aiheutuvien mahdollisten haitallisten seurausten vakavuudesta ja näiden tarkasteltavien seurausten toteutumisen todennäköisyydestä.

Kuviossa 3 on esitetty riskin määrittämisskaavio. /7/



Kuvio 3: Riskin määrittäminen /7/

Koneiden ja laitteiden pitkäaikaisin ja kestävin turvallisuus saavutetaan ainoastaan suunnittelemalla ne mahdollisimman turvallisiksi sekä varustamalla laitteet suojuksilla ja turvalaitteilla, jotka ovat ihmisten toiminnasta riippumattomia.

4.4 Riskin suuruuden arviointi

Riskien suuruuden arviointi perustuu mahdollisten seurausten vakavuuden ja toteutumisen todennäköisyyden määrittämiseen. Menetelmiä riskien luokitteluun on useampia, esimerkiksi englantilaisen standardin BS 8800 riskin suuruuden jako viiteen tasoon tai ohjelmoitavien automaattisten järjestelmien turvallisuutta koskeva standardi SFS-EN 61508-5, joka jakaa seuraukset neljään tasoon ja todennäköisyyden kuuteen tasoon riskitasojen ollessa neljä. /5, 7/

Taulukossa 1 on esitetty englantilaisen standardin BS 8800 mukainen riskitaulukko, joka on yksi eniten käytetyistä yksinkertaisista riskin suuruutta kuvaavista tavoista. /2/

Taulukko 1: Englantilainen standardin BS 8800 mukainen riskitaulukko/2/

	SEURAUKSET		
TODENNÄKÖISYYS	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	1 Merkityksetön riski	2a Vähäinen riski	3a Kohtalainen riski
Mahdollinen	2b Vähäinen riski	3b Kohtalainen riski	4a Merkittävä riski
Todennäköinen	3c Kohtalainen riski	4b Merkittävä riski	5 Sietämätön riski

Taulukossa 2 on esitetty ohjelmoitavien automaattisten järjestelmien turvallisuutta tarkastelevan standardin SFS-EN 61508-5 mukainen riskin suuruuden arvioiminen:

Taulukko 2: Ohjelmoitavien järjestelmien turvallisuusstandardi SFS-EN 61508-5 /5/

TODENNÄKÖISYYS	SEURAUKSET			
	Vähäiset	Kohtalaiset	Vakavat	Katastrofi
Äärimmäisen epätodennäköinen	Vähäinen riski	Vähäinen riski	Vähäinen riski	Vähäinen riski
Epätodennäköinen	Vähäinen riski	Vähäinen riski	Kohtalainen riski	Kohtalainen riski
Melko todennäköinen	Vähäinen riski	Kohtalainen riski	Kohtalainen riski	Merkittävä riski
Satunnainen	Kohtalainen riski	Kohtalainen riski	Merkittävä riski	Sietämätön riski
Mahdollinen	Kohtalainen riski	Merkittävä riski	Sietämätön riski	Sietämätön riski
Todennäköinen	Merkittävä riski	Sietämätön riski	Sietämätön riski	Sietämätön riski

4.4.1 Riskin seurausten vakavuuden luokittelu

Riskin seurausten vakavuuden luokittelussa käytetään erilaisia jaotteluja vakavuuden määrittämiseksi. Koneiden riskin arviointia käsittelevässä standardissa SFS-EN ISO 14121-1 vammojen tai terveyshaittojen vakavuus jaetaan kolmeen ryhmään:

- vähäiset (lieviä vaikutuksia, esim. nyrjähdykset, mustelmat, ohimenevät sairaudet ja epämukavuus)
- haitalliset (pitkäkestoisia vakavia vaikutuksia tai pysyviä lieviä haittoja, esim. murtumat, palovammat ja kuulovaurio)
- vakavat (pysyviä haitallisia vaikutuksia, esim. työkyvyttömyys, vakava työuupumus, työperäinen syöpä, astma tai kuolema). /6/

Muita jaotteluja on esimerkiksi seurausten vakavuuden jaottelu neljään tasoon, prosessiteollisuudessa käytetty ohjelmoitavien automaattisten järjestelmien turvallisuutta koskeva standardi SFS-EN 61508-5, joka ottaa huomioon vahingon laajuuden (kohdistuvatko seuraukset yhteen vai useampaan henkilöön) sekä seurausten jako yhteentoista tasoon välillä 1 ... 100. /5, 7/

