

Pekka Tuuliainen

**CE-MERKINNÄN LAATIMINEN PUULAATIKOIDEN
KOKOAMISLAITTEELLE**

**Opinnäytetyö
KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Puutekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2010**



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Tekniikka	Aika marraskuu. 2010	Tekijä/tekijät Pekka Tuulainen
Koulutusohjelma Puutekniikka		
Työn nimi CE-merkinnän laatiminen puulaatikoiden kokoamislaitteelle		
Työn ohjaaja Seppo Jokelainen		Sivumäärä [50 + 1]
Työelämäohjaaja Ilkka Aska, työnjohtaja		
<p>Opinnäytetyö on tehty Oplax Oy:lle, Rovaniemen toimipisteelle. Oplax Oy on pui-sien pakkauslavojen ja kuljetuspakkauksien valmistaja.</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli CE-merkinnän laatiminen puulaatikoiden kokoamislaitteelle. Työn tarkoituksena oli ohjeistaa yritystä teollisuus käyttöön tarkoitetun puulaatikoiden kokoamislaitteen CE-merkinnän laatimisessa. Opinnäytetyössä käsitellään CE-merkinnän laatimisprosessin vaiheet sekä yleiset turvallisuusvaatimukset koneelle Euroopan unionin talousalueella.</p> <p>Opinnäytetyössä kerrotaan pääasiassa konedirektiivin ja käyttöasetuksen vaatimuksista sekä koneen suunnittelussa käytettävistä standardeista. Työ sisältää myös joitakin turvallisuuteen liittyviä ehdotuksia puulaatikoiden kokoamislaitteelle.</p> <p>Työn tuloksena saatiin EU-konedirektiivin mukaisen koneen rakentamiseen tarkoitettu ohjeistus puulaatikoiden kokoamislaitteelle. Opinnäytetyötä soveltamalla sekä siinä mainituilla lähteillä ja standardeilla voidaan saada aikaiseksi konedirektiivin vaatimusten mukainen kone.</p>		
Asiasanat CE-merkintä, koneasetus, konedirektiivi, koneturvallisuus, standardi		

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Technology	Date November. 2010	Author Pekka Tuuliainen
Degree programme Wood Technology		
Name of thesis CE-marking for a machine that assembles wooden boxes		
Instructor Seppo Jokelainen		Pages [50 + 1]
Supervisor Ilkka Aska, foreman		
<p>This thesis was made for Oplax Oy, and especially for their factory in Rovaniemi. Oplax Oy manufactures wooden loading pallets and wooden transport boxes.</p> <p>The name of this thesis was “CE-marking for a machine that assembles wooden boxes”. The purpose of this thesis was to instruct, how to get a CE-marking for a machine designed for industrial use for assembling wooden boxes. The thesis presents the stages of the CE-marking process as well as the common safety requirements for machines in the European Union’s economic zone.</p> <p>In addition, the thesis presents the requirements set in the machinery directive and in the decree on the safe use of machines as well as the standards used in designing machinery. The thesis also included some safety propositions for the assembly machine.</p> <p>As a result of this thesis instructions that comply the EU-machinery directive were created for a machine for assembling wood boxes. By applying this thesis, as well as the sources and the standards used it is possible to design a machine that follows the machinery directive.</p>		

Key words

CE-marking, machinery directive, machinery safety, standard

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 YRITYSESITTELY: OPLAX OY	2
3 KONETURVALLISUUS	3
3.1 Konedirektiivi ja koneasetus	3
3.2 Standardit	3
3.3 Työturvallisuuslaki ja konelaki	4
3.4 Käyttöasetus	5
3.5 Käytössä olevien koneiden valvonta	5
4 LAITTEEN DOKUMENTOINTI	7
4.1 Tekninen rakennetiedosto	7
4.2 Koneen suunnittelu	7
4.3 Tekniset piirustukset ja kaaviot	9
4.4 Käyttöohjeet	9
4.5 Vaatimustenmukaisuusvakuutus	10
4.6 Konekilpi ja CE-merkintä	11
4.7 Valmiin koneen muuttaminen	13
5 RISKIEN ARVIONTI JA HALLINTA	14
5.1 Riskien arvioinnin ja hallinnan vaiheet	15
5.2 Koneen ominaisuuksien määrittely	16
5.3 Vaaratekijöiden tunnistaminen	17
5.4 Vaaratekijöistä aiheutuvien riskien arviointi	17
5.4.1 Vaaratekijöiden seurauksien vakavuus	17
5.4.2 Vaaratekijöiden toteutumisen todennäköisyys	18
5.5 Riskien hyväksyttävyyden arviointi	20
5.6 Toimenpiteet riskien vähentämiseksi	21
5.7 Riskit ja ihminen	21
5.8 Vikaantuminen	22
5.9 Jäännösriskit ja riskien dokumentointi	23
6 TURVALLISUUS	24
6.1 Turvalaitteet	24
6.2 Suojukset	24
6.3 Koneen odottamaton käynnistyminen	25
7 KONEEN HALLINTALAITTEET	27
7.1 Napit ja värit	27
7.2 Häätöpysäytys	28
7.3 Häätöpysäytyspainike	29
7.4 Koneen pysäyttäminen	29
7.5 Energian syöttö	30

8 ERGONOMIA	33
8.1 Kone ja ihminen	33
8.2 Ruumiillinen työ	33
8.3 Kone-ergonomia	34
9 PUULAATIKOIDEN KOKOAMISLAITE	36
9.1 Vastepöytä	37
9.2 Nostolaite	37
9.3 Laatikko ja materiaali	38
9.4 Laatikon kasauksen työvaiheet	38
10 NOSTOLAITE	40
10.1 Nosturi	40
10.2 Nostoapuväline	41
11 KEHITTÄMISEHDOTUKSIA	43
11.1 Paineakku	43
11.2 Nosturin pysyminen paikallaan	43
11.3 Nosturin kiinnitys alustaan	44
11.4 Nostoapuvälineen suojukset	44
12 LOPPUPÄÄTELMÄT	47
LÄHTEET	49
LIITTEET	
KUVIOT	
KUVIO 1. Koneen turvallisuutta koskevat säännökset	6
KUVIO 2. Konekilpi	12
KUVIO 3. Riskien arvioinnin vaiheet	16
KUVIO 4. Seurausten vakavuuksien luokittelu	18
KUVIO 5. Toteutumisen todennäköisyyden luokittelu	19
KUVIO 6. Painikkeen suojaus	26
KUVIO 7. Vipujen suojaus	26
KUVIO 8. Hätäpysäytin	29
KUVIO 9. Syötönerotusventtiili paineilmalle	31
KUVIO 10. Syötönerotuskytkin sähkölle	32
KUVIO 11. Puulaatikoiden kokoamislaitteen kädensija	35
KUVIO 12. Puulaatikoiden kokoamislaitte	36
KUVIO 13. Pakkauslaatikoita	38
KUVIO 14. Pneumaattinen nostin	45
KUVIO 15. Pneumaattinen nostin suojilla	46
TAULUKOT	
TAULUKKO 1. Riskitasot	21
TAULUKKO 2. Väristandardien mukaiset värit ja niiden selitykset	28

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on CE-merkinnän laatiminen puulaatikoiden kokoamislaitteelle. Työ tehdään Oplax Oy:lle, Rovaniemen toimipisteelle. Oplax Oy on osa Ruukki Group Oyj konsernia.

Puulaatikoiden kokoamislaitteen suunnittelu ja kehittäminen tuli aiheelliseksi Oplax Oy:n työntekijöiden taholta. Tuotevalikoimaan oli tullut pakkauslaatikko, jota oli liian painava nostella ilman apulaitteita. Yritys ryhtyi tekemään kokoamislaitetta itse, koska aikaisemmista kokoamisesta tarkoitetuista konehankinnoista ei ollut hyviä kokemuksia. Koneen suunnittelijana ja tekijänä on toiminut Oplax Oy:n, Rovaniemen tehtaassa työntekijä Sakari Törmänen.

Kokoamislaitteella tehtävät puiset pakkauslaatikot tehdään tilaustyönä Lappset Oy:lle, joka on leikkipaikkavälinevalmistaja. Laatikoiden sisään pakataan leikkipaikkavälineiden osia. Kokoamislaitteeseen kuuluu laatikoiden kokoamiseen tarkoitettua vastepöydästä sekä kootun laatikon nostamiseen tarkoitettua nostolaitteesta.

Työn aiheena on CE-merkinnän laatimisesta ohjeistus kyseiselle laitteelle. Opinnäytetyö toimii ohjeena ja tiedon apuvälineenä laitteen CE-merkintää laadittaessa. Ohjeistuksessa perehdytään koneen turvalliseen suunnitteluun muun muassa koneasetukseen, konedirektiiviin sekä standardeihin. Työssä kerrotaan myös joitakin turvallisuusratkaisuja ja kehittämisehdotuksia laitteelle.

Opinnäytetyössä ei käsitellä ohjausjärjestelmiä tai ohjauslogiikoita, koska valmis-teilla olevassa kokoamislaitteessa ei tämänhetkisen tilanteen mukaan ole tulossa automatisointia tai automaattisia toimintoja. Yritys ei näe tarvetta panostaa tuotannon automatisointiin, koska silloin tuotannon kapasiteetti kasvaisi vuotuista tarvetta suuremmaksi ja investoinnin takaisinmaksuaika olisi yritykselle liian pitkä.

Opinnäytetyön lähteenä on käytetty suurimmalta osin Tapio Siirilän & Tuuri Kerttulan kirjaa Koneturvallisuuden perusteet, jossa on kerrottu koneen valmistamiseen ja CE-merkinnän laatimiseen tarvittavat perustiedot.

2 YRITYSESITTELY: OPLAX OY

Oplax Oy on puisien pakkauslavojen ja kuljetuspakkauksien valmistaja, joka toimii neljällä eri paikkakunnalla; Oulussa, Kemissä, Torniossa ja Rovaniemellä. Yritys valmistaa Oulun, Kemin ja Tornion toimipisteissä pakkauslavoja mm. paperi- ja terästeollisuudelle. Rovaniemen toimipisteellä valmistetaan pakkauslavoja ja kuljetuspakkauksia muun muassa moottorikelkkateollisuudelle, leikkipaikkavälineteollisuudelle sekä alihankintatöitä leikkipaikkavälineteollisuudelle. Yrityksen toimenkuvaan kuuluvat myös hylsyjen kierrätyspalvelu ja logistiikkapalvelut paperiteollisuudelle. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Oulussa ja toimitusjohtajana on Sakari Kiviniemi. Yritys työllistää noin 45 henkeä sekä kiireellisinä sesonkiaikoina lisäksi kausityöntekijöitä. Oplax Oy:n kaikkien toimipisteiden kapasiteetti yhteen laskettuna on noin 1,5 milj. pakkauslavaa vuodessa. Oplax Oy on kasvava yritys ja yksi Suomen suurimmista yrityksistä alalla. Oplax Oy:n pääomistaja on Ruukki Group-konserni vuodesta 2007. Ruukki Group on maailmanlaajuisesti toimiva monialayritys, jolla on kaksi pääliiketoiminta-aluetta, puunjalostus ja mineraaliliiketoiminta. (Oplax Oy 2009.) Oplax Oy:n liikevaihto vuonna 2009 oli noin 8,9 miljoonaa euroa. (Kauppalehti Oy 2010.)

Oplax Oy osti puisia pakkauslavoja ja laatikoita valmistavan rovaniemeläisen PSL Räinen Oy:n koko osakekannan vuonna 2008. Oplax Oy oli ollut jo aiemmin osakkaana PSL Räinen Oy:ssä. Myöhemmin PSL Räinen liitettiin emoyhtiöön Ruukki Groupiin vuonna 2008. Vuonna 2009 PSL Räinen muutettiin Oplax Oy:n Rovaniemen toimipisteeksi. (Ruukki Group Oy 2009.) Rovaniemen toimipisteellä on noin 10 vakinaista työntekijää. Asiakkaina pääasiassa ovat Lappset Oy ja BRP Finland Oy.

3 KONETURVALLISUUS

3.1 Konedirektiivi ja koneasetus

Vuonna 1994 tuli Suomessa voimaan EU:n konedirektiivi ja EN-standardien järjestelmä ETA-sopimuksen mukana parantamaan uusien koneiden turvallisuustasoa. Vuonna 1989 vahvistettu konedirektiivi on korvattu uudella konedirektiivillä (2006/42/EY) vuonna 2006. (Siirilä 2009, 25.) Uusien koneiden on oltava konedirektiivin mukaisia, ellei konetta koske jokin erikoisdirektiivi. Erikoisdirektiivit ovat hissidirektiivi, traktoridirektiivi, lääkintälaitedirektiivi ja sotilaalliseen käyttöön tarkoitettut konedirektiivit. (Siirilä 2008, 28.)

Koneasetus (400/2008) on uutta konedirektiiviä vastaava suomalainen asetus koneiden turvallisuudesta. Direktiivissä ja sitä vastaavassa suomalaisessa koneasetuksessa on määritelmät koneiden turvallisuudesta, jotta ne olisivat käyttökelpoisia ja myyntikelpoisia Euroopan talousalueen maissa. EU:n konedirektiivi ja suomalainen koneasetus tulivat voimaan vuonna 2009. (Siirilä 2009, 25.)

