

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kone- ja laiteautomaatio

Opinnäytetyö

Satu Jokinen

SERVO- JA KONENÄKÖLAITTEISTON MEKANIIKAN
VAATIMUSTENMUKAISUUSTARKASTELU

Työn ohjaaja

Päätoiminen tuntiopettaja Martti Honkiniemi

Työn teettäjä

Tampereen ammattikorkeakoulu, laboratorioinsinööri Seppo Mäkelä

Tampere 2008

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kone- ja laiteautomaation suuntautumisvaihtoehto

Satu Jokinen Servo- ja konenäkölaitteiston mekaniikan vaatimustenmukaisuustarkastelu

Opinnäytetyö 42 sivua + 3 liitesivua

Työn ohjaaja Martti Honkiniemi

Työn teettäjä Tampereen ammattikorkeakoulu,
laboratorioinsinööri Seppo Mäkelä

Maaliskuu 2008

Hakusanat tekninen tiedosto, vaatimustenmukaisuusvakuutus, CE-merkintä, riski

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulun konelaboratoriossa on konenäkö- ja servolaitteisto, jonka avulla opiskelijat tulevaisuudessa opiskelevat konenäköä käytännössä. Koneita ei voi käyttää turvallisesti ennen kuin se täyttää kaikki sille asetetut vaatimukset. Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää miten koneesta saadaan vaatimusten mukainen mekaniikan osalta. Työssä tarkastellaan konetta vain mekaniikan kannalta, koska työstä olisi tullut liian laaja, jos huomioon olisi otettu myös sähkön ja automaation osuus.

Kaikista koneista on tehtävä vaatimustenmukaisuusvakuutus, joka todistaa, että kone täyttää kaikki siinä ilmoitetut vaatimukset. Koneista on laadittava myös tekninen rakennetiedosto ja riskianalyysi. Opinnäytetyössä selvitettiin, mitä kyseisen konenäkö- ja servolaitteiston tekniseen tiedostoon, vaatimustenmukaisuusvakuutukseen sekä riskianalyysiin kuuluu koneen mekaniikan osalta.

Työn tärkeimpiä osa-alueita olivat vanhan koneen turvallisuuden parantamisen sekä riskien arviointi ja hallinta. Työssä käytettiin apuna erilaisia säädöksiä, kuten esimerkiksi valtioneuvoston koneturvallisuuspäätöstä ja työturvallisuuslakia sekä erilaisia standardeja.

Työn tuloksena saatiin riskianalyysi ja vaatimustenmukaisuusvakuutus koneen mekaniikan osalta sekä lista asioista ja dokumenteista, jotka pitää tehdä, jotta koneen tekninen tiedosto on täydellisiä mekaniikan osalta.

TAMPERE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical And Product Engineering

Machine Automation

Satu Jokinen Compliance with the requirements of the servo and machine vision system
Engineer Thesis 42 pages
Supervisor Martti Honkaniemi
Commissioned By Tampere University of applied sciences, testing engineer Seppo Mäkelä
Key Words technical file, certificate of conformity, CE mark, risk, risk assessments

ABSTRACT

Tampere polytechnic has a servo and machine vision system. In the future, the machine will be used by students in their studies. The function of this study was to find out what things the mechanical side of the machine brings to a technical file, to a certificate of conformity and to a risk assessment.

The certificate of conformity has to be made for every machine. A machine can only be used if it fulfils the demands that are assessed for it. A certificate of conformity proves that the machine fulfils all demands that are assessed for it.

The most important sectors in this study were to improve the safety of an old machine and to estimate and control the risks. By these actions the machine becomes compliance with the requirements and more safe. Different decrees, laws and standards concerning safety were used in this study.

In this study the changes needed for the machine to become compliance with the requirements, were investigated. A list of documents and things that has to be done is the result of this study.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, Kone- ja laiteautomaatio
Satu Jokinen

ALKUSANAT

Kiitän Tampereen ammattikorkeakoulua mahdollisuudesta tehdä tutkintotyö koneosaston laboratoriolle. Työn tekeminen oli mielenkiintoista ja opin paljon uusia asioita. Työn tekemisessä minua auttoivat laboratorioinsinööri Seppo Mäkelä ja päätoiminen tuntiopettaja Martti Honkiniemi, joiden neuvoista erityiskiitos.

Tampereella 25.03.2008

Satu Jokinen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

1 JOHDANTO	7
2 KONENÄKÖ- JA SERVOJÄRJESTELMÄ	8
2.1 LAITTEEN TARKOITUS	8
2.2 LAITTEEN TOIMINTA	9
2.3 LAITTEEN KÄYTTÖ	9
2.3.1 Laitteen käyttäjien määrittely	9
2.3.2 Laitteen käyttöympäristö.....	10
2.3.3 Kotelointiluokka.....	10
3 TEKNINEN TIEDOSTO	11
3.1 YLEISTÄ TEKNISESTÄ TIEDOSTOSTA	11
3.2 TEKNISEN TIEDOSTON SISÄLTÖ	11
3.3 SERVO- JA KONENÄKÖLAITTEISTON TEKNINEN TIEDOSTO MEKANIIKAN OSALTA	12
4 VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS	13
4.1 YLEISESTÄ VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUKSESTA.....	13
4.2 VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUKSEN SISÄLTÖ /4/	14
4.3 SERVO- JA KONENÄKÖLAITTEISTON VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS.....	15
5 CE-MERKINTÄ.....	15
5.1 CE-MERKINNÄN TARKOITUS	15
5.2 CE-MERKKI.....	16
6 MARKKINAVALVONTA	16
6.1 MARKKINAVALVONNAN TARKOITUS	16
6.2 MARKKINAVALVONTA KÄYTÄNNÖSSÄ	16
7 VANHAN KONEEN TURVALLISUUDEN PARANTAMINEN.....	17
7.1 YLEISTÄ VANHOJEN KONEIDEN TURVALLISUUDEN PARANTAMISESTA	17
7.2 VALTIONEUVOSTON KÄYTTÖPÄÄTÖKSEN TURVALLISUUSVAATIMUSTEN SISÄLTÖ	19
7.2.1 Hallintalaitteet	19
7.2.2 Käynnistäminen	20
7.2.3 Pysäyttäminen.....	20
7.2.4 Häätäpysäytys.....	21
7.2.5 Rikkoutumisvaara	22
7.2.6 Varoituslaitteet ja merkinnät	23
7.2.7 Energialähteestä erottaminen.....	23
7.2.8 Turvallinen pääsy ja huolto	24
7.2.9 Palovaara.....	24
7.2.10 Sähkökosketuksen vaara	24
8 RISKIEN ANALYSOINTI JA HALLINTA	25
8.1 RISKIT	25
8.1.1 Yleistä riskeistä.....	25
8.1.2 Koneiden riskit nykyään.....	25
8.2 KONEPÄÄTÖKSEN PERUSVAATIMUKSET.....	26
8.3 RISKIEN ARVIOINTI JA HALLINTA	27
8.3.1 Riskien arvioinnin prosessi	27
8.3.2 Koneen ominaisuuksien määrittely	28
8.3.3 Vaarantekijöiden tunnistaminen	28

8.3.4 Riskin suuruuden arviointi.....	29
8.3.5 Seurausten vakavuuden luokittelu.....	30
8.3.6 Seurausten toteutumisen todennäköisyyden luokittelu /5/.....	30
8.4 RISKIN HYVÄKSYTTÄVYYDEN ARVIOINTI	31
8.5 TOIMENPITEET RISKIEN VÄHENTÄMISEKSI.....	31
8.6 RISKIEN ARVIOINNIN SUORITTAMINEN /5/.....	32
8.7 DOKUMENTOINTI	32
9 KONENÄKÖ- JA SERVOLAITTEISTON RISKIANALYYSI MEKANIIKAN OSALTA.....	33
9.1 OMINAISUUKSIEN MÄÄRITTELY	33
9.1.1 Koneen yksilöinti.....	33
9.1.2 Koneen toiminta.....	34
9.1.3 Konetehot.....	34
9.2 MEKAANISET VAARANTEKIJÄT	34
9.2.1 Puristumisvaara.....	35
9.2.2 Nieluunjoutumis- tai loukkuunjäämisvaara	37
9.3 RISKIN SUURUUS	38
9.4 RISKIN POISTAMINEN	39
10 YHTEENVETO.....	40
10.1 TYÖN TULOKSET	40
10.2 TYÖN ONNISTUMINEN	41
LÄHTEET.....	42
LIITTEET.....	43

1 JOHDANTO

Tampereen ammattikorkeakoulun konetekniikan kone- ja laiteautomaation suuntautumisvaihtoehdon valinneet opiskelijat käyttävät teoriaopetuksen tukena erilaisia laitteistoja, joilla he voivat havainnollistaa teoriatunneilla opittuja asioita käytännössä. Konelaboratoriossa on mm. konenäkö- ja servolaitteisto, jonka avulla opiskelijat tutustuvat konenäköön tulevaisuudessa.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää, mitä kyseisen konenäkö- ja servolaitteiston tekniseen tiedostoon, vaatimustenmukaisuusvakuutukseen sekä riskianalyysiin kuuluu koneen mekaniikan osalta. Työssä tarkastellaan konetta vain mekaniikan kannalta, koska työstä olisi tullut liian laaja, jos huomioon olisi otettu myös sähkö- ja automaation osuus.

Jokaisesta koneesta tulee laatia vaatimustenmukaisuusvakuutus, koska konetta voi käyttää vain, jos se täyttää sille asetetut vaatimukset. Koneista on laadittava myös tekninen rakennetiedosto ja tehtävä riskianalyysi.