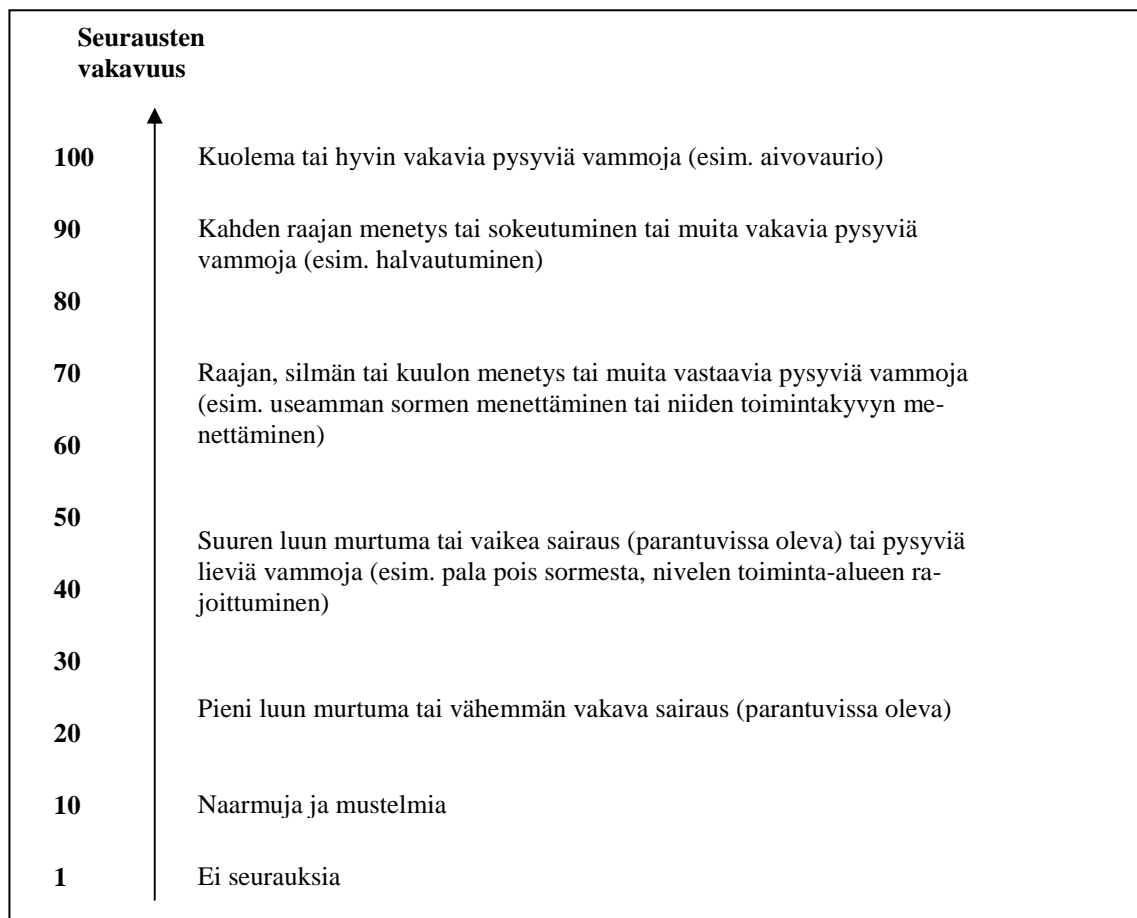
Seurausten vakavuuden jaottelu neljään tasoon:

- vähäisiä vammoja (haavoja, mustelmia)
- vakavia, lähes entiselleen palautuvia vammoja (esim. luunmurtumat)
- pysyviä vammoja (esim. sormen menetys tai kuulon heikkeneminen)
- kuolema, invaliditeetti tai aivovaurio. /7/

Ohjelmoitavien automaattisten järjestelmien turvallisuutta koskevan standardin SFS-EN 61508-5 mukainen jaottelu:

- vähäisiä vammoja
- vakavia pysyviä vammoja yhdelle tai useammalle henkilölle, yhden henkilön kuolema
- useiden henkilöiden kuolema
- hyvin paljon ihmisiä kuolee. /5/

Seurausten jako yhteentoista:



Kuvio 4: Seurausten jako yhteentoista tasoon välillä 1 ... 100 /5/

4.4.2 Seurausten toteutumisen todennäköisyys

Vaaratekijöistä aiheutuvien seurausten toteutumisen todennäköisyyden arvioiminen on hankalaa, ja eri ihmisillä on erilaisia arvioita. Arviointi olisi suositeltavaa tehdä ryhmätyönä, jossa ryhmän kokoonpano ei muutu arviointia tehdessä tulosten vertailukelpoisuuden vuoksi. Useimmiten riskin arvioijilla ja tapaturman syntymisen todennäköisyyttä arvioivilla henkilöillä ei ole kokemusta tai tarkkoja tietoja koneilla sattuvista tapaturmista, jolloin tukena tulisi käyttää Internetistä löytyviä tapaturmatietoja (www.tvl.fi, www.tyosuojelu.fi ja www2.tukes.fi/varo). /5, 7/

Koneella sattuvien tapaturmien seurausten todennäköisyyden arvioinnissa on otettava mm. seuraavia asioita huomioon:

- koneen käyttöikä
- koneen turvallisuuden ja suojauksen perusratkaisut
- onko tapaturman tai vaaran uhkan olemassaolo jatkuva tai satunnainen
- ihmisen toiminta
- vaaran havaittavuus
- vikaantumisen todennäköisyys ja vikojen vaikutukset. /5/

Todennäköisyyden arvioinnissa ja lukuarvojen/tasojen määrittämisessä luokittelu on tarpeellista riskien ja niiden vähentämisvaihtoehtojen vertailemiseksi. Määrittämiseen on olemassa erilaisia asteikkoja ja tasoja. Alla on esitetty esimerkkeinä todennäköisyyden luokittelua, josta ensimmäinen on melko yleisesti käytetty (esimerkissä todennäköisyys luokitellaan kolmeen tasoon). Seuraavissa esimerkeissä todennäköisyys on luokiteltu viiteen tasoon vika- ja vaikutusanalyysistandardin SFS-EN 60812 mukaisesti sekä riskien todennäköisyyden asteikko välillä 0,1...1. /5, 7/