3.2 Standardit

Standardit toimivat koneen suunnittelussa ja turvallisuuden arvioinnin aputyökaluina. Standardeilla täsmennetään direktiiveissä olevia vaatimuksia. Ne ovat tärkeitä koneen suunnittelussa, mutta eivät ole pakollisia. Standardit ovat yksityiskohtaisia ja kuvaavat turvallisuuden nykytekniikkaa, joiden mukaisia koneiden on direktiivin mukaan oltava. (Siirilä 2008, 25.) Jos koneen suunnittelussa ei käytetä apuna standardeja, valmistajan on löydettävä toisenlaiset keinot koneen turvallisuuden takaamiseksi. Viranomaiselta ja ilmoitetuilta laitoksilta voi hakea apua, jos yhdenmukaisia standardeja ei vielä ole. Silloin voidaan soveltaa kaikkia kansallisia standardeja tai muita ohjeita, joilla saadaan vaadittu turvallisuustaso. (KUVIO 1.) (Työsuojeluhallinto 2007.)

Koneturvallisuutta koskevat EN-standardit jaetaan A-, B- ja C-tyyppeihin. A-tyypin standardit ovat yleiset standardit, joita sovelletaan kaikkiin koneisiin. A-tyypin standardeja ovat koneturvallisuuden perusstandardi SFS-EN ISO 12 100 sekä koneiden riskien arviointiin tarkoitettu SFS-EN ISO 14 121-1. (Siirilä & Kerttula 2007, 18.)

B-tyypin standardit koskevat tiettyjä turvallisuustekijöitä ja turvallisuusratkaisuja esimerkiksi melua tai odottamattoman käynnistyksen estämistä. B-tyypin standardeja on joitakin kymmeniä. (Siirilä & Kerttula 2007, 18.)

C-tyypin standardit ovat tiettyjä koneita tai koneryhmää koskevia standardeja. C-tyypin standardeja on useita satoja eri koneille valmiina. Standardeissa ei toisteta samoja asioita, joten tiettyä konetta koskeva C-tyypin standardi ei yksinomaan riitä konetta valmistaessa. Lisäksi tarvitaan A-tyypin ja B-tyypin standardeja, jotta kaikki vaatimukset ja niiden sisältö tulisi selväksi. Standardit ovat yleensä voimassa viisi vuotta, minkä jälkeen niitä aletaan päivittää. Tämän vuoksi on huolehdittava, että konetta suunniteltaessa ja koneen turvallisuuden arvioinnissa käytetään voimassa olevia standardeja. (Siirilä & Kerttula 2007, 18.)

3.3 Työturvallisuuslaki ja konelaki

Suomessa säädetään koneiden turvallisuudesta konelaisissa (1016/2004) ja työturvallisuuslaissa (738/2002). Laeissa on määritetty yleiset turvallisuutta koskevat periaatteet. Yksityiskohdista säädetään ministeriöiden ja valtioneuvoston päätöksillä. Työturvallisuuslaissa säädetään työnantajan yleiset työturvallisuutta koskevat velvoitteet. Työturvallisuuslaissa edellytetään työn sekä työympäristön ja koneiden jatkuvaa tarkkailua, riskien arviointia ja mahdollisten riskien vähentämistä. (Siirilä 2008, 27.)

Konelaki on valmistajille, maahantuojille, myyjille ja henkilöille jotka, luovuttavat koneen tai teknisen laitteen markkinoille tai käyttöön Suomeen. Konelailta varmistetaan, että valmistettavat, myytävät ja käyttöön luovutettavat koneet ovat vaatimusten mukaisia ja turvallisia. Konelaisissa säädetään koneiden tai teknisten laittei-

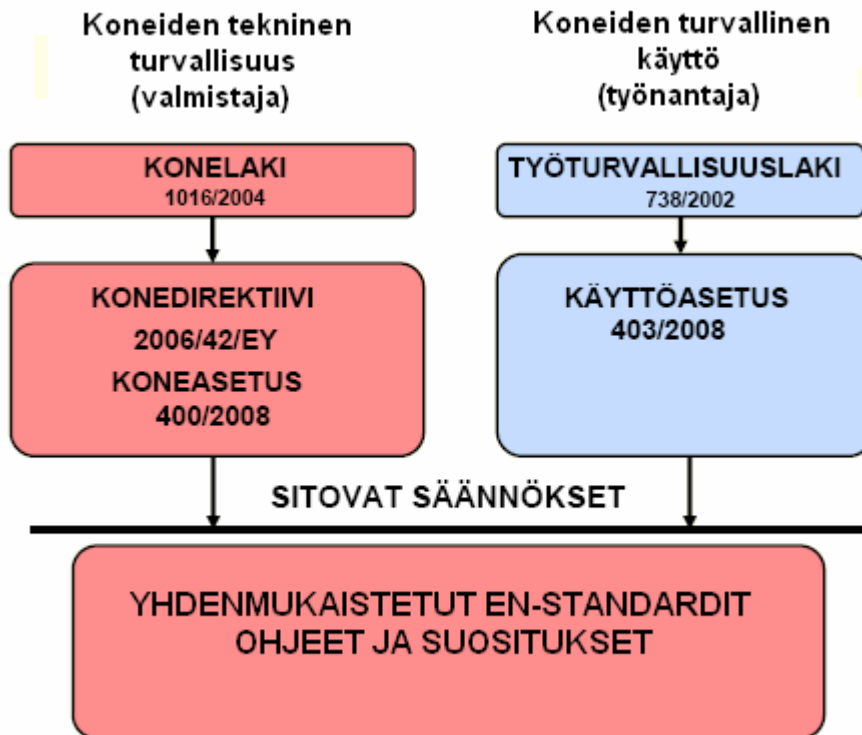
den suunnittelusta valmistamisesta ja varustamisesta. (Siirilä 2008, 27; Finlex 2010.)

3.4 Käyttöasetus

Käyttöasetus (403/2008) on työnantajia koskeva koneiden ja muiden työvälineiden turvallista käyttöä koskeva asetus. Asetuksessa korostetaan työnantajan velvollisuutta arvioida työpaikalla käytössä olevien koneiden riskiä ja velvollisuutta riskien poistamiseksi. Työnantaja on vastuussa työpaikan turvallisuudesta jatkuvilla huoltotoimenpiteillä ja kunnossapitotoimenpiteillä. Joidenkin koneiden tarkastukset on teetettävä asiantuntijalla niin sanottuina määräaikaistarkastuksina. (Siirilä & Kerttula 2007, 26.)

3.5 Käytössä olevien koneiden valvonta

Työpaikalla käytössä olevien koneiden turvallisuutta valvovat työsuojeluviranomaiset tekemällä työpaikkavalvontakäyntejä. Jos tarkastuksessa havaitaan käytössä oleva kone joka on vaarallinen, työsuojeluviranomainen antaa koneen vaarallisuudesta riippuen kehotuksen laittaa kyseinen kone kuntoon tai välittömästi kieltää koneen käytön kunnes kone on laitettu turvalliseen kuntoon. (Siirilä & Kerttula 2007, 26.)



KUVIO 1. Koneen turvallisuutta koskevat säännökset (mukaillen Sundquist 2010.)

4 LAITTEEN DOKUMENTOINTI

Valmistajan velvollisuus on dokumentoida koneen suunnittelu. Dokumentoinnissa on oltava kaikki konetta koskevat tiedot. Dokumentaatiolla pystytään osoittamaan tarpeen tullen viranomaisille, että kone on suunniteltu ja rakennettu konedirektiivin vaatimustenmukaisesti. Dokumentointia kutsutaan koneen tai laitteen tekniseksi rakennetiedostoksi. (Siirilä & Kerttula 2007, 19.)

4.1 Tekninen rakennetiedosto

Teknisessä rakennetiedostossa on oltava ainakin koneen piirustukset, käyttöohjeet, riskien arviointi ja koneelle tehtyjen laskelmien sekä testien tulokset. Viranomaisella on oikeus saada tekninen rakennetiedosto nähtäväkseen, jos herää epäilyksiä, että kone ei täytä olennaisia terveystaajimuksia ja turvallisuustaajimuksia. Viranomaisilla on riittävä syy epäillä koneen vaatimusten vastaisuutta, jos valmistaja ei pysty pyydetäessä tai tietyn ajan kuluessa esittämään teknistä rakennetiedostoa. Valmistajan on laadittava tekninen rakennetiedosto vähintään yhdelle Euroopan talousalueen valtion viralliselle kielelle ja säilytettävä teknistä rakennetiedostoa 10 vuotta viimeisen valmistetun koneen jälkeen. (Siirilä & Kerttula 2007, 19.)

Valmistajan käyttäessä koneessaan alihankkijoilta tilattuja komponentteja tai laitteita, on valmistajan otettava koneen teknisessä rakennetiedostossa tämä huomioon. Alihankkijan tai maahantuojan on tiedettävä missä tarvittavat rakennetiedostot sijaitsevat. Heidän on pystyttävä tarvittaessa hankkimaan vaadittavat tekniset rakennetiedostot kohtuullisessa ajassa. (Työsuojeluhallinto 2007.)

4.2 Koneen suunnittelu

Koneen suunnittelussa ja rakentamisessa on otettava huomioon, että kone täyttää olennaiset terveystaajimukset ja turvallisuustaajimukset jotka on konepääätökses-

sä mainittu. Olennaiset terveyteen ja turvallisuuteen liittyvät vaatimukset ovat konepäättökseen liitteessä 1. Vaatimuksessa noudatetaan niin sanottua kolmen askeleen periaatetta. (Siirilä & Kerttula 2007, 16.)

Ensimmäisessä askeleessa vaarat poistetaan tai vähennetään suunnittelemalla ja rakentamalla kone turvalliseksi. Ratkaisuja ovat muun muassa turvallisten teknologioiden ja prosessien valitseminen, koneen suunnittelu luontaisesti turvalliseksi (esimerkiksi voimansiirtolaitteiden rakentaminen suojaan), noudattamalla koneen suunnittelussa ja rakentamisessa olennaisia ammattisääntöjä (esimerkiksi laskentamenetelmät), otetaan huomioon ergonomia, turvallisuusperiaatteiden soveltaminen mahdollisten ohjausjärjestelmien suunnittelussa, mekanisoidaan tai automatisoidaan mahdollisuuksien mukaan käsin tehtävät työvaiheet ja ottamalla huomioon standardi SFS-EN ISO 12 100-2 kohta 4. (Työsuojeluhallinto 2007.)

Toisessa askeleessa vaarat poistetaan turvallisuustekniikan avulla. Turvallisuustekniikalla, eli suojuksilla ja turvalaitteilla on pystyttävä suojaamaan henkilöitä vaaroilta, joita ei voida poistaa tai rajoittaa suunnittelun avulla. Riskiarvioinnilla valitaan koneelle oikeanlaiset suojalaitteet ja turvalaitteet. Standardissa SFS-EN ISO 12 100-2 ja muissa A-tyyppin sekä B-tyyppin standardeissa esitetään suojusten ja turvalaitteiden yleiset rakennevaatimukset. Yhdenmukaistetuissa C-tyyppin standardeissa kuvataan tarkemmin turvallisuustekniikka, jota voidaan tiettyyn kone-tyyppiin soveltaa. Jos suojusten ja turvalaitteiden kautta ei päästä tarvittavaan turvallisuustasoon, on suunnittelijan tällöin selvitettävä riskienarvioinnin avulla mahdolliset muut toimenpiteet turvallisuuden takaamiseksi, esimerkiksi koneen huollettavuuden varmistaminen. (Siirilä & Kerttula 2007, 16.)

Kolmannessa askeleessa on perehdyttävä käyttöohjeisiin, huolto-ohjeisiin, merkin-töihin ja muihin varotoimenpiteisiin. Käyttöohjeessa on ilmoitettava mahdollisista vaaratekijöistä, joita ei ole kyetty poistamaan suojaustoimenpiteillä. Jos koneen käyttö vaatii erikoiskoulutusta tai henkilösuojaimia, niistä on erikseen mainittava käyttöohjeissa. Valmistajan on mainittava koneen mahdollisista vaaratekijöistä, jos konetta käytetään ohjeesta poikkeavalla tavalla. (Siirilä & Kerttula 2007, 16.)

4.3 Tekniset piirustukset ja kaaviot

Teknisestä rakennetiedostosta on löydettävä koneen yleispiirustukset, osa piirustukset ja ohjauspiirien yksityiskohtaiset piirustukset ja kaaviot laskelmineen, testaustuloksineen, todistuksineen ja muine tietoineen, joita tarvitaan koneen olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaisuuden tarkastelussa. (Siirilä & Kerttula 2007, 204.)

4.4 Käyttöohjeet

Käyttöohjeet ovat koneen turvallisuuden kannalta tärkeitä. Käyttöohjeiden tarkoitus on ohjeistaa koneen käyttäjää oikeaan ja turvalliseen käyttöön. Valmistajan on huolehdittava koneen tai laitteen mukaan toimitettavista käyttöohjeista sekä huolto-ohjeista. Käyttöohjeet ja huolto-ohjeet ovat Suomessa oltava suomen ja ruotsin kielellä. Poikkeuksena ovat suuret koneet, joiden asennuspaikka tiedetään etukäteen ja kunta on yksikielinen, tällöin ohjeet voivat olla kyseisessä kunnassa käytettävällä kielellä. Työnantajalla on kuitenkin velvollisuus huolehtia työpaikalla oleville muun kielisille työntekijöille käytössä tarvittavat ohjeet heidän omalle kielelleen. (Siirilä & Kerttula 2007, 202.)

