

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

Koneautomaatiotekniikka

2022

Tuukka Niinisaari

Arviointi uuden
kokoonpanokoneen
EU-konedirektiivin
vaatimustenmukaisuudesta

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus, koneautomaatiotekniikka

2022 | 46 sivua

Tuukka Niinisaari

Arviointi uuden kokoonpanokoneen EU-konedirektiivin vaatimustenmukaisuudesta

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Turvanasta Oy:ssä rakennettavan uuden kokoonpanokoneen konedirektiivin vaatimustenmukaisuus. Turkulainen Turvanasta Oy valmistaa ajoneuvojen nastarenkaiden nastoja ja on maailman suurin nastavalmistaja.

Työ pohjautuu EU:n konedirektiiviin, koneita koskevaan lainsäädäntöön, arvioitua konetta koskeviin yhdenmukaistettuihin standardeihin sekä viranomaisten kone- ja työturvallisuutta koskeviin ohjeisiin.

Koneen ominaisuuksien sekä suunnittelu- ja rakentamisperiaatteiden ansiosta vaatimustenmukaisuuden arviointi voitiin tehdä sisäiseen tarkastukseen perustuen. Työssä selvitettiin konetta koskevat standardit ja määräykset, tehtiin riskien arviointi, koottiin tekninen tiedosto ja laadittiin vaatimustenmukaisuusvakuutus.

Riskien arviointi tehtiin direktiivin suositusten mukaisesti työryhmässä. Se sisälsi koneen raja-arvojen määrittämisen, vaarojen tunnistamisen, riskien suuruuden arvioinnin ja riskien poistamiseksi toteutetut suojaustoimenpiteet.

Työn tuloksena saatiin kartoitettua vaatimustenmukaisuuden tämänhetkinen tila ja vielä keskeneräiset ja vaadittavat toimenpiteet. Yrityksen käyttöön saatiin tulevia vastaavia arviointeja varten selkeästi dokumentoidut toimintaohjeet. Arviointia varten laadittu tarkistuslista vaatimusten täyttymisestä, valmiit lomakkeet vaarojen tunnistamista ja riskin arviointia varten sekä esivalmisteltu vaatimustenmukaisuusvakuutus helpottavat tulevaisuudessa sekä uusien koneiden suunnittelua että niiden vaatimustenmukaisuuden arviointia.

Asiasanat:

konedirektiivi, koneturvallisuus, riskin arviointi, standardit

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering, Machine Automation

2022 | 46 pages

Tuukka Niinisaari

Assessment of the New Assembly Machine's Conformity to the EU Machinery Directive

The purpose of the thesis was to assess if the new assembly machine, being built at Turvanasta Oy, conforms to the EU Machinery Directive. The Turku based company manufactures studs for vehicle tires and is the world's largest stud manufacturer.

The thesis is based on the EU Machinery Directive, the legislation on machinery, the harmonised standards for the assessed machine, and the guidelines for machinery and occupational safety by the authorities.

Due to the characteristics of the machine and its design and construction principles, the conformity assessment could be carried out based on an internal audit. The standards and regulations concerning the machine were tracked down, a risk assessment was performed, a technical file was compiled, and a declaration of conformity was prepared.

The risk assessment was carried out by a work group in accordance with the recommendations of the Directive. It included determining the limits of the machinery, identifying hazards, estimating the risks, and the implemented protective risk reduction measures.

As a result of the thesis, the current state of conformity and the still unfinished and required measures were mapped out. Clearly documented guidelines for future similar assessments were made available to the company. A review list of requirements, ready-made forms for hazard identification and risk assessment, and a pre-made declaration of conformity will facilitate both the planning of new machines and their conformity assessment in the future.

Keywords:

machinery directive, safety of machinery, risk assessment, standards

Sisältö

Käytetyt lyhenteet ja sanasto	6
1 Johdanto	9
2 Toimeksiantajan esittely	11
3 Kokoonpanokone	12
3.1 Rengasnastan rakenne	13
3.2 Kovametalli	14
3.3 Nastan valmistusprosessi	15
3.4 Kokoonpanokoneen toimintaperiaate	15
4 Lainsäädäntö	17
4.1 Konedirektiivi	18
4.2 Koneasetus, käyttöasetus ja työturvallisuuslaki	19
4.3 Koneturvallisuuden standardit	21
4.4 Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely	23
4.4.1 Tekninen tiedosto	25
4.4.2 Riskien arviointiprosessi	27
4.4.3 Koneen raja-arvojen määrittäminen	28
4.4.4 Vaaran tunnistaminen	28
4.4.5 Riskin suuruuden arviointi	29
5 Arvioinnin toteutus	32
5.1 Kokoonpanokonetta koskevat standardit	32
5.2 Riskien arviointi	33
5.3 Teknisen tiedoston kokoaminen ja tarkistuslista	35
5.4 Energiatehokkuuden vaikutus kannattavuuteen	37
6 Arvioinnin tulokset	39
7 Pohdinta	41
Lähteet	43

Liitteet

- Liite 1. Kokoonpanokoneen toimintaperiaate.
- Liite 2. Teknisen tiedoston kokoaminen.
- Liite 3. Käyttöönottotarkastus.
- Liite 4. Vaarojen tunnistaminen.
- Liite 5. Riskinarviointilomake.
- Liite 6. Tarkistuslista koneturvallisuusdirektiivin ja kokoonpanokonetta koskevien standardien vaatimusten toteutumisesta.
- Liite 7. Vaatimustenmukaisuusvakuutus.
- Liite 8. Toimenpiteen taloudellinen kannattavuus.

Kuvat

Kuva 1. Esimerkkejä Turvanasta Oy:n valmistamista nastoista.	12
Kuva 2. Nastan rakenne pääpiirteittäin.	13
Kuva 3. Kovametallitappeja.	14
Kuva 4. Kokoonpanokoneen toiminnalliset osat pääpiirteittäin.	16
Kuva 5. Koneturvallisuuden standardien hierarkia.	22
Kuva 6. Valmiin koneen käyttöön ottamisen menettely.	24
Kuva 7. Riskien arvioinnin ja hallinnan vaiheet.	27
Kuva 8. Esimerkkejä mahdollisista vaaroista.	29
Kuva 9. Riskin suuruuden arviointiin käytetty päätöspuu.	30
Kuva 10. Kokoonpanokonetta koskevien standardien selvittäminen.	33
Kuva 11. Esimerkki vaarojen tunnistamisesta.	34
Kuva 12. Esimerkkejä konedirektiivin vaatimusten tarkistuslistasta.	36

Käytetyt lyhenteet ja sanasto

CEN	engl. European Committee for Standardization. Järjestö, joka edistää eurooppalaista standardisointia.
CENELEC	engl. European Electrotechnical Committee for Standardization. Eurooppalainen sähköalan standardisoimisjärjestö.
ETSI	engl. European Telecommunications Standards Institute. Eurooppalainen telealan standardisoimisjärjestö.
EU	Euroopan unioni
EY	Euroopan yhteisö
FINAS	engl. Finnish Accreditation Service. Suomen kansallinen akkreditointielin.
ISO	engl. International Organization for Standardization. Kansainvälinen standardisoimisjärjestö.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
CE-merkintä	ransk. Conformité Européenne -merkintä. CE-merkintä tuotteessa osoittaa, että tuote on tarkastettu ja se täyttää EU:n turvallisuus-, terveys- ja ympäristövaatimukset.
Direktiivi	Euroopan unionin jäsenvaltioille tarkoitettu lainsäädäntöohje.
Energiatehokkuus-direktiivi	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi EU/27/2012 energiatehokkuustavoitteista, kansallisista energiansäästövelvoitteista ja energiatehokkuuden edistämisen toimenpiteistä.

HA-luokan asiantuntija	HA-luokan hyväksytty asiantuntija voi antaa ajoneuvon tai komponentin kansalliseen tyyppihyväksyntään ja siihen liittyvään tuotannon vaatimustenmukaisuuden valvontaan, kansalliseen piensarjatyypin hyväksyntään, yksittäishyväksyntään sekä rekisteröinti-, muutos- ja kytkentäkatsastukseen liittyviä selvityksiä
Jäännösriski	Suojaustoimenpiteiden toteuttamisen jälkeen jäljelle jäävä riski.
Kone	Toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmä, jossa on tai joka on varustettu voimansiirtojärjestelmällä ja jonka ainakin vähintään yksi osa on liikkuva.
Koneasetus	Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008. Esittää yksityiskohtaiset vaatimukset, jotka koneiden on täytettävä, jotta niitä voi myydä tai tehdä omaan käyttöön.
Konedirektiivi	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY koneista. Sisältää yleiset kaikkia koneita koskevat turvallisuusvaatimukset.
Kovametalli	Metallimatriisikomposiitti, joka valmistetaan pulverimetallurgiatekniikalla karbideista ja sidosaineesta.
Käyttöasetus	Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008. Säättää työpaikoilla käytettävien koneiden turvallisuudesta.
Riski	Vahingon esiintymistodennäköisyyden ja kyseisen vahingon vakavuuden yhdistelmä.
Riskianalyysi	Koneen raja-arvojen määrittely, vaarojen tunnistamisen ja riskin suuruuden arvioinnin muodostama kokonaisuus.
Riskigraafi	Päätöspuuhun perustuva riskiin suuruuden arviointimenetelmä.

Riskin arviointi	Loogisesti etenevä toimenpiteiden sarja, jolla saadaan riskit analysoitua järjestelmällisesti.
Standardi	Standardisoimisjärjestön esittämä määritelmä siitä, miten jokin asia tulisi tehdä.
Vaatimusten- mukaisuus	Tuote (yleensä kone, laite, tms.) on sitä koskevien direktiivien ja asetusten mukainen.

1 Johdanto

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY koneista ja direktiivin 95/16/EY muuttamisesta (myöhemmin konedirektiivi) on laadittu koneiden käyttäjien terveyden ja turvallisuuden suojeluksi sekä helpottamaan koneiden vapaata liikkuvuutta Euroopan yhteisössä (myöhemmin EU). Konedirektiivi velvoittaa koneen valmistajan varmistamaan koneen vaatimustenmukaisuus ennen koneen markkinoille saattamista tai käyttöönottoa. Vaatimustenmukaisuudella tarkoitetaan sitä, että kone täyttää kaikki sitä koskevat vaatimukset EU:n alueella. Lisäksi konedirektiivi velvoittaa kokoamaan koneen teknisen tiedoston viranomaisten saatavilla olevaan muotoon, laatimaan vaatimustenmukaisuusvakuutuksen ja kiinnittämään koneeseen CE-merkinnän. CE-merkintä osoittaa, että kone täyttää sitä koskevien direktiivien, asetusten ja standardien vaatimukset.