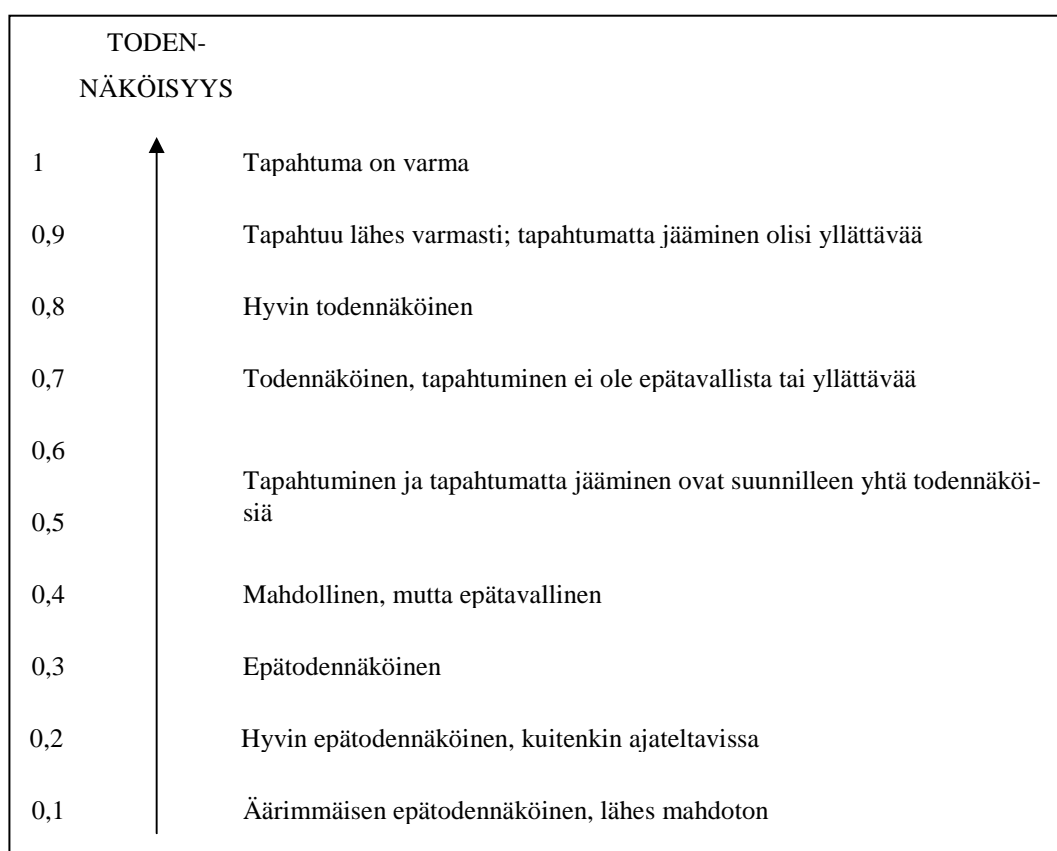
Yksinkertainen ja yleinen tapa todennäköisyyden kolmeen tasoon jaottelu:

- epätodennäköinen
- mahdollinen
- todennäköinen. /7/

Vika- ja vaikutusanalyysistandardin SFS-EN 60812 mukainen todennäköisyyden jakaminen viiteen tasoon:

- usein tapahtuva (frequent)
- todennäköinen (probable)
- satunnainen (occasional)
- epätodennäköinen (remote)
- mahdoton (improbable). /5/

Todennäköisyyden määrittelyasteikko:



Kuvio 5: Todennäköisyyden määrittelyasteikko välillä 0,1...1. /7/

4.5 Riskin merkityksen arviointi eli hyväksyttävyyys

Riskin suuruuden arvioimisen jälkeen päätetään riskin hyväksyttävyydestä riskitasolla, jonka alle on päästävä, jotta riskiä voitaisiin pitää riittävän pienenä. Yleinen käytettävissä oleva menetelmä jakaa riskin tason viiteen, jonka jokaisessa tasossa on tarvittavat toimenpiteet riskin vähentämiseksi. /5/

Jos riskin hyväksyttävyydessä riski todetaan liian suureksi, on muutettava koneen ominaisuuksia tai lisättävä siihen sopivia suojaustoimenpiteitä, jotta riskiä saadaan pienennettyä. Muutosten jälkeen riski on arvioitava uudelleen ja tarkistettava, aiheuttavatko tehdyt muutokset uusia vaaroja tai suurenevatko muut riskit. /5/

Jos suojaustoimenpiteet eivät vähennä riskiä riittävästi, on jäännösriskit kirjattava ja esitettävä koneen käyttöohjeissa. Jäännösriskejä syntyy muun muassa ihmisten toimintaan liittyvistä epävarmuustekijöistä (muistamattomuus, huolimattomuus, välinpitämättömyys)./5/

Riskin arvioinnin menetelmän valitsemisen jälkeen käytetään arviointia tehtäessä hyväksi tietolähteitä, jotka sisältävät mm. seuraavaa tietoa:

- standardeja ja säädöksiä koskien konetta ja sen käyttöä
- käsikirjoja ja muita julkaisuja turvallisuudesta
- virhetoimintatietoja käsiteltävästä koneesta tai vastaavanlaisista koneista
- suunnittelutietoja aikaisemmin tehdystä vastaavanlaisesta koneesta
- vaatimuksia, joita käyttäjä on koneelle asettanut
- tapaturma- ja vaaratilannetietoja. /7/

4.6 Riskien arvioinnin dokumentointi

Olenainen osa riskien arvioinnissa on kunnollinen dokumentointi, joka auttaa arvioinnin järjestelmällisyyden ja laadukkuuden ylläpitämisessä sekä toimii pohjana mahdollisesti myöhemmin tehtäville muutoksille ja niiden arvioinnille. Dokumentointiin on olemassa valmiita lomakkeita, tarkistuslistoja ja muita apuvälineitä. /5, 7/

Standardissa SFS-EN ISO 14121-1 on määritelty seuraavat vähimmäistiedot, joiden täytyy sisältyä koneiden riskien arvioinnin asiakirjoihin:

- tiedot koneesta, jolle arviointi on tehty (esim. tekniset tiedot, raja-arvot, tarkoitettu käyttö)
- tehdyt oletukset (esim. käyttöikä, kuormitukset, lujuudet, varmuuskertoimet)
- tunnistetut vaaratekijät, vaaratilanteet ja arvioinnissa huomioon otetut vaaralliset tapahtumat