Turvallisuusohjeissa on kerrottava koneen paikalleen asentamisesta, asentamisesta käyttökuntoon, perehdyttämishojeista, turvallisesta käytöstä, mahdollisista kielletyistä käyttötavoista, tarkastusohjeista ja kunnossapidosta, kokoonpanosta ja purkamisesta. Turvallisuusohjeissa täytyy olla myös käsittelyohjeet ja kuljetusohjeet sekä tarpeen vaatiessa olennaiset tiedot sellaisista työkaluista, jotka voidaan asentaa koneeseen. (Työsuojeluhallinto 2007.)

Näiden lisäksi valmistajan on annettava tiedot koneen melupäästöstä. Melupäästösuureet ovat pääasiassa äänitehotaso ja äänenpaineen huippuarvo työskentelypaikalla. Liikuteltavista ja käsikäyttöisistä koneista on annettava tiedot tärinästä. Suunnittelusta johtuvia puutteita ei saa korvata käyttöä koskevilla tiedoilla, esimerkiksi varoituksilla ja käyttörajoituksilla. Tarpeen vaatiessa ohjeissa on oltava varoitus koneen väärinkäytöstä. (Työsuojeluhallinto 2007.)

Käyttöohjeissa on oltava selvästi esillä koneelle määritelty käyttöikä ja käyttöikään vaikuttavat seikat. Käyttöikään vaikuttavat koneen käyttöympäristö, huoltotoimenpiteet, tekniset ratkaisut, varmuuskertoimet sekä komponenttien ja koneessa käytettyjen materiaalien laatu (Siirilä 2009, 99).

4.5 Vaatimustenmukaisuusvakuutus

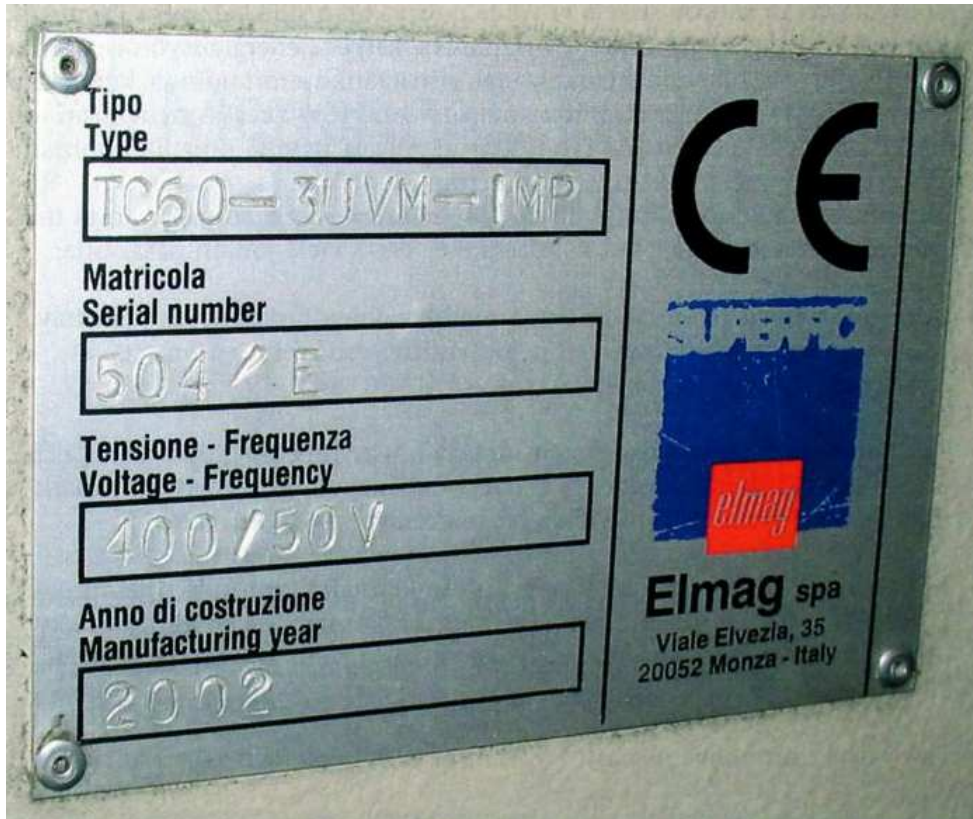
Valmistajalta vaaditaan jokaisesta koneesta konedirektiivin liitteen 2 vaihtoehdon A mukainen vaatimustenmukaisuusvakuutus. Valmistaja vakuuttaa vaatimustenmukaisuusvakuutuksella, että on noudattanut koneen suunnittelussa kaikkia konetta koskevia direktiivejä. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa luetellaan kaikki direktiivit ja standardit, joiden mukaan kone on suunniteltu ja tehty. Valmistaja voi mainita myös soveltaessa kansallisia standardeja tai muita ohjeita, joilla on saatu vaadittu turvallisuustaso. Koneen käyttäjät ja viranomaiset saavat vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta tiedon, että mitä direktiivejä ja standardeja on käytetty koneen suunnittelussa. Vaatimustenmukaisuusvakuutus on oltava samalla kielellä kuin konetta koskevat ohjeet. Valmistajan on allekirjoitettava lopuksi vaatimustenmukaisuusvakuutus. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen voi laittaa käyttöohjeeseen liitteeksi. (Siirilä & Kerttula 2007, 20.)

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen on sisällettävä vähintään valmistajan tai Euroopan talousalueella olevan edustajan nimi ja osoite, koneen kuvaus ja yksilöinti, luettelo määräyksistä (direktiiveistä), jotka kone täyttää, mahdolliset apuvälineet (standardit), joilla määräyksien tasolle on päästy ja valmistajan allekirjoitus sekä asema yrityksessä. (LIITE 1.) (Siirilä & Kerttula 2007, 20.)

4.6 Konekilpi ja CE-merkintä

Konekilven tarkoituksena on yksilöidä kone ja koneen valmistaja. Koneesta tai laitteesta on löydyttävä konekilpi. Konekilpi olisi hyvä olla kuitenkin konekokonaisuuden mahdollisissa osakoneissa niiden yksilöimiseksi. Konekilvestä on löydyttävä ainakin valmistajan nimi ja osoite, koneen tunnistetiedot, sarjamerkintä tai tyyppi-merkintä, sarjanumero tai koodi, valmistusvuosi ja muita teknisiä tietoja. (Siirilä & Kerttula 2007, 202.)

Valmistajan on kiinnitettävä CE-merkintä valmiiseen koneeseen, kuitenkin ennen koneen käyttöönottoa tai myymistä. CE-merkitty kone voidaan ottaa käyttöön tai asettaa markkinoille koko Euroopan talousalueelle. Konetta ei tarvitse tarkastuttaa viranomaisella tai muulla kolmannella osapuolella ennen koneen markkinoille asettamista. CE-merkintä tarkoittaa, että kone tai laite on konepäättöksen vaatimusten mukainen sekä täyttää konetta koskevat direktiivit tai niitä vastaavat kansalliset säädökset. CE-merkinnän muoto on direktiivissä tarkasti määritelty. Merkintä on kiinnitettävä pysyvästi ja sen on oltava kestävä. (Siirilä & Kerttula 2007, 22.) Usein CE-merkki painetaan konekilpeen (KUVIO 2). Konekokonaisuuden osakoneisiin ei tule CE-merkintää konedirektiivin perusteella, elleivät ne ole sellaisenaan valmiita markkinoilla olevia koneita tai laitteita. (Siirilä & Kerttula 2007, 201.)



KUVIO 2. Konekilpi (Siirilä & Kerttula 2007, 202.)

4.7 Valmiin koneen muuttaminen

Valmista konetta voi muuttaa ja uudistaa, mutta turvallisuus täytyy olla taattu muutoksien jälkeenkin. Valmiin koneen muutoksesta johtuvat toimenpiteet on dokumentoitava ja lisättävä koneen omaan dokumentointiin. Koneelle ei tehdä tällöin uutta vaatimustenmukaisuusvakuutusta tai CE-merkintää. Alkuperäisiin merkintöihin ei tehdä muutoksia, koska nämä osoittavat koneen alkuperäisen valmistajan hoitaneen velvoitteensa. Valmiin koneen muuttamisessa on otettava huomioon koneen perusteellinen muuttaminen. Valmiin koneen perusteellinen muuttaminen tarkoittaa sitä, että koneen käyttötarkoitus, toimintatapa tai turvallisuus muuttuu huomattavasti alkuperäiseen nähden. Koneen perusteellisesta muutostyön tekijästä voi tulla koneen valmistaja, jonka on huolehdittava koneen valmistamiseen säädetyistä velvollisuuksista. (Tamminen 2009.)

5 RISKIEN ARVIONTI JA HALLINTA

Vaatimus koneiden riittävästä turvallisuudesta toteutetaan käytännössä tunnistamalla koneeseen liittyvät vaarat ja arvioimalla niihin liittyvät riskit. Riskien arvioinnilla saadaan tietoon riskit, jotka ovat liian suuret. Nämä riskit täytyy mahdollisuuksien mukaan karsia pois tai pienentää koneita muuttamalla tai suojuksia ja turvalaitteita lisäämällä. Jos riskiä ei saada pienennettyä turvallisuusvaatimuksien mukaisiksi, on tällöin kone korvattava turvallisemmalla. (Siirilä 2009, 39.)

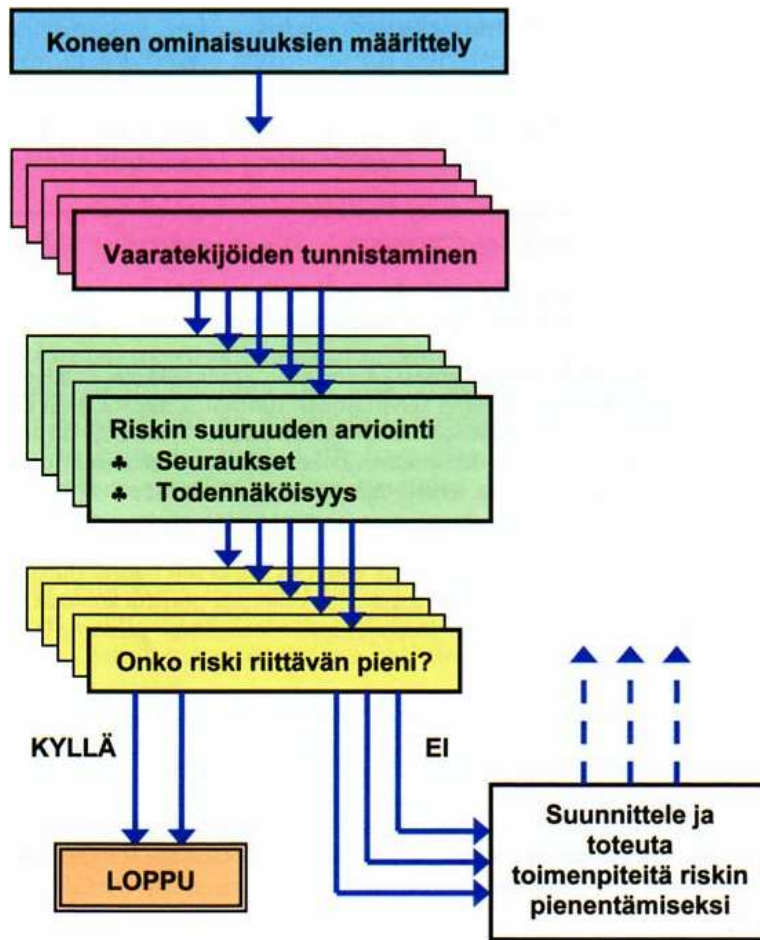
Riskiä arviointi täytyy tehdä ryhmätyönä. Arvioinnista tulee tehokkaampaa ja perusteellisempaa, kuin yhden ihmisen tekemästä arvioinnista. Ryhmässä tulisi olla erilaista asiantuntemusta ja kokemusta aiheesta. (Siirilä 2009, 51.) Riskien arvioinnissa on oltava ennalta yhteisesti sovittu ohjeellinen jaottelu käytössä. Vaaratekijöihin liittyvien riskien arviot olisivat näin jotenkuten vertailtavissa. Vertailtavuutta tarvitaan, esimerkiksi mahdollisten riskien vähentämisessä ja pienentämisessä. Riskien arvioinnissa olisi pyrittävä pitämään huolta siitä, että vaaratekijöihin liittyviä riskiä arvioitaessa todennäköisyyden arvioimiseen käytetään samoja perusteita. Riskitasoista ei tule vertailukelpoisia, jos arviointiin ei käytetä samoja perusteita. Vertailukelpoisuus on tärkeää muun muassa silloin, kun päätetään riskien vähentämiseen tarkoitettujen eri vaihtoehtojen paremmuudesta ja riittävydestä. (Siirilä & Kerttula 2007, 36–37.) Arvioinnin kunnollinen suorittaminen edellyttää, että kaikki ryhmän jäsenet omaksuvat arviointimenetelmän ja sen käytön. Ryhmällä täytyy olla tarpeelliset lomakkeet, tietokoneohjelmat ja muut apuvälineet käytettävissä. Arvioinnin apuvälineinä ja tietolähteinä voidaan käyttää konetta ja sen käyttöä koskevia säädöksiä, standardeja, turvallisuutta koskevia käsikirjoja, vastaavia koneita, ja tiedot sattuneista tapaturmista ja vaaratilanteista. (Siirilä & Kerttula 2007, 36–37.)

5.1 Riskien arvioinnin ja hallinnan vaiheet

Koneen riskien arviointi on tehtävä koneen suunnittelun alkuvaiheessa. Arvioinnin perusteella kone rakennetaan ja suunnitellaan niin, että valmiin koneen riskit ovat riittävän pienet. Riskien arviointi ja hallinta ovat tärkeä osa koneen suunnittelua, koska riskien arviointia päivitetään koko ajan suunnittelun edetessä. (Siirilä & Kerttula 2007, 32.)