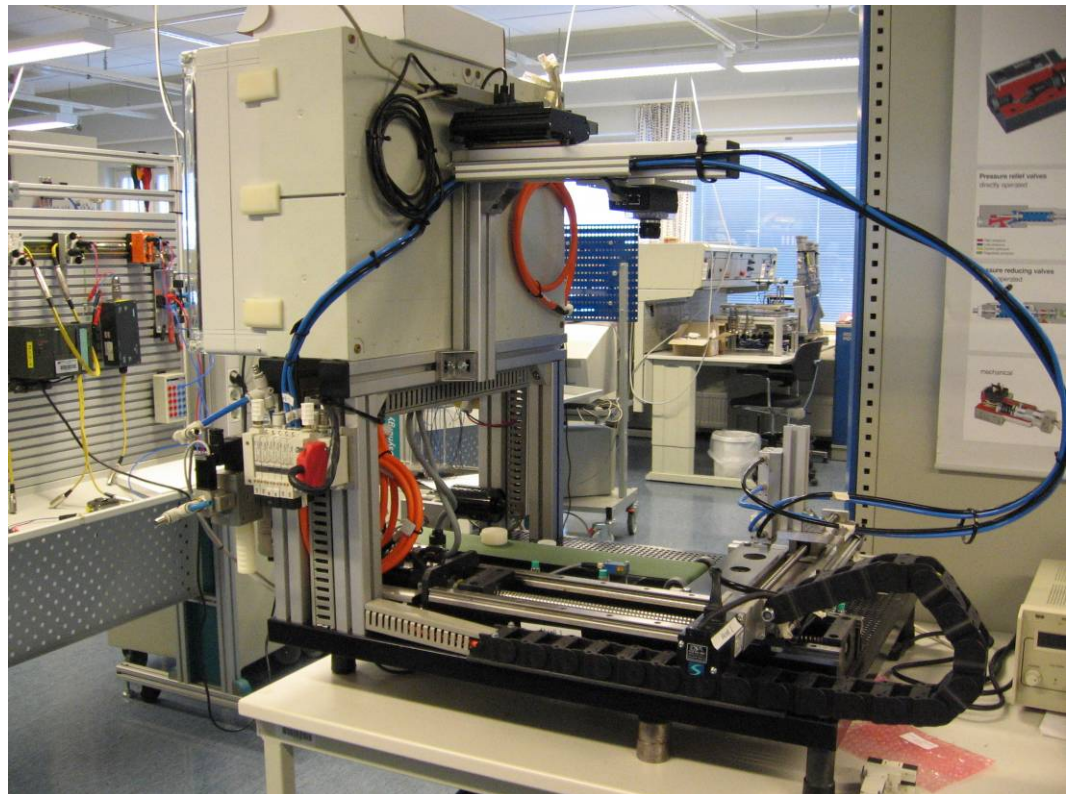
Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatimisen jälkeen koneeseen voidaan kiinnittää CE-merkintä. CE-merkintä on siis merkki siitä, että koneesta on tehty vaatimustenmukaisuusvakuutus. Koneen vaatimuksia tarkasteltaessa tulee huomioida koneen mekaanisen osuuden lisäksi myös automaation ja sähkö- osuus.

Työssä keskitytään parantamaan koneen turvallisuutta ja tekemään siitä vaatimusten mukainen. Tärkeimpiä osa-alueita ovat vanhan koneen turvallisuuden parantamisen sekä riskien arviointi ja hallinta. Työn tavoitteena on saada lista asioista ja dokumenteista, jotka pitää vielä tehdä, jotta koneen tekninen tiedosto ja vaatimustenmukaisuusvakuutus saadaan täydellisiksi koneen mekaniikan osalta.

2 KONENÄKÖ- JA SERVOJÄRJESTELMÄ

2.1 Laitteen tarkoitus

Kone- ja servojärjestelmä on suunniteltu opetuskäyttöön Tampereen ammattikorkeakoulun konelaboratorioon.. Laitteen avulla oppilaat voivat harjoitella konenäkökameran ja servolaitteiston yhteiskäyttöä. Logiikan ohjelmoinnin lisäksi laitteen avulla voidaan harjoitella operointipaneelin käyttöä. Opiskelijoiden tulee ohjelmoida logiikka siten, että laite tunnistaa liukuhihnalle asetetun pyöreän muovikappaleen sen ulkohalkaisijan perusteella ja vie sen sitten oikeaan varastointipisteeseen. Kuvassa 1 näkyy konenäkö- ja servolaitteisto.



Kuva 1 Konenäkö- ja servolaitteisto Tampereen ammattikorkeakoulun konelaboratoriossa

2.2 Laitteen toiminta

Laitteen toimintasyklin tulisi olla seuraavanlainen:

1. Kappale asetetaan hihnan päähän vapaasti valittavaan kohtaan
2. Hihna kuljettaa kappaleen DVT-kameran kuvausalueelle
3. Kamera tunnistaa, minkä kokoinen kappale on ja missä kohdalla se on
4. Kameran tilojen perusteella akselit 1 ja 2 ohjaavat tarttujan siten, että kappale voidaan nostaa hihnalta
5. Tunnistetietojen perusteella kappale viedään oikeaan varastointikohtaan
6. Sykli alkaa alusta. /1/

2.3 Laitteen käyttö

2.3.1 Laitteen käyttäjien määrittely

Laite on tarkoitettu opetuskäyttöön, joten käyttäjät ovat nuoria opiskelijoita tai opettajia. Käyttäjät tutustuvat ohjelmaan ja ohjelmakoodiin. Olosuhteet tuovat mukanaan oppilasryhmän, joka on riskitekijä. Käyttäjät on määriteltävä, jotta saadaan selville, minkälaisia töitä opiskelijat saavat tehdä niin, että työskentely on turvallista.

Maallikko on henkilö, jolla ei ole sähköalan koulutusta eikä työkokemusta ja jota ei ole opastettu sähköalalle. Opiskelijat ovat aluksi maallikkoja, jos heillä ei ole aikaisempaa kokemusta sähköalalta. Maallikot saavat tehdä käyttötöitä, joita ovat esimerkiksi sähkölaitteiston tavallinen käyttö, kytkimien kääntäminen, painikkeiden painaminen, sulakkeiden vaihto ja niihin verrattavat korjaus- ja huoltotyöt sekä sähkölaitteistoon kohdistuvat tarkastustoimenpiteet. /2/

Ammattitaitoinen henkilö on henkilö, jolla on kyseiseen työtehtävään soveltuva koulutus ja työkokemus, joiden perusteella hän pystyy arvioimaan työhön liittyvät turvallisuusriskit, työskentelemään itsenäisesti ja välttämään mahdolliset sähkön aiheuttamat vaarat. Opettajat ovat ammattitaitoisia henkilöitä, joten he voivat valvoa opiskelijoiden työskentelyä laitteella ja antaa neuvoja.

Opastetulla henkilöllä tarkoitetaan maallikkoa, jonka sähköalan ammattihenkilö on opastanut kyseiseen työhön. Siten, että opastettu henkilö pystyy välttämään työssään sähkön aiheuttamat vaarat eri olosuhteissa. Opastettu henkilö voi olla myös henkilö, joka on kouluttautumassa sähköalalle ja jolla on jonkin verran kokemusta, mutta hän ei kuitenkaan ole vielä itsenäiseen työhön kykenevä ammattihenkilö. Koulussa opettajat ovat sähköalan ammattihenkilöitä, joten he voivat opastaa oppilaita käyttämään laitetta. /2/

Laite on tarkoitettu opetuskäyttöön, joten loppukäyttäjät ovat maallikkoja tai opastettuja henkilöitä. Standardin määrittelyn mukaan maallikot saavat tehdä käyttötoimia. Opastuksen jälkeen maallikoista tulee opastettuja henkilöitä. /2/

2.3.2 Laitteen käyttöympäristö

Laitetta käytetään Tampereen ammattikorkeakoulun koneautomaatiopuolen laboratorioluokassa F2-29. Tila on kuiva ja lämpötila on normaali.

2.3.3 Kotelointiluokka

Kotelointiluokka määräytyy käyttäjän mukaan. Laitetta käyttävät myös maallikot, joten kosketussuojan rakenne on oltava vähintään IP 2X- tai IP XX B -rakenne. IP 2X -suojaus tarkoittaa sitä, että laitteen vaaralliset osat on suojattu sormelta ja laite on suojattu 12,5 millimetriä paksumpien esineiden sisään

pääsystä. IP XX B –suojauksessa vaaralliset osat on suojattu sormelta, mutta laitesuojaus puuttuu. /2/

3 TEKNINEN TIEDOSTO

3.1 Yleistä teknisestä tiedostosta

Koneen valmistajan on laadittava tekninen rakennetiedosto, jonka avulla voidaan osoittaa koneen olevan vaatimusten mukainen. Tekninen tiedosto on laadittava vähintään yhdellä Euroopan talousalueen virallisella kielellä ja se pitää säilyttää kymmenen vuotta koneen valmistuspäivästä. /5/

Tekninen tiedosto koostuu yleisestä osasta ja yksityiskohtaisemmasta osasta. Yleinen osa sisältää kaikki tiedot, jotka asiaomaiset viranomaiset tarvitsevat sen varmistamiseksi, että kone täyttää konepäättöksen vaatimukset. Yksityiskohtaisempi osa sisältää täsmälliset tiedot, kuten laskelmat, ei-pakolliset testausraportit sekä tiettyjen osien tai materiaalien alkuperäistodistukset. Konepäättös ei edellytä teknisen tiedoston olevan kaksiosainen. /3/

3.2 Teknisen tiedoston sisältö

Tekniseksi rakennetiedostoksi kutsutaan asiakirjakokonaisuutta, johon kuuluvat seuraavat osat:

- koneen yleispiirustus ja siihen liittyvät ohjauspiirien piirustukset
- täydelliset yksityiskohtaiset piirustukset laskelmineen, testaustuloksineen ja muine tietoineen, joita tarvitaan tarkasteltaessa, onko kone olennaisten turvallisuusvaatimusten mukainen

- luettelo olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista, joita on käytetty koneen suunnittelussa sekä luettelo suunnittelussa käytetyistä standardeista ja mahdollisista muista teknisistä normeista tai eritelmistä
- selostus menetelmistä, joita on sovellettu, että koneesta johtuvat vaarantekijät saadaan poistettua sekä luettelo käytetyistä standardeista
- ilmoitetulta laitokselta tai laboratorioilta saadut tekniset selosteet tai todistukset; nämä ovat pakollisia silloin, kun laitoksessa on teetetty koneen tyyppitestausta
- koneen ohjekirja. /4/

Koneen riskien arviointia ja poistamista koskeva asiakirja on erityisen tärkeää, jos koneella sattuu tapaturma. Sen perusteella arvioidaan mikä on koneen suunnittelijan ja valmistajan vastuu tapaturman sattumiselle. Jos koneen vakuutetaan olevan yhdenmukaistetun standardin mukainen, on tekniseen rakennetiedostoon liitettävä tekniset selosteet, joista ilmenevät testien tulokset.