Turkulainen Turvanasta Oy valmistaa ajoneuvojen nastarenkaiden nastoja. Se on 1,5 miljardin nastan vuosikapasiteetilla maailman suurin nastavalmistaja. Yritys suunnittelee ja valmistaa tärkeimmät työkalunsa itse, koska tarkoitukseen suoraan sopivia koneita ei ole saatavissa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on Turvanasta Oy:n toimeksiannosta selvittää yrityksessä omaan käyttöön rakenteilla olevan uuden kokoonpanokoneen EU-vaatimustenmukaisuus. Yrityksessä ei ole vakiintunutta toimintamallia vaatimustenmukaisuuden arvioimiseksi, joten opinnäytetyöllä pyritään luomaan yritykselle työkalu vastaavien arviointien tekoon jatkossa.

Arviointi edellyttää koneturvallisuutta koskevaan lainsäädäntöön ja rakenteilla olevaa konetta koskeviin standardeihin tutustumista, jotta saadaan kartoitettua kaikki koneeseen sovellettavat vaatimukset. Kun on tutkittu, vastaako kone vaatimuksia, kootaan koneen tekninen tiedosto markkinavalvontaviranomaisia varten. Tärkeä osa teknistä tiedostoa on riskien arviointiprosessi, jota työssä käsitellään laajasti.

Kun vaatimustenmukaisuus on todettu ja tekninen tiedosto koottu, yritys voi laatia konedirektiivin mukaisen vaatimustenmukaisuusvakuutuksen ja kiinnittää koneeseen CE-merkinnän. Tätä varten kootaan tarvittavat tiedot ja laaditaan koneelle esivalmisteltu vaatimustenmukaisuusvakuutus.

Konedirektiivi ei edellytä energiatehokkuuden arviointia, mutta energia- ja ilmastopolitiikka ovat sekä yritystasolla että kansallisella ja kansainvälisellä tasolla ajankohtaisia aiheita. EU:n energiatehokkuusdirektiivi kannustaa pk-yrityksiä teettämään energiakatselmuksia ja solmimaan valtion kanssa vapaaehtoisia energiatehokkuussopimuksia. Tämän vuoksi työhön päätettiin sisällyttää uuden koneen taloudellisten vaikutusten tutkiminen energiatehokkuuden, erityisesti sähkönkulutuksen osalta. Sähkönkulutuksen seuraamiseksi laaditaan suunnitelma, jonka avulla uuden koneen sähkönkulutusta voidaan sen valmistuttua tuotantokäyttöön verrata vanhempiin käytössä oleviin koneisiin.

.

2 Toimeksiantajan esittely

Turvanasta Oy on Turussa ja Paraisilla toimiva Turvanasta-konserniin kuuluva yritys. Se vastaa konsernin liiketoiminnoista ja tuotantoprosessista. Yrityksen päätuote on ajoneuvojen renkaiden nastat lähes kaikille maailman merkittävimmille rengasvalmistajille. Tuotantokapasiteetti on 1,5 miljardia nastaa vuodessa, mikä tekee yrityksestä maailman suurimman nastavalmistajan. Yritys on toiminut noin 40 vuotta ja omistajat ovat suomalaisia yksityishenkilöitä kolmannessa sukupolvessa. Tuotantohenkilökuntaa on noin 50. Päämarkkina-alueita ovat pohjoismaat, Pohjois-Amerikka, Aasian maat ja Venäjä. Vienti muodostaa yli 90 prosenttia yrityksen myynnistä. (Turvanasta Oy 2022a.)

Kokonaisuuteen kuuluu hallinto, tuotekehitysyksikkö, työkaluyksikkö, koneenrakennusyksikkö ja tuotantoyksikkö. Tuotekehitys tapahtuu tiiviissä yhteistyössä eri rengasvalmistajien kanssa. Yrityksessä on tehty vuosien varrella useita merkittäviä nastainnovaatioita, joiden avulla on tullut menestystä talvirengastesteissä. (Turvanasta Oy 2022a.)

Yritys pitää tärkeimpinä menestystekijöinään tuotekehitysyhteistyötä asiakkaiden kanssa, vuosien aikana kertynyttä ylivoimaista teknistä osaamista, jatkuvasti tehostuvaa tuotantoa sekä toimitusvarmuutta vahvistavaa omaa kone- ja työkaluvalmistusta.

Liikenneturvallisuuden varmistaminen talviolosuhteissa sekä teiden kulumisen ja katupölyn vähentäminen vaativat jatkuvaa kehitystyötä. Yrityksellä on FINASin (Finnish Accreditation Service) akkreditoima HA-luokan testauslaboratorio, jonka yliajokoemenetelmällä tehdyillä mittaustuloksilla voidaan hakea nastarenkaille tyyppihyväksyntää. Ajokokeet yhdistettynä teoreettisen fysiikan ymmärrykseen muodostavat tuotekehityksen kulmakiven. (Turvanasta Oy 2022b.)

3 Kokoonpanokone

Turvanasta Oy:n päätuote, ajoneuvojen renkaiden nastat, on Suomessa tarkasti säännelty ala. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom vastaa nastarenkaiden tyyppihyväksynnästä ja tuotannon vaatimustenmukaisuuden valvonnasta. Turvanasta Oy tekeekin nastojen suunnittelutyön kiinteässä yhteistyössä rengasvalmistajien kanssa. Yritys suunnittelee ja valmistaa kaikki tärkeimmät koneet ja työkalut itse.

Turvanasta Oy:n koneenrakennus- ja työkaluyksiköt kehittävät nastojen valmistukseen tarvittavia koneita, laitteita sekä työkaluja. Yrityksessä valmistetaan sekä standardimallisia rengasnastoja (esimerkkejä kuvassa 1) että mittojen mukaan tietyille asiakkaille ja tietyille rengastyypeille sopivia nastoja. Kokoonpanokoneiden on siis taivuttava tuotevariaatioihin mahdollisimman joustavasti. Valmiita käyttötarkoitukseen sopivia koneita ei ole markkinoilta saatavissa, joten yritys on sekä rakennuttanut että rakentanut itse sopivia koneita. Tuotannon automatisointiin on panostettu voimakkaasti sekä kilpailukyvyyn parantamiseksi että nastojen läpimenoajan nopeuttamiseksi suunnittelusta valmiiksi tuotteeksi. (Turvanasta Oy 2022a.)



Kuva 1. Esimerkkejä Turvanasta Oy:n valmistamista nastoista (Turvanasta Oy 2022a).

Turvanasta Oy:n nastatuotanto jakautuu neljään pääryhmään:

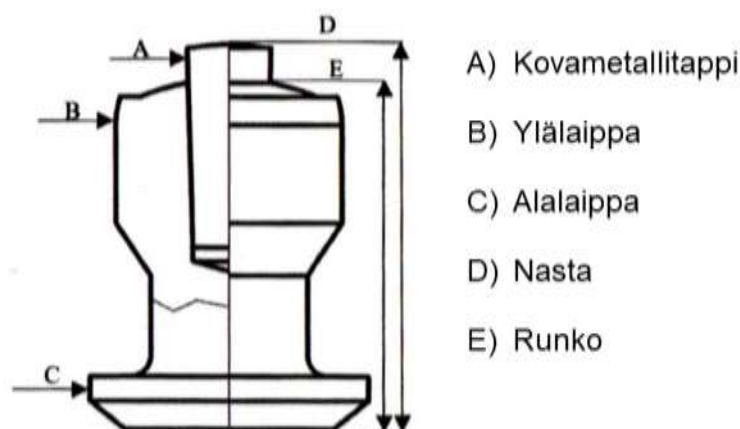
1. henkilöautojen nastat
2. kuorma-autojen nastat
3. rekkojen ja traktoreiden nastat sekä
4. polkupyörien nastat ja muut erikoistuotteet.

Kokoonpanokoneen tehtävä on liittää nastan runko ja kovametallitappi toisiinsa valmiiksi nastaksi. Konetta kutsutaan myös tapituskoneeksi. Turvanasta Oy:llä on käytössä noin 40 tapituskonetta, jotka kaikki on päivitetty itse yrityksen tuotantoon sopiviksi.

3.1 Rengasnastan rakenne

Nastarengas on suomalainen keksintö, ja nastoja on kehitetty noin 60 vuoden ajan. Materiaalin on oltava mahdollisimman kestävä ja samalla kevyttä. Nastan tulee pureutua tehokkaasti jäähän kiinni, mutta toisaalta se ei saisi kuluttaa liikaa tien päällystettä. (Continental Rengas Oy 2012.)

Turvanasta Oy:ssä erilaiset nastat voidaan muodosta riippumatta jakaa kuvassa 2 näkyviin viiteen eri osaan: runkoon, alalaippaan, ylälaippaan, kovametallitappiin ja kokonaiseen nastaan.



Kuva 2. Nastan rakenne pääpiirteittäin (Turvanasta Oy 2022b).

Nasta koostuu alumiinisesta tai teräksisestä runko-osasta sekä kovametallitapista. Runko pitää kulutusta kestävästä tappia paikoillaan renkaassa, jolloin saavutetaan pito jäiseen tiehen. Rungon materiaalina ovat yleisimmin alumiini tai teräs. Valmistusmenetelminä käytetään kylmämuovausta ja sorvaamista. Kovametallitappi puolestaan valmistetaan kulutuskestävästä materiaalista prässäämällä.

3.2 Kovametalli

Metallikomposiittien ominaisuuksia ovat lujuus, jäykkyys, kulumiskestävyys, lämmönkestävyys ja painonsäästö. Tunnetuin metallikomposiitti on kovametalli. Se on metallimatriisikomposiitti, joka valmistetaan pulverimetallurgiatekniikalla karbideista ja sidosaineena toimivasta koboltista tai nikkelistä. Käyttämällä eri suuruista karbidin raekokoa ja vaihtamalla sidosaineena toimivan koboltin pitoisuutta saadaan aikaan monia erilaisia ominaisuuksia. Kovametallien kovuus on yleensä noin kaksin- tai kolminkertainen tavanomaiseen teräkseen verrattuna. Kulumiskestävyys voi olla jopa 100-kertainen. Koska kovametalli on kalliimpaa kuin perinteinen metalli, siitä ei aina kannata valmistaa kokonaisia osia vaan pinnoittaa tuotteet kovametallilla tai tehdä vain osa tuotteesta kovametallista. (Koivisto ym. 2014, 225; Turvanasta Oy 2022b.) Kuvassa 3 on esimerkkinä pyörötangosta sahattuja, kartionmuotoisia kovametallitappeja.



Kuva 3. Kovametallitappeja (Zhuzhou Huijin Cemented Carbide Co., Ltd. 2022).

Kovametallitapit ovat keskeisiä komponentteja ajoneuvojen renkaiden nastoissa. Tapin pitää kestää merkittäviä voimia ja jatkuvaa kulutusta. Kovametallin myötä nastoihin saadaan vaadittava kestävyys ja kovuus, jotta nastarengas voisi toimia halutulla tavalla. (Turvanasta Oy 2022b.)