Riskien arviointiin ja hallintaan kuuluu viisi vaihetta, joita ovat:

1. Koneen ominaisuuksien määrittely
2. Vaaratekijöiden tunnistaminen
3. Vaaratekijöistä aiheutuvien riskien arviointi
4. Riskien hyväksyttävyyden arviointi (koneen suunnittelu siten, että liian suuriksi arvioidut riskit poistetaan tai niitä vähennetään riittävästi)
5. Toimenpiteet riskien vähentämiseksi (riskien poistamiseen tai vähentämiseen käytettävien toimenpiteiden arviointi, sen varmistamiseksi että niistä ei aiheudu uusia riskejä). (KUVIO 3.)
(Siirilä & Kerttula 2007, 32.)



Kuvio 3. Riskien arvioinnin vaiheet (Siirilä & Kerttula 2007, 32.)

5.2 Koneen ominaisuuksien määrittely

Koneen ominaisuudet määritellään riskien ja vaaratekijöiden tunnistamiseksi. Määritettäviä asioita ovat muun muassa koneen perustyyppi (liikkuva ja nostava), automaatioaste ja ihmisen osuus koneen käytössä, koneen koko ja massa, koneessa tarvittavat energiat (sähkö ja paineilma) ja niiden ominaisuudet (jännite, paine ja teho), koneen suurimmat liikenopeudet ja liikealueet, koneen käyttämät aineet, koneen synnyttämät päästöt ja energiat (melu ja liike-energia). (Siirilä & Kerttula 2007, 33.)

5.3 Vaaratekijöiden tunnistaminen

Riskien arvioinnissa tunnistetaan aluksi kaikki mahdolliset ja jonkun verran mahdollottomat koneen ominaisuuksista ja käyttötavoista aiheutuvat vaaratekijät. Vaaratekijöiden tunnistusvaiheeseen on paneuduttava huolella, koska tämä vaihe on merkittävä koneen lopulliselle turvallisuudelle. Tässä vaiheessa kirjataan vain mahdolliset vaaratekijät, eikä oteta kantaa vaaratekijöistä aiheutuvien mahdollisten seurauksien vakavuuteen eikä seurausten todennäköisyyteen. Riskien arviointi ilman suojuksia tai muita turvallisuus ratkaisuja on tarpeen, koska silloin kaikki vaaratekijät tulee käsiteltyä ja kirjattua tekniseen rakennetiedostoon. Tietoja voidaan tarvita myöhemmin, esimerkiksi koneen muutoksissa. Ilman näitä tietoja voidaan muutoksilla huonontaa koneen alkuperäistä turvallisuutta. Vaaratekijöiden tunnistusvaiheeseen on standardin SFS-EN ISO 14 121-1 liitteenä luettelo vaaratilanteista, vaaratekijöistä sekä vaarallisista tapahtumista. Vaaroja voivat olla muun muassa mekaanisia, sähköisiä, melusta johtuvat, koneen suunnittelussa ergonomisen periaatteiden huomioon jättämisestä aiheutuvat vaarat, energiansyötön katkeamisesta, korjaustoimenpiteistä, siivoamisesta, koneen osien rikkoutumisesta tai muista toimintahäiriöstä johtuvat vaarat ja niiden yhdistelmät. (Siirilä & Kerttula 2007, 33–34.)

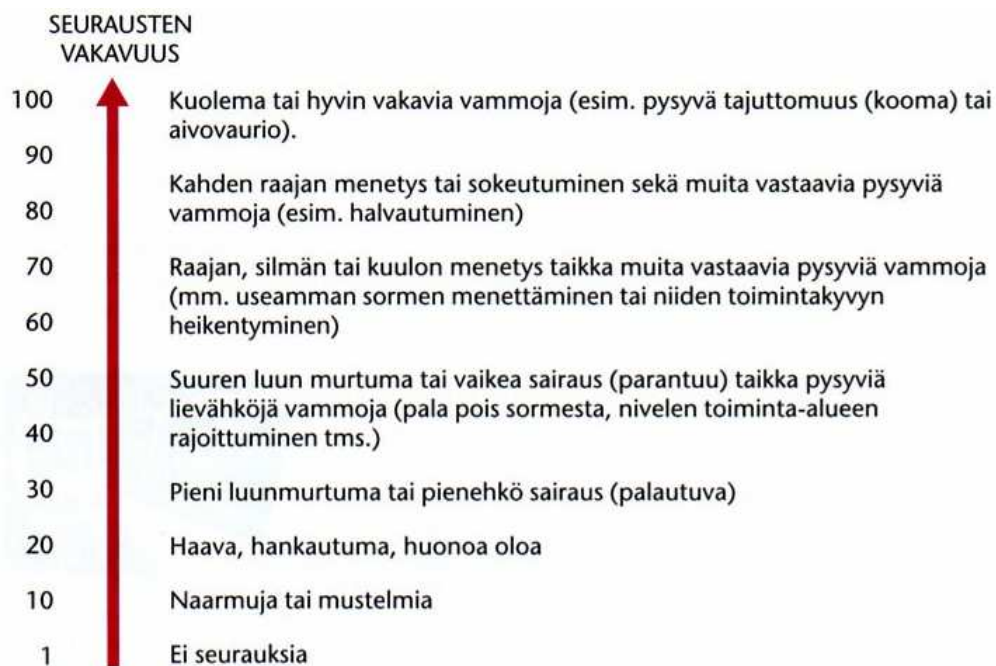
5.4 Vaaratekijöistä aiheutuvien riskien arviointi

5.4.1 Vaaratekijöiden seurauksien vakavuus

Tunnistetuista vaaratekijöistä arvioidaan kustakin aiheutuvien mahdollisten seurauksien vakavuus. Tässä vaiheessa vakavuutta arvioidaan koneen ominaisuuksien perusteella, eikä oteta vielä kantaa seurausten toteutumisen todennäköisyyteen. Koneen suojuksia tai muita riskiä vähentäviä toimenpiteitä ei vielä oteta huomioon. Koneen ominaisuuksia, jotka vaikuttavat seurauksien vakavuuteen voivat olla koneen ja sen osien koko, muoto (takertumisvaara) sekä koneen ja sen osien nopeus (puristumisvaara ja törmäysvaara). Koneesta tai sen osan iskusta on vaaraa,

jos sen nopeus on yli 200 mm/s. ja kun kineettinen energia on suuri. Huomioon on myös otettava energian lähteet ja niiden voimat. (Siirilä & Kerttula 2007, 34–35.)

Vaaratekijöistä aiheutuvien mahdollisten seurausten vakavuuksien luokitteluun on monta erilaista jaottelua. Jaottelut ovat yleensä asteittain, esimerkiksi 1–4-asteet tai 1–100-asteet. (KUVIO 4.) Pienin numero on yleensä vakavuuden lievin (haavoja, mustelmia) asteikko ja suurin numero on vakavuuden pahin mahdollinen (kuolema, invaliditeetti tai aivovaurio). (Siirilä & Kerttula 2007, 35–36.)



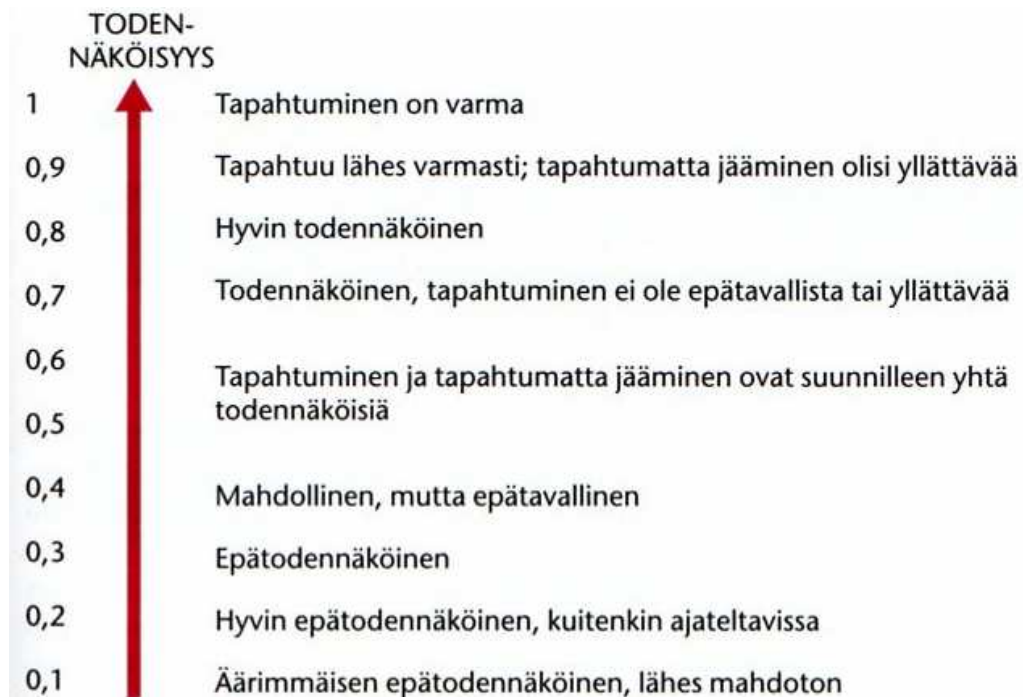
Kuvio 4. Seurausten vakavuuksien luokittelu (Siirilä & Kerttula 2007, 36.)

5.4.2 Vaaratekijöiden toteutumisen todennäköisyys

Vaaratekijöistä aiheutuvien haitallisten seurauksien toteutumisen todennäköisyys on hankalasti arvioitavissa ja lisäksi eri ihmisten tekemät arviot samasta kohteesta poikkeavat paljon toisistaan. Arviointi täytyisi tehdä ryhmätyönä. Arvioinnista tulee tehokkaampaa ja perusteellisempaa, kuin yhden ihmisen tekemä arviointi. Ryhmässä tulisi olla erilaista asiantuntemusta ja kokemusta aiheesta, jolloin saadaan mahdollisimman tarkka arvio. Todennäköisyyden arvioiminen ja oikean lukuarvon tai oikean tason määrittäminen on vaikeaa, mutta tärkeää eri vaaratekijöihin liitty-

vien riskien ja erilaisten riskien vähentämismuotojen vertailemiseksi. Koneen riskien suuruudet vaihtelevat koneen eri toiminnoissa. Riskit ovat myös yleensä erisuuruisia eri käyttäjäryhmille. Nämä on otettava huomioon arvioinnissa. (Siirilä & Kerttula 2007, 36–37.)

Vaaratekijöiden toteutumisen todennäköisyyden luokitteluun on monta erilaista asteikkoa ja todennäköisyyden määrittelyä. Yksi hyvä määrittelyasteikko on välillä 0,1–1,0, jossa pienin lukuarvo on yleensä todennäköisyyden mahdoton tai äärimmäisen epätodennäköinen ja suurin lukuarvo on todennäköisyyden varma. Tämä esimerkki sopii edellä mainitun 1–100-vakavuuksien luokitteluasteikon kanssa yhteen. (KUVIO 5.) (Siirilä & Kerttula 2007, 36–37.)



Kuvio 5. Toteutumisen todennäköisyyden luokittelu (Siirilä & Kerttula 2007, 37.)

Arvioitaessa haitallisten seurausten toteutumisen todennäköisyyttä on käsiteltävä myös vaarallisia tapahtumia, jotka aiheutuvat koneen mahdollisesta vikaantumisesta. Yksi yleinen tapaturmaan johtaneen koneen vikaantuminen on koneen odottamaton käynnistyminen ihmisen suorittaessa koneen osan puhdistusta. Koneista olisi tarkasteltava myös mahdollisia koneen fyysisiä vikaantumisia. Nostettavissa koneissa olisi tarkasteltava erityisesti murtumisesta ja katkeamisesta aiheutuvia vaaroja. Arvioitaessa vikaantumisen vaikutusta haitallisten seurausten to-

teutumisen todennäköisyyteen, on huomioitava muun muassa vikojen tyyppejä (systemaattinen vai satunnainen), koneen viasta aiheutuvat mahdolliset vaaralliset toiminnot, vian paljastumista ja ihmisen koneen vaaravyöhykkeellä olemisen todennäköisyyttä vian ilmaantuessa. (Siirilä & Kerttula 2007, 39–40.) Vikaantumista käsitellään tarkemmin luvussa 5.8.

5.5 Riskien hyväksyttävyyden arviointi

Kun riskit ja riskien suuruudet on arvioitu, täytyy päättää riskien hyväksyttävyydestä. Arvioinnissa käytettyjen numeroarvojen tai muulla tavalla määrätyille riskitasoille on päätettävä taso. Tason alle on päästävä, jotta ei tarvittaisi tehdä lisätoimenpiteitä riskien vähentämiseksi. (Siirilä & Kerttula 2007, 43.)

Riskien tasojen määrytyksestä on julkaistu suomeksi brittistandardi BS 8800, jossa riskit jaetaan viiteen eri tasoon. Standardissa esitetään toimintaohjeet tilanteisiin, jossa koneessa tai työpaikan muissa olosuhteissa tunnistetaan tiettyyn tasoon kuuluvia riskejä. Taulukossa 1 on numeroarvot viidelle riskitasolle. Arvot saadaan kertomalla seurausten vakavuus ja toteutumisen todennäköisyyttä kuvaavat lukuarvot keskenään. (Siirilä 2009, 52.)

TAULUKKO 1. Riskitasot (Siirilä 2009, 52.)