3.3 Servo- ja konenäkölaitteiston tekninen tiedosto mekaniikan osalta

Konenäkö- ja servolaitteiston tekniseen rakennetiedostoon kuuluvat mekaniikan osalta:

- osaluettelo
- kokoonpanokuvat laitteesta
- koneen toimintaselostus
- yksityiskohtaiset piirustukset laskelmiseen ja testaustuloksineen, joita tarvitaan tarkasteltaessa, onko kone olennaisten turvallisuusvaatimusten mukainen mekaniikan osalta

- luettelo terveyst- ja turvallisuusvaatimuksista, joita on käytetty koneen suunnittelussa mekaniikan osalta
- selostus menetelmistä, joita on sovellettu, että koneesta johtuvat mekaaniset vaarantekijät saadaan poistettua

4 VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS

4.1 Yleisestä vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta

Valmistajan on laadittava koneesta vaatimustenmukaisuusvakuutus, jossa valmistaja vakuuttaa allekirjoituksellaan, että kone täyttää kaikki sitä koskevat olennaiset turvallisuus- ja terveystvaatimukset. Tarvittaessa luetellaan myös ne asiakirjat, joita on käytetty koneen suunnittelussa. /3/

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatii siis valmistaja, ja se on laadittava samalla kielellä kuin konetta koskevat ohjeet. Käyttäjät ja viranomaiset saavat vaatimustenmukaisuusvakuutuksen avulla tiedon niistä määräyksistä ja standardeista, joita on käytetty koneen suunnittelussa. Jokaisen koneen mukana on toimitettava vaatimustenmukaisuusvakuutus esimerkiksi käyttöohjeen liitteenä. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen allekirjoittamisen jälkeen koneeseen tehdään CE-merkintä ja kone voidaan saattaa markkinoille. Vaatimustenmukaisuusvakuutus tarvitaan siis, jotta konetta voitaisiin käyttää. /3/

Vaatimustenmukaisuusvakuutus on siis valmistajan tekemä vakuutus, jossa valmistaja ilmoittaa, että sen valmistama kone on sitä koskevien määräysten

mukainen. Jos käy ilmi, että vakuutus ei pidäkään paikkaansa, valmistaja vastaa siitä johtuvista kustannuksista ja muista harmeista. /4/

Vaatimustenmukaisuusvakuutus kannattaa tehdä oikein ja huolellisesti myös valmistajan maineen takia. Jos vakuutus on tehty väärin tai puutteellisesti, niin helposti ajatellaan, että valmistaja ei varmaan osaa tehdä konettakaan määräysten mukaisesti. Huolellisesti tehty vaatimustenmukaisuusvakuutus puolestaan antaa valmistajasta hyvän vaikutelman. /4/

4.2 Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen sisältö /4/

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa on oltava vakuutuksen antajan tai koneen valmistajan nimi ja täydellinen osoite. Osoitteen perusteella postin täytyy löytää perille ja tarvittaessa paikan pitää myös löytyä osoitteen perusteella. Koneesta on kerrottava sen yleisnimi ja kaupp nimi. Kone on myös yksilöitävä kertomalla siitä malli, merkki ja muut yksilötiedot. Sarjavalmisteisista koneista on ilmoitettava myös sarjanumero tai muu tunnistus.

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa on myös kerrottava mitkä määräykset kone täyttää, koska direktiivien noudattaminen on aina pakollista. Pelkkä konedirektiivin mainitseminen ei riitä, vaan sen lisäksi on ilmoitettava myös muut konetta koskevat ja noudatetut direktiivit.

Tarvittaessa vaatimuksenmukaisuusvakuutukseen on merkittävä ilmoitetun laitoksen nimi ja osoite sekä EY-tyyppitarkastustodistuksen numero.

Tarvittaessa merkitään myös viittaus yhdenmukaistettuihin standardeihin ja kansalliset standardit ja ohjeet, joita on sovellettu.

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen loppuun tulee sen henkilön omakätinen allekirjoitus ja nimenselvennys, jolla on yrityksessä nimenkirjoitusoikeus.

4.3 Servo- ja konenäkölaitteiston vaatimustenmukaisuusvakuutus

Malli servo- ja konenäkölaitteiston vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta löytyy liitteestä 1. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta löytyvät tiedot koneesta ja koneen täyttämät direktiivit ja standardit. Liitteessä 2 oleva vaatimustenmukaisuusvakuutus ei ole virallinen, koska siinä vakuutetut asiat on todennettu vain mekaniikan osalta.

5 CE-MERKINTÄ

5.1 CE-merkinnän tarkoitus

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatimisen jälkeen valmistaja voi kiinnittää koneeseen CE-merkinnän. CE-merkintä on siis merkki siitä, että koneesta on tehty vaatimustenmukaisuusvakuutus. Merkinnällä valmistaja osoittaa koneen täyttävän konepäättöksen olennaiset turvallisuusvaatimukset ja myös muut konetta mahdollisesti koskevat CE-merkintää edellyttävät määräykset. /3/

Kun kone on sitä koskevien vaatimusten mukainen ja siinä on CE-merkintä, sitä saa vapaasti myydä koko Euroopan talousalueella. Minkään viranomaisen tai muun kolmannen osapuolen tarkastusta ennen markkinoille saattamista ei tarvita. CE-merkintä tehdään etupäässä viranomaisia varten. /5/

5.2 CE-merkki

Ennen koneen myymistä tai käyttöönottoa valmistajan on kiinnitettävä koneeseen CE-merkintä osoituksena siitä, että kone täyttää konepäättöksen vaatimukset ja muut konetta koskevat direktiivit tai niitä vastaavat kansalliset säädökset. CE-merkintä on kiinnitettävä pysyvällä tavalla. Yksittäisissä koneissa CE-merkki sijoitetaan luontevimmin konekilpeen. /3/

6 MARKKINAVALVONTA

6.1 Markkina-**valvonnan tarkoitus**

Markkina-**valvonta** tarkoittaa maahantuotavien, myytävien, valmistettävien ja jo käytössä olevien koneiden turvallisuuden ja määräysten mukaisuuden valvontaa. Eli markkina-**valvonnan tarkoitus** on valvoa, että koneet ovat turvallisia ja täyttävät niille asetetut määräykset. Suomessa työssä käytettävien koneiden turvallisuutta valvovat työsuojeluviranomaiset ja kuluttajien käyttöön tarkoitettuja koneita valvovat kuluttajaviranomaiset. Sähkölaitteiden turvallisuutta ja sähkömagneettista yhteensopivuutta valvoo Turvatekniikan keskus. /5/

6.2 Markkina-**valvonta käytännössä**

Työsuojeluviranomaiset valvovat markkinoilla olevien koneiden vaatimustenmukaisuutta esimerkiksi työpaikkatarkastusten yhteydessä. Markkina-**valvontaa** tehdään myös näyttelyissä ja messuilla, koska niissä uudet tuotteet ovat yleensä ensimmäistä kertaa esillä.

Jos kone osoittautuu vaaralliseksi tai turvallisuudeltaan puutteelliseksi, ensisijaisesti koneen valmistaja tai muu luovuttaja pyritään saamaan vapaaehtoisesti korjaamaan puutteet tai tarvittaessa lopettamaan koneen myynnin. Myös jo myynnissä olevien tuotteiden vetämisestä markkinoilta pyritään sopimaan. Jos valmistajan tai muun luovuttajan kanssa ei päästä neuvottelutulokseen tai kone on erityisen vaarallinen, viranomainen voi antaa myyntikiellon ja tehostaa sitä uhkasakolla. Jos koneen myynti Suomessa kielletään, siitä ilmoitetaan EU:n komissiolle. Komissio arvioi, onko kielto ollut aiheellinen. Kiellosta ilmoitetaan myös muille EU:n jäsenmaille, jotta vastaaviin toimiin voidaan ryhtyä myös muualla EU:n alueella. /5/

Markkinavalvonta on jokaisen EU:n jäsenmaan parhaaksi katsomalla tavalla järjestettävissä. Tämän takia valvonnan kattavuudessa ja laadussa on suuria eroja. Järjestelmä ei kuitenkaan ole missään maassa kovin kattava, ja asioihin puututaan yleensä vasta sitten, kun koneella on sattunut tapaturma tai koneen vaarallisuutta epäillään. /4/

Uudessa direktiivissä viranomaisten suorittamaa valvontaa tehostetaan edellyttämällä, että jokaisessa jäsenmaassa on markkinavalvontaviranomainen ja että jäsenmaiden on tehtävä keskenään yhteistyötä. /5/

7 VANHAN KONEEN TURVALLISUUDEN PARANTAMINEN

7.1 Yleistä vanhojen koneiden turvallisuuden parantamisesta

Työturvallisuudesta ja työnantajan velvollisuuksista säädelään työoloja koskevissa direktiiveissä. Työturvallisuuslaki (738/2002) edellyttää työnantajalta työympäristön jatkuvaa tarkkailua ja turvallisuuden arviointia.