- tiedot, joihin riskin arviointi perustuu (käytetty aineisto ja sen lähteet sekä käytettyyn aineistoon liittyvä epävarmuus ja sen vaikutus riskin arviointiin)
- riskin pienentämistavoitteet, jotka turvallisuustoimenpiteillä (valitsemiseksi käytetyt standardit tai muut eritelmät mainittuina) on saavutettava
- valitut turvallisuustoimenpiteet tunnistettujen vaarojen poistamiseksi tai riskin vähentämiseksi
- jäljelle jäävät riskit
- arvioinnin lopputulos (onko kone käyttökelpoinen tai voidaanko suunnitelma toteuttaa)
- riskin arvioinnin kuluessa täytetyt lomakkeet. /5, 7/

5 Riskin arviointi yrityksen suunnitteleuille ja valmistamille koneille

Riskin arviointi, jossa käsiteltiin vaarojen tunnistamista, riskin suuruuden ja merkityksen arviointia sekä riskin pienentämistä suojaustoimenpiteillä, toteutettiin kokoonpanosolussa toimivalle makasiinimanipulaattorille. Vaarojen tunnistamiselle ja riskien arvioinnille laadittiin omat lomakepohjat, joita yritys voi käyttää tulevilla riskin kartoitustehtävissä. Lisäksi tehtiin erilliset ohjeet lomakkeiden täyttämiseen. Ohjeet lomakkeiden täyttämiseen ovat liitteenä 1, vaarojen tunnistaminen liitteenä 2 ja riskin arviointi liitteenä 3.

Tehtävässä käytettiin riskin hyväksyttävyyden jakoa viiteen tasoon (vähäinen, siedettävä, kohtalainen, merkittävä ja sietämätön), jossa todennäköisyys ja seurausten vakavuus olivat jaettuna kolmeen luokkaan (epätodennäköinen, mahdollinen ja todennäköinen sekä vähäinen, haitallinen ja vakava). Riskin suuruutta kuvaava lukuarvo saatiin kertomalla todennäköisyys ja seurausten vakavuus keskenään.

5.1 Koneen raja-arvot

Makasiinimanipulaattori on alumiiniprofiilista rakennettu 6 m leveä, 3 m pitkä ja 3 m korkea laite (katso kuvio 6 sivulla 27). Liikkuvan osan (kelkan) paino on noin 80 kg. Laitteen liikerata koostuu vaaka- ja pystysuunnasta sekä kääntöliikkeestä. Liikkeiden maksiminopeudet ovat vaakasuunnassa 400 mm/s ja pystysuunnassa 300 mm/s. Makasiinimanipulaattorin sähkönsyöttö on maksimissaan 400 V ja letkuissa kulkee 6 barin paineilma.

5.2 Koneen vaarojen tunnistaminen

Makasiinimanipulaattorin vaarojen tunnistamisessa käytettiin hyväksi standardia SFS-EN 14121-1 sekä SFS-EN 983+A1, joiden avulla laadittiin kysymyssarja eri osa-

alueista (esim. mekaaniset vaarat, sähkö ja melu). Taulukossa 5 on esitelty muutamia esimerkkejä mekaanisista ja sähköisistä vaaroista, joita vaaratilanelomakkeessa on käsitelty. Koneen vaarojen tunnistamislomake on liitteenä 2.

Taulukko 5: Ote vaarojen tunnistamislomakkeesta

1. Mekaaniset vaarat	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
1.3 Puristuminen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	y- ja z-akselien liikkuvat osat
1.4 Viiltyminen tai leikkaantuminen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	terävät alumiiniprofiilin päät
1.5 Nieluunjoutuminen tai loukkuunjääminen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	hammashihnat
1.6 Takertuminen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pyörivät akselit
6. Säteilystä johtuvat vaarat	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
6.1 Ionisoivan säteilyn lähde	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.2 Matalataajuinen sähkömagneettinen säteily	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.3 Optinen säteily (infrapuna, näkyvä ja ultra-violetti) mukaan lukien lasersäteily	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4 Radiotaajuinen sähkömagneettinen säteily	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Seuraavana on esitetty kuvioin mahdollisia vaaratilanteita ilman asianmukaisia suojausratkaisuja.

Kuviossa 6 on makasiinimanipulaattori. Laitteen suurimmat mahdolliset vaaratilanteet syntyvät pystyliikkeen aiheuttamista seurauksista, jos laitteeseen tulee vika.

Mahdollisia vaaratilanteita ovat

- imukuppipuomin ja imukuppikelkan putoaminen alas, jos niitä kannattelevat hammashihnat tai pultit katkeavat
- puomikelkan kaatuminen eteenpäin, jos johteen laakerit hajoavat
- nopea vaakaliike voi aiheuttaa iskuja, leikkautumista ja puristumista, jos työntekijä on liikealueella laitteen toimiessa
- imukuppivarsien kääntöliike voi aiheuttaa iskuja
- jos työntekijä on järjestelemässä makasiinivaunua eikä huomaa, että manipulaattori tulee hakemaan aihiota, voivat alas laskevat imukuppivarret työntyä selkään suurella voimalla (alaspäin suuntautuva voima on suuri, koska siinä on kelkan paino mukana).