3.3 Nastan valmistusprosessi

Turvanasta Oy:ssä nastojen valmistusprosessissa on neljä päävaihetta:

1. Metallisauvasta sahatun aihion tyssäys rungoksi. Prosessissa aihio kylmäpuristetaan halutun muotoiseksi nastarungoksi, jolloin aihion pituus lyhenee ja halkaisija kasvaa. Rungon valmistukseen kuuluu myös rungon muotoilu ja kiillotus.
2. Kovametallitapin valmistus. Kovametallitapit ovat noin 5–6 mm pitkiä ja halkaisijaltaan noin 2–3 mm.
3. Kokoonpano, jossa kovametallitappi liitetään runkoon.
4. Lajittelu ja pakkaus. Hylkytuotteet lajitellaan pois, tehdään lopullinen visuaalinen tarkistus ja tuote pakataan lähetysvalmiiksi.

Valmistusprosessi on pääpiirteiltään samanlainen nastatyypistä riippumatta. Tämä opinnäytetyö keskittyy valmistusprosessin kohtaan 3 eli kokoonpanovaiheeseen.

3.4 Kokoonpanokoneen toimintaperiaate

Tarkasteltava uusi kokoonpanokone on aiemmista malleista modernisoitu versio, jonka suurempi nopeus ja suurempi kapasiteetti saavutetaan uusilla teknisillä ratkaisuilla.

Kone koostuu kuvan 4 mukaisesti kolmesta toiminnallisesta osasta: rungon ja tapin syöttö, kuljetin ja prässä. Tarkempi kuvaus toiminnasta on liitteessä 1.



Kuva 4. Kokoonpanokoneen toiminnalliset osat pääpiirteittäin.

Esikäsitellyt nastarungot ja kovametallitapit syötetään koneeseen.

Syöttövaiheessa tapahtuvan käsittelyn jälkeen kuljetin siirtää ne prässäykseen.

Prässä painaa kokoonpanon oikean mittaiseksi. Sen jälkeen valmiit nastat

käyvät läpi laadunvarmistuksen, jossa hylkytuotteet palautuvat kierrätykseen ja asianmukaiset nastat siirtyvät lajittelun kautta pakkaukseen ja varastoon.

4 Lainsäädäntö

Työsuojelua sekä koneiden turvallisuutta ja valvontaa koskeva lainsäädäntö muuttui olennaisesti Suomen liittyttyä vuonna 1994 Euroopan talousalueeseen ja myöhemmin Euroopan Unioniin. Koneisiin ja työturvallisuuteen liittyvät lait ovat Suomessa nykyään puitelakeja, jotka perustuvat Euroopan Unionin direktiiveihin. Ne ovat pääasiassa joko valmistajia koskevia tuotedirektiivejä tai työnantajia koskevia työolosuhdedirektiivejä. Yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään lakeja täsmentävissä asetuksissa ja päätöksissä. Valmistajia velvoittava konedirektiivi on otettu Suomessa käyttöön konelailla vuonna 2004 ja koneasetuksella vuonna 2008. Suomessa työnantajia velvoittavat vuonna 2002 säädetty työturvallisuuslaki ja vuonna 2008 säädetty koneiden käyttöasetus. Työnantajien on lisäksi noudatettava työsopimuslakia, ja rikoslaissakin on työturvallisuutta koskevia kohtia. (Siirilä & Tytykoski 2016, 29–33.)

Valvonnasta vastaavat Suomessa aluehallintovirastot, sosiaali- ja terveysministeriön työ- ja tasa- arvo-osaston ohjauksessa. Koneille ei tehdä ennakkotarkastuksia, vaan valmistajan on itse varmistettava koneen vaatimustenmukaisuus ennen sen omaan käyttöön ottoa tai markkinoille saattamista. (Työsuojeluhallinto 2022.)

Koneasetuksen mukaan on tätä ennen:

- selvitettävä konetta koskevat määräykset
- tehtävä koneelle riskien arviointi (SFS-EN ISO 12100:2010, 14121-1 ja -2)
- varmistettava, että kone täyttää sitä koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset (koneasetuksen 400/2008 liite I)
- varmistettava, että koneen tekninen tiedosto on käytettävissä (asetuksen liitteen VII osa A)
- varustettava kone tarpeellisilla tiedoilla (esim. ohjeet)

- osoitettava koneen vaatimustenmukaisuus asetuksen (400/2008) 7. §:n mukaisesti
- laadittava asianmukainen EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus ja varmistettava, että se on koneen mukana (asetuksen liitteen II kohta A)
- kiinnitettävä koneeseen CE-merkintä (asetuksen liite III). (Markkinavalvonta 2022.)

4.1 Konedirektiivi

Nykyisin voimassa oleva konedirektiivi on annettu vuonna 2006.

Konedirektiivillä pyritään käyttäjien terveyden ja turvallisuuden korkeatasoiseen suojeluun sekä koneiden vapaaseen liikkuvuuteen EU:ssa. Direktiivin esipuheessa korostetaan konerakennuksen tärkeää roolia yhteisön taloudessa. Erilaisten koneiden käytöstä aiheutuvien tapaturmien yhteiskunnallisia kustannuksia saadaan alennettua, kun koneet suunnitellaan ja rakennetaan turvallisiksi, ja asennetaan ja huolletaan ne asianmukaisesti. Työntekijöiden terveys ja turvallisuus varmistetaan koneiden käytöstä johtuvien riskien minimoimisella. (Konedirektiivi 2006/42/EY.)

Nykyinen direktiivi on ns. uuden lähestymistavan direktiivi. Aiempien teknisesti hyvin yksityiskohtaisien direktiivien sijaan siinä säädetään vain yleiset vaatimukset ja tavoitteet. Yleiset periaatteet täsmentyvät yhdenmukaisilla standardeilla, jotka EU:n komissio on tilannut eurooppalaisilta standardisoimisjärjestöiltä. Kunkin jäsenmaan on otettava direktiivi osaksi lainsäädäntöään. (Siirilä & Tytykoski 2016, 29, 34.)

Viimeisin konedirektiivin tarkastuskierros alkoi vuonna 2020 osana komission työohjelmaa Euroopan digitaalinen valmius. Tarkoituksena on huomioida paremmin digitalisaation kehitys, kuten esineiden internet, tekoäly ja autonomiset robotit. Direktiivin säännöksiä ehdotetaan myös yksinkertaistettavaksi. Muun muassa kalliit ja ympäristön kannalta ongelmalliset

laajat paperiset asiakirja-aineistot ehdotetaan sallittavaksi digitaalisessa muodossa. (Euroopan komissio 2022.)

4.2 Koneasetus, käyttöasetus ja työturvallisuuslaki

Konedirektiivi on otettu käyttöön Suomessa vuonna 2006 koneasetuksella, viralliselta nimeltään valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400. Voimaantuloajaksi määrättiin 29.12.2009. Asetuksen soveltamisala on laaja.

Asetus koskee seuraavia tuoteryhmiä:

- koneet
- vaihdettavat laitteet
- turvakomponentit
- nostoapuvälineet
- nostoketjut, -köydet ja -vyöt
- nivelakselit
- osittain valmiit koneet.

Asetuksen tarkoittamana koneena pidetään myös koneyhdistelmää, kun se on järjestetty ja ohjattu toimimaan yhtenä kokonaisuutena. Automaattiset konelinjat tai koneyhdistelmät kuuluvat siis asetuksen piiriin. Koneyhdistelmällä on oltava kokonaisuudesta vastuussa oleva valmistaja. Sen tehtävänä on laatia EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus. (Siirilä & Tytykoski 2016, 34–36.)

Koneasetus koskee sekä myyntiin tarkoitettuja koneita että omaan käyttöön tehtyjä koneita. Omaan käyttöön valmistettujen koneiden on täytettävä kaikki koneasetuksen vaatimukset turvallisuudesta, merkinnöistä ja dokumentoinnista. (Siirilä & Tytykoski 2016, 42.)

Vuonna 2008 vahvistetulla ja edelleen vuonna 2010 täydennetyllä käyttöasetuksella on huomattavasti laajempi soveltamisala kuin koneasetuksella. Se kattaa koneiden lisäksi kaikki muutkin työssä käytettävät

välineet. (Siirilä & Tytykoski 2016, 44.) Konedirektiivi ja koneasetus koskevat vuoden 1995 alun jälkeen käyttöön otettuja uusia koneita, mutta käyttöasetus koskee kaikkia koneita riippumatta niiden iästä. Koneasetuksen määräykset koskevat lähinnä koneen valmistajaa tai sen markkinoille tuojaa, käyttöasetus velvoittaa koneella töitä teettävää työnantajaa. Käyttöasetus velvoittaa työnantajaa myös säilyttämään jatkuvasti koneen turvallisuustason. Käyttöasetuksen mukaan määräaikaistarkastus on tehtävä vuoden välein ensimmäisen käyttöönottotarkastuksen jälkeen. Tarkastusväliä voi pidentää, jos koneen käyttö on vähäistä, tai lyhentää, jos käyttö on konetta erityisesti rasittavaa, tai muusta tärkeästä syystä. (Työturvallisuuslaki 738/2002.)

Nykyisin Suomessa voimassa oleva työturvallisuuslaki on säädetty vuonna 2002. Siihen on myöhemmin tehty useita täydennyksiä. Lain tarkoitus on ”parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden [--] haittoja”.

Tätä tarkoitusta varten työnantajan on huomioitava työhön, työolosuhteisiin ja työympäristöön liittyvät seikat. Myös työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat on huomioitava. Työnantajan on tarkkailtava jatkuvasti työympäristöä, työyhteisön tilaa ja työtapojen turvallisuutta. Koneiden vaara-alueille pääsyä on rajoitettava koneen rakenteen, sijoituksen ja turvalaitteiden avulla. (Työturvallisuuslaki 738/2002.)

Työn ja toiminnan luonne huomioiden työnantajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työstä, työajoista, työtilasta, muusta työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät. Työntekijän ammatillisesta osaamisesta ja työkokemuksesta riippuen on perehdytettävä riittävästi työhön, työolosuhteisiin, työ- ja tuotantomenetelmiin, työvälineisiin sekä turvallisiin työtapoihin. Perehdytyksen tulee sisältää myös ohjausta työn haittojen ja vaarojen estämiseksi sekä opetusta säätö-, puhdistus-, huolto- ja korjaustöiden sekä häiriö- ja poikkeustilanteiden varalta. Työnantajan velvollisuuksiin kuuluu

myös tarkoituksenmukaisten ja vaatimukset täyttävien henkilösuojainten antaminen työntekijän käyttöön. (Työturvallisuuslaki 738/2002.)

Työturvallisuuslaki säättää myös työntekijän velvollisuuksista ja oikeuksista. Jos työntekijä havaitsee vikoja tai puutteellisuuksia, jotka voivat aiheuttaa vaaraa turvallisuudelle tai terveydelle, hänen on mahdollisuuksiensa mukaan poistettava vaaraa aiheuttava vika tai puutteellisuus ja ilmoitettava siitä viipymättä työnantajalle. Työntekijän tulee käyttää hänelle annettuja henkilösuojaimia ja varusteita ja käyttää oikein koneita ja työvälineitä. Jos työntekijä joutuu tilapäisesti poistamaan turvallisuus- tai suojalaitteen käytöstä, hänen velvollisuutensa on palauttaa se käyttöön tai kytkettävä laite päälle niin pian kuin mahdollista. (Työturvallisuuslaki 738/2002.)