Työnantajan on oltava selvillä työpaikan vaaratekijöistä. Työpaikan sekä siellä käytettävien koneiden turvallisuutta on myös jatkuvasti tarkkailtava. Vaarojen tunnistamisen ja arvioinnin eli riskin arvioinnin perusteella työnantajan tulee poistaa vaaratekijät tai vähentää ne mahdollisimman alhaiselle tasolle. /5/

Työvälineiden käyttöä koskevassa direktiivissä (89/655/ETY, 95/63/EY) säädellään ”työntekijöiden työssään käyttämille välineille asetettavista turvallisuutta ja terveyttä koskevista vähimmäisvaatimuksista”. Direktiivi on saatettu Suomen kansalliseen lainsäädäntöön valtioneuvoston päätöksellä työssä käytettävien koneiden ja muiden työvälineiden hankinnasta, turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (856/1998) niin sanotulla käyttöpäätöksellä. Valtioneuvoston päätös koneiden ja muiden työvälineiden turvallisesta käytöstä on siis työturvallisuuslain lisäksi toinen syy arvioida käytössä olevien koneiden turvallisuutta yksityiskohtaisesti. /5/

Käytössä olevien koneiden turvallisiksi tekemisessä noudatetaan kolmen askeleen menettelyn mukaista ensisijaisuusjärjestystä:

- 1) Riskit poistetaan ensisijaisesti turvallisuussuunnittelun ja rakenteellisten keinojen avulla.
- 2) Jos edellä mainitulla tavalla ei saada riskejä poistettua tai vähennettyä riittävästi, otetaan käyttöön suojaustekniikka.
- 3) Viimeisenä keinona turvaudutaan muihin turvallisuustoimenpiteisiin kuten ohjeisiin, varoituksiin, koulutukseen ja henkilösuojaimiin. /5/

Työturvallisuuslain mukaan turvallisuustasoa on jatkuvasti parannettava sitä mukaa kuin tekniikka kehittyy ja käyttöön tulee uusia parempia turvallisuusratkaisuja. Työnantajan on huolehdittava, että koneet pidetään koko niiden käyttöiän ajan kunnossa riittävän huollon ja kunnossapidon avulla. Koneet ovat turvallisia vain jos ne ovat kunnossa, suojalaitteet ja suojukset ovat paikallaan ja toimivat suunnitellulla tavalla. Kunnossapidon laiminlyönti voi

aiheuttaa häiriöitä ja siten johtaa tapaturmiin. Koneen valmistajan ohjeet määräaikaishuolloista ja tarkastuksista ovat myös yksi tärkeä osa turvallisuutta.

/6/

Käytössä olevien koneiden turvallisuusratkaisuista ei ole julkaistu yhdenmukaistettuja EN-standardeja. Standardit on tehty konepäättöksen soveltamisen avuksi ja siten tarkoitettu koneiden suunnittelijoille. Käytössä olevan koneen turvallisuuden arvioinnissa turvallisuuden parantamisen suunnittelussa kannattaa kuitenkin käyttää apuna SFS-EN-standardeissa esitettäviä turvallisuusratkaisuja, sillä jos niiden esittämät turvallisuusratkaisut ovat riittäviä uusille koneille, ne ovat riittäviä myös vanhemmille koneille. /5/

7.2 Valtioneuvoston käyttö päätöksen turvallisuusvaatimusten sisältö

Seuraavissa kappaleissa on tiivistettynä esimerkkejä valtioneuvoston käyttö päätöksen vaatimuksista koneen turvallisuudesta. /7/

7.2.1 Hallintalaitteet

Turvallisuuteen vaikuttavien hallintalaitteiden on oltava selvästi näkyvissä ja tunnistettavissa ja niiden on oltava tarvittaessa asianmukaisesti merkittyjä. Käynnistys- ja pysäytyspainikkeet tunnistetaan niiden väreistä. Käynnistykseen suositeltava väri on valkoinen ja pysäytyksen musta. Myös vihreää saa käyttää käynnistykseen ja punaista pysäytykseen. Häätöpysäytyksen hallintaelimen, esimerkiksi painikkeen, köyden tai polkimen, on oltava punainen. Kuitenkin, jos sillä on selvä tausta, sen on oltava keltainen.

Hallintalaitteiden on sijaittava vaaravyöhykkeiden ulkopuolella, paitsi jos muunlainen paikka on välttämätön tiettyjen hallintalaitteiden osalta. Esimerkki

vaaravyöhykkeille tyypillisesti sijoitettavista hallintaelimistä ovat hätäpysäyttimet. Hallintaelimet eivät saa lisätä vaaraa tahattoman käytön seurauksena. Vaatimuksen noudattamiseksi painikkeet on upotettava tai varustettava kauluksilla. Vivut on suojattava tai niissä on oltava kaksi erisuuntaista liikettä. Jalkapoljin on suojattava putoavilta esineiltä tai vahingossa päälle astumiselta.

Ohjausjärjestelmän on oltava luotettava ja siinä on otettava huomioon käyttöolosuhteissa todennäköisesti ilmenevät puutteet, häiriöt ja rajoitukset. Koneen täytyy olla turvallinen ohjausjärjestelmän vikaantumisesta huolimatta.

7.2.2 Käynnistäminen

Pääsääntö on, että koneiden vaarakohtien on oltava niin suojattu, että käynnistymisestä ei aiheudu vaaraa. Tarvittaessa koneessa on oltava sellaiset suojukset ja turvalaitteet, että koneen käynnistyminen ei ole mahdollista, jos joku on vaara-alueella.

Käynnistäminen saa olla mahdollista vain vaikuttamalla tietoisesti käynnistykseen tarkoitettuun hallintaelimeen. Tämä koskee käynnistämistä myös mistä tahansa syystä tapahtuneen pysähdyksen jälkeen. Poikkeuksena ovat kuitenkin automatiikan ohjaamat toimintajaksot, joihin kuuluu pysähtymisiä ja käynnistymisiä. Määräyksen tarkoituksena on varmistaa, että kone käynnistetään aina tietoisesti ja tarkoituksellisesti.

7.2.3 Pysäyttäminen

Jokaisessa koneessa on oltava hallintaelin sen täydellistä ja turvallista pysäyttämistä varten. Koneen tai sen vaarallisten osien pysähtyttyä energiansyötön koneen toimilaitteisiin on lakattava. Täydellinen ja turvallinen

pysähtyminen tarkoittaa esimerkiksi sitä, että pysähtyminen on riittävän nopea ja että kone on pysähtymisen jälkeen vakaassa tilassa eli sen osat eivät voi esimerkiksi lähteä itsekseen liikkeelle. Vaatimus energiansyötön lakkaamisesta pysähtymisen jälkeen merkitsee sähkömoottoreilla kontaktorin avaamista, ja paineilmalla tai hydraulikalla vaatimus tarkoittaa venttiilin sulkemista luotettavasti tai pumpun tai kompressorin pysäyttämistä.

7.2.4 Hätäpysäytys

Koneessa on yleensä oltava myös hätäpysäytin. Hätäpysäyttimen päätarkoitus on nopean pysäyttämisen mahdollisuus hätätilanteessa. Nopeuteen vaikuttaa hätäpysäyttimien sijoittelu, ne ovat lähempänä kuin koneen normaali pysäytin. Lisäksi ne ovat niin helppokäyttöisiä, että hätäpysäyttimestä saa tarvittaessa koneen sammumaan vaikka huitaisemalla käsivarrella hätäpysäytintä. Hätäpysäytykseen voi liittyä myös tavallista pysäytystä tehokkaampi jarrutus. Hätäpysäytyksen toinen tehtävä on toimia varalla olevana pysäytysmahdollisuutena, jos normaali pysäytys on vikaantunut.

Tarvittaessa hätäpysäytystä varten on oltava oma kontaktori tai venttiili. Muuten saattaa käydä niin, että jos normaali pysäytys ei toimi ja kun pysäytys yritetään tehdä hätäpysäyttimellä, niin sekään ei toimi. Syynä voi olla se, että hätäpysäytyksellä yritetään sitä samaa kiinni juuttunutta kontaktoria, jota normaali pysäytyspainike ei saanut avautumaan. Erillinen kontaktori saattaa olla tarpeen erityisesti silloin, kun virrat ovat suuria ja kontaktori avataan ja suljetaan usein. Normaalisti kuitenkin riittää yksi ylimitoitettu kontaktori.

Hätäpysäytystä koskevat yleiset vaatimukset tiivistettynä standardin SFS-EN 418 mukaan:

- Hätäpysäytyksen on oltava aina käytettävissä ja toimintavalmis.
- Painikkeen on toimittava mekaanisen pakkotoiminnan periaatteella.
- Hätäpysäytys on lisävarmistustoimenpide, ei turvalaite.

- Hätäpysäytys on suunniteltava niin, että vaara torjutaan tai sitä pienennetään automaattisesti parhaalla mahdollisella tavalla.
- Hätäpysäytyksessä voidaan käyttää pysäytysluokkaa 0 tai 1. SFS-EN 60 204-1 kohdan 9.2.5.4.2 mukaan lopullinen tehon poistaminen toimilaitteilta on aina tehtävä sähkömekaanisia komponentteja käyttäen.
- Hätäpysäyttimen on lukkiuduttava luotettavasti SEIS asentoon.
- Hätäpysäytyksen kuittaus ei saa aiheuttaa käynnistymistä.
- Ympäristö- ja käyttöolosuhteet on otettava huomioon.
- Hallintaelin on aina punainen. Jos hallintaelimellä, kuten painikkeella on tausta, niin sen on oltava keltainen. /8/

7.2.5 Rikkoutumisvaara

Vanhoissa koneissa osien murtumisesta ja hajoamisesta aiheutuva rikkoutumisvaara on uusia koneita suurempi osien kulumisen ja vanhenemisen vuoksi. Lisäksi koneen nopeuksia, tehoja, paineita ja muita ominaisuuksia on saatettu vuosien mittaan nostaa niiden alkuperäisistä suunnitteluarvoista. Sopimattomat työkalut voivat myös aiheuttaa tapaturmia. Esimerkiksi jos koneeseen on asennettu työkalu, joka on tarkoitettu paljon pienemmille kierrosnopeuksille, tämä työkalu voi särkyessään aiheuttaa tapaturman.

Koneissa joissa on liikkuvia osia, jotka voivat aiheuttaa tapaturman, on vaaraa aiheuttavat osat suojattava suojuksilla ja turvalaitteilla, jotka estävät kokonaan pääsyn vaarakohtiin tai jotka sallivat vaarakohtaan pääsemisen vain vaaraa aiheuttavien osien ollessa pysähtyneenä. Kone tai osa siitä on suojattava myös, jos putoavien tai sinkoutuvien esineiden vaara on olemassa.

7.2.6 Varoituslaitteet ja merkinnät

Koneessa olevien varoituslaitteiden on oltava yksiselitteisiä ja helposti havaittavissa ja ymmärrettävissä. Tavallisempia puutteita vanhoissa koneissa on se, että esimerkiksi varoitusmerkkivalojen yhteydessä olevat tai muut varoitustekstit ovat jollain muulla kuin suomen kielellä, jolloin vaatimus niiden yksiselitteisyydestä ja ymmärrettävyydestä ei tietenkään täyty.

