

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Suunnittelu

Joni Fredriksson

# **Letkunrei'ityskoneen vaatimustenmukaisuuden arviointi**

Opinnäytetyö 2018

## Tiivistelmä

Joni Fredriksson  
Letkunrei'ityskoneen vaatimustenmukaisuuden arviointi  
Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Suunnittelu  
Opinnäytetyö 2018  
Ohjaajat: Lehtori Simo Sinkko, Flowroxin Toni Turkkila

### Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin varmistamaan uuden tuotantokoneen, letkunrei'ityskoneen nykyaikaisten koneturvallisuusmääräysten vaatimustenmukaisuus. Toimeksiantajana oli lappeenrantalainen Flowrox. Vaatimustenmukaisuuden arviointi on Suomessa lakisääteinen toimenpide vuoden 2009 jälkeen käyttöönotetuille koneille.

Työssä selvitettiin Euroopan parlamentin konedirektiivin letkunrei'ityskonetta koskevat vaatimukset. Lisäksi koneturvallisuutta käsitteleviä standardeja sovellettiin. Vaatimukset osoitettiin koneen suunnittelijoille. Koneelle tehtiin myös riskianalyysi.

Vaatimustenmukaisuuden arviointiin on saatavilla erilaisia standardeja ja teknisiä raportteja avuksi. Niiden ja lakitekstin avulla saatiin määritettyä oleelliset vaatimukset. Koska vaatimukset täyttyivät, kone voitiin ottaa käyttöön.

Asiasanat: koneturvallisuus, riskianalyysi, vaatimustenmukaisuus

## **Abstract**

Joni Fredriksson

Machine safety of the hose piercing machine

Saimaa University of Applied Sciences

Engineering Lappeenranta

Bachelor`s degree in mechanical and production engineering

Design

Bachelor´s Thesis 2018

Instructors: Senior Lecturer Mr. Simo Sinkko, Flowrox's Mr. Toni Turkkila

The Goal of this thesis was to determine if the hose piercing machine is safe to use and designed according to European Parliaments machine safety regulations. The work was commissioned by Flowrox from Lappeenranta. It is set by law in Finland to make this kind of safety clearance for machines manufactured after the year 2009.

In the thesis, the relevant demands of the European Parliaments regulations were applied. In addition, national standards were applied. The demands were told to the machines designers. Also, a risk analysis was made for the machine.

With the help of the standards and technical reports, it was possible to determine the relevant demands. After checking if the machine filled the regulations and demands, the machine was safe to be taken to action.

Keywords: machine safety, risk analysis

## Sisällys

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Johdanto .....                                 | 5  |
| 2   | Flowrox .....                                  | 6  |
| 3   | Letkunrei'ityskone .....                       | 7  |
| 4   | Koneturvallisuus .....                         | 12 |
| 4.1 | Konedirektiivi .....                           | 13 |
| 4.2 | Standardit .....                               | 14 |
| 4.3 | Soveltamisalan asettamat vaatimukset.....      | 16 |
| 5   | Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely..... | 16 |
| 6   | Riskiarviointi.....                            | 17 |
| 6.1 | Raja-arvot .....                               | 20 |
| 6.2 | Vaarojen tunnistaminen .....                   | 20 |
| 6.3 | Riskin suuruuden arviointi.....                | 21 |
| 6.4 | Riskin pienentäminen.....                      | 22 |
| 7   | Dokumentaatio.....                             | 25 |
| 7.1 | Ohjeet .....                                   | 26 |
| 7.2 | Tekninen tiedosto .....                        | 26 |
| 7.3 | Vaatimustenmukaisuusvakuutus .....             | 26 |
| 8   | Yhteenveto.....                                | 27 |
| 9   | Kuvat ja taulukot .....                        | 29 |
| 10  | Lähteet.....                                   | 29 |