Työturvallisuuslaki määrää, että kone on tarkastettava oikean asennuksen ja turvallisen toimintakunnon varmistamiseksi käyttöönottotarkastuksella ennen ensimmäistä käyttöönottoa. Tarkastuksen voi tehdä tehtävään pätevä henkilö, joka voi olla myös työnantajan palveluksessa. Vaarallisen koneen voi tarkastaa vain asiantuntijayhteisö tai riippumaton asiantuntija. Käyttöönoton jälkeen kone on tarkastettava säännöllisin väliajoin ja myös poikkeuksellisten tilanteiden jälkeen. (Työturvallisuuslaki 738/2002.) Käyttöasetus tarkentaa vielä tarkastusten sisältöä ja ajankohtaa. Turvanasta Oy:ssä tehdään uudelle koneelle käyttöönottotarkastus sen jälkeen, kun kone on asennettu käyttöpaikalleen. Käyttöönottotarkastuksen sisältö on esitelty liitteessä 3.

Työturvallisuuslain noudattaminen on sekä koneen suunnittelijan, valmistajan että asentajan velvollisuus.

4.3 Koneturvallisuuden standardit

Euroopan unioni käyttää paljon standardeja säädöstensä tueksi ja tekee yhteistyötä eurooppalaisten standardisointijärjestöjen kanssa. Säädoksiin kirjataan usein vain olennaiset vaatimukset, ja yksityiskohtaisemmat standardit tilataan standardisointijärjestöiltä. EU:n pyynnöstä laaditut standardit saavat virallisen aseman direktiivien jatkeena. Koneturvallisuuden standardit tukevat

riskien arviointia ja niiden pienentämistä. Koneeseen liittyvät vaarat tunnistetaan ja sen jälkeen kone suunnitellaan riskin pienentämiseen perustuvaa käytäntöä soveltaen. Iteraatiota jatketaan, kunnes riittävä turvallisuus on saavutettu. (Suomen Standardisoimisliitto 2022, Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry 2022.)

Koneturvallisuuden standardit on jaettu kuvassa 5 esitettyihin kolmeen ryhmään, A-, B- ja C-tyyppin standardit. A-tyyppin standardit ovat kaikille koneille sovellettavia turvallisuuden peruststandardeja, joissa esitetään perusteet, suunnitteluperiaatteet ja yleiset näkökohdat. B-tyyppin standardit ovat turvallisuuden ryhmästandardeja, joissa käsitellään yhtä turvallisuusnäkökohtaa tai yhtä suojausteknistä laitetta. C-tyyppin standardit ovat konekohtaisia turvallisuusstandardeja, joissa käsitellään tietyn koneen tai koneryhmän yksityiskohtaisia turvallisuusvaatimuksia. Niiden tarkoituksena on tuoda esiin tuotekohtaisesti mahdollisimman tarkat ja yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset konedirektiivin terveys- ja turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi. C-tyyppin standardit ovat aina ensisijaisia B-tyyppiin nähden. (Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry 2022.)



Kuva 5. Koneturvallisuuden standardien hierarkia (Rapinoja 2021).

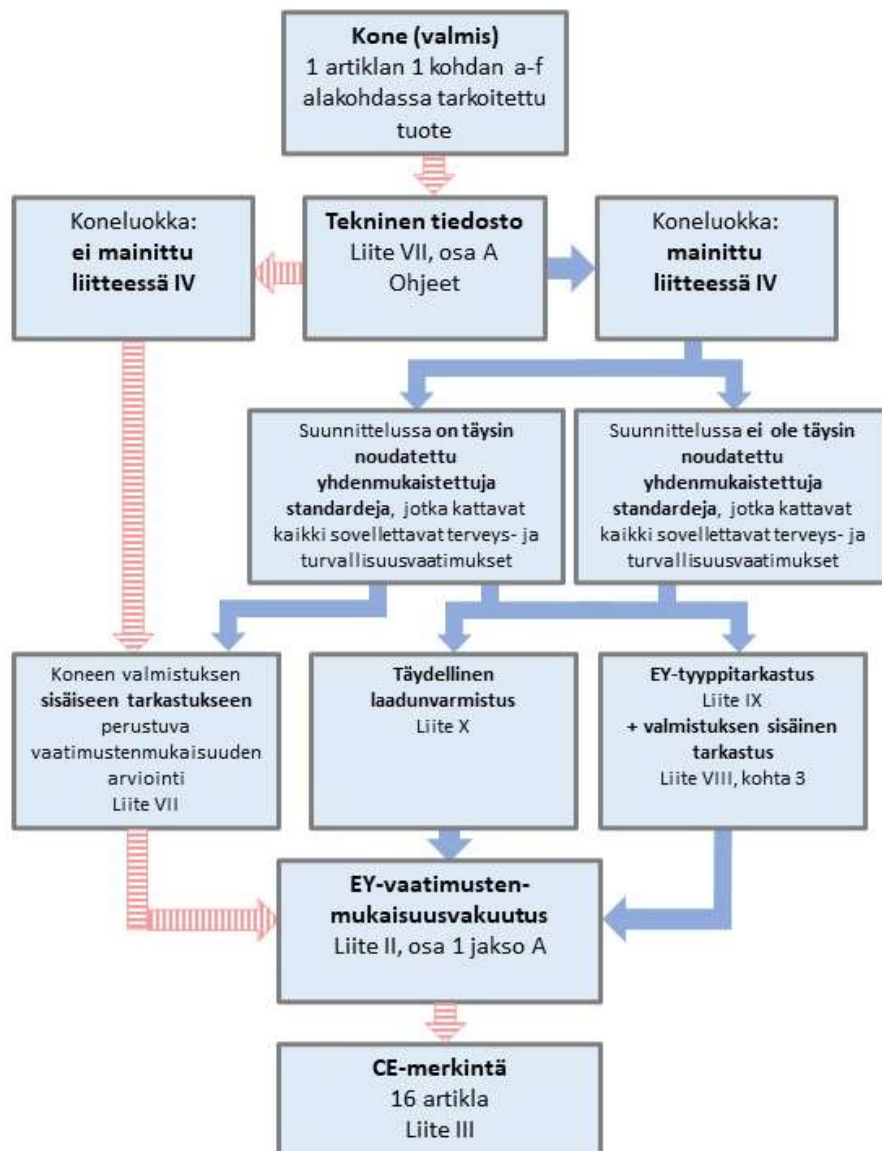
Koneturvallisuuteen liittyvät SFS-EN-standardit ovat ICS-luokassa 13.110, joka sisältää koneturvallisuuden A-tyyppin standardit ja pääosan B-tyyppin standardeista. C-tyyppin koneturvallisuusstandardit ovat aina kyseisen teollisuussektorin mukaisessa luokassa.

Yhdenmukaistetut eli harmonisoidut standardit (EN-standardit) ovat EU:n virallisessa lehdessä mainittuja säädöksiin liittyviä standardeja. Ne ovat eurooppalaisten standardijärjestöjen CEN:n (European Committee for Standardization), CENELECin (European Electrotechnical Committee for Standardization) tai ETSIn (European Telecommunications Standards Institute) laatimia standardeja, jotka on vahvistettu EU:n yhdenmukaistamis-lainsäädännön soveltamiseksi. Kaikkien eurooppalaisten standardisointijärjestöjen on saatettava standardit voimaan kansallisella tasolla. Suomessa Suomen Standardisoimisliitto vahvistaa yhdenmukaistetut standardit kansallisiksi SFS-standardeiksi. (EU ja standardisointi 2022.)

Yhdenmukaistettuja standardeja käyttäessään koneen valmistaja voi olettaa, että hän toimii lakien ja direktiivin mukaisesti. Yhdenmukaistettujen standardien käyttö ei ole pakollista, mutta konedirektiivi kannustaa käyttämään niitä. (Koneturvallisuuden standardit 2021, 3.)

4.4 Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely

Konedirektiivi määrää, millaisella menettelyllä valmiin koneen vaatimustenmukaisuus arvioidaan. Kuvassa 6 on esitetty kaaviomuodossa valmiin koneen arviointimenettelyn vaihtoehdot. Osittain valmiille koneille on eri menettely, jota ei käsitellä tässä. Punaiset, viivoitetut nuolet kuvassa 6 havainnollistavat tässä opinnäytetyössä käytettyä menetelmää.



Kuva 6. Valmiin koneen käyttöön ottamisen menettely (Guide to Application of the Machinery Directive 2006/42/EC, 128).

Koneen vaatimustenmukaisuuden arvioinnin voi tehdä joko valtuutettu arviointiorganisaatio tai tietyin edellytyksin yritys itse. Opinnäytetyössä käsitellyn kokoonpanokoneen vaatimustenmukaisuus voidaan arvioida sisäiseen tarkastukseen perustuen, sillä kone ei kuulu direktiivin liitteessä IV lueteltuihin koneisiin, ja sen suunnittelussa on täysin noudatettu yhdenmukaistettuja standardeja, jotka kattavat kaikki sovellettavat terveys- ja turvallisuusvaatimukset.

Konedirektiivin liite VIII määrää sisäisen tarkastuksen sisällön. Koneen valmistajan on (Konedirektiivi 2006/42/EY):

- laadittava direktiivin liitteessä VII olevan A-osan mukainen tekninen tiedosto ja
- toteutettava kaikki tarvittavat toimenpiteet sen varmistamiseksi, että valmistusmenetelmällä taataan koneen olevan teknisen tiedoston ja direktiivin muiden säännösten mukaisia.

4.4.1 Tekninen tiedosto

Teknisen tiedoston tulee osoittaa, että kone on direktiivin vaatimusten mukainen. Karkeasti jaoteltuna se käsittää koneen rakenteen, valmistuksen ja toiminnan. Koneen tekninen tiedosto on laadittava yhdellä tai useammalla yhteisön virallisella kielellä. Teknisen tiedoston osat ovat (Konedirektiivi 2006/42/EY):

- rakennetiedosto ja
- jos kyseessä on sarjatuote, toimenpiteet, joilla varmistetaan, että kone pysyy direktiivin säännösten mukaisena.