Koneessa on oltava kaikki turvallisuuden kannalta olennaiset varoitukset ja merkinnät. Merkinnät ovat tarpeen myös kaikissa hallintaelimissä, kuten merkkivaloissa, jotta varmistettaisiin koneen oikea käyttäytyminen ja informaation oikea ymmärtäminen.

7.2.7 Energialähteestä erottaminen

Koneessa on oltava selvästi tunnistettavissa oleva laite tai laitteet, joilla se voidaan erottaa kaikista energialähteistään. Uudelleenkytkentä saa olla mahdollista vain edellyttäen, että työntekijä ei joudu vaaraan. Määräyksessä tarkoitettu selvästi tunnistettavissa oleva laite on pääkytkin tai turvakytkin. Sen sijainnin ja merkintöjen perusteella on oltava selvää, mihin koneeseen tai koneen osaan se vaikuttaa.

Sulake ei ole määräyksessä tarkoitettu energianlähteistä erottamiseen tarkoitettu laite. Sulakkeiden poistaminen ei siten riitä vaatimuksen täyttämiseksi. Vastaava erotusmahdollisuus eli luotettava sulkuventtiili on oltava myös muusta energiasta kuin sähköstä erottamiseen. Uudelleenkytkentää koskevan vaatimuksen täyttäminen edellyttää esimerkiksi pääkytkimen tai muun erotuslaitteen kuten sulkuventtiilin lukittavuutta.

7.2.8 Turvallinen pääsy ja huolto

Koneessa on oltava kunnolliset portaat, tasot ja kaiteet niin, että työntekijät pääsevät turvallisesti paikkoihin, joihin on mentävä tuotannon säädön tai huollon vuoksi. Pääsääntöisesti koneen on oltava sellainen, että huoltotyöt voidaan tehdä koneen ollessa pysähtyneenä. Huoltotyön turvallista tekemistä varten on oltava sopivat välineet ja turvalaitteet.

7.2.9 Palovaara

Tulipalosta aiheutuvat vaarat on otettava huomioon esimerkiksi järjestämällä hätäpoistumismahdollisuuksia eri suuntiin sekä asentamalla palovaroittimia ja automaattisia sammutusjärjestelmiä. Myös rakennemateriaaleja ja koneissa käytettäviä aineita kuten hydraulii- tai lämmönvaihtonesteitä valittaessa on pidettävä silmällä niiden palonarkuutta. Helposti syttyvien pölyjen kertyminen on estettävä rakenteiden tiiveyden, kohdepoistojen, rakenteiden muotojen sekä helppokäyttöisten ja tehokkaiden siivousjärjestelmien avulla.

7.2.10 Sähkökosketuksen vaara

Työntekijän on oltava suojattu sähkön aiheuttamalta vaaralta. Käytännössä tällä tarkoitetaan lähinnä sähköiskun tai valokaaren aiheuttamaa tapaturman vaaraa.

8 RISKIEN ANALYSOINTI JA HALLINTA

8.1 Riskit

8.1.1 Yleistä riskeistä

Riski tarkoittaa haitallisen tapahtuman todennäköisyyttä ja vakavuutta. Riskien tunnistamisessa ja arvioinnissa on ensin tunnistettava mahdolliset vaaraa aiheuttavat koneen tai prosessin osat ja ominaisuudet. Samalla on arvioitava vaaraan liittyvän pahimman mahdollisen tapaturman haitallisimmat seuraukset. Toisaalta on otettava huomioon myös vaaratekijään liittyvän terveyshaittoja aiheuttavan tapahtuman todennäköisyys. Todennäköisyyteen vaikuttaa laitteiden ja prosessien lisäksi ihmisen oma toiminta. /4/

Riskin suuruutta määritetään ja riskejä vertaillaan keskenään antamalla mahdollisten vaarallisten tapahtumien seurauksille ja niiden toteutumisen todennäköisyydelle jonkin valitun jaottelun mukaiset lukuarvot. Riskin tasoa kuvaava luku saadaan, kun seurauksia ja todennäköisyyttä kuvaavat luvut kerrotaan keskenään. On olemassa myös erilaisia kaavioita ja taulukoita, joiden avulla seuraukset ja todennäköisyys voidaan määrittää, ja tätä kautta saadaan selville riskin taso. /5/

8.1.2 Koneiden riskit nykyään

Eri aloilla koneiden turvallisuuden kehitys on ollut epätasaista, joten käytännössä standardien käyttäminen on tärkeää. Turvallisuuden kehityksen epätasaisuuden takia erilaisille koneille sallitaan käytännössä erisuuruisia jäännösriskejä, jotka on otettu huomioon standardeissa. Esimerkiksi moottorisaha on selvästi vaarallinen osittain suojaamattoman leikkaavan terän

vuoksi, mutta siitä huolimatta moottorisahoja on kuitenkin laillisesti markkinoilla. Moottorisaha saa olla markkinoilla, jos se on sitä koskevien yhdenmukaistettujen standardien mukainen ja se on läpäissyt tyyppitarkastuksen. /5/

Hyväksyttävä riski kuitenkin pienenee jatkuvasti, koska tekniset ja taloudelliset mahdollisuudet turvallisuuden parantamiseksi lisääntyvät. Kehitys näkyy hyvin esimerkiksi liikenteessä. Kaikilla teillä on nopeusrajoitukset ja liikenneympäristöstä on tehty turvallisempi myös esimerkiksi liikennevaloilla ja hidastustyösyillä. Lisäksi erilaisilla teknisillä ratkaisuilla parannetaan autojen turvallisuutta. Tällaisia ovat esimerkiksi tuulilasin ja lamppujen pesulaitteet, turvavyöt, lukkiutumattomat jarrut ja turvatyyny. /5/

Työympäristöä ja koneita kehitetään jatkuvasti turvallisemmaksi. Työnantajilla on koneiden ja työympäristön jatkuvan tarkkailun ja arvioinnin velvoite. Työpaikalla havaitut liian suuriksi arvioidut riskit on poistettava tai niitä on pienennettävä. Työtapaturmia tapahtuu kaikesta huolimatta, joten riskit eivät ole vielä riittävän hyvin hallinnassa.

8.2 Konepäätöksen perusvaatimukset

Valtioneuvoston koneturvallisuuspäätöksessä (1314/1994) eli konepäätöksessä esitetään korkeaan turvallisuustasoon tähtäävät koneiden turvallisuussuunnittelun tavoitteet:

- Kone on rakennettava niin, että sitä voidaan käyttää, säätää ja huoltaa henkilöitä vaarantamatta.
- Tavoitteena on oltava jokaisen tapaturmavaaran poistaminen koneen koko ennakoitavana käyttöaikana. /5/

Nämä tavoitteet voidaan täyttää vai jos otetaan huomioon koneen normaalin tuotantokäytön lisäksi myös koneen kokoonpano ja purku sekä normaalista

tuotantokäytöstä poikkeavat tilanteet. Koneeseen saatetaan tehdä sen käyttöiän aikana muutoksia, joten myös muutosten hallinta on tärkeää, jotta alkuperäistä turvallisuutta ei huononnettaisi ja vaatimus turvallisuudesta koneen koko käyttöaikana tulisi toteutettua.

Koneiden turvallisuutta koskevissa säädöksissä ei esitetä tarkkoja teknisiä vaatimuksia, joiden mukaisia koneiden on oltava. Tekniset ratkaisut ovat periaatteessa vapaasti valittavissa, kunhan lopputulos on riittävän turvallinen. Lopputulos on riittävän turvallinen silloin, kun jäljelle jäävät riskit ovat riittävän pieniä. /5/

8.3 Riskien arviointi ja hallinta

8.3.1 Riskien arvioinnin prosessi

Riskien arviointiin ja hallintaan kuuluvat seuraavat vaiheet:

1. Koneen ja sen ominaisuuksien määrittely
2. Vaaratekijöiden tunnistaminen
3. Vaaratekijöistä aiheutuvien riskien arviointi
4. Riskien hyväksyttävyyden arviointi
5. Koneen suunnittelu siten, että liian suuriksi arvioidut riskit poistetaan tai niitä vähennetään riittävästi
6. Riskien poistamiseen tai vähentämiseen käytettävien toimenpiteiden arviointi sen varmistamiseksi, että niistä ei aiheudu uusia riskejä. /5/

Koneen valmistajan on tehtävä koneelle riskien arviointi sen suunnittelun alkuvaiheessa. Myös vanhan koneen turvallisuutta voidaan parantaa riskien arvioinnilla ja hallinnalla.

8.3.2 Koneen ominaisuuksien määrittely

Koneen riskejä arvioitaessa koneen ominaisuudet määritellään siten, että ominaisuuksiin mahdollisesti liittyvät vaaratekijät voidaan tunnistaa.

Määriteltäviä asioita ovat:

- koneen perustyyppi
- automaatioaste ja ihmisten tehtävät konetta käytettäessä
- koneen koko ja massa
- koneen käyttämät energiat ja niiden ominaisuudet
- koneen ja sen osien suurimmat liikenopeudet
- koneen ja sen osien liikealueet
- koneen käyttämät tai tuottamat aineet
- koneen synnyttämät päästöt tai energiat. /5/

8.3.3 Vaarantekijöiden tunnistaminen

Riskejä arvioitaessa täytyy ensin tunnistaa kaikki mahdolliset ja vähän mahdottomatkin koneen ominaisuuksista tai käyttötavoista aiheutuvat vaaratekijät. Tässä vaiheessa ei vielä oteta huomioon vaaratekijöistä aiheutuvien mahdollisten seurausten vakavuutta tai toteutumisen todennäköisyyttä, joten aluksi kirjataan vain vaaratekijät eikä ajatella niitä sen pidemmälle.