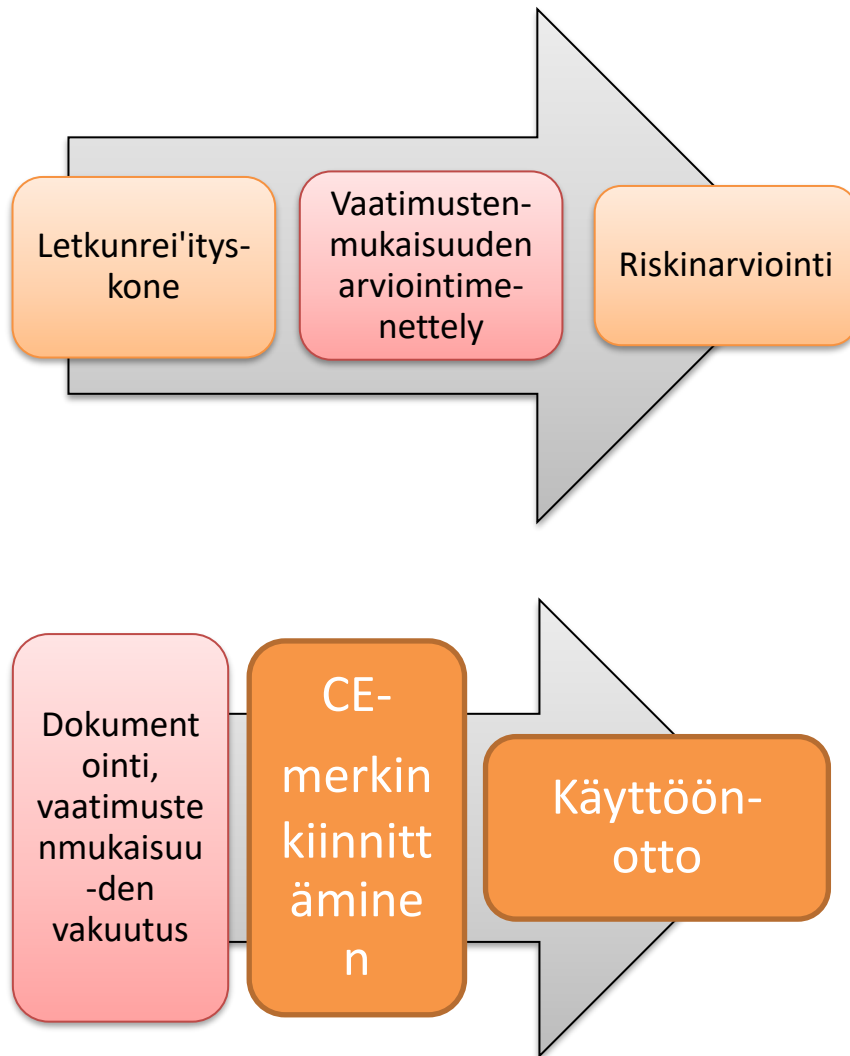
## Liitteet

1. Riskianalyysitaulukko

# 1 Johdanto

Turvallisuus työelämässä ja vapaa-ajalla on ollut polttava puheenaihe 2000-luvulla kaikilla toimialoilla. Etenkin työturvallisuuteen kiinnitetään entistä enemmän huomiota. Työturvallisuuden päätavoite on ehkäistä niin paljon kuin mahdollista työpaikoilla tapahtuvia henkilö- ja materiaalivahinkoja. Aihe on tärkeä, koska vietämme hyvin suuren osan elämästämme työn äärellä. Siten todennäköisyys, että tapaturma tapahtuu työpaikalla, on suuri. Nykyaikana monilla työpaikoilla on paljon erilaisia koneita. Tästä syystä on tarpeellista entistä enemmän kiinnittää huomiota myös koneturvallisuuteen.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli varmistaa, että Flowrox Oy:n (myöhemmin Flowrox) tuotantolinjalla käyttöön tuleva letkunreijityskone täyttää Euroopan parlamentin konedirektiivin ja oleellisten standardien vaatimukset. Lisäksi opinnäytetyöhön kuului standardin SFS-EN ISO 12100 mukaisen riskinarvioinnin tekeminen, teknisen tiedoston koottavuuden varmistaminen ja vaatimustenmukaisuuden vakuutuksen pohjan laatiminen. Kuvassa 1 on havainnollistettu uuden koneen käyttöönoton kulkua.



Kuva 1. Koneen käyttöönotto

## 2 Flowrox

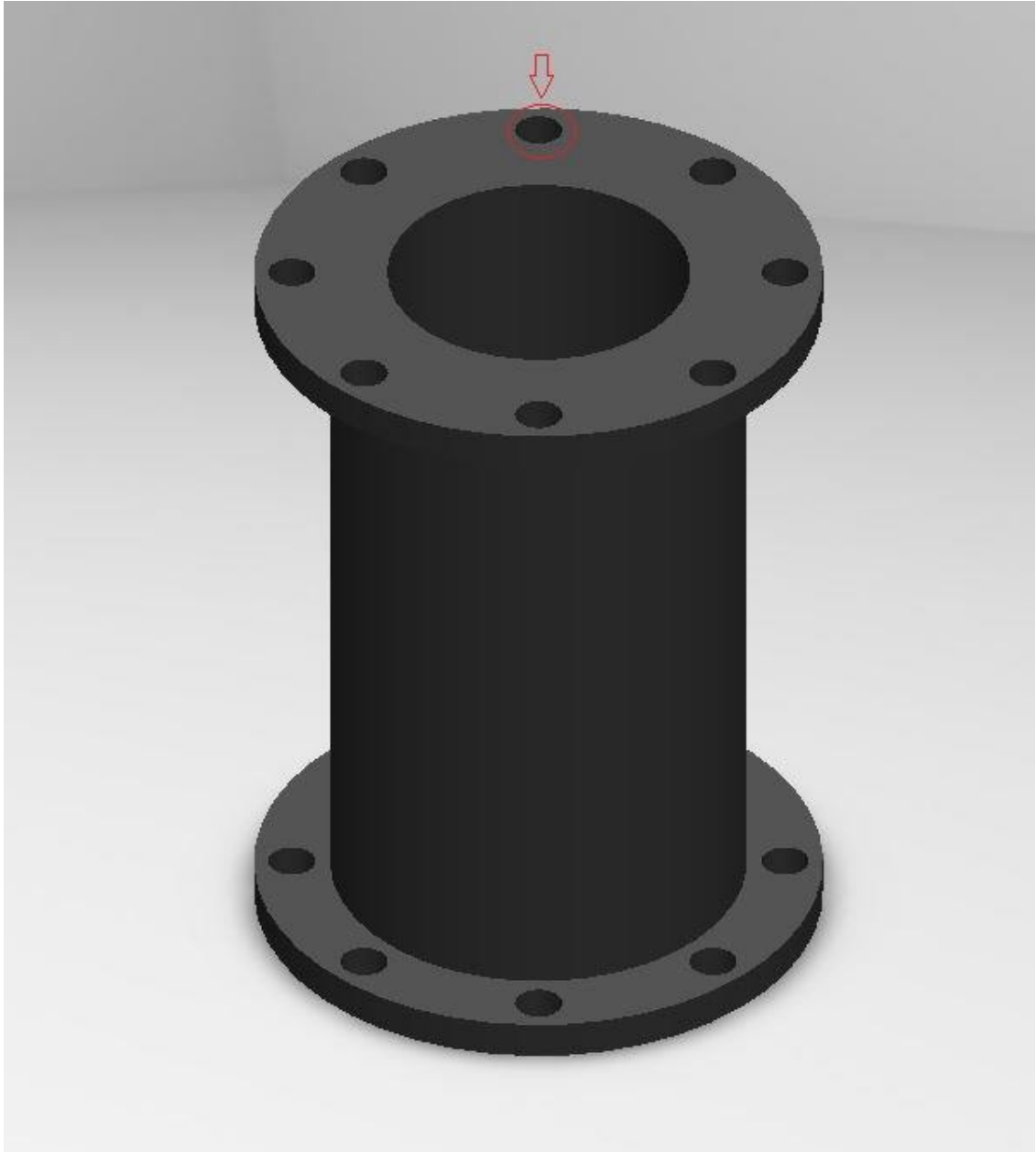
Tämä opinnäytetyö tehtiin lappeenrantalaisen Flowroxin aloitteesta. Flowrox on 90-luvulla Lappeenrannassa Larox-nimisen suodatinvalmistajan tytäryhtiöksi perustettu yritys. Flowroxin liikevaihto vuonna 2016 oli 27 818 000 euroa. Vuosina 1993-2011 yhtiön nimi oli Larox Flowsys. Nykyisen Flowroxin keskeisintä osamista on erilaisten virtauksien kontrollointiin tarkoitettujen venttiilien ja pumppujen valmistus. Flowroxin keskeisimmät toiminta-alueet kaivos-, metalli-, ja energiateollisuudessa. Sovelluksia löytyy myös kemian-, paperi-, öljy-, ja sementtiteollisuuteen. Tuotannosta suurin osa menee vientiin. Flowroxilla on noin 130 työntekijää

ja heistä noin 70 työskentelee yrityksen pääkonttorikaupungissa Lappeenrannassa. (1.)

Flowroxin myyntivaltti kilpailijoihin nähden on tuotteiden korkea laatu ja alhaiset elinkaarikustannukset. Tuotteet vaihtelevat yksittäisistä komponenteista suurempiin kokonaisuuksiin asiakkaan prosessissa. Uusinta tuotekehitystä edustaa Flowroxin Smart-tuoteperhe, jossa tuotteet ovat älykkäitä ja lähettävät käyttäjilleen dataa. Myös Internet of things -sovellukset ovat kasvattamassa suosiotaan.

### **3 Letkunrei'ityskone**

Kohdekone tulee Flowroxin tuotantolinjaan, jossa sen on tarkoitus tehdä letkuventtiilin (englanniksi pinching valve) letkun kiinnityslaipan reiät meistaamalla. Kuvassa 2 havainnollistetaan, mistä rei'istä on kyse.



Kuva 2. Letkuventtiilin letkuosa ja kiinnityslaippojen reiät

Letkuventtiili on yksi Flowroxin vanhimmista ja myyntiluvuiltaan suurimmista tuotteista. Venttiilin toimintaperiaatteena on kuminen lyhyt letku, jonka ympärillä on venttiilirunko. Venttiilirunkoon kiinnitetyllä laitteella ja sen leuoilla puristetaan letkua kasaan ja näin säädellään letkun läpi kulkevaa virtausta. Puristus voidaan toteuttaa käsin, sähköisesti tai esimerkiksi paineilmalla. Letkuventtiili kiinnitetään putkilinjaan laippaliitoksella. Kuvassa 3 näkyy yksi esimerkki Flowroxin letkuventtiilistä ja sen keskellä venttiilin musta letku.





Kuva 3. Flowroxin letkuventtiili. ( [http://www.flowrox.com/fi/tuotteet\\_ja\\_huoltopalvelut/venttiilit/letkuventtiilit/letkuventtiilit\\_vaativiin\\_kayttokohteisiin](http://www.flowrox.com/fi/tuotteet_