RISKIN TASO		VAADITTAVAT TOIMENPITEET	
		Konetta käytettäessä	Konetta suunniteltaessa
Sietämätön	49 ... 100	Konetta ei saa ottaa käyttöön. Jos kone on jo käytössä, sillä tehtävä työ on keskeytettävä. Työn teon on pysyttävä kiellettyinä kunnes riskiä saadaan riittävästi vähennettyä.	Suunnittelua on jatkettava, kunnes riski on riittävän pieni.
Merkittävä	29 ... 48	Konetta ei saa ottaa käyttöön ennen kuin riski on vähennetty ainakin kohtalaiseksi. Jos kone on jo käytössä, on harkittava sillä tehtävän työn keskeyttämistä. Jos työtä kuitenkin jatketaan, riskien poistamiseen on varattava riittävästi voimavaroja ja toteuttava riskien vähentäminen kiireellisesti.	Suunnittelua on jatkettava, kunnes riski on riittävän pieni.
Kohtalainen	16 ... 28	Riskejä on vähennettävä. Suunniteltujen toimenpiteiden toteuttamiselle on tehtävä aikataulu.	Suunnittelua on jatkettava, kunnes riski on riittävän pieni.
Siedettävä	6 ... 15	Seuranta ja valvonta ja myöhemmin tehtävä uudelleen arviointi ovat tarpeen.	Seuranta ja valvonta ja myöhemmin tehtävä uudelleen arviointi ovat tarpeen.
Vähäinen	0,1 ... 5	Toimenpiteitä riskin vähentämiseksi ei tarvita.	Toimenpiteitä riskin vähentämiseksi ei tarvita.

5.6 Toimenpiteet riskien vähentämiseksi

Koneen riskien arvioinnissa päädytään usein riskien vähentämiseen. Kun käydään läpi riskien vähentämistä, on pohdittava, että onko muutettava koneen perusominaisuuksia vai lisätäänkö koneeseen turvalaitteita tai muita turvallisuusominaisuuksia. Jos koneen suunnitelmiin tulee muutoksia tai lisäyksiä, ovat riskit arvioitava muutosten tai lisäyksiä kannalta uudelleen. Näin varmistetaan, että muutokset tai lisäykset eivät tuo mukanaan uusia riskejä. (Siirilä & Kerttula 2007, 45.)

5.7 Riskit ja ihminen

Riskejä arvioitaessa on otettava huomioon myös ihmisen virheellinen toiminta. Ihmisen tahallinen tai tahaton virheellinen toiminta on arvioitava. Ihminen voi mennä tietoisesti esimerkiksi käynnistymisvalmiudessa tai käynnissä olevan koneen vaaravyöhykkeelle, vaikka se olisi ohjeiden vastaista ja vaarallista. Standardissa tätä ihmisen käyttäytymistä kutsutaan ennakoitavissa olevaksi väärinkäytöksi. Ihmisen tarkoittamattomaan virheelliseen toimintaa voivat vaikuttaa kiireestä johtuva huo-

limattomuus tai tarkkaamattomuus, huomio kiinnittyy hetkellisesti muualle kesken työvaiheen, mahdollisesti mieltä painavat asiat ja väsymys. (Siirilä & Kerttula 2007, 38–40.)

5.8 Vikaantumisen

Siirilän mukaan riskien hallinta tarkoittaa sitä, että koneet ja niiden ohjausjärjestelmät täytyy suunnitella siten, että ihmisten turvallisuus on koneen vikaantumises-takin huolimatta varmistettu. Suunniteltaessa vikaantumiseen liittyvää riskien hallintaa on otettava huomioon kaikkien turvatoimintojen merkitys koneen riskien vähentämisessä. Vikaantumista on tarkasteltava vikaantumisasteen mukaan. Eli mitä suurempi vaikutus mahdollisella turvatoiminnan vikaantumisella on ihmisen turvallisuudelle, sitä perusteellisemmin turvatoimintoon on panostettava. Koneen tai laitteen vikaantumista tarkasteltaessa on otettava huomioon suunnitteluvirheet, mahdolliset komponenttiviati ja muut systemaattiset virheet. Riskien hallinta on otettava huomioon jo koneen tai laitteen suunnitteluvaiheessa varmistamalla, että koneen suunnittelu olisi laadukasta ja järjestelmällistä. (Siirilä & Kerttula 2007, 152.)

Ohjausjärjestelmän ja koneen viat voivat olla satunnaisia tai systemaattisia. Satunnaisia vikoja ovat komponenttien vanheneminen, komponenttien valmistusvirheet ja muut vastaavat tekijät. (Siirilä & Kerttula 2007, 153.) Systemaattinen laitteistovika voi johtua määrittelyvirheistä, esimerkiksi komponentin käyttöolosuhteiden määrittelyvirhe. Systemaattisten vikojen ja virheiden yleinen tunnusmerkki on, että virhe aiheuttaa vikatilanteen aina tiettyjen ehtojen täytyessä. Systemaattiset virheet johtuvat yleensä koko järjestelmän rakenteesta. Systemaattisia virheitä voivat olla suunnittelussa syntyneitä lasku-, ohjelmisto-, määrittely- tai laitevirheitä. Systemaattinen virhe voi olla seurauksena väärän käytön tai kunnossapidon menettelystä. Hyvä esimerkki systemaattisesta virheestä on koneen tai laitteen huoltotoimenpiteillä, vaihdetaan alkujaan kunnollinen komponentti huonompaan ja halvempaan säästösyistä. (Siirilä & Kerttula 2007, 153.)

5.9 Jäännösriskit ja riskien dokumentointi

Koneen pystyy harvoin suunnittelemaan ja suojaamaan siten, että riskejä ei jää lainkaan jäljelle. Jäännösriskit olisi aina saatava minimiin siten, että varoitukset, ohjeet, opastus ja valvonta olisivat riittäviä toimenpiteitä turvalliseen koneen käyttöön. Jäännösriskit tulisi käydä ilmi käyttöohjeissa, koneeseen kiinnitettävissä varoituksissa sekä riskien arviointidokumentissa. (Siirilä 2009, 80–81.)

Säädökset edellyttävät riskien arvioinnista dokumentointia. Dokumentointi on olennainen osa riskien hallinnan kulkua. Dokumentoinnilla varmistetaan arviointiprosessin kurinalaisuus ja kunnollinen hallinta. Dokumentointi on pohja mahdollisesti myöhemmin tehtävien muutosten suunnittelulle sekä muutosten turvallisuusvaikutusten arvioimiselle. (Siirilä & Kerttula 2007, 48.)

Koneen riskien arvioinnin dokumentointi pitäisi sisältää ainakin seuraavia tietoja:

1. Tiedot koneesta, jolle arviointi on tehty (tekniset tiedot, tarkoitettu käyttö ja tehdyt oletukset muun muassa kuormituksista sekä varmuuskertoimista)
2. Tunnistetut koneen vaaratekijät (vaaratilanteet ja arvioinnissa huomioon otetut mahdolliset vaaralliset tapahtumat)
3. Tiedot, joihin koneen riskin arviointi on perustunut (käytetyt tiedot, tietolähteet ja käytettyihin tietoihin liittyvä epävarmuus)
4. Mahdollisilla turvallisuustoimenpiteillä saavutettaviksi tarkoitetut tavoitteet
5. Valitut turvallisuustoimenpiteet, jotka sopivat parhaiten tunnistettujen vaarojen poistamiseksi tai riskin vähentämiseksi
6. Mahdolliset koneen jäännösriskit
7. Arvioinnin johtopäätös (voidaanko konetta käyttää tai suunnitelmaa toteuttaa). (Siirilä & Kerttula 2007, 48.)

6 TURVALLISUUS

6.1 Turvalaitteet

Turvalaitteiden tahaton ja tahallinen väärinkäyttö on yksi merkittävimmistä tapah-
tumista, jotka ovat johtaneet työtapaturmiin. Sen vuoksi suunnittelussa on otettava
huomioon myös tämä seikka varsinaisten vikojen lisäksi. Suunniteltaessa ohjaus-
järjestelmiä ja niihin liittyviä turvatoimintoja ja turvalaitteita on pyrittävä käytännöllii-
seen ja tasapainoiseen kokonaisuuteen. Kokonaisuuden on oltava käytössä toimi-
va, jotta työntekijöillä ei olisi houkutusta tai tarvetta turvatoimintojen mitätöimiseen.
Turvatoiminnoista ja niiden muodostamasta kokonaisuudesta pyritään tekemään
käyttäjäystävällisiä ja helppokäyttöisiä. Turvalaitteet on valittava ja asennettava
kohteen mukaan siten, että turvatoiminnon yksinkertainen mitätöiminen ei olisi
mahdollista. (Siirilä & Kerttula 2007, 152.)

6.2 Suojukset

Kone pyritään rakentamaan siten, että vaaraa aiheuttavat liikkuvat osat olisivat
koneen rakenteiden suojassa. Rakenteiden ulkopuolelle jäävistä liikkuvista osista
aiheutuvien riskien vähentämiseksi on käytettävä suojuksia ja turvalaitteita. Ko-
neeseen suojuksia suunniteltaessa, kiinteää suojusta olisi pidettävä ensimmäisenä
vaihtoehtona. Kiinteä suojus on kohtalaisen luotettava, yksinkertainen ja halpa
muihin suojausmenetelmiin verrattuna. Kiinteä suojus on turvallinen, koska sen
poistaminen on mahdollista vain rikkomalla tai työkaluja käyttämällä. Kiinteää suo-
justa voidaan soveltaa koneessa silloin, kun sen poistamista tarvitaan harvoin.
Suojusta suunniteltaessa on otettava huomioon, että suojuksesta ei tule epäkäy-
tännöllinen. Suojus voi jäädä laittamatta takaisin paikalleen huollon jälkeen tai tuo-
tannon kiireiden vuoksi. (Siirilä & Kerttula 2007, 61–62.) Suojuksien ja turvalaittei-
den valintaan vaikuttavat koneen ja ympäristön ominaisuudet, ihmiset ja ihmisten
toiminta, suojusten ja turvalaitteiden ominaisuudet sekä suojuksien ja turvalaittei-
den osuus riskien vähentämisessä. (Siirilä & Kerttula 2007, 124.)

6.3 Koneen odottamaton käynnistyminen

Tavallisimpia tapaturmien syitä on koneen odottamaton käynnistyminen. Ennen koneen odottamatonta käynnistystä, kone voi olla pysähtyneenä ja vaarattoman tuntuinen. Silloin työntekijä voi mennä koneen vaaravyöhykkeelle vaihtamaan työkalua tai työkalua, lisätä raaka-ainetta, puhdistaa konetta tai jostain muusta tuotantoon liittyvästä syystä. Työntekijä voi vaikuttaa toimenpiteiden aikana johonkin koneen anturiin, joka aikaan saa työtapaturmaan johtavan liikkeen. Muita syitä odottamattomaan käynnistykseen voi olla koneen vahingossa käynnistäminen (horjahtaminen käynnistysnappiin) tai toisen työntekijän suorittama koneen käynnistäminen (ei ole tietoa onko koneen vaaravyöhykkeellä ihmisiä). Koneen odottamattomalla käynnistämällä ei tarkoiteta vain koneen varsinaisten liikkeiden käynnistymistä. Odottamattomalla käynnistymisellä tarkoitetaan myös koneen muita liikkeitä, kuten jousien tai puristuksessa olleen paineilman aiheuttamat liikkeet ja koneen vikaantumisen seurauksena, painovoiman vaikutuksesta aiheutuvat koneen osien laskeutumisesta ja romahdukset. (Siirilä & Kerttula 2007, 70–71.)

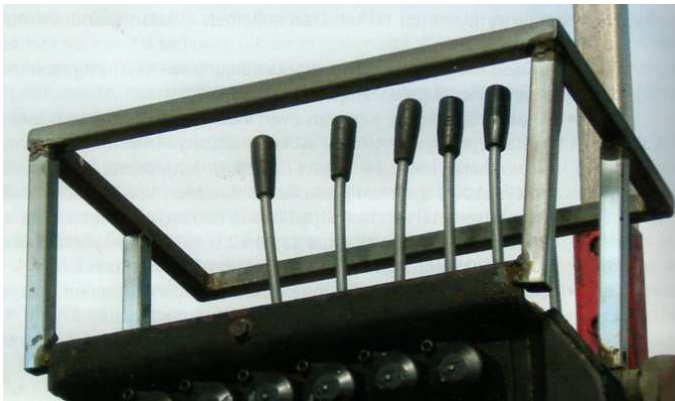
Koneen odottamattoman käynnistymisen estämiseksi on tarkasteltava kahta osaluuetta. Ensimmäisessä osaluueessa on koneessa oltava aina laitteet koneen erottamiseksi energiansyötöstä (sähkö ja paineilma) sekä laitteet koneeseen jäävän energian purkamiseksi. Koneen ollessa erotettuna energiansyötöstä on odottamaton käynnistyminen mahdotonta tai erittäin epätodennäköistä. Toisessa osaluueessa käsitellään odottamattoman käynnistymisen estämistä tapauksissa, jolloin koneen erottaminen energiansyötöstä ei ole mahdollista tai tarkoituksenmukaista. (Siirilä & Kerttula 2007, 71.)