Standardin SFS-EN 14 121-1 liitteenä on kattava luettelo vaaratekijöistä, vaaratilanteista ja vaarallisista tapahtumista. Tavallisesti tarkastellaan ainakin seuraavia vaaroja:

- mekaaniset vaarat kuten puristumis-, isku- ja takertumisvaarat
- sähköstä aiheutuvat vaarat
- lämpötilasta johtuvat vaarat
- melun aiheuttamat vaarat
- säteilystä aiheutuvat vaarat

- koneiden käsittelemistä, käyttämistä tai päästämistä materiaaleista tai aineista aiheutuvat vaarat
- koneensuunnittelussa ergonomisten periaatteiden huomiotta jättämisestä aiheutuvat vaarat
- energiansyötön katkeamisesta, koneen osien rikkoutumisesta tai muista toimintahäiriöistä aiheutuvat vaarat
- turvallisuuteen liittyvien toimenpiteiden tai välineiden puuttumisesta tai virheellisestä sijoittamisesta aiheutuvat vaarat
- vaaratekijöiden yhdistelmät. /9/

Käytössä olevan koneen vaaratekijöitä arvioitaessa otetaan huomioon koneessa ja olevat suojukset ja muut ratkaisut, jotka pienentävät riskejä. Liitteessä 2 on standardin SFS-EN 1050 liitteen A mukainen vaaratekijäluettelo, josta löytyy lisää esimerkkejä vaaratekijöistä. SFS-EN 1050 (Koneturvallisuus. Riskin arvioinnin perusteet. 1997.) on korvautunut standardilla SFS-EN ISO 14 121-1 ja teknisellä raportilla ISO/TR 14 121-2.

8.3.4 Riskin suuruuden arviointi

Vaarantekijöiden tunnistamisen jälkeen arvioidaan jokaisesta vaarantekijästä aiheutuvien mahdollisten seurausten vakavuus. Vakavuutta arvioidaan koneen ominaisuuksien perusteella eikä oteta kantaa seurausten toteutumisen todennäköisyyteen. Käytössä olevan koneen riskien suuruutta arvioidessa otetaan huomioon koneessa jo olevat turvalaitteet. Seurauksien vakavuuteen vaikuttavia koneen ominaisuuksia ovat esimerkiksi:

- koneen ja sen osien koko: onko kone niin iso, että koko keho voi jäädä liikkuvien osien puristamaksi vai kohdistuuko vaara vain sormeen
- onko kone aina samalla paikalla vai onko se liikkuva: paikallaan olevan koneen alle ei voi puristua niin kuin liikkuvan koneen

- koneen ja sen osien nopeus: jos koneen tai sen osien nopeus on yli 200 mm/s, iskusta aiheutuu vaaraa
- koneen liikkuvien osien muoto: terävät osat aiheuttavat takertumisvaaran
- käytettävät energialähteet: jännitteen ollessa 230 V tai enemmän on sähköiskun vaara
- koneen moottoreiden ja muiden toimintalaitteiden voimat: pystyykö liikettä vastustamaan lihasvoimin vai onko puristumisvaara. /5/

8.3.5 Seurausten vakavuuden luokittelu

Vaaratekijästä aiheutuvien mahdollisten seurausten vakavuuden luokittelemiseksi on käytössä erilaisia jaotteluita. Seuraukset voidaan jaotella neljään tasoon, joista ensimmäinen tarkoittaa vähäisiä vammoja ja neljäs kuolemaa. Seuraukset voidaan jakaa myös esimerkiksi välille nollassa sataan, jolloin yksi tarkoittaa, että tapaturmasta ei tule seurauksia, kymmenen tarkoittaa mustelmia ja sata kuolemaa. /5/

Riskejä arvioidessa on oltava käytössä joku ohjeellinen jaottelu, jotta vaaratekijöihin liittyvät riskit olisivat vertailtavissa keskenään. Seurausten vakavuuden arviointi on kuitenkin käytännössä hankalaa, koska seurauksien vakavuutta on etukäteen hankala määrittellä.

8.3.6 Seurausten toteutumisen todennäköisyyden luokittelu /5/

Vaarantekijöistä aiheutuvien mahdollisten haitallisten seurausten toteutumisen todennäköisyys on hankalasti arvioitavissa ja eri ihmisten tekemät arviot poikkeavat toisistaan. Arviointi pitäisi tehdä ryhmätyönä, koska silloin saadaan monen henkilön näkemys asiasta. Vaikka arviointi on vaikeaa, se on kuitenkin tarpeen, jotta voidaan vertailla vaaratekijöihin liittyviä riskejä ja erilaisten riskien vähentämisvaihtoehtoja. Kuten seurausten vakavuuden luokittelussa

myös todennäköisyyden luokittelussa on käytössä erilaisia asteikkoja. Asteikossa 0,1 – 1 lukuarvo 0,1 tarkoittaa, että vaaratekijästä aiheutuvien seurausten toteutumisen todennäköisyys on äärimmäisen epävarma ja lukuarvo 1 tarkoittaa, että se on varma.

Koneesta aiheutuvat riskit eivät ole vakio, koska riskien suuruus on erilainen koneen eri toimintatavoissa ja tilanteissa. Riskit voivat olla erilaiset myös eri käyttäjäryhmille. Esimerkiksi oppilaitten käyttäessä konetta riski on suurempi kuin opettajan käyttäessä samaa konetta, koska oppilailla ei ole yhtä hyvää tietotaso koneesta kuin opettajalla. Erilaiset riskitasot pitää huomioida arvioinnissa.

8.4 Riskin hyväksyttävyyden arviointi

Riskin suuruuden arvioinnin jälkeen on päätettävä, kuinka hyväksyttävä riski on. Jos arvioinnissa käytetään numeroita tai muulla tavalla määritellyjä riskitasoja, täytyy päättää taso, jonka alle on päästävä, jotta riski on hyväksyttävä.

8.5 Toimenpiteet riskien vähentämiseksi

Riskien arvioinnin jälkeen mietitään, miten riskejä voidaan pienentää hyväksyttäväksi tai miten ne voidaan poistaa kokonaan, jos arvioinnissa päädyttiin siihen, että tiettyjä riskejä on pienennettävä. Tällöin on pohdittava, onko tarpeen muuttaa joitain koneen perusominaisuuksia vai onko parempi vaihtoehto lisätä koneeseen turvalaitteita tai muita turvallisuusominaisuuksia. Suunnitelmista, joilla kone tehdään turvallisemmaksi, on myös arvioitava riskit, etteivät ne tuo uusia riskejä mukanaan.

8.6 Riskien arvioinnin suorittaminen /5/

Riskien arvioinnin suorittamista varten on lukuisia erilaisia menetelmiä. Koneiden riskien arvioimiseen tarkoitettut menetelmät eroavat toisistaan esimerkiksi siinä miten seurauksia ja todennäköisyyksiä sekä riskien tasoja luokitellaan ja millaisia apuvälineitä käytetään seurausten ja todennäköisyyksien arviointiin. Tavallisimmin mahdollisille seurauksille ja niiden toteutumisen todennäköisyydelle annetaan lukuarvot. Käytettävästä menetelmästä riippumatta riskien arvioinnissa on otettava huomioon myös kokonaisuuden tasapainoisuus ja turvallisuuden riittävyys.

Riskien arviointi on tehtävä ryhmätyönä, jotta saadaan mahdollisimman puolueeton lopputulos. Riskejä arvioivan ryhmän on ensin arvioitava huolellisesti kaikki mahdolliset ja vähän mahdollisimmatkin vaaratekijät. Ryhmän on otettava huomioon kaikkien näkökannat ja ehdotukset sekä tunnistettava myös koneen mahdolliset virhetoiminnot, joiden seurauksena koneen käyttäjän tai kunnossapitohenkilöstön on puututtava koneen toimintaan tai mentävä koneen toiminta-alueelle. Seuraavaksi valitaan käytettävä riskin arvioinnin menetelmä ja varmistetaan, että kaikki osaavat käyttää valittua menetelmää ja että tarvittavat lomakkeet, tietokoneohjelmat ja muut apuvälineet ovat käytettävissä. Ryhmän jäsenten käytettävissä tulee olla myös riittävä määrä arviointia tukevia tietolähteitä kuten esimerkiksi konetta ja sen käyttöä koskevat säädökset ja standardit ja turvallisuutta koskevat käsikirjat ja muut julkaisut.

8.7 Dokumentointi

Oleellinen osa riskien arviointia on dokumentointi. Kunnollinen dokumentointi on pohja myöhemmin tehtävien muutosten suunnittelulle ja muutosten turvallisuusvaikutusten arvioimiselle. Säädökset edellyttävät dokumentointia, ja

se on tarpeen myös arviointiprosessin kurinalaisuuden ja kunnollisen hallinnan toteuttamiseksi.

Koneen riskien arvioinnin asiakirjoihin on sisällettävä ainakin seuraavia tietoja:

- tiedot koneesta, jolle arviointi on tehty
- tunnistetut vaaratekijät
- tiedot, joihin riskin arviointi on perustunut
- turvallisuustoimenpiteillä saavutetuksi tarkoitetut tavoitteet
- valitut turvallisuustoimenpiteet tunnistettujen vaarojen poistamiseksi tai riskin vähentämiseksi
- koneen jäännösriskit
- arvioinnin johtopäätös. /5/

9 KONENÄKÖ- JA SERVOLAITTEISTON RISKIANALYYSI MEKANIIKAN OSALTA

9.1 Ominaisuuksien määrittely

9.1.1 Koneen yksilöinti

Laitteisto on pienoisservoakselisto, joka on tarkoitettu opetuskäyttöön.

Laitteistoa käytetään kone- ja laiteautomaation laboratoriossa, jonne se on asennettu pöydälle.

Laitteen mekaniikka muodostuu kahdesta toiminnosta:

1. Kuljetushihna, johon asetetaan käsin lajiteltavat kappaleet
2. Servoakselin x – y suunnassa liikuttava poimija.

9.1.2 Koneen toiminta

Lajiteltavat kappaleet asetetaan hihnalle satunnaisiin paikkoihin käsin. Konenäkökamera ohjaa kuljetushihnan sekä poimijan liikettä ja sen antaman tiedon perusteella automatiikka siirtää lajiteltavan kappaleen hihnalta varastoasemaan. Varastoasema on staattinen.

9.1.3 Konetehot

Kuljetinhihnaa käyttää 30 W vaihteistomoottori luistokytkimen avulla. Servoakselin moottoriteho on 100 W. Poimijan x-liikkeen voima on korkeintaan 47 N. Tarttujan tartuntavoima on korkeintaan 120 N.