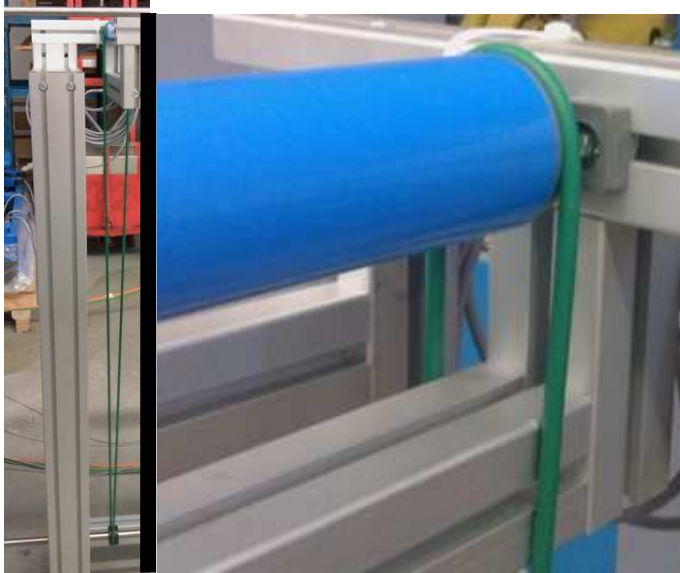
Kuvio 6: Makasiinimanipulaattori

Kuviossa 7 on esitetty johteen laakerit, jotka rikkoutuessaan voivat aiheuttaa puomikelman kaatumisen eteenpäin. Kaatumisen seurauksena ovat puristumis- ja iskuvaarat.



Kuvio 7: Laakerointi

Kuviossa 8 esitetty hihna, joka liikuttaa rullakuljetinta. Vaarana on sormien jääminen rullakuljetinta liikuttavan käyttöhihnan ja rullan väliin.



Kuvio 8: Rullakuljetinta liikuttava hihna

Kuviossa 9 on esitetty energiansiirtoketju, joka liikkuu vaakasuunnassa aiheuttaen tarttumisvaaran.



Kuvio 9: Energiansiirtoketju

Kuviossa 10 on moottori, joka liikuttaa akselia ja hammashihnaa aiheuttaen takertumis- ja nieluunjoutumisvaaran.



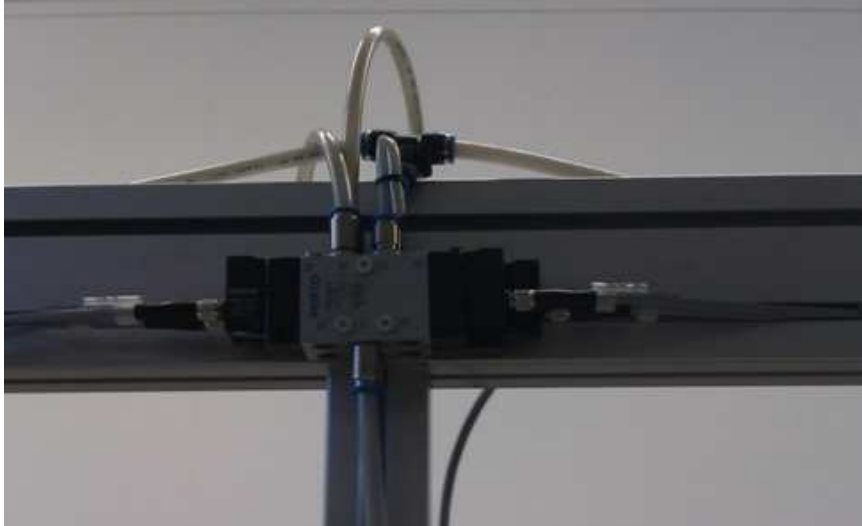
Kuvio 10: Moottori, tanko ja hammashihna

Kuviossa 11 on hammashihna, joka tekee laitteen kääntöliikkeen aiheuttaen puristumis- /takertumisvaaran. Hammashihna tulee suojata mekaanisesti huolto- ja kunnossapitotöiden ajaksi, jos niiden aikana on tarve liikutella laitetta huoltohenkilöstön ollessa aitauksen sisäpuolella hammashihnan tai hammaspyörän aiheuttaman nieluvaaran vuoksi.



Kuvio 11: Kääntöliikkeen tekevä hammashihna

Kuviossa 12 on paineilmaventtiili havainnollistamassa laitteistossa kulkevaa 6 barin paineilmaa, joka voi aiheuttaa vaaratilanteen esimerkiksi letkun rikkoutuessa.



Kuvio 12: Paineilmaventtiili

5.3 Koneen riskien suuruuden ja merkittävyyden arviointi

Vaaratilanteiden selvittämisen jälkeen arvioitiin mahdollisten vaaratilanteiden aiheuttamien seurausten vakavuutta ja todennäköisyyttä, minkä perusteella riskitaso määritettiin (liite 3). Taulukossa 6 on muutamia esimerkein havainnollistettu lomakkeen käyttöä ja riskin arviointia.

Vaaratilanne-lomakkeen mekaanisissa vaaroissa esiintyneet y- ja z -akselien liikkuvien osien mahdollisesti aiheuttamat puristumisvaarat on luokiteltu kakkosluokkaan (haitallinen = pitkäkestoisia vakavia vaikutuksia tai pysyviä lieviä haittoja: esim. murtumat, palovammat, kuulovaurio). Todennäköisyysluokka tapahtumalle on kaksi (tapahtuma mahdollinen). Riskitaso saatiin määriteltyä kertomalla seurausten vakavuus ja tapahtuman todennäköisyys, jolloin tasoksi tuli neljä (kohtalainen = käytössä olevaa konetta voi käyttää, mutta korjaukset on suunniteltava ja toteutettava mahdollisimmat pian, uuden koneen suunnittelussa suunnittelua on jatkettava ja riski saatava pienemmäksi).