Rakennetiedosto käsittää seuraavat osat (Konedirektiivi 2006/42/EY):

- koneen yleiskuvaus
- koneen yleispiirustus ja siihen liittyvät ohjauspiirien piirustukset sekä asianmukaiset kuvaukset ja selitykset koneen toiminnan ymmärtämiseksi
- täydelliset ja yksityiskohtaiset piirustukset laskelmineen, testaustuloksineen, todistuksineen ja muine tietoineen, joita tarvitaan tarkastettaessa, onko kone olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukainen
- riskin arviointia koskevat asiakirjat, joista ilmenee noudatettu menettely, mukaan lukien
 - luettelo olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista, jotka koskevat konetta

- niiden suojaustoimenpiteiden kuvaus, jotka on toteutettu tunnistettujen vaarojen poistamiseksi tai riskien pienentämiseksi ja tarvittaessa maininta koneeseen liittyvistä jäännösriskeistä
- käytetyt standardit ja muut tekniset eritelvät siten, että käy ilmi, mitkä olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset kyseiset standardit kattavat
- tekniset selosteet, joista ilmenevät niiden testien tulokset, jotka on suorittanut joko valmistaja tai valmistajan taikka tämän valtuutetun edustajan valitsema laitos
- jäljennös koneen ohjeista
- puolivalmisteen osalta tarpeen mukaan liittämismakuutus ja puolivalmisteen asianmukaiset kokoonpano-ohjeet
- tarpeen mukaan jäljennökset koneen tai muiden siihen liitettyjen tuotteiden EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksista
- jäljennös EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta.

Koneelle on tehtävä tarpeelliset tutkimukset ja testit, joilla määritetään, soveltuuko kone suunnittelunsa tai rakenteensa puolesta turvallisesti käyttöön otettavaksi. Asiaankuuluvat selosteet ja tulokset on sisällytettävä tekniseen tiedostoon. (Konedirektiivi 2006/42/EY.)

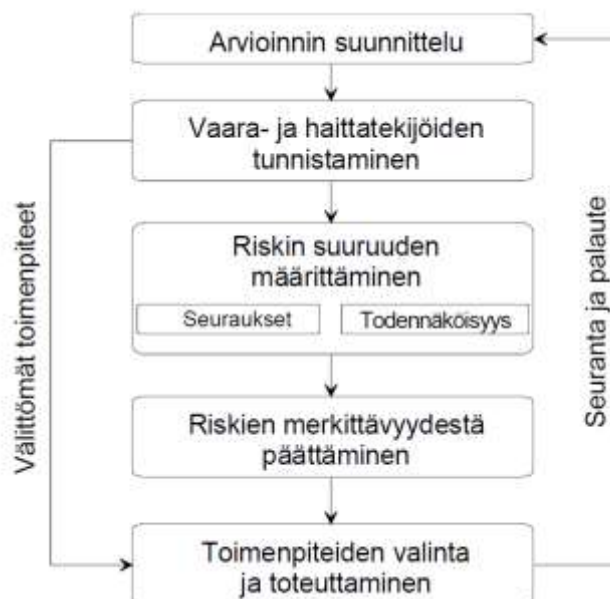
Teknisen tiedoston ei tarvitse sisältää osakokoonpanojen yksityiskohtaisia suunnitelmia, elleivät ne ole erityisesti tarpeen terveys- ja turvallisuusvaatimustenmukaisuuden toteamiseksi. (Konedirektiivi 2006/42/EY.)

Teknisen tiedoston tulee olla viranomaisten käytettävissä vähintään 10 vuoden ajan valmistusajankohdasta ja se on kyettävä esittämään viranomaisten sitä pyytäessä. Sen ei tarvitse olla jatkuvasti käytettävissä aineistomuodossa, mutta vastuuhenkilön on kuitenkin voitava koota ja antaa se käyttöön määräajassa. (Koneasetus 2008.)

4.4.2 Riskien arviointiprosessi

Riskien arviointi on kuvassa 7 esitetty loogisesti etenevä toimenpiteiden sarja, jolla saadaan riskit analysoitua järjestelmällisesti. Se on osa ennakoivaa työsuojelua. Sen avulla voidaan havaita toiminnassa esiintyviä riskejä ennen kuin niitä edes pääsee tapahtumaan. Riskien arvioimiseksi ja sen pienentämiseksi koneen suunnittelijan on toteutettava järjestyksessä (Riskien arviointi työpaikalla 2015,1):

- koneen raja-arvojen määrittäminen, sisältäen tarkoitetun käytön sekä kohtuudella ennakoitavissa olevan väärinkäytön
- vaarojen ja niihin liittyvien vaaratilanteiden tunnistaminen
- riskien suuruuden arviointi
- riskien merkityksen arviointi ja pienentämistoimenpiteiden tarpeellisuus
- vaarojen poistaminen tai pienentäminen suojaustoimenpiteiden avulla.



Kuva 7. Riskien arvioinnin ja hallinnan vaiheet (Riskien arviointi työpaikalla 2015).

Riskien arviointi on perusteellisempi ja tehokkaampi, jos se suoritetaan työryhmässä. Se auttaa kokoamaan yhteen eri alojen tietämystä, kokemusta ja asiantuntemusta. (SFS-ISO/TR 14121-2.)

4.4.3 Koneen raja-arvojen määrittäminen

Raja-arvojen määrittämisen tarkoituksena on saada aikaan selkeä kuvaus koneen mekaanisista ja fyysisistä ominaisuuksista, toiminnallisesta suorituskyvystä, tarkoitetusta käytöstä, ennakoitavissa olevasta väärinkäytöstä sekä minkälaisessa ympäristössä konetta todennäköisesti käytetään. (SFS-ISO/TR 14121-2). Määritettäviä raja-arvoja ovat

- käyttörajat (koneen toimintatavat, koneen käyttö ja käyttäjät)
- tilarajat (liikkeiden laajuus, käytön vaatima tila, käyttäjä-kone -rajapinta, kone-tehonsyöttö -rajapinta)
- aikarajat (koneen ja sen osien ennakoitavissa oleva elinikä, suositeltavat huoltovälit)
- muut raja-arvot (esimerkiksi käytettävään materiaaliin, puhtaanapitoon ja ympäristöön liittyvät raja-arvot).

4.4.4 Vaaran tunnistaminen

Vaaran tunnistamisen tavoite on luetteloida vaaratilanteet ja vaaralliset tapahtumat sekä miten ne voivat johtaa vahinkoon. Se on riskien arvioinnin tärkein vaihe. Esimerkkejä standardissa SFS-EN ISO 12100 luetelluista vaaroista on kuvassa 8. Vasta kun vaara on tunnistettu, voidaan tehdä toimenpiteitä siihen liittyvän riskin pienentämiseksi. (SFS-ISO/TR 14121-2.)

Taulukko B.1

Nro	Tyyppi tai ryhmä	Esimerkkejä vaaroista		Tämän kansainvälisen standardin alakohta
		Alkuperä ^a	Mahdolliset seuraukset ^b	
1	Mekaaniset vaarat	<ul style="list-style-type: none"> - kiihtyminen, hidastuminen - kulmikkaat osat - liikkuvan kone-elimen lähestyminen kiinteää osaa - viiltävät osat - joustavat osat - putoavat esineet - painovoima - korkeus maanpinnasta - korkea paine - epävakavuus - liike-energia - koneen liikkuvuus - liikkuvat kone-elimet - pyörivät kone-elimet - epätasainen tai liukas pinta - terävät reunat - varastoitunut energia - tyhjiö. 	<ul style="list-style-type: none"> - yliajatuksi tuleminen - pauskautuneeksi tuleminen - puristuminen - viiltyminen tai irti leikkaantuminen - nieluunjoutuminen tai loukkuunjäminen - takertuminen - hankautuminen tai hiertyminen - isku - kehoon tunkeutuminen (injektoituminen) - leikkautuminen - liukastaminen, kompastuminen tai putoaminen - lävistetyksi tai pistetyksi tuleminen - tukehtuminen. 	<ul style="list-style-type: none"> 6.2.2.1 6.2.2.2 6.2.3 a) 6.2.3 b) 6.2.6 6.2.10 6.3.1 6.3.2 6.3.3 6.3.5.2 6.3.5.4 6.3.5.5 6.3.5.6 6.4.1 6.4.3 6.4.4 6.4.5
2	Sähköstä johtuvat vaarat	<ul style="list-style-type: none"> - valokaari - sähkömagneettinen ilmiö - sähköstaattinen ilmiö 	<ul style="list-style-type: none"> - palovamma - kemialliset vaikutukset - vaikutukset lääkinällisiin 	<ul style="list-style-type: none"> 6.2.9 6.3.2 6.3.3.2

Kuva 8. Esimerkkejä mahdollisista vaaroista (SFS-EN ISO 12100:2010, liite B).

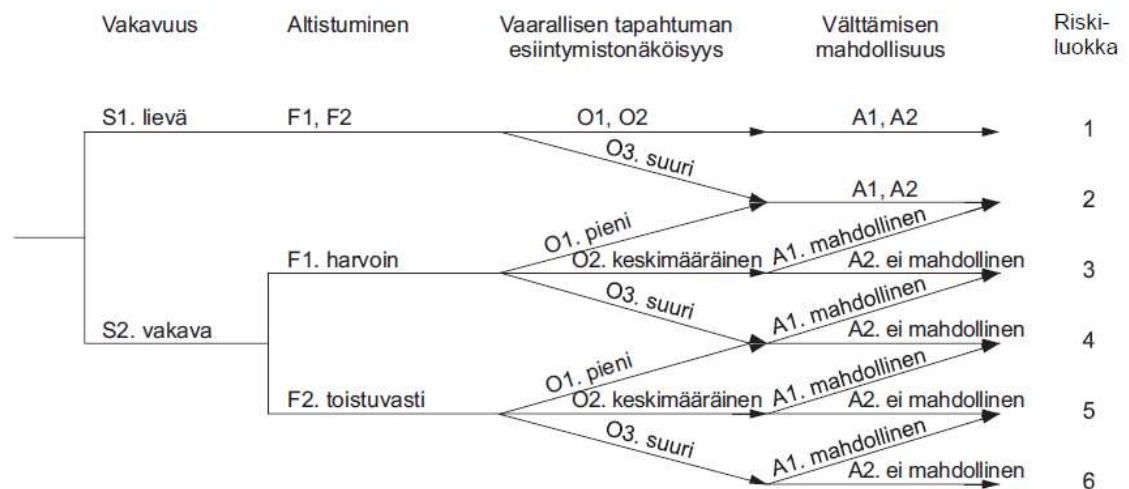
Vaaratekijöitä on helppo tunnistaa muun muassa kiertämällä tarkasteltavaa kohdetta, havainnoimalla työn tekemistä, haastatteleamalla kohteen käyttäjiä ja käyttämällä tarkistuslistoja (Riskien arviointi työpaikalla 2015, 23).

4.4.5 Riskin suuruuden arviointi

Riskin suuruuden arvioinnissa määritetään jokaisesta vaaratilanteesta aiheutuva suurin riski. Tärkeimmät osatekijät ovat vahingon vakavuus ja sen esiintymisen todennäköisyys. Niiden arviointiin on olemassa useita työkaluja,

jotka kuitenkin kaikki yleensä pohjautuvat joko riskimatriisiin, riskigraafiin, numeeriseen pisteytykseen tai niiden yhdistelmään. Riskigraafi on erityisen hyödyllinen kuvaamaan suojaustoimenpiteiden aikaansaamaa riskin pientymistä. (SFS-ISO/TR 14121-2.) Tässä opinnäytetyössä on käytetty riskigraafia. Se perustuu päätöspuuhun.