Akselien liikenopeudet:

Akselit liikkuvat 300 mm seitsemässä sekunnissa, joten nopeus on:

$$v = \frac{300\text{mm}}{7\text{s}} \approx 43\text{mm/s}$$

Moottorin pyörimisnopeus:

Yksi kierros kestää 20 s ja matka on 1000 mm, joten nopeus on:

$$v = \frac{1000\text{mm}}{20\text{s}} = 50\text{mm/s}$$

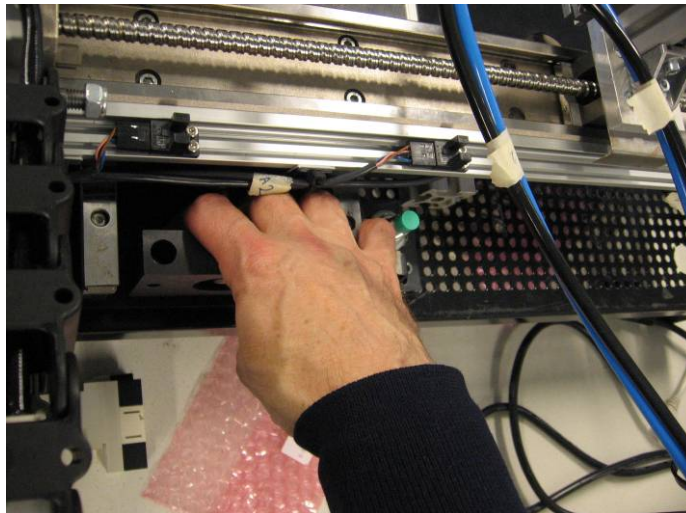
9.2 Mekaaniset vaarantekijät

Vaarantekijöitä tunnistettaessa keskityttiin vain konenäkö- ja servolaitteiston mekaniikkaan liittyviin vaarantekijöihin. Vaarantekijöitä tunnistettaessa käytettiin apuna valtioneuvoston päätöksen liitettä 1 koneiden turvallisuudesta 1314/1994 sekä Eurooppalaisen standardin EN 1050 liitettä A mekaanisten vaarojen osalta. Liitteestä 3 löytyy lista, johon on koottu standardin EN 1050

liitteen A asiat, jotka täytyy ottaa huomioon arvioitaessa koneen mekaanisia vaarantekijöitä. Konenäkö- ja servolaitteiston vaarantekijöitä oli arvioimassa kolme henkilöä, jotta tuloksissa ei näy liikaa yhden henkilön näkemys asiasta. Kyseessä on vanha kone, joten siinä jo olevat turvallisuuslaitteet otetaan huomioon riskejä analysoitaessa.

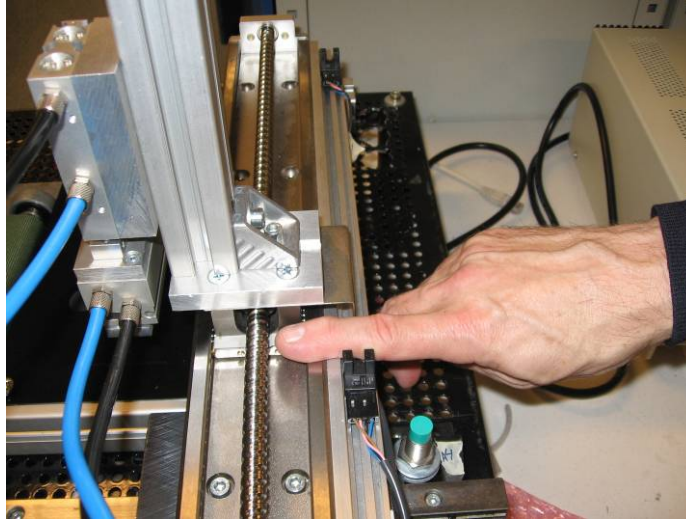
9.2.1 Puristumisvaara

Puristumisvaara on olemassa servoakselin liikeratojen päissä. Kuvassa 2 näkyy puristumisvaaran kohta poimijan x-liikkeen plus-asennossa. Puristumisvaara on myös x-liikkeen aikana varastoaseman ja y-akselin välissä.



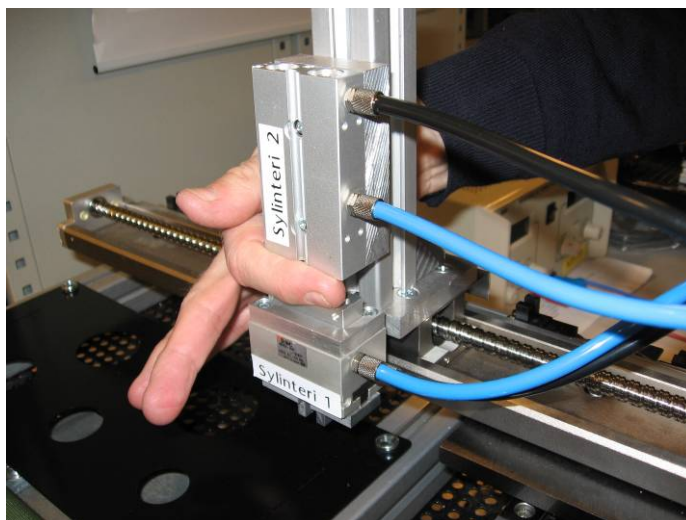
Kuva 2 Puristumisvaara servoakselin liikeradan päissä.

Y-liikkeessä valohaarukan vastakappale ja valohaarukka muodostavat kolmessa kohtaa puristumisvaaran sormelle. Kuvassa 3 näkyy valohaarukan ja valohaarukan vastakappaleen aiheuttama puristumisvaara.



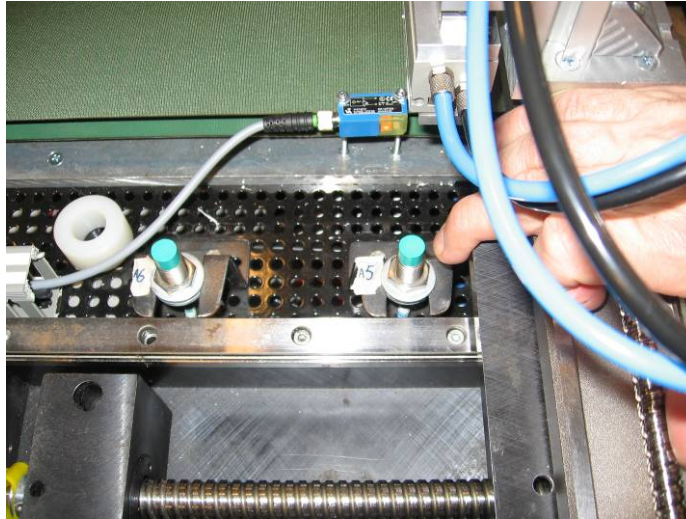
Kuva 3 Valohaarukan ja valohaarukan vastakappaleen aiheuttama puristumisvaara.

Tarttujaan ohjaavien sylintereiden välissä on myös puristumisvaara sormelle, joka näkyy kuvassa 4.



Kuva 4 Puristumisvaara sylintereiden välissä.

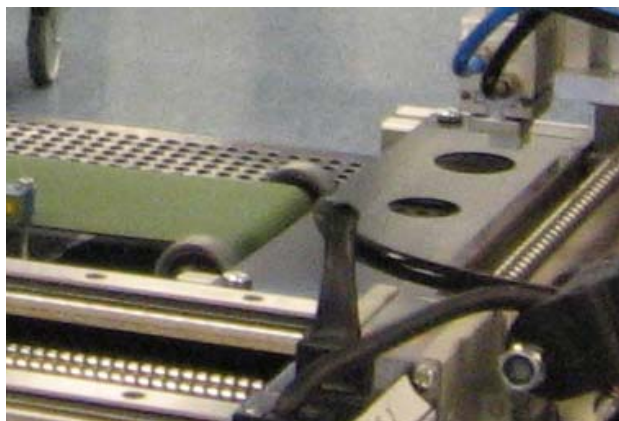
Puristumisvaara sormelle on olemassa myös servoakselin liikeradan ja antureiden välissä. Tämä puristumisvaara näkyy kuvassa 5.



Kuva 5 Puristumisvaara servoakselin liikeradan ja antureiden välissä.

9.2.2 Nieluunjoutumis- tai loukkuunjäämisvaara

Kuljetushihnan ja varaston välissä on nieluunjoutumisvaara. Kuvassa 6 näkyy nieluunjoutumisvaaran paikka.



Kuva 6 Kuljetushihnan ja varaston välissä on nieluunjoutumisvaara.

9.3 Riskin suuruus

Riskien arvioinnissa käytettiin menetelmää, jossa vaaratekijästä aiheutuvien seurausten vakavuudelle annettiin numeroarvot asteikolla 1-100. Numero 1 tarkoittaa, että tapaturmalla ei ole seurauksia ja numero 100 tarkoittaa erittäin vakavaa seurausta, kuten kuolemaa. Tapaturman todennäköisyydelle annettiin vastaavasti numeroarvot väliltä 0,1–1. Arvo 0,1 tarkoittaa, että tapaturman todennäköisyys on lähes mahdoton ja arvo 1 tarkoittaa, että tapaturman tapahtuminen on varmaa.

Mekaanisista vaaratekijöistä ja niistä aiheutuvista riskeistä tehtiin taulukko, joka näkyy taulukossa 1.

Taulukko 1 Konenäkö- ja servolaitteiston riskit alkujaan.

	Vaaratekijä	Seuraukset	Todennäköisyys	Riski
1	Käden joutuminen puristuksiin servoakselin liikeradan päässä	40	0,4	16
2	Sormen joutuminen puristuksiin valohaarukan ja sen vastakappaleen väliin	20	0,3	6
3	Sormen joutuminen puristuksiin tarttujan sylintereiden väliin	20	0,2	4
4	Sormen joutuminen puristuksiin servoakselin liikeradan ja antureiden väliin	10	0,2	2
5	Sormien nieluunjoutumisvaara kuljetushihnan ja varaston välissä	30	0,2	6
6	Läpimenevien ruuvien aiheuttama sähköstä johtuva vaara	10	0,4	4

Riskit jaettiin viiteen tasoon seuraavasti:

- Vähäinen 0,1 ... 5
- Siedettävä 6 ... 15
- Kohtalainen 16 ... 28
- Merkittävä 29 ... 48
- Sietämätön 49 ... 100

Riski on riittävän pieni, kun se on siedettävä tai vähäinen. Tämän jaottelun perusteella koneessa on vain yksi kohtalainen riski ja muut ovat siedettäviä tai vähäisiä. Kohtalainen riski eli käden joutuminen puristuksiin servoakselin liikeradan päässä on saatava pienemmäksi.