Koneen hallintaelimien suojaus on välttämätön toimenpide estämään odottamatonta käynnistymistä, mutta tämä ei ole yksinomaan riittävä toimenpide. Painikkeiden täytyisi olla korkeintaan ympäröivän pinnan tasolla. Painikkeet voidaan myös suojata upottamalla tai kauluksilla varustamalla (KUVIO 6). Vipujen ja jalkapolkimien suojaus on suunniteltava siten, että niihin ei pääse vaikuttamaan ihmisen horjahtaminen tai jonkun esineen osuminen, josta voisi syntyä odottamaton käynnistyminen (KUVIO 7). Vahingossa hallintaelimeen vaikuttamisen seurauksena ta-

pahtuvaa odottamatonta käynnistystä voidaan vähentää kahdella hallintaelimellä, joita yhtä aikaa painamalla saadaan liike aikaiseksi. (Siirilä 2009, 216.)



Kuvio 6. Painikkeen suojaus (Siirilä & Kerttula 2007, 81.)



Kuvio 7. Vipujen suojaus (Siirilä 2009, 216.)

7 KONEEN HALLINTALAITTEET

Koneen hallintalaitteiden täytyisi olla selvästi näkyvissä ja erotettavissa itse koneesta. Hallintalaitteet sijoitetaan ergonomisesti ja käyttäjäystävälliseen paikkaan, josta niitä on helppo ohjata. Hallintalaitteiden taustaväri täytyisi olla huomiota herättävä tai ainakin koneen väreistä hyvin erotettavissa. Hallintaelimet ja niiden aikaan saama toiminto on merkattava hallintaelimien yhteyteen. Hallintaelimien merkintöjen on oltava pääasiassa näkyviä ja pysyviä. Kirjainten koko on oltava riittävän suuri sekä väriltään erottuva taustasta. Yksi hyvä merkitsemistapa on kaivertaa kirjaimet mustaan kerrosmuoviin jonka pinta on valkoinen, jolloin mustat kirjaimet erottuvat hyvin valkoisesta taustasta. Kohokirjoitusteippiin tai paperitarraan tehdyt merkinnät eivät ole kunnollisia, koska ne haalistuvat ja kuluvat käytössä. Hallintaelimien tekstien kieli on oltava käyttäjän ymmärrettävissä, Suomessa suomea ja tarvittaessa ruotsia. Tekstien kiinnitys on tehtävä kunnollisesti, joko hyvällä liimalla tai niittaamalla. (Siirilä 2009, 235.)

7.1 Napit ja värit

Koneiden hallintaelimissä käytetään värejä, merkintöjä ja symboleja, jotka määrittellään muun muassa standardeissa SFS-EN 981 ja SFS-EN 61 310-1. Käynnistuspainikkeiden ja pysäytyspainikkeiden ohjeistukset eivät ole kaikissa standardeissa samanlaiset. Edellä mainituissa standardeissa päälle-painikkeen värit on oltava valkoinen ja pois-painikkeen värit on oltava musta. Koneiden yleisen sähkölaitteisto standardin SFS-EN 60 204-1 mukaan päälle-painike voi olla myös vihreä ja pysäytys-painike punainen. Hallintaelimien merkinnät ja värit ovat standardoitu, jotta koneiden käyttäminen olisi helpompaa eri käyttäjille (TAULUKKO 2). (Siirilä 2009, 236.)

Taulukko 2. Väristandardien mukaiset värit ja niiden selitykset (Siirilä 2009, 236.)

Värit	Toiminto
Musta	Seis
Valkoinen	Käyntiin
Punainen	Hätätilanne, esimerkiksi hätäpysäytys
Sininen	Pakollinen toiminto, esimerkiksi kuittaus
Keltainen	Poikkeava tilanne, häiriö

7.2 Hätäpysäytys

Koneen hätäpysäytys ei ole varsinaisesti koneen ensisijainen turvatoiminto. Teollisuuskoneissa tarvitaan yleensä hätäpysäytystä, koska jotain odottamatonta voi tapahtua, vaikka kone olisikin suunniteltu ja tehty turvalliseksi. Odottamattomia tapauksia voivat olla tapaturmat, kun tapaturman vaara tai laitteiston rikkoutumisen vaara on olemassa. Hätäpysäytystä tarvitaan myös silloin, kun normaali pysäytyksessä ilmenee jotakin vikaa. Jos koneen turvallisuus perustuu koneen toiminnan ylläpitävään pakkokäyttöön tai sallintakäyttöön, tarvitaan hallintalaitteiden välittömään läheisyyteen pysäytysmahdollisuus. Pysäyttämismahdollisuutta tarvitaan siitä varalta, että hallintalaitteisiin tuleva vika estää koneen pysähtymisen. Silloin kone ei pysähdykään, kun ote hallintaelimistä vapautetaan. Vaihtoehtoinen pysäytys toteutetaan yleensä koneen hätäpysäytykseen tarkoitetulla hätäpysäyttimellä. (Siirilä & Kerttula 2007, 135.)

Koneen suunnittelussa on otettava huomioon hätäpysäytyksen toiminnan varmuus. Koneen hätäpysäytystoimintoa suunniteltaessa on tarkasteltava koko pysäytyksen aikaan saavan ohjausjärjestelmän komponenttien kokonaisuutta. Pelkän hätäpysäytyspainikkeen lisääminen ei välttämättä riitä, kun se esimerkiksi yrittää avata samaa vikaantunutta (kiinni hitsautunut) kontaktoria, kun normaalissa pysäytyksessä. Siksi hätäpysäytystä varten on tarvittaessa oltava oma kontaktori tai jokin muu tehonohjauselin, jolla aikaan saadaan koneen varma pysähtyminen. (Siirilä & Kerttula 2007, 135.)

7.3 Hätäpysäytyspainike

Koneen hätäpysäytyksen hallintaelimenä on yleensä painikkeita tai köysiä. (KUVIO 8.) Hallintaelimen on oltava väriltään punainen. Hallintaelimen taustan on oltava keltainen. Silloin kun hätäpysäytyskäsky syntyy, on hätäpysäyttimen hallintaelimen lukkiuduttava pysyvästi SEIS asentoon. Hallintaelimen toimintavalmiiksi vapauttaminen tapahtuu koneen käyttäjän toimesta, mutta vapauttaminen (kuittaus) ei saa aiheuttaa koneen käynnistymistä. (Siirilä & Kerttula 2007, 137.)

Köydellä toimivissa hätäpysäyttimissä on köyden kireyttä valvottava. Köyden irtaamisesta tai löystymisestä voi seurata koneen hätäpysäytyskäskyn syntyminen. Köysi on asennettava paikkaan, jossa sitä on helppo painaa tai vetää. Hätäpysäytykseen tarvittava köyden poikkeutusmatka tai voimat eivät saa olla liian suuria. Hätäpysäyttimien lukumäärä ja sijoittelupaikat riippuvat koneesta. Hätäpysäyttimen on oltava koneen ohjauspaikalla ja vakituisissa työskentelypisteissä. Hätäpysäyttimien paikat käydään läpi yleensä koneen riskien arvioinnissa. (Siirilä & Kerttula 2007, 137.)



Kuvio 8. Hätäpysäytin (SSTL-Palvelu Oy 2010.)

7.4 Koneen pysäyttäminen

Koneissa on oltava erityinen hallintaelin pysäytystä varten. Hallintaelimeen vaikuttamalla kone saadaan hallitusti pysäytettyä. Kone on turvallisuusmielessä pysäytetty vasta, kun koneesta on energiasyöttö katkaistu. Käytännössä koneen pysäyttäminen merkitsee, että koneen on luotettavasti pysyttävä siinä asennossa johon

se on pysähtynyt. Pysähtyminen varmistetaan tarvittaessa automaattisilla jarruilla, salpalukituksella tai muilla laitteilla. (Siirilä & Kerttula 2007, 132.)

Koneiden pysäytystapoja voi olla kolme. Pysäytystapoja kutsutaan pysäytysluokiksi. Luokat erotellaan toisistaan liikkeiden pysäyttämisen tavan ja toiminnon lopputuloksena olevan tilanteen perusteella. Standardeissa SFS-EN ISO 13 850 ja SFS-EN 60 204-1 määritellään pysäytysluokat. (Siirilä & Kerttula 2007, 132; Siirilä 2009, 277.)

Pysäytysluokat ovat:

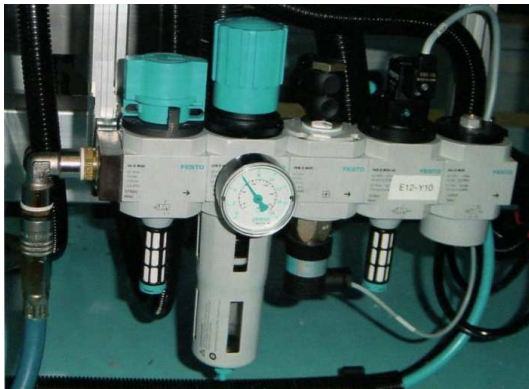
- 0-luokka Pysäytyskäskyn jälkeen koneen energiansyöttö katkaistaan välittömästi. Hallittu sekä riittävän nopea liikkeiden pysäyttäminen tehdään tarvittaessa jousivoimalla toimivia jarruja käyttäen, ellei pysähtymisaikaa saada muuten tarpeeksi lyhyeksi.
- 1-luokka Pysäytyskäskyn jälkeen koneessa on energia käytössä nopean ja hallitun hidastuksen aikaan saamiseksi. Energiansyöttö katkaistaan vasta liikkeiden loputtua.
- 2-luokka Pysäytyskäskyn jälkeen koneessa on energia käytössä nopean ja hallitun hidastuksen aikaan saamiseksi. Koneen energiansyötön sallitaan jäädä päälle liikkeiden pysähtymisen jälkeenkin. (Siirilä & Kerttula 2007, 133.)

7.5 Energian syöttö

Koneiden turvallisuus täytyy olla taattu myös energian syötön häiriötilanteissa. Kone voi käyttää energianlähteenä sähköä, paineilmaa, alipainetta tai muita lähteitä. Kone täytyy olla suunniteltu siten, että energian häviäminen siirtää koneen turvalliseen tilaan eikä se aiheuta vaaratilanteita. Tämä tarkoittaa koneen ja liikkeiden hallittua pysäyttämistä, esimerkiksi työkappaleiden kiinnipysymistä energian häviössä. Energian syötön palautuessa kone ei saa käynnistyä itsekseen, eikä siitä saa aiheutua muita vaaratekijöitä. Energiakatkoksen jälkeen koneen energiansyöttö palautetaan kääntämällä syötönerotuskytkin päälle-asentoon tai avaamalla paineilman sulkuventtiili. (KUVIO 9.) (KUVIO 10.) (Siirilä & Kerttula 2007, 149–

150.) Energian syöttö on tarvittaessa voitava sulkea myös ihmisen toimesta. Energian syötössä on oltava lukitus, jos koneen toimintaympäristö sitä vaatii (isot kone-
linjat). Erotuslaitteen on oltava luotettava ja selkeä, varsinkin erotettu-asento on ol-
tava hyvin ymmärrettävissä. Erotuslaite on voitava lukita tarpeen vaatiessa erotet-
tu-asentoon, esimerkiksi riippulukolla. Erotuslaite on suunniteltava siten, että erot-
taminen on varmistettavissa (merkkivalolla, painemittarilla tai käynnistämistä ko-
keilemalla). Energian erotuslaitteen olisi tarpeen mukaan saatava aikaan jäljellä
olevan energian purkautuminen turvallisesti, kun erotuslaite käännetään erotettu-
asentoon. Jos energiaa ei automaattisesti pureta erottamisen yhteydessä (pai-
neakku), on mahdollisesta energian purkautumisesta aiheutuva vaara estettävä.
(Siirilä & Kerttula 2007, 84–85.)

Konekäyttöisissä nostureissa riittää energian syötön erottamiseen irrotettava säh-
köpistoke. Pistoketta on voitava jatkuvasti tarkkailla kaikista nosturin huoltokohtis-
ta ja korjauskohdista. Pistoke on riittävä ratkaisu syötönerotukseksi aina 3 KW
syöttöihin asti. (Uudenmaan työsuojelupiiri 2009.)



Kuvio 9. Syötönerotusventtiili paineilmalle (mukailen Siirilä & Kerttula 2007, 85.)



KUVIO 10. Syötönerotuskytkin sähkölle (Siirilä & Kerttula 2007, 85.)

8 ERGONOMIA

8.1 Kone ja ihminen

Koneita suunniteltaessa on otettava huomioon koneiden käyttöergonomia. Kone voi olla toiminnoiltaan ja ominaisuuksiltaan hyvä, mutta konetta ei oteta yleensä käyttöön, jos sen käytettävyys on huono. Koneen suunnittelussa on määriteltävä, mitkä työt sopivat paremmin koneelle kuin ihmiselle. Huonosti suunnitellun koneen yhteydessä ihmiset joutuvat tekemään töitä, jotka olisivat ennemmin koneelle sopivia. Ihmiselle voi tulla fyysisiä vaivoja (rasitusvammoja ja kulumia) ja henkistä alikuormitusta tai ylikuormitusta. Koneen käyttäjän on voitava valita työtehtävien toteuttamistapa ja sopiva työvauhti. Toistuvia työtehtäviä on vältettävä, koska ne voivat johtaa elimistön kulumiseen ja vaurioihin. Myös yksitoikkoinen ja pakkotah- tinen työ voi aiheuttaa henkistä ylikuormittumista. Työssä on pystyttävä tarpeen vaatiessa auttamaan toista työntekijää ja kommunikoimaan työntekijöiden kanssa. Työ ei saisi olla niin kiireistä, että kommunikointi muiden ihmisten kanssa ei olisi mahdollista. (Siirilä & Kerttula 2007, 179–181.)