Kuva 9 näyttää päätöspuun rakenteen. Vaaran vakavuus (S) arvioidaan joko lieväksi (yleensä palautuva, kuten naarmu) tai vakavaksi (yleensä palautumaton, esimerkiksi luunmurtuma). Vaaralle altistumisen taajuus ja/tai kesto (F) jaetaan kahteen luokkaan: harvoin tapahtuva tai lyhyt altistusaika ja toistuvasti tapahtuva tai pitkä altistusaika. Vaarallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyys (O) arvioidaan joko pieneksi (epätodennäköinen), keskimääräiseksi (todennäköisesti tapahtuu joskus) tai suureksi (tapahtuu todennäköisesti usein). Vahingon välttämisen tai rajoittamisen mahdollisuus (A) arvioidaan joko mahdolliseksi tai ei mahdolliseksi.



Kuva 9. Riskin suuruuden arviointiin käytetty päätöspuu (SFS-ISO/TR 14121-2).

Arvioinnin tuloksena saadaan kullekin vaaralle laskettua riskiluokka. Sen jälkeen, kun työryhmä on pohtinut keinoja riskin pienentämiseksi, riski arvioidaan uudelleen käyttämällä samaa riskigraafia. Näin saadaan selville jäännösriski, jonka pienentämistä voidaan pohtia edelleen ja arvioinnista tulee iteratiivista.

Riskien arvioinnista tulee laatia ja säilyttää kirjalliset tallenteet. Arvioinnin tulokset kirjataan standardin ISO 12100:2010 kohdan 7 mukaisesti.

Dokumentointi auttaa pitämään suojaustoimet jatkuvasti toimintakykyisinä esimerkiksi kunnossapidon ja määräaikaistarkastusten avulla. (SFS-ISO/TR 14121-2.)

5 Arvioinnin toteutus

Arviointiryhmään kuuluivat opinnäytetyön tekijä, Turvanasta Oy:n kokoonpanokoneen suunnittelusta vastannut insinööri ja Turvanasta Oy:n laatupäällikkö.

Vaatimustenmukaisuuden arviointi tätä opinnäytetyötä varten käsitti seuraavat vaiheet:

1. konetta koskevaan lainsäädäntöön perehtyminen
2. riskien arviointi
3. teknisen tiedoston kokoaminen
4. turvallisuusvaatimusten täyttymisen tarkastelu
5. muiden vaatimustenmukaisuusvakuutuksen edellytysten arviointi.

Näistä toteutettiin vaiheet 1, 2 ja 5 kokonaan. Vaiheet 3–4 toteutettiin niiltä osin kuin se oli mahdollista koneen valmiusaste huomioiden, lisäksi selvitettiin mitä vielä tulee tehdä ennen koneen lopullista käyttöönottoa.

Vaatimustenmukaisuusvakuutus laadittiin allekirjoitusta vaille valmiiksi. CE-merkki voidaan kiinnittää koneeseen, kun kaikki kohdat tulevat kokonaisuudessaan valmiiksi.

5.1 Kokoonpanokonetta koskevat standardit

Vaatimustenmukaisuuden arviointia varten käytiin koneen suunnittelijan kanssa aluksi läpi koneturvallisuusstandardit sen selvittämiseksi, mitkä standardit koskevat tässä työssä käsiteltävää konetta. Selvitystyö tehtiin käyttäen apuna EU:n julkaisemaa listaa yhdenmukaistetuista konestandardeista (Harmonised Standards 2022) ja Suomen Standardisointiliiton esitettä *Koneturvallisuuden standardit 2021*, jossa on lueteltu koneturvallisuuteen liittyvät A- ja B-luokan standardit. Kuva 10 näyttää esimerkin, miten ne standardit, joissa ei ole käsiteltävän kokoonpanokoneen toimintaan liittyviä määräyksiä, rajattiin pois.

SFS-EN ISO 14122-4 Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet. Osa 4: Kiinteät tikkaat, 2016	SFS-EN ISO 14159 Koneturvallisuus. Koneiden suunnittelu koskevat hygieniavaatimukset, 2008
SFS-EN ISO 14123-1:en Safety of machinery. Reduction of risks to health resulting from hazardous substances emitted by machinery. Part 1: Principles and specifications for machinery manufacturers (ISO 14123-1:2015)	SFS-EN 15967:en Kaasujen ja höyryjen enimmäis-räjähdyspaineen ja suurimman räjähdyspaineen nousunopeuden määrittäminen, 2011
SFS-EN ISO 14123-2:en Safety of machinery. Reduction of risks to health resulting from hazardous substances emitted by machinery. Part 2: Methodology leading to verification procedures (ISO 14123-2:2015)	SFS-EN ISO 16231-1:en Itsekulkevat maatalouskoneet. Vakauden arviointi. Osa 1: Periaatteet, 2014
SFS-EN ISO 14120 Koneturvallisuus. Suojukset. Kiinteiden ja avattavien suojusten suunnittelu ja rakenteen yleiset periaatteet, 2015	SFS-EN ISO 19353 Koneturvallisuus. Palonesto ja palosuojaus, 2019
	SFS-EN ISO 20607:2019 Koneturvallisuus. Käyttöohjeet. Yleiset laadintaperiaatteet.
Ergonomia	
SFS-EN 547-1 + A1 Koneturvallisuus. Ihmisen mitat. Osa 1: Koneiden kulkuaukkojen mittojen määrittämisperiaatteet, 2008	SFS-EN 894-1 + A1 Koneturvallisuus. Merkinantolaitteiden ja ohjaimien suunnittelun ergonomiset vaatimukset. Osa 1: Yleiset periaatteet koskien ihmisen ja merkinantolaitteiden sekä ohjaimien vuorovaikutusta, 2009
SFS-EN 547-2 + A1 Koneturvallisuus. Ihmisen mitat. Osa 2: Työskentelyaukkojen mittojen määrittämisperiaatteet, 2008	SFS-EN 894-2 + A1 Koneturvallisuus. Merkinantolaitteiden ja ohjaimien suunnittelun ergonomiset vaatimukset. Osa 2: Merkinantolaitteet, 2009

Kuva 10. Kokoopanokonetta koskevien standardien selvittäminen.

Ne standardit, jotka sisälsivät koneen toimintaan liittyviä määräyksiä, käytiin tarkemmin läpi. Standardit kirjattiin riskinarviointilomakkeeseen (liite 5) ja lueteltiin vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa (liite 7).

5.2 Riskien arviointi

Riskien arviointi aloitettiin määrittämällä koneen raja-arvot standardin SFS-EN ISO 12100:2010 kohdan 5.2 mukaisesti konelähtöistä lähestymistapa käyttäen koneen osien ja käyttötoimintojen avulla. Raja-arvot on kuvattu liitteessä 5. Tämä katsottiin paremmaksi kuin tehtävälähtöinen lähestymistapa, koska konetta käyttää vain yksi koulutettu käyttäjä yhdessä käyttöpaikassa, kone on uniikki, eikä sitä ole tarkoitettu myytäväksi.

Tämän jälkeen kartoitettiin koneen ja sen toiminnan mahdolliset vaaratekijät. Apuna käytettiin

- yrityksessä jo käytössä olevan käyttöönottotarkastuksen (liite 3) sisältöä
- standardin SFS-EN ISO 12100:2010 opastavaa liitettä B, jossa luetellaan esimerkkejä vaaroista, vaaratilanteista ja vaarallisista tapahtumista
- sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen työsuojeluosaston alaisen työturvallisuuskeskuksen *Riskien arviointi työpaikalla* -työkirjaa (liite 4), jonka yhdestä lomakkeesta näkyy osa kuvassa 11.

Riskien arviointi työpaikalla -työkirja 11.9.2015 STM Työsuojeluosasto

FYSIKAALISET VAARATEKIJÄT (F) VAAROJEN TUNNISTAMINEN

Yritys	Arvioinnin kohde
Päiväys	Tekijät

	Aiheuttaa vaaraa tai häiritsee	Ei vaaraa tai häiritsee	Ei tietoa	Kommentteja ja tarkennuksia
Melu				
F1. Jatkuva melu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F2. Iskumelu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lämpötila ja ilmanvaihto				
F3. Työpaikan lämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F4. Yläilmanvaihto ja kohdepoistot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F5. Vetoisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F6. Kylmät ja kuumat esineet ja pinnat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F7. Työskentely ulkotiloissa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Valaistus				
F8. Yleisvalaistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F9. Kohdevalaistus työpisteissä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F10. Ulkovalaistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tärinä				
F11. Käsiin kohdistuva tärinä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F12. Koko kehoon kohdistuva tärinä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Säteilyt				
F13. Ionisoiva säteily	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F14. Ultraviolettisäteily (UV)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F15. Lasersäteilyt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F16. Infrapunasäteilyt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F17. Mikroaallot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F18. Sähkömagneettiset kentät	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muita mahdollisia vaaratekijöitä				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kuva 11. Esimerkki vaarojen tunnistamisesta (Riskien arviointi työpaikalla 2015).

Vaaratilanteiden tunnistamisen jälkeen määritettiin riskien suuruus.

Menetelmänä käytettiin Metalliteollisuuden Standardointiyhdistys ry:n julkista Excel-muotoista, standardiin SFS-EN ISO 12100:2010 ja tekniseen raporttiin

SFS-ISO/TR 14121-2:2013 perustuvaa riskinarvioinnin lomakepohjaa, joka on saatavissa sivuilta metsta.fi. Lomaketta on käytettävä yhdessä standardien SFS-EN ISO 12100 ja SFS-ISO/TR 14121-2 ohjeistuksien kanssa.

Lomakkeessa käytetty menetelmä sisältää koneen raja-arvojen määrittämisen, vaaratilanteiden ja vaarojen tunnistamisen sekä riskien arvioinnin. Lomakkeen menetelmä soveltuu kaikille koneasetuksen tarkoittamille uusille koneille ja koneyhdistelmille.

Riskin suuruus arvioitiin päätöspuumenetelmällä. Aluksi työryhmä arvioi vaaran vakavuuden, sille altistumisen taajuuden tai keston, esiintymistodennäköisyyden ja välttämisen mahdollisuuden.

Lomakkeen sisältämä makro laski työryhmän tekemän pisteytyksen perusteella kullekin vaaralle riskiluokan kuvassa 9 näkyvällä tavalla. Tämän jälkeen määriteltiin mahdolliset toimenpiteet riskin pienentämiseksi, kirjattiin toteutetut toimenpiteet ja tehtiin uusi riskin arviointi. Lomakkeen sisältämä makro laski jälleen kullekin vaaralle riskiluokan ja jäännösriskin suuruuden. Työryhmän laatima riskien arviointi on liitteenä 5.