9.4 Riskin poistaminen

Riskien poistamiseksi koneen x- ja y-liikkeiden alue suojataan läpinäkyvällä kotelolla. Apuna käytetään standardia SFS-EN 953 kiinteistä suojuksista. Kotelo jää kappaleiden syöttöön tarvittua alueelta avonaiseksi niin, että kappaleet voidaan asettaa koneeseen käsin. Kappaleiden poistoon rakennetaan ulosvedettävä levy, joten kappaleita ei tarvitse ottaa koneesta pois käsin, vaan ne poistetaan varastoasemasta ulosvedettävällä levyllä. Näillä toimenpiteillä saadaan kaikki puristumisvaaraa aiheuttaneet riskit poistettua sekä myös nieluunjuuttumisvaara poistuu. Koneeseen lisätään myös tarpeelliseksi katsottavat varoitustarrat.

Läpinäkyvän kotelon lisääminen ei aiheuta uusia riskejä koneen käytössä. Avonainen syöttöaukko, josta tunnistettavat kappaleet laitetaan hihnalle, ei aiheuta vaaraa, koska hihnan pyörimissuunta on myötäpäivään, joten sormet eivät voi juuttua hihnan alle. Myöskään ulosvedettävä levy ei tuo mukanaan uusia riskejä, koska sitä varten koteloon alareunaan tehdään niin pieni reikä, ettei käsi mahdu siitä koneen sisälle. Vaikka sormet mahtuvat aukosta kotelon sisäpuolelle niin varastoaseman alapuolella ei ole mitään vaarallista, koska koneen liikkuvat osat eivät yllä sinne. Riskien poistamiseksi tehtävien turvallisuustoimenpiteiden jälkeen riskit siis poistuvat kokonaan.

10 YHTEENVETO

10.1 Työn tulokset

Työn tulokseksi saatiin selville ne asiat, joita pitää vielä parantaa ennen kuin konenäkö- ja servolaitteisto on mekaniikan kannalta täysin vaatimuksien mukainen. Koneen mekaaniset vaarat saadaan poistettua, kun koneen x- ja y-liikkeiden alue suojataan läpinäkyvällä kotelolla.

Koneen tekniseen tiedostoon kuuluvat siis mekaniikan näkökulmasta:

- osaluettelo mekaniikan osalta
- kokoonpanokuvat laitteesta
- koneen toimintaselostus
- yksityiskohtaiset piirustukset laskelmiseen ja testaustuloksineen, joita tarvitaan tarkasteltaessa, onko kone olennaisten turvallisuusvaatimusten mukainen mekaniikan osalta
- luettelo terveyst- ja turvallisuusvaatimuksista, joita on käytetty koneen suunnittelussa mekaniikan osalta
- selostus menetelmistä, joita on sovellettu, että koneesta johtuvat mekaaniset vaarantekijät saadaan poistettua

Edellä mainitut osuudet on kaikki tehtävä ennen kuin koneen tekninen tiedosto on valmis mekaniikan osalta. Tekniseen tiedostoon pitää sisällyttää myös sähkön ja automaation osuus.

Vaatimustenmukaisuustarkastelu on tehty pelkästään mekaniikan osalta, joten se on tehtävä myös sähkön ja automaation osuksista, ennen kuin voidaan sanoa, että kone on vaatimustenmukainen.

Riskianalyysi on nyt tehty vain mekaaniset vaarat huomioon ottaen, joten se on tehtävä vielä sähköstä ja automaatiosta sekä muista mahdollisista syistä johtuville vaaroille. Näiden toimenpiteiden jälkeen koneeseen voidaan laittaa CE-merkintä.

10.2 Työn onnistuminen

Työ onnistui hyvin ja sitä oli mielekäs tehdä. Työn laajuuden määrittely oli aluksi vähän hankalaa, mutta neuvojen avulla se ei lopulta tuottanut yhtään ongelmia. Erityisesti riskianalyysin tekeminen oli mukavaa. Opin paljon uutta vanhan koneen turvallisuuden parantamisesta ja riskien arvioimisesta ja uskon, että näistä tiedoista on hyötyä tulevaisuudessakin.

LÄHTEET

- 1 Martin, Kristian, Servolaitteiston ohjaus DVT-konenäkökameran avulla. Insinöörityö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Koneosasto. Tampere 2007. 38 s. + 24 liites.
- 2 Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL, Asentajan sähkötyöturvallisuusopas, 12. painos. Sähköinfo Oy. Espoo 2005.
- 3 Koneturvallisuus, Säädökset ja soveltaminen, Työsuojeluhallinto. Tampere 2007.
- 4 Siirilä Tapio – Pahkala Jorma, EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus. 4 Fimtekno Oy. Keuruu 1999.
- 5 Siirilä Tapio – Kerttula Tuiri, Koneturvallisuuden perusteet. Opiks-Tiimi Oy. Keuruu 2007.
- 6 Työturvallisuuslaki 738/2002.
- 7 Konepäättös 1314/1994. Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta. Valtioneuvosto 1994.
- 8 Standardi SFS-EN 418. Koneturvallisuus. Häätäpysäytyslaitteisto, toiminnalliset näkökohdat. Suunnitteluperiaatteet. Suomen standardisoimisliitto ry 1993. 14 s.
- 9 Standardi SFS-EN 14121-1. Koneturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 1: Periaatteet. Suomen standardisoimisliitto ry 2007. 34 s.

LIITTEET

Liite 1. Esimerkki koneen vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta

Liite 2. Standardin SFS-EN 1050 liitteen A mukainen vaaratekijäluettelo – esimerkkejä vaarantekijöistä

Liite 3. Standardin SFS-EN 1050 liitteen A mukainen vaaratekijäluettelo mekaanisista vaarantekijöistä

Tampereen ammattikorkeakoulu

os. Teiskontie 33

33520 Tampere

vakuuttaa, että

kone

- ♦ Servo- ja konenäköjärjestelmä
- ♦ Pienoisservoakselisto opetuskäyttöön

täyttää seuraavien direktiivien vaatimukset:

- ♦ Konedirektiivi 98/37/EY
- ♦ Pienjännitedirektiivi 2006/95/EY
- ♦ Sähkömagneettista yhteensopivuutta (ECM) koskeva direktiivi 2004/108/EY

Lisäksi kone täyttää seuraavien yhdenmukaistettujen standardien vaatimukset:

SFS-EN 60204-1:2007 (koneiden sähkölaitteisto)

SFS-EN ISO 13 850:2007 (häätäpysäytys)

SFS-EN 953:1998 (suojukset)

SFS-EN 1088:1996 (suojusten kytkentä koneen toimintaan)

Tampereella

28.02.2008

SFS-EN 1050 liitteen A mukainen vaaratekijäluettelo – esimerkkejä vaaratekijöistä:

Vaaratekijätaulukko	
1	Mekaaniset vaaratekijät
2	Sähköstä johtuvat vaaratekijät
3	Lämpötilasta johtuvat vaaratekijät
4	Melun aiheuttamat vaaratekijät
5	Tärinän aiheuttamat vaaratekijät
6	Säteilyä aiheuttavat vaaratekijät
7	Materiaaleista ja aineista johtuvat vaaratekijät
8	Ergonomisista tekijöistä johtuvat vaaratekijät
9	Vaaratekijöiden yhdistelmät
10	Odottamaton käynnistyminen tai nopeuden ylittyminen
11	Koneen pysäyttäminen turvalliseen tilaan ei ole mahdollista
12	Työkalun pyörintänopeuden vaihtelut
13	Energiansyötön vika
14	Ohjauspiirin vika
15	Asennusvirheet
16	Rikkoutuminen käytön aikana
17	Putoavat tai sinkoutuvat osat, nesteet tai kaasut
18	Koneen vakavuuden menettäminen tai kaatuminen
19	Henkilöiden liukastuminen, kompastuminen ja putoaminen
20	Kulkemiseen liittyvät vaaratekijät
21	Koneessa olevaan työskentelypaikkaan liittyvät vaaratekijät
22	Ohjausjärjestelmään liittyvät vaaratekijät
23	Koneen käsittelystä johtuvat vaaratekijät
24	Energialähteeseen ja voimansiirtoon liittyvät vaaratekijät
25	Ulkopuolisten aiheuttamat ja heihin kohdistuvat vaaratekijät
26	Riittämättömät ohjeet kuljettajalle tai käyttäjälle
27	Vaaralliset tapahtumat
28	Salamaniskusta johtuvat vaaratekijät
29	Riittämättömän näkyvyyden aiheuttamat vaaratekijät
30	Raiteilla kulkeviin laitteisiin liittyvät vaaratekijät
31	Henkilöiden rajoitettu liikkumismahdollisuus
32	Tulipalon ja räjähdysten vaara
33	Pölyjen, kaasujen jne. päästöt
34	Kuormitukseen ja lujuuksiin liittyvät vaaratekijät
35	Henkilön putoaminen nostokorista
36	Henkilönostokorin putoaminen
37	Inhimilliset virheet tai käyttäytyminen

Standardin SFS-EN 1050 liitteen A mukainen vaaratekijäluettelo mekaanisista vaarantekijöistä:

Numero	Vaarantekijät
1	Mekaaniset vaarantekijät , joiden aiheuttajina ovat: * esim. koneenosien tai työkappaleiden: a) muoto b) suhteellinen sijainti c) massa ja vakavuus d) massa ja nopeus e) riittämätön mekaaninen lujuus * energian varastoituminen koneeseen johtuen esim: f) joustavista osista (jousista) g) paineenalaisista nesteistä tai kaasuista h) tyhjiön vaikutuksesta
1.1	Puristumisvaara
1.2	Leikkautumisvaara
1.3	Viiltovaara
1.4	Takertumisvaara
1.5	Nieluunjoutumis- tai loukkuunjäämisvaara
1.6	Iskuvaara
1.7	Pisto- tai puhkaisuvaara
1.8	Kitka- tai hiertymisvaara
1.9	Korkeapaineisen nesteen tai kaasun suihkun tai tunkeutumisen vaara