8.2 Ruumiillinen työ

Koneen yhteydessä tarvittavaa ruumiillista työtä ovat yleensä nostaminen ja siir- täminen. Kone on suunniteltava niin, että ruumiillinen työ jäisi mahdollisimman vä- häiseksi. Ruumiillisessa työssä käsiteltävien kappaleiden koon, massan ja käsitte- lyvälin on oltava sellaiset, että työstä ei aiheudu pitkän ajan kuluessa terveydellisiä haittoja. Kappaleiden massa ei aiheuta teollisuusympäristössä merkittäviä haittoja, kun sen paino ei ylitä 10 kg, nostokorkeus on enintään 250 mm, nostettava väli on lantion ja hartian välillä, vartalon täytyy olla pystysuorassa ja ei saa kiertyä noston tai siirron aikana, kappaletta pitäisi pitää lähellä vartaloa ja nostojen väli saisi olla enintään 5 min. (Siirilä & Kerttula 2007, 181.)

Talutettavan koneen liikuttamiseen tarvitaan ihmiseltä ruumiillista työtä. Ihmisen fyysinen rasitus ei saisi tulla liian suureksi konetta ohjattaessa, jotta kone olisi turval-

lisesti hallittavissa. Koneen ohjaamiseen ja liikutteluun on tarvittaessa suunniteltava ratkaisuja, jotka helpottavat ja keventävät koneen käyttöä. (Siirilä & Kerttula 2007, 182.)

Koneiden hallintalaitteet on suunniteltava siten, että niiden käyttämiseen tarvittavat voimat olisivat mahdollisimman vähäisiä. Voimaa on kuitenkin tarvittava, jotta käyttäjällä olisi koneeseen tuntuma. Sormilla ohjattavan hallintaelimen käyttövastukseksi suositellaan 3–10 Newtonia ja kädellä ohjattavan hallintaelimen käyttövastukseksi suositellaan 5–20 Newtonia. (Siirilä & Kerttula 2007, 182.)

8.3 Kone-ergonomia

Koneiden hallintalaitteiden sijoittelu ja tarvittaessa niiden säätäminen sopivalle tasolle on oltava mahdollista. Hallintalaitteiden oikealla sijoittelulla ja säädöillä saadaan koneen käyttäjälle kunnollinen työasento. Koneiden suunnittelussa ihmisten koko voidaan ottaa huomioon käyttämällä 5. ja 95. prosenttipisteen välistä aluetta. Tämä tarkoittaa sitä, että aikuisista ihmisistä pienimmästä päästä 5 % ja suurimmasta päästä 5 % voidaan jättää huomioon ottamatta koneen suunnittelussa. (Siirilä & Kerttula 2007, 182.)

Hallintalaitteiden kädensijojen, hallintaelimien ja polkimien on oltava muodoltaan, kooltaan, pintakäsittelyltään, toimintatavaltaan ja muilta ominaisuuksiltaan käden tai jalan toimintaan sekä ihmisen kehon mittoihin sopiva. Puulaatikoiden kokoamislaitteen kiinteässä kädensijassa olisi vielä muutettavaa, esimerkiksi korkeussäädössä ja kädensijan muotoilussa (KUVIO 11). Hallintaelimien toimintasuunnat on vastattava ohjattavan koneen toimintoja. Hallintaelimien on oltava loogisesti sijoitettu ja sopivalla etäisyydellä toisistaan, jotta niitä olisi helppo käyttää ja virheellisten ohjausten todennäköisyys olisi mahdollisimman pieni. (Siirilä & Kerttula 2007, 182–185.) Esimerkiksi standardissa SFS-EN 60 073 päällekkäin olevista hallintaelimistä käynnistys on pysäytyksen yläpuolella. Hallintaelimien ollessa vierekkäin käynnistys on oikealla ja pysäytys vasemmalla. (Siirilä 2009, 238.)



Kuvio 11. Puulaatikoiden kokoamislaitteen kädensija

Koneen suunnittelussa ja tekemisessä on otettava huomioon myös koneen rakenne ja siihen liittyvä ergonomia. Koneen pinnassa tai muissa koneen osissa ei saa olla teräviä kulmia, piikkejä, ruuvinpäitä tai muita epätasaisuuksia. Nämä voivat johtaa tapaturmaan koneen törmätessä tai koskettaessa ihmistä. (Siirilä & Kerttula 2007, 188.)

9 PUULAATIKOIDEN KOKOAMISLAITE

Puulaatikoiden kokoamislaitte koostuu kahdesta osasta, laatikoiden kokoamiseen tarkoitettu vastepöydästä sekä kootun laatikon nostamiseen tarkoitettu nostolaitteesta. Nostolaitte ja vastepöytä eivät ole toiminnallisesti riippuvaisia toisistaan. Nostolaitetta ja vastepöytää voidaan käyttää tarpeen vaatiessa erikseen. Kokoamislaitteessa ei ole ohjausjärjestelmiä, ohjauslogiikoita tai muita automaattisia toimintoja. (KUVIO 12.)



KUVIO 12. Puulaatikoiden kokoamislaitte

9.1 Vastepöytä

Vastepöydällä kootaan varsinainen laatikko. Vastepöydän runko on tehty hitsaamalla neliöprofiiliteräksestä ja rungon päälle on tehty vanerista laatikoiden kokoamisaihio. Vastepöytä on kiinnitetty hydraulisesti toimivaan liikuteltavaan nostopöytään (Meganex, XK500), joka on hankittu ulkopuoliselta valmistajalta. Nostopöydän hydraulikka toimii jalkapumpulla. Nostopöytään on tehty pieniä muutoksia puulaatikoiden kokoamislaitteen tekijän toimesta. Vastepöydässä on paineilmalla toimivat vasteet, joiden avulla laatikko kootaan. Vasteiden liike on pystysuunnassa ylös ja alas, niiden liikettä ohjataan vipukytkimillä. Vastepöydällä pystytään koamaan kahta eri laatikkomallia. Tarkoituksena olisi kehittää runkoa siten, että pöydällä voitaisiin tehdä useampaa laatikkomallia vaihtamalla pelkästään paineilmasyntereiden paikkoja sekä kokoamisaihio (Törmänen 2010).

9.2 Nostolaite

Nostolaite toimii apulaitteena laatikon kokoamisessa ja siirtämisessä. Nostolaitteen runko on tehty enimmäkseen neliöprofiiliteräksestä, I-palkista ja muista rautaosista. Nostolaitteen nostotoiminnot ovat toteutettu sähkötaljalla ja paineilmasyntereillä. Sähkötalja (AWD152) on hankittu ulkopuoliselta valmistajalta. Sähkötaljaan on tehty muutoksia puulaatikoiden kokoamislaitteen tekijän toimesta. Sähkötaljan liikettä ylös ja alas ohjataan sähkötaljan riippuohjaimesta. Sähkötaljan lisäksi nostolaitteeseen on rakennettu pneumaattinen nostin, jossa on integroituna teräväkärkiset sylinterit. Sylintereiden tarkoitus on tarttua puristusvoimalla koottavan laatikon reunaan kiinni. Nostolaitteen pneumaattisten nostimien liikettä ylös ja alas sekä pneumaattisia puristimia ohjataan vipukytkimillä. Nostolaitteen sivuttaissuuntaista liikettä ohjataan käsin. Sivuttaissuuntaisen liikkeen hallintaan on tehty oma ohjauspidike, jota työntämällä nostolaitetta liikutetaan.

9.3 Laatikko ja materiaali

Puisessa pakkauslaatikossa on kaksi osaa: pohja ja kansi. Laatikonmateriaalina käytetään 19x100 mm raakalautaa, 18x95 mm ympärihöylättyä uralautaa, 3 mm paksua kovalevyä ja kanteen 0,10 mm paksua valkoista suojamuovia. Puumateriaalina käytetään mäntyä sekä kokoamiseen käytetään niittejä, hakasia ja nauloja. Kuviossa 13 on valmiita pakkauslaatikoita, jotka ovat niputettu kuljetuslavalle.



KUVIO 13. Pakkauslaatikoita

9.4 Laatikon kasauksen työvaiheet

Kokoaminen tapahtuu käsin paineilmalla toimivaa hakasnaulainta ja niittipyssyä avuksi käyttäen. Laatikon kokoaminen lähtee pohjan kokoamisesta, jossa kootaan hakasnaulaimella ensin pohjan runko määrämittäisistä ja esikasatuista osista. Seuraavaksi runkoon kiinnitetään niiteillä esiporattu ja määrämittäinen kovalevy. Kovalevyn päälle kiinnitetään hakasilla uralaudat laatikon rakennetta vahvistamaan. Uralautojen määrä riippuu laatikon tyypistä. Valmis pohja käännetään nos-

tolaitteen avulla vastepöydälle, jonka päälle aletaan kasata laatikon kantta. Laatikon kannessa on muuten samat työvaiheet kuin pohjassa, mutta lisäksi tulee suo-
jamuovin kiinnitysvaihe. Kovalevyn kiinnityksen jälkeen kiinnitetään niittipyssyllä
kovalevyn päälle suojamuovi, jonka jälkeen kiinnitetään uralaudat. Uralautojen
kiinnityksen jälkeen valmis laatikko nostetaan nosturilla kuljetuslavalle.

10 NOSTOLAITE

Nostokoneita koskevia vaatimuksia on lueteltu konedirektiivin liitteessä 1 ja kohdassa 4. Konedirektiivissä mainitaan muun muassa köysistä, köysipyöristä ja ketjuista, jotta ne olisivat mitoiltaan ja lujuudeltaan turvallisia. Esimerkiksi köysien käyttökertoimen on oltava 5 ja ketjujen käyttökertoimen 4. Nämä vaatimukset on otettava huomioon nostolaitteita koskevien yleisien vaatimusten lisäksi. Konedirektiivi koskee myös omaan käyttöön itse valmistettuja tai teetettyjä nostoapuvälineitä, esimerkiksi kettinkiraksit, teräsköysiraksit ja pneumaattiset nostoapuvälineet. (Siirilä 2008, 388.)

Nostolaite on periaatteessa kahdesta eri laitteesta integroitu kone. Jakaisin nostolaitteen erikseen nosturiin ja nostoapuvälineeseen. Tällöin nosturi luokitellaan omaksi koneeksi, jolle tulisi oma CE-merkintä. Samoin pneumaattinen nostin luokiteltaisiin nostoapuvälineeksi, jolle tulisi myös oma CE-merkintä. Tällöin nostoapuvälineestä tulisi tehdä sellainen, että se olisi kytkettävissä helposti nosturiin. Tämä ratkaisu mahdollistaisi nosturille monipuolisemman käyttötarkoituksen.

10.1 Nosturi

Nosturin suunnittelussa voidaan käyttää apuna C-tyyppin standardeja. Yleiset nosturin suunnitteluun tarkoitetut C-tyyppin standardit ovat SFS-EN 13 001-1 ja SFS-EN 13 001-2. Näissä standardeissa on esitetty nostureiden yleiset periaatteet, vaatimukset, kuormitukset, rasitukset sekä niiden laskentamenetelmät. SFS-EN 13 001 standardiin on tulossa vielä kolmas täydentävä osio, johon kuuluu neljä osaluetta. (SFS-EN 13 001-1; SFS-EN 13 001-2.) Koneen suunnittelussa on varmistettava uudestaan sähkötaljan turvallisuus, koska sähkötaljaan on tehty muutoksia puulaatikoiden kokoamislaitteen tekijän toimesta. Turvallisuuden varmistamiseen voi käyttää standardeja SFS-EN 14 492-2 ja SFS-EN 14 492-1, joissa ohjeistetaan konekäyttöisistä vinsseistä ja nostimista. (SFS-EN 14 492-1; SFS-EN 14 492-2.) Tarvittaessa voidaan käydä läpi myös nostokoneiden sähkölaitteistoa koskevat

vaatimukset standardista SFS-EN 60 204-32, jossa kerrotaan muun muassa syötönerotuskytkimistä sekä hätäpysäyttimistä. (SFS-EN 60 204-32.)

Ennen nosturin käyttöönottoa on tehtävä nostureille tyypillinen käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastusta ei tarvitse tehdä käyttöpäätöksen (403/2008) säädösten mukaisesti, kun nosturin nostokyky on alle 500 kg. Puulaatikoiden kokoamislaitteen nosturin nostokapasiteetti on 250 kg, joten käyttöönottotarkastuksen ei tarvitse olla käyttöpäätöksen mukainen. Nosturin kuntoa on pidettävä yllä ohjekirjan mukaisilla tarkastuksilla sekä vuosittaisilla määräaikaistarkastuksilla. Tarkastuksen suorittaa alan asiantuntija. Nosturin turvallisesti käyttöajaksi määritellään yleensä 10 vuotta, jonka jälkeen suoritetaan perusteellisempi tarkastus koneelle. (Fibroc Oy 2008.) Neljän vuoden välein tehdään myös nosturille nostokoe määräaikaistarkastuksen yhteydessä. Nostokokeessa nosturia kuormitetaan nosturin suurimmalla sallitulla kuormalla ja tarkastellaan noston vaikutukset nosturiin ja sen rakenteisiin. (Uudenmaan työsuojelupiiri 2009.)

Käyttöönottotarkastukseen ja määräaikaistarkastukseen pätevän henkilön täytyy olla päteväksi todettu asiantuntijayhteisö, asiantuntija, teknikko tai vähintään teknillisen oppilaitoksen teknikkotason tai vastaavan opintojakson koulutuksen käyneen henkilön valvonnan alaisena toimiva tarkastaja. Pätevyyden siirtymääjansäädökset ovat voimassa vuoden 2011 loppuun, jolloin käyttöönottotarkastuksiin ja määräaikaistarkastuksiin pätevällä henkilöllä on oltava vähintään teknikon koulutus. (Uudenmaan työsuojelupiiri 2009.)