Riskien arvioinnin ja riskien pienentämisen tulee olla yrityksessä jatkuva prosessi. Riskien uudelleen tarkastelu ja uusien toimenpiteiden miettiminen jäännösriskien edelleen pienentämiseksi on syytä toistaa säännöllisin väliajoin. Se on erityisen tärkeää aina kun tapahtuu muutoksia. (Työturvallisuuskeskus 2022b.) Riskinarviointilomake sisältää tämän helpottamiseksi muutoshistorian, johon kirjataan alkuperäiseen dokumenttiin tehdyt muutokset.

5.3 Teknisen tiedoston kokoaminen ja tarkistuslista

Kaikki vaatimuksenmukaisuusarvioinnissa käytetyt dokumentit koottiin yrityksen serverille digitaalisessa muodossa (liite 2). Pääkansio sisälsi helppokäyttöisyyden parantamiseksi sisällysluettelon, jossa sijaitsevat hyperlinkit muihin dokumentteihin, sekä alikansioita dokumentteineen.

Viimeisenä työvaiheena vaatimustenmukaisuuden täyttymisen arvioimiseksi laadittiin laaja tarkistuslista kaikista huomioon otettavista seikoista (liite 6).

Tarkistuslistan osat käsittelivät

- yleisiä konetta koskevia seikkoja ja koneen suhdetta konedirektiiviin
- koneasetuksen liitteen I sisältämiä olennaisia terveys- ja turvallisuusvaatimuksia suunnittelun ja rakentamisen osalta
- teknistä tiedostoa koskevia vaatimuksia
- käyttöohjeita koskevia vaatimuksia
- CE-merkintää koskevia vaatimuksia
- vaatimustenmukaisuusvakuutuksen sisältöä.

Kuvassa 12 on esimerkkejä tarkistuslistasta.

TURVANASTA

Koneasetus 12.6.2008/400

Tarkistuslista, kokoonpanokone 700116001

Päivitetty 17.3.2022/TN

Yleistä

1 luku 2 §	Kuuluko kone soveltamisalaan	Kyllä
1 luku 4 § kohta 1d	Oinko kyseessä koneiden yhdistelmä, joka on liettyjä toimintoja varten järjestetty ja ohjattu toimimaan yhtenä kokonaisuutena	Kyllä
1 luku 4 § kohta 8	Koneen käyttöönotto	arvio syksy 2022
1 luku 4 § kohta 9	Valmistaja	Turvanasta Oy
1 luku 4 § kohta 12	Suunnittelussa ja valmistuksessa on käytetty yhdenmukaistettuja standardeja	Kyllä
2 luku 5 § kohta 1	Kone täyttää liitteessä I esitetyt siltä koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset	Kyllä
2 luku 5 § kohta 2	Liitteen VII osassa A tarkoitettu tekninen tiedosto on käytettävissä.	Osoittain valmis
2 luku 5 § kohta 3	Kone on varustettu tarvittavilla tiedoilla, kuten ohjeilla	Osoittain valmis
2 luku 5 § kohta 4	Vaatimustenmukaisuuden arvioinnin menetely on tehty 7 §:n mukaisesti.	Kyllä
2 luku 5 § kohta 5	Liitteen II kohdan A mukainen EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus on laadittu ja se on koneen mukana	Valmistettu

...

Koneen tai sen osien kuljetuksen aikana äkilliset liikkeet tai vakavuuden puutteesta johtuvat vaarat eivät saa olla mahdollisia, jos konetta tai sen osia käsitellään käyttöohjeiden mukaan. Jos koneen tai sen eri komponenttien paino, koko tai muoto estää niiden liikuttamisen käsin, kone tai sen jokainen komponentti on:

- varustettava kiinnityskorvakeilla nostolaitteeseen kiinnittämistä varten
- suunniteltava niin, että siihen voi kiinnittää edellä tarkoitettuja kiinnityskorvakeita tai
- muotoiltava sellaiseksi, että tavanomainen nostolaitte voidaan helposti kiinnittää siihen.

Jos konetta tai jotakin sen komponenttia on tarkoitus liikuttaa käsin, sen on oltava joko helposti liikutettavissa tai varustettu turvallisista tartumista tai liikuttamista ajatellen.

Myytä kevyiden, mahdollisesti vaarallisten työkalujen tai koneen osien käsittelemiseksi on toteutettava erityisjärjestelyjä.

1.1.6. Ergonomia

Tarkoitetuissa käyttöolosuhteissa on koneen käyttäjään kohdistuva epämukavuus, väsymys sekä fyysinen ja psyykinen kuormitus minimoitava ottamalla huomioon muun muassa seuraavat ergonomiset periaatteet:

- otettava huomioon säädettävyys käyttäjän fyysisten mittojen, voiman ja kestävyyyden suhteen
- käyttäjän kehon osilla on oltava riittävästi tilaa liikkua
- vältettävä koneen määräämiä työtahtia

-	Elä kuljeteta.
-	
-	
-	
-	
1	
1	
1	Koneen nopeus on säädettävissä.

Kuva 12. Esimerkkejä konedirektiivin vaatimusten tarkistuslistasta.

Vaatimustenmukaisuusvakuutus laadittiin valmiiksi ja se voidaan allekirjoittaa, kun kaikki vaatimukset on täytetty (liite 7).

5.4 Energiatehokkuuden vaikutus kannattavuuteen

Itse rakennetun, innovaatioita sisältävän uuden koneen konedirektiivin vaatimustenmukaisuudesta varmistuminen tuo sekä yhteiskunnalle että yritykselle etua. Kun koneet suunnitellaan ja rakennetaan turvallisiksi sekä asennetaan ja huolletaan asianmukaisesti, käytöstä aiheutuvat tapaturmat minimoidaan. (Konedirektiivi 2006/42/EY.) Suomessa teollisuuden palkansaajille sattui vuonna 2020 yhteensä 13 823 työpaikkatapaturmaa. Määrä on pienentynyt koko ajan 2000-luvulla. Syinä pidetään teollisuuden rakennemuutosta, uudistuksia tuotantoteknologiassa ja huomattavaa panostusta työturvallisuuteen. (Työturvallisuuskeskus 2022a.)

Konedirektiivin vaatimuksiin ei sinänsä kuulu energiatehokkuus, mutta sitä päätettiin uuden kokoonpanokoneen arvioinnin yhteydessä tarkastella. Energian saatavuus ja hinta, ilmastonmuutoksen rajoittaminen ja talouskriiseistä selviämisen haasteet loivat EU:ssa tarpeen säätää energiatehokkuusdirektiivi (Energiatehokkuusdirektiivi 2022). Suomessa energiatehokkuustoimia hallinnoi työ- ja elinkeinoministeriön alainen Energiavirasto. Keskeisimpiä energiatehokkuustoimia ovat energiatehokkuussopimukset, energiakatselmuksset ja alueellinen energianeuvonta sekä ekologinen suunnittelu ja energiamerkinnät. (Energiavirasto 2022.)

Energiatehokkuus paranee, jos pienemmällä energiankulutuksella saavutetaan sama tuotannon määrä tai arvo kuin aiemmin. Se paranee myös, jos samalla energiankulutuksella saavutetaan suurempi tuotantomäärä tai tuotannon arvo kuin aiemmin. Kolmantena vaihtoehtona on tuotantomäärän tai tuotannon arvon kasvun aikaansaaminen suhteellisesti pienemmällä energiankulutuksen kasvulla. (Heikkilä ym. 2008, 20.)

Energiakustannusten pienentämiseksi ja kannattavuuden parantamiseksi on ymmärrettävä mitkä tekijät vaikuttavat energiankulutukseen. Tekijöitä voivat olla esimerkiksi tuotannon määrän ja laadun vaihtelut, prosessien ajotavat, raaka-aineet, tuotantotehot ja -katkokset, ja jopa erot käyttäjien toiminnassa. Yrityksessä saatavissa olevasta tiedon ja raportoinnin tasosta riippuu, millä tasolla energiankulutusta voidaan seurata. (Motiva 2014, 2.)

Energiatehokkuutta on hyvä seurata tuotantoyksikössä erityisesti laskemalla energiankulutus tuotettua lopputuotetta kohden, eli ominaisenergiankulutus. Tätä verrataan historiatietoon ja muiden vastaavien tuotantokoneiden ominaisenergiakulutukseen. (Heikkilä ym. 2008, 27).

Valmistavan teollisuuden työkoneiden sähkönkulutuksen osuus voi olla jopa 75 % kokonaissähkönkulutuksesta (Zhou ym. 2016, 1). Kokoonpanokoneen vaatimustenmukaisuutta arvioidessa päätettiin laatia suunnitelma koneen sähkönkulutuksen seuraamiseksi ja vertaamiseksi yrityksessä käytössä oleviin vanhempiin vastaaviin koneisiin. Työstökoneita myyvät asiantuntijat arvioivat heille tehdyssä kyselyssä, että uusien koneiden energiansäästö verrattuna 10–15 vuotta vanhoihin koneisiin on 20–40 prosentin luokkaa, erityisesti käytettäessä uusissa koneissa mahdollisimman uutta tekniikkaa (Niemensivu 2010, 53).

6 Arvioinnin tulokset

Tarkastelussa todettiin, että koneen suunnittelussa ja toteutuksessa on käytetty yhdenmukaistettuja standardeja. Vaatimustenmukaisuuden arviointi voitiin konedirektiivin mukaan siten tehdä sisäisellä arvioinnilla. Tekninen tiedosto on koottu koneasetusten vaatimusten mukaisesti siten, että se voidaan tarvittaessa antaa määräajassa viranomaisen käyttöön. Koneen käyttöohjeet on laadittu ja niitä täydennetään ennen koneen käyttöönottoa rakenteilla olevien lisäturvatoimintojen osalta. Ennen koneen käyttöönottoa koneelle tehdään vielä sisäinen käyttöönottotarkastus. Vaatimustenmukaisuusvakuutus on laadittu ja se voidaan allekirjoittaa, kun kone on valmis ja siihen on kiinnitetty CE-merkintä. Kun kaikki nämä toimenpiteet tulevat valmiiksi, voidaan koneen olettaa olevan turvallinen ja säännösten mukainen ja ottaa se käyttöön.

Riskien arvioinnissa todettiin, että käytössä oleviin, vanhempiin kokoonpanokoneisiin verrattuna huomattava määrä vaaroja on uuden koneen kohdalla poistunut vuosien varrella kertyneen kokemuksen, huolellisen suunnittelun ja uusien turvalaitteiden ansiosta. Mahdollisia jäljelle jääneitä vaaroja tunnistettiin viisitoista (liite 4). Fysikaalisia vaaratekijöitä liittyen meluun ja hellepäivien lämpötilaan tunnistettiin kolme, tapaturmanvaaroja neljä, fyysiseen kuormittumiseen liittyviä vaaroja neljä, psykososiaalisia vaaratekijöitä neljä, ja kemiallisia vaaratekijöitä ei yhtään. Kaikkiin tunnistettuihin vaaratekijöihin oli olemassa riskiä pienentäviä suojaustoimenpiteitä, jotka kirjattiin arviointilomakkeeseen, ja joita noudattamalla jäännösriski jäi vähäiseksi.