Taulukko 6: Ote Riskin arviointi ja suojaustoimenpiteet -lomakkeesta

Vaara No.	Sar. No.	Vaaratekijä	Riski alussa			Toteutettavat suojaustoimenpiteet	Riski toteutettavien suojaustoimenpiteiden jälkeen		
			Seuraukset	Todennäköisyys	Riski		Seuraukset	Todennäköisyys	Riski
1.1	1	y-akselien liikkuvat osat	2	2	4				
1.1	2	z-akselien liikkuvat osat	2	2	4				

Makasiinimanipulaattori on suurikokoinen laite, jossa on liikkuvia osia ja joka käsittelee pitkiä alumiiniahioita sekä on yhteydessä solun muihin koneisiin. Käytännöllisin suojausratkaisu tämän tyyppiseen laitteeseen on turva-aidat, joiden turva-alueelle pääsyä valvotaan turvalaitteilla.

Riskit arvioitiin uudelleen käyttäen suojausratkaisuna turva-aitoja. Lomakkeena toimi sama riskinarviointilomake (liite 3), jota käytettiin ensimmäisessä riskin arviointivaiheessa. Taulukossa 7 on jatkoa edellisessä kappaleessa käsitellyyn riskitasoon suojaustoimenpiteiden jälkeen. Turva-aitoja käytettäessä seurausten vakavuus pysyi luokassa kaksi todennäköisyyden pudotessa luokkaan yksi (tapahtuma epätodennäköinen). Riskitaso aleni luokkaan kaksi (siedettävä = käytössä olevaa konetta voidaan käyttää, mutta seuranta on tarpeen, uuden koneen suunnittelussa kone voidaan ottaa käyttöön, mutta seuranta on tarpeen).

Taulukko 7: Ote Riskin arviointi ja suojaustoimenpiteet -lomakkeesta

Vaara No.	Sar. No.	Vaaratekijä	Riski alussa			Toteutettavat suojaustoimenpiteet	Riski toteutettavien suojaustoimenpiteiden jälkeen		
			Seuraukset	Toden- näköisyys	Riski		Seuraukset	Toden- näköisyys	Riski
1.1	1	y-akselien liikkuvat osat	2	2	4	laite ympäröidään turva-aidoilla, turva-alueelle pääsyä valvotaan turvalaitteilla	2	1	2
1.1	2	z-akselien liikkuvat osat	2	2	4	laite ympäröidään turva-aidoilla, turva-alueelle pääsyä valvotaan turvalaitteilla	2	1	2

Makasiinimanipulaattorin riskien arviointi suoritettiin edellä mainitulla tavalla ja mahdolliset jäännösriskit kirjattiin ylös.

5.4 Dokumentointi

Työssä käsitellyt vaaratekijäluettelo- ja riskien arviointilomakkeet liitetään koneen tekniseen rakennetiedostoon, joka on esitetty konedirektiivin liitteessä VII, kohta A koneiden tekninen tiedosto.

6 Ohjelmistotarjonta

Työssä tarkasteltiin koneiden turvallisuuteen liittyvien ohjausjärjestelmien suunnitteluun tarkoitettuja ohjelmistoja, lähinnä Sistema-ohjelmistotyökalua. Kyseinen ohjelmistotyökalu on kehitetty Saksassa/IFA:ssa (ent. BGIA). Ohjelman toiminta perustuu standardiin ISO 13849-1 ja on ladattavissa ilmaiseksi rekisteröitymällä Sistema/IFA - verkkosivuilla osoitteessa <http://www.dguv.de/ifa/en/prg/softwa/sistema/index.jsp>. /8/

6.1 Ohjelmiston toimintaperiaatteet ja käytön edut

Ohjelmistotyökalun toimintana on helpottaa koneiden ohjausjärjestelmien suunnittelua auttamalla suunnittelijaa etenemään työssään askel kerrallaan sekä laskemalla luotettavuuslaskelmat automaattisesti. Työkalun avulla voidaan myös tunnistaa luotettavuudeltaan heikoimmat kohdat ja tarkentaa parannustoimet niihin nopeuttaen suunnittelua ja mahdollistaen edullisimman ratkaisun valinnan. /10/

6.2 Sistema –ohjelmiston käyttö työn tilaajan toiminnassa

Tarkasteltiin yhdessä Autonomics Avoin yhtiön kanssa Sistema-työkalun käyttöä ja yritys tuli siihen tulokseen, että erikseen räätälöidyllä toimintamallilla päästään paremmin tarpeita vastaavaan lopputulokseen.

7 Loppupäätelmät

Työssä oli tarkoitus luoda työn tilaajalle toimintamalli riskien arvioinnin tekemiseen, tehdä lomakkeet riskin arviointia varten, tehdä riskin arviointi makasiinimanipulaattorille sekä selvittää aiheeseen liittyviä ohjelmistoja. Tulokseksi saatiin eri menetelmiä, joista työn teettäjä valitsi sopivimman vaihtoehdon, jonka mukaan tehtiin lomakkeet vaarojen tunnistamiselle ja riskien arvioinnille. Lomakkeita käytettiin makasiinimanipulaattorin riskien arvioinnissa ja muokattiin työn edetessä mahdollisimman käytännöllisiksi, jotta niitä voi hyödyntää tulevissakin projekteissa. Ohjelmistotarjonta oli vähäistä, mikä vuoksi keskityttiin yhteen ohjelmaan. Ohjelma ei kuitenkaan vastannut asiakasyrityksen toimintoja halutulla tavalla, joten kyseiseen aihealueeseen ei perehdytty perusteellisesti tarkemmin.

Työn saavutuksia oli, että tilaaja sai haluamansa lomakkeet, joita on helppo hyödyntää ja muokata jatkossa sekä ottaa mallia tehdystä riskien arvioinnista, jossa keskityttiin lähinnä käytön aikaisiin riskeihin. Ohjelmisto-osuus ei vastannut odotuksia tämän hetken vähäisen tarjonnan vuoksi. Mutta ehkä jatkossa ohjelman kehittyessä tai muun tarjonnan kautta löytyy sopivin vaihtoehto kyseiseen aihepiiriin liittyen.

Lähteet

- 1 Eu konedirektiivi (2006/42/EY) 17.5.2006/Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400>
- 2 Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto. Hyvät käytännöt, turvallisuus, riskin suuruuden määrittäminen. Luettu 20.4.2011.
http://osha.europa.eu/fop/finland/fi/good_practice/turvallisuus/riskinsuuruus.stm
- 3 SFS-EN ISO 14121-1 Koneturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 1: Periaatteet
- 4 Siirilä, Tapio 2008. Koneturvallisuus EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus. Inspecta Koulutus Oy. Otavan Kirjapaino Oy.
- 5 Siirilä, Tapio 2008. Koneturvallisuus. EU:n direktiivien ja standardien soveltaminen käytännössä. Inspecta Koulutus Oy. Otavan Kirjapaino Oy.
- 6 Siirilä, Tapio 2009. Koneturvallisuus Ohjausjärjestelmät ja turvalaitteet. Inspecta Koulutus Oy. Otavan Kirjapaino Oy.
- 7 Siirilä, Tapio & Kerttula, Tuija 2007. Koneturvallisuuden perusteet. Opiks-Tiimi Oy. Otavan Kirjapaino Oy.
- 8 Sundcon Oy. Turvallisuus, Sistema ohjelmistotyökalu. Luettu 15.3.2011.
<http://www.sundcon.fi/turvallisuus/sistema-ohjelmistotyokalu>
- 9 Suomen Standardoimisliitto SFS Ry. Ajankohtaista, tiedotteet. Koneturvallisuuden perusstandardi uudistui, 1.2.2011. Luettu 15.3.2011.
<http://www.sfs.fi/ajankohtaista/tiedotteet/20110201132738.html>
- 10 Työsuojelurahasto. Tutkimustietoa, tätä on tutkittu. 108347 Koulutus ja tiedotus. Turvallisuuteen liittyvien ohjausjärjestelmien tietokoneavusteinen suunnittelutyökalu - Sistema, 13.5.2009. Luettu 20.3.2011.
<http://www.tsr.fi/tutkimustietoa/tata-on-tutkittu/hanke/?h=108347&n=tiedote>

Liitteet

1. Ohjeet vaarojen tunnistamis- ja riskin arviointi lomakkeille
2. Vaarojen tunnistamislomake
3. Riskin arviointi ja turvallisuustoimenpiteet -lomake

Ohjeet vaarojen tunnistamis- ja riskinarviointi lomakkeille

Vaarojen tunnistamislomake

1. Täytetään yrityksen nimi, arvioinnin kohde, päiväys jolloin arviointi on suoritettu sekä henkilö/henkilöt, jotka ovat suorittaneet arvioinnin.
2. Tunnistetaan vaaratilanteet lomakkeen avulla, täytetään erilaisista vaaratilannevaihtoehdoista niiden esiintyvyys (esiintyy, ei esiinny tai ei tietoa vaaran esiintyvyydestä).
3. Lyhyt selitys vaaroista, jotka esiintyvät.

Riskien arviointilomake

1. Täytetään yrityksen nimi, arvioinnin kohde, päiväys jolloin arviointi on suoritettu sekä henkilö/henkilöt, jotka ovat suorittaneet arvioinnin.
2. Arvioinnin vaihe -kohdasta rastitetaan vaihtoehto, jolloin riskin arviointi on suoritettu (alustava arviointi = suunnitteluvaihe, väliarviointi = arviointi, kun suojaustoimenpiteet otetaan käyttöön, seuranta-arviointi = käyttöön otetuille suojaustoimenpiteille).
3. Vaara No -kohtaan täytetään vaaran numerokohta (esim. mekaanisista vaaroista kohta puristumisvaara (1.1)).
4. Sarake No -kohtaan täytetään edellä mainitun vaaratilannekohdan vaaratilanteet sarake numeroinnilla 1, 2, 3 jne. (esim. mekaanisista vaaroista puristuminen (1.1) vaaratilanne nro 1, vaaratilanne nro 2 jne.)
5. Vaaratekijä -kohtaan täytetään vaaratekijä, esim. edellä mainittu vaaratilanne nro 1 = y-akselien liikkuvat osat, vaaratilanne nro 2 = x-akselien liikkuvat osat.
6. Seuraukset -kohtaan täytetään vahingon vakavuuden lukuarvo: 1 = vähäinen (lievät vaikutukset esim. nyrjähdykset), 2 = haitallinen (pitkäkestoisia vakavia vaikutuksia tai pysyviä lieviä haittoja esim. murtumat) ja 3 = vakava (pysyviä vakavia vaikutuksia esim. työkyvyttömyys tai astma).

(jatkuu)

2(2)

7. Todennäköisyys -kohtaan täytetään seurausten toteutumisen todennäköisyys (epätodennäköinen, mahdollinen tai todennäköinen).
8. Riski -kohtaan täytetään riskitaso, joka määritellään sen mukaan onko riski vähäinen, siedettävä, kohtalainen, merkittävä tai sietämätön (seurausten vakavuuden lukuarvo kerrotaan todennäköisyyden lukuarvolla).
9. Toteutettavat turvallisuustoimenpiteet kohtaan täytetään käyttöön otettavat suojaustoimenpiteet (esim. turva-aita).
10. Suojaustoimenpiteiden käyttöön ottamisen jälkeen riskit kartoitetaan uudelleen kohtien 6,7 ja 8 mukaisesti. Tarvittaessa suojaustoimenpiteitä muutetaan tai jäljelle jääneet riskit kirjataan jäännösriskeiksi.

Vaarojen tunnistamislomake (SFS-EN 14121-1, SFS-EN 983+A1)

Yritys:	Päiväys:
Arvioinnin kohde:	Tekijät:

1. Mekaaniset vaarat	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
1.1 Yliajeksi tulemisen vaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.2 Paiskautuneeksi tulemisen vaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.3 Puristumisvaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.4 Viilto- tai irti leikkautumisvaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.5 Nieluunjoutumis- tai loukkuunjäämisaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.6 Takertumisvaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.7 Hankautumis- tai hiertymisaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.8 Iskuvaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.9 Kehoon tunkeutumisvaara (injektoituminen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.10 Leikkautumisvaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.11 Liukastumis-, kompastus- tai putoamisvaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.12 Lävistymis- tai pistovaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.13 Tukehtumisvaara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

2. Sähköiset vaarat	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
2.1 Valokaari	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.2 Sähkömagneettinen ilmiö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.3 Sähköstaattinen ilmiö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.4 Jännitteiset osat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.5 Riittämätön etäisyys korkeaajännitteisiin osiin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.6 Ylikuormitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.7 Vikatilanteiden vuoksi jännitteisiksi tulleet osat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.8 Oikosulku	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.8 Lämpösäteily	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3. Lämpötilasta johtuvat vaarat	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
3.1 Räjähdytys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.2 Liekit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.3 Korkean tai matalan lämpötilan omaavat kappaleet tai materiaalit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.4 Säteily lämmönlähteistä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

2(4)

4. Melusta johtuvat vaarat	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
4.1 Kavitaatioilmiö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.2 Poistojärjestelmä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.3 Suurella nopeudella vuotava kaasu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.4 Valmistusmenetelmä (meistäminen, leikkaaminen jne.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.5 Liikkuvat osat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.6 Raapivat pinnat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.7 Epätasapainossa olevat pyörivät osat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.8 Viheltävä pneumatiikka	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.9 Kuluneet osat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

5. Tärinästä johtuvat vaarat	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
5.1 Kavitaatioilmiö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.2 Liikkuvien osien väärä kohdistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.3 Itseliikkuvat laitteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.4 Raapivat pinnat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.5 Epätasapainossa olevat pyörivät osat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.6 Värähtelevät laitteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.7 Kuluneet osat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

6. Säteilystä johtuvat vaarat	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
6.1 Ionisoivan säteilyn lähde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.2 Matalataajuinen sähkömagneettinen säteily	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.3 Optinen säteily (infrapuna, näkyvä ja ultravioletti) mukaan lukien lasersäteily	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4 Radiotaajuinen sähkömagneettinen säteily	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

7. Materiaaleista tai aineista johtuvat vaarat	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
7.1 Aerosoli	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.2 Biologinen ja mikrobiologinen (virus- tai bakteeriperäinen tekijä)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.3 Palava aine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.4 Pöly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.5 Räjähdyssaine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.6 Kuitu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.7 Palava neste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.8 Fluidi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.9 Huuru	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.10 Kaasu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.11 Sumu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.12 Hapetin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3(4)

8. Ergonomiasta johtuvat vaarat	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
8.1 Pääseminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.2 Mittarien ja näyttöjen rakenne tai sijoittelu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.3 Ohjaimien rakenne, sijoittelu tai tunnistettavuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.4 Ponnistelu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.5 Välkkyminen, häikäistyminen, varjo, stroboskooppi-ilmiö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.6 Kohdevalaistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.7 Henkinen yli- tai alikuormitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.8 Asento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.9 Toistuvat toiminta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.10 Näkyvyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

9. Koneen käyttöympäristöstä johtuvat vaarat	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
9.1 Pöly ja sumu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.2 Sähkömagneettinen häiriö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.3 Salamanisku	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.4 Kosteus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.5 Likaantuminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.6 Lumi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.7 Lämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.8 Vesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.9 Tuuli	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.10 Hapen puute	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

10. Energian käyttöön liittyvät vaarat:	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
10.1 Mekaaniset vaaratekijät: - muoto - suhteellinen sijainti - massa ja vakavuus (osien potentiaalienergia) - massa ja nopeus (osien liike-energia) - riittämätön mekaaninen lujuus - potentiaalienergian varastoituminen - joustaviin osiin (jousiin) tai - paineenalaisiin nesteisiin tai kaasuihin tai - tyhjiöön - vuoto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

4(4)

	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
10.2. Energiasyötön vikaantumisen, koneenosien rikkoutumisen ja muiden toimintahäiriöiden aiheuttamat vaaratekijät				
10.2.1 Energiasyötön vika (käyttö- tai ohjauspiirissä) - energianvaihtelu - odottamaton käynnistyminen - annetun pysäytyskäskyn toteutumatta jääminen - koneessa olevien liikkuvien osien tai työkappaleiden putoaminen tai sinkoutuminen - automaattisen tai käsikäyttöisen pysäyttämisen estyminen - suojalaite ei ole täysin toimintakuntoinen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.2 Odottamattomat koneenosien sinkoutumiset tai fluidien purkautumiset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.3 Ohjausjärjestelmän vikaantuminen, virheetoiminto (odottamaton käynnistyminen, odottamaton toiminta-alueen ylittyminen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.4 Asennusvirheet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.3 Vaaratekijät, jotka johtuvat seuraavien turvallisuuteen liittyvien toimenpiteiden tai välineiden tilapäisestä puuttumisesta tai virheellisestä sijoittamisesta:	Kyllä	Ei	Ei tietoa	Selitys
10.3.1 Käynnistys- ja pysäytyslaitteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.3.2 Turvallisuusmerkinnät ja -signaalit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.3.3 Kaikenlaiset tiedotus- tai varoituslaitteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.3.4 Energiasyötön katkaisevat laitteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.3.5 Laitteet hätätilanteita varten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.3.6 Turvallista säätöä tai huoltoa varten tarpeelliset laitteet ja varusteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