10.2 Nostoapuväline

Nostoapuvälineen suunnittelussa voidaan käyttää apuna C-tyyppin standardia SFS-EN 13 155, jossa käydään läpi nostoapuvälineen turvallisuusratkaisuja sekä mekaanisen lujuuden arviointimenetelmiä ja laskentamenetelmiä. (SFS-EN 13 155.)

Nostoapuvälineet on tarkastettava vuoden välein niin sanottuna määräaikaistarkastuksena. Nostoapuvälineet voi tarkastaa työpaikan oma henkilöstö, jos työpaikalta ei löydy riittävän pätevää henkilöä on tarkastus tilattava ulkopuoliselta asian-

tuntijalta. Tarkastuksessa arvioidaan käytön aiheuttamat kulumiset, muodonmuutokset ja vauriot, jotka vaikuttavat nostoapuvälineen turvalliseen käyttöön. Tarkastus tehdään yleensä silmämääräisesti, mutta tarvittaessa käytetään ainetta rikkomattomia tarkastusmenetelmiä. (Siirilä 2008, 389.)

11 KEHITTÄMISEHDOTUKSIA

11.1 Paineakku

Nosturin pneumaattisessa nostoapuvälineessä on vaaratilanteen mahdollisuus, jos paineen syöttöön tulee katkos. Katkoksesta voi olla seurauksena laatikon putoaminen kesken työvaiheen. Tämä voi aiheuttaa vaaratilanteen koneen käyttäjälle. Laatikon putoamisesta johtuvan vaaratilanteen poistamiseksi olisi nostoapuvälineen pneumatiikkaan suunniteltava takaisiniskuventtiili ja paineakku. Tämä on yksi keino varmistaa laatikon pysyvyys nostoapuvälineessä mahdollisen energiakatkoksen aikana. (Siirilä 2009, 225.) Nostolaitteen pneumatiikkaa suunniteltaessa, voidaan käyttää apuna hydraulikka- ja pneumatiikkastandardia SFS-EN 983. Standardissa mainitaan muun muassa paineakusta ja komponenteista. (SFS-EN 983.)

11.2 Nosturin pysyminen paikallaan

Pysäytetyn koneen on pysyttävä paikallaan, kun se on saanut pysäytyskäskyn. Pysäytyskäsky voi tulla koneen normaalipysäytyksenä, turvalaitteelta tulleelta pysäytyskäskynä tai hätäpysäytyksenä. Koneen mekaaninen pysyminen paikallaan on oltava luotettava. Koneen paikoillaan pysymiseen ei saa vaikuttaa painovoima, tuuli tai muu vastaava syy. (Siirilä 2009, 96.)

Energian häviämisestä johtuva koneen liike on saatava hallintaan, esimerkiksi jarruilla. Jarrut ja muut pidätinlaitteet on suunniteltava siten, että mahdollinen energian häviäminen siirtää ne kiinni pitävään asentoon jousien, painovoiman tai muun luotettavan toiminnon avulla. Jännitteen tai paineen hävitessä hydraulisista, pneumaattisista tai muista järjestelmistä on venttiilien pysyttävä paikoillaan tai mentävä jousilla ohjattuna etukäteen turvalliseen tilaan. (Siirilä 2009, 312.) Nosturin paikallaan pysymisen varmistamiseen olisi mielestäni paras ratkaisu kehittää jarru, joka toimisi paineilmalla ja jousivoimalla. Jarrun toimintaperiaate voisi olla

aina päällä, kunnes se vapautetaan paineilmalla. Hallintaelimenä voisi olla pakko-käyttöinen nappi, jota painamalla jarru vapautetaan.

11.3 Nosturin kiinnitys alustaan

Koneen runkoa suunniteltaessa on otettava huomioon laitteen vakavuus. Vakavuus on huomioitava varsinkin nostureissa, jossa materiaalin nostamisen aikana koneen painopiste voi vaihdella hyvin suuresti. Koneen pystyssä pysymisen luotettavuutta voidaan varmistaa koneen rungon sopivalla kiinnityksellä kiinteään alustaan. Liikuteltavissa koneissa koneen vakavuutta voidaan parantaa laskemalla painopistettä mahdollisimman alas. (Siirilä & Kerttula 2007, 189.) Nosturin runkoon olisi suunniteltava kiinnitys, jolla se pystyttäisiin kiinnittämään alustaan. Kiinnityksellä vältyttäisiin nosturin kaatumisvaaralta. Kiinnityksen on oltava kunnollinen ja luotettava. Kiinnitys on suunniteltava siten, että kone voidaan säätää ”vaateriin” eli suoraan.

11.4 Nostoapuvälineen suojuukset

Nostoapuvälineen törmäystarkastelussa huomataan, että koneen käyttäjä voi suurella todennäköisyydellä vahingoittaa itsensä nostoapuvälineen pneumaattiseen nostimeen. Koneen käyttäjä voi vahingossa lyödä, esimerkiksi pään pneumaattiseen nostimeen tehdessään laatikon kasausvaihetta. Pneumaattisiin nostimiin olisi löydettävä jokin turvallisuusratkaisu, jolla tämä estettäisiin. Toinen vaaratekijä pneumaattisissa nostimissa on piikit, joilla tartutaan laatikkoon kiinni. Piikit ovat selvä turvallisuusriski, joka pitäisi poistaa tai pienentää.

Olen suunnitellut pneumaattisille nostimille turvallisuusratkaisut, jotka poistaisivat tai ainakin pienentäisivät näitä kumpiakkin riskiä. Koneen käyttäjän turvallisuutta lisääisi pneumaattisiin nostimiin asennettavat kiinteät suoijat. Suoijat voisivat olla kumia tai kumin tapaista materiaalia, joka vaimentaisi mahdolliset koneen käyttäjään kohdistuvat iskut ja kolhut. Piikkien suojaksi olen suunnitellut kiinteät suoijat, jotka olisivat kumia ja toimivat niin sanotulla haitariteknikalla. Kuviossa 14 on nostoapu-

välineen pneumaattinen nostin ilman suoja. Kuviossa 15 on pneumaattinen nostin piikkisuoja ja pehmustesuoja.



KUVIO 14. Pneumaattinen nostin



KUVIO 15. Pneumaattinen nostin suojilla

12 LOPPUPÄÄTELMÄT

Tämän opinnäytetyön aiheena oli CE-merkinnän laatiminen puulaatikoiden kokoamislaitteelle. Opinnäytetyö on tehty Oplax Oy:lle, Rovaniemen toimipisteelle. Oplax Oy on puisien pakkauslavojen ja kuljetuspakkauksien valmistaja. Yritys ryhtyi tekemään puulaatikoiden kokoamislaitetta itse, koska aikaisimmista kokoamiseen tarkoitetuista konehankinnoista ei ollut hyviä kokemuksia.

Opinnäytetyön nimi johtaa lukijaa jonkin verran harhaan, koska alkutilanteen lähtökohdat muuttuivat työn aikana. Tilanteiden muuttumisen seurauksena opinnäytetyöstä tuli ohjeistus. Ohjeistus todettiin yrityksen kannalta paremmaksi, koska puulaatikoiden kokoamislaitteen kehittäminen oli vielä kesken opinnäytetyön aikana.

Puulaatikoiden kokoamislaitteen koekäytössä huomattiin, että koneen liikuttelu ja toiminnot olivat liian hitaita, jotta kone voitaisiin ottaa käyttöön tuotantoon. Toinen seikka oli käyttäjän turvallisuuteen liittyvät riskit. Suurimmat riskitekijät muodostuivat nostoapuvälineen pneumaattisista nostimista, joihin työntekijä olisi voinut sattuuta itsensä. Suunnittelin nostoapuvälineeseen suojusehdotukset, joilla koneen turvallisuutta voitaisiin parantaa. Ainakin nämä seikat pitäisi vielä ratkaista, jotta kone soveltuisi tuotantoon ja olisi käyttäjälle turvallinen.

Opinnäytetyössä perehdyttiin CE-merkinnän laatimisprosessin vaiheisiin sekä yleisiin turvallisuus vaatimuksiin. Opinnäytetyössä kerrottiin pääasiassa konedirektiivin ja käyttöasetuksen vaatimuksista sekä koneen suunnittelussa käytettävistä standardeista.

Opinnäytetyöhön kulutetusta ajasta melkein puolet meni tiedonhakuun ja sen omaksumiseen. Aihe oli laaja ja itselläni ei ollut puutekniikan opiskelijana minkäänlaista tietoa koneen suunnittelemisesta tai sen rakentamisesta. Opinnäytetyön aikana olen oppinut todella paljon koneen suunnittelusta, turvallisuudesta ja vaatimuksista.

Työssä käsiteltävä aihe on erittäin laaja. Olen rajannut sen siten, että se vastaisi opinnäytetyössä vaadittavaa määrää. Työhön on poimittu asioita, jotka koskevat lähinnä puulaatikoiden kokoamislaitetta. Mielestäni opinnäytetyötä soveltamalla sekä siinä mainituilla lähteillä ja standardeilla voidaan saada aikaiseksi konedirektiivin vaatimusten mukainen kone.

LÄHTEET

Fibroc Oy. 2008. Nosturien, nostimien, nostoapuvälineiden nostotarvikkeiden tarkastamisesta. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www.fibroc.fi/fi/palvelut/maaraykset_ja_maarittely/. Luettu 8.11.2010.

Finlex 2010. Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi työsuojeluun liittyvien arviointielimien hyväksymisestä. HE 76/2010. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2010/20100076>. Luettu 1.10.2010.

Kauppalehti Oy. 2010. Oplax Oy. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/oplax+oy/15880151>. Luettu 1.10.2010.

Oplax Oy. 2010. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.oplax.fi/>. Luettu 1.10.2010.

Ruukki Group Oyj. 2010. Vuosikertomus 2009. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.ruukkigroup.fi/loader.aspx?id=72858b11-51d6-4dd2-94eb-15b5d1edf7b7>. Luettu 1.10.2010.

Siirilä, T. & Kerttula, T. 2007. Koneturvallisuuden perusteet. Espoo: Opiks-Tiimi Oy.

Siirilä, T. 2008. Koneturvallisuus. EU:n direktiivien ja standardien soveltaminen käytännössä. 2., uudistettu painos. Helsinki: Inspecta Koulutus Oy.

Siirilä, T. 2009. Koneturvallisuus. Ohjausjärjestelmät ja turvalaitteet. 2., uudistettu painos. Helsinki: Inspecta Koulutus Oy.

Sundquist, M. 2010. Koneturvallisuus. Uusi konedirektiivi ja sitä vastaava koneasetus. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www.sundcon.fi/uploads/PowerPoint_sarja_Konedirektiivi_ja_-asetus.pdf. Luettu 8.11.2010

SFS-EN 983. Koneturvallisuus. Hydraulisten ja pneumaattisten järjestelmien sekä niiden komponenttien turvallisuusvaatimukset. Pneumatiikka. 2009. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 13 001-1. Nosturit. Ylissuunnittelu. Osa 1: Yleiset periaatteet ja vaatimukset. 2009. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 13 001-2. Nosturit. Ylissuunnittelu. Osa 2: Kuormitukset. 2009. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 13 155. Nosturit. Turvallisuus. Irrotettavat nostoapuvälineet. 2009. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 14 492-1. Cranes. Power driven winches and hoists. Part 1: Power driven winches. 2009. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 14 492-2. Nosturit. Konekäyttöiset vinssit ja nostimet. Osa 2: Konekäyttöiset nostimet. 2009. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 60 204-32. Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 32: Vaatimukset nostokoneille. 2008. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SSTL-Palvelu Oy. 2010. Häätä-/seis kotelo - XALK 178F - Telemecanique. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.sahkonumerot.fi/2321566>. Luettu 17.11.2010.

Tamminen, J. 2009. Koneiden turvallisuus. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.museoliitto.fi/doc/Konepaatoksen_perusteet.pdf. Luettu 9.11.2010.

Työsuojeluhallinto 2007. Koneturvallisuus. Koneen vaarojen arvioinnista CE-merkintään. Www-dokumentti. Saatavissa: http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2007/10/TSO_16.pdf. Luettu 14.10.2010.

Törmänen, S. 2010. Puulaatikoiden kokoamislaitteen tekijä, haastattelu. Huhtikuu 2010.

Uudenmaan työsuojelupiiri. 2009. Teollisuuden nosturit. Yleisohjeet tarkastukselle. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/upload/Teollisuusnosturitarkastusohje20091013.pdf>. Luettu 8.11.2010

EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus

Oplax Oy
Hallitie 3
96300 Rovaniemi

Vakuutan, että

kone

- koneen kuvaus
- koneen yksilöinti (nimi, tyyppi, sarjanumero)

täyttää seuraavien direktiivien vaatimukset:

- Konedirektiivi 2006/42/EY
- Pienjännitedirektiivi 2006/95/EY
- Sähkömagneettista yhteensopivuutta (EMC) koskeva direktiivi 2004/108/EY

Lisäksi kone täyttää seuraavien yhdenmukaistettujen standardien vaatimukset:

- SFS-EN 60 204-1 (koneiden sähkölaitteisto)
- SFS-EN ISO 13 850 (häätäpysäytys)
- SFS-EN 953 (suojukset)
- SFS-EN ...

Rovaniemellä pp.kk.vvvv

Allekirjoitus _____
Nimenselvennys ja arvo yrityksessä