Uuden koneen sähkönkulutuksen ja siitä aiheutuvien kustannusten seuraamiseksi laadittiin suunnitelma miljoonaa tuotettua nastaa vastaavan keskimääräisen MWh-kulutuksen laskemiseksi. Kun uusi kone saadaan tuotantovauhtiin, voidaan laskea, kuluttaako uusi kone enemmän vai vähemmän sähköä tietyn nastamäärän valmistamiseen kuin vanhemmat käytössä olevat. Uudempi tekniikka ja uudet tekniset ratkaisut saattavat vähentää sähkönkulutusta, runsaampi turvatekniikka kenties lisää sitä.

Jatkossa seuraavia uusia koneita suunnitellessa voidaan tehdyn laskelman tietoja käyttää ennakkoon hyväksi koko investoinnin kannattavuuden tarkasteluun Motivan laatiman *Toimenpiteen taloudellinen kannattavuus - laskurin* avulla (liite 8). Suoran takaisinmaksuajan lisäksi laskuri antaa toimenpiteen nettonykyarvon ja sisäisen korkokannan. (Motiva 2018.)

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli arvioida täyttääkö yrityksessä rakenteilla oleva uusi kokoonpanokone EU:n konedirektiivin vaatimukset, mikä on koneasetuksessa säädetty edellytys koneen käyttöönotolle.

Konedirektiivi, koneasetus, työturvallisuuteen liittyvä lainsäädäntö ja koneturvallisuuteen liittyvät lukuisat standardit muodostavat laajan kokonaisuuden, jonka puitteissa on haastavaa hahmottaa kaikki huomioitavat seikat ennen koneen käyttöönottoa. Valmistelutyö ennen arvioinnin aloittamista monimutkaisine lakiteksteineen veikin runsaasti aikaa. Itselleni työ antoi arvokkaita valmiuksia työelämään konelainsäädännön ja työturvallisuuden paremman tuntemuksen muodossa.

Työn teoriapohjan lähteinä on käytetty pääasiassa direktiivejä, lakeja, asetuksia, standardeja ja suomalaisten viranomaislähteiden tietoja. Niitä voidaan pitää erittäin luotettavina. Käytetty arviointimenetelmä perustuu samoihin lähteisiin, se on koneturvallisuusstandardeissa kuvailtu tarkasti, ja tarkoitettu nimenomaan koneiden vaatimustenmukaisuuden arviointiin. Tutkimuksen validiteetti on siis hyvä.

Koneen valmistuminen tulee viemään yrityksessä ennakoitua kauemmin. Tämänhetkiset maailmanlaajuiset komponenttipula ja logistiikan suuret ongelmat, sekä koneen viimeistelyssä havaitut uudet tarpeet siirtävät koneen valmistumista vuoden loppupuolta kohti. Opinnäytetyössä ei voitu alkuperäisen tarkoituksen mukaisesti arvioida koneen lopullista vaatimustenmukaisuutta. Arvioinnin tekeminen lähes valmiille koneelle palvelee kuitenkin työturvallisuusnäkökohtia jopa paremmin. Arvioinnin yhteydessä löytyi kohteita, joihin voidaan nyt tehdä parannuksia.

Opinnäytetyössä lainsäädäntöön ja standardeihin liittyvä aineisto on koottu yhteen, vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelylle on luotu toimintamalli ja se on dokumentoitu selkeästi. Tämä tulee helpottamaan uusien koneiden rakentamista jo suunnitteluvaiheessa, kun direktiiviä ja standardeja

noudattamalla voidaan olla varmoja vaatimusten täyttymisestä. Toimintamalli helpottaa myös vastaavien arviointien tekemistä jatkossa uusia koneita rakennettaessa. Laadittu tarkistuslista vaatimustenmukaisuuden toteamiseksi vaikuttaa onnistuneelta ja toimii arvioinnin selkärankana. Se on kuitenkin hyvin laaja, ja listaa on jatkossa hyvä virtaviivaistaa.

Valmistuvassa koneessa on kattavat turvatoiminnot, ja vaaratekijöitä on poistunut käytössä olevista kokoonpanokoneista saatujen kokemusten perusteella. Koneita saavat käyttää vain siihen koulutetut työntekijät. Tärkeimmiksi jäännösriskien suojaustoimenpiteiksi osoittautuivat hyvä perehdytys koneen käyttöön ja ohjeiden noudattaminen koneella työskenneltäessä. Riskien arvioinnin tulee olla yrityksessä jatkuva prosessi ja yhtä oleellinen osa koneen elinkaarta kuin jatkuva huolto ja määräaikaistarkastukset. Koska koneen toimintaa ja varustelua vielä viimeistellään, arviointi tulee tehdä uudestaan koneen lopullisesti valmistuttua.

Lähteet

Continental Rengas Oy 2012. Talvirenkaan nastan muoto ja materiaali eivät ole sattumaa vaan pitkän kehitystyön tulos. Tiedote. Viitattu 2.3.2022.

<https://www.mynewsdesk.com/fi/continental-rengas-oy/pressreleases/talvirenkaan-nastan-muoto-ja-materiaali-eivaet-ole-sattumaa-vaan-pitkaen-kehitystyoen-tulos-958825>

Energiatehokkuusdirektiivi 2022. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2018/2002/EU energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2012/27/EU muuttamisesta. Annettu 11.12.2018. Saatavilla <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2002&from=EN>

Energiavirasto 2022. Energiatehokkuus. Viitattu 16.5.2022.

<https://energiavirasto.fi/energiatehokkuus>

Euroopan komissio 2022. Ehdotus: Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus konetuotteista 2021. Saatavilla https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/2019-Machinery-Directive-revision_fi

Guide to Application of the Machinery Directive 2006/42/EC - Edition 2.2. Euroopan komissio. Yritys- ja teollisuustoiminta. Lokakuu 2019. Viitattu 15.1.2022. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/38022>

Harmonised Standards 2022. Machinery. Summary list of titles and references of harmonised standards. Saatavilla

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/49996>

Heikkilä, I.; Huumo, M.; Siitonen, S.; Seitsalo, P. & Hyytiä H. 2008. Teollisuuden energiatehokkuus. Suomen ympäristökeskus. Sarja: Suomen ympäristö 51/2008. Saatavissa <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38378>

Koivisto, K.; Laitinen, E.; Niinimäki, M.; Tiainen, T.; Tiilikka, P. & Tuomikoski, J. 2014. Konetekniikan materiaalioppi. Helsinki: Edita.

Koneasetus 2008. Valtioneuvoston asetus työvälaineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 12.6.2008/403. Saatavilla

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080403#L5>

Konedirektiivi 2006/42/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY koneista ja direktiivin 95/16/EY muuttamisesta. Annettu 17.5.2006. Saatavilla <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32006L0042>

Koneturvallisuuden standardit 2021. Esite. Suomen standardisoimisliitto. Viitattu 2.3.2022. https://sfs.fi/wp-content/uploads/2021/05/Koneturvallisuuden_standardit_luettelo_2021.pdf

Käyttöasetus 2008. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400. Annettu Helsingissä 12.6.2008. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080400>

Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry 2022. Koneturvallisuusstandardien hierarkia. Viitattu 17.2.2022. <https://metsta.fi/koneturvallisuuden-standardit-metsta/standardisointi/standardien-hierarkia/>

Motiva 2014. Energiatehokkuuden mittaus- ja seurantajärjestelmän hankinta. Motiva. Saatavilla https://www.motiva.fi/files/9845/Energiatehokkuuden_mittaus_ ja_seurantajarjestelman_hankinta.pdf

Motiva 2018. Toimenpiteen taloudellinen kannattavuus. Laskentatyökalu energiaterhokkuustoimien taloudellisen kannattavuuden tarkasteluun. Saatavissa https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/laskentatyokalu_energiaterhokkuustoimien_taloudellisen_kannattavuuden_tarkasteluun

Niemensivu, J. 2010. Energiaterhokkuuden parantamismahdollisuudet konepajoissa. Diplomityö. Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunta, Koneenrakennustekniikan laitos. Espoo: Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu.

Rapinoja, J. 2021. Koneturvallisuuden standardisointi. Viitattu 16.3.2022. <https://metsta.fi/wp-content/uploads/2020/10/1-Koneturvallisuuden-standardisointi-Standardibrunssi-2020.pdf>

Riskien arviointi työpaikalla 2015. Työkirja. Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus. Saatavilla https://ttk.fi/tyoturvaluisuus_ja_tyosuojelu/tyosuojelu_tyopaikalla/vastuut_ja_veloitteet/tyon_vaarojen_selvittaminen_ja_arviointi#06a09050

SFS-EN ISO 12100:2010. Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

SFS-ISO/TR 14121-2. Koneturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Siirilä, T. & Tytykoski, K. 2016. Koneturvallisuuden käsikirja. Helsinki: Inspecta Oy.

Suomen Standardisoimisliitto 2022. EU ja standardisointi 2022. Viitattu 7.2.2022.

<https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/eu-ja-standardisointi/>

Turvanasta Oy 2022a. Yrityksen nettisivut. Viitattu 1.3.2022.

<https://www.turvanasta.com/>

Turvanasta Oy 2022b. Yrityksen sisäinen materiaali.

Työsuojeluhallinto 2022. Markkinavalvonta. Koneet ja laitteet. Viitattu 16.4.2022. <https://www.tyosuojelu.fi/markkinavalvonta/koneet-ja-laitteet>

Työturvallisuuskeskus 2022a. Teollisuuden työturvallisuusloikka. Viitattu 16.5.2022. <https://www.tvk.fi/uutiset-ja-blogit/uutiset/2021/teollisuuden-tyoturvaluisuusloikka/>

Työturvallisuuskeskus 2022b. Työturvallisuus- ja työterveysriskien tunnistaminen ja arviointi. Viitattu 16.5.2022.

https://ttk.fi/tyoturvaluisuus_ja_tyosuojelu/tyosuojelu_tyopaikalla/vastuut_ja_veloitteet/tyon_vaarojen_selvittaminen_ja_arviointi#06a09050

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. Annettu Helsingissä 23.8.2002. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Zhou, L.; Jianfeng, L.; Fangyi, L.; Quiang, M.; Jing, L. & Xingshuo, X. 2016. Energy consumption model and energy efficiency of machine tools: a comprehensive literature review. Journal of Cleaner Production. Vol. 112, Part 5, 3271.

Zhuzhou Huijin Cemented Carbide Co., Ltd. 2022. Tuotekuva. Viitattu 4.3.2022.
<https://m.made-in-china.com/product/Tungsten-Carbide-Pins-for-Standard-Tire-Nail-Studs-749157032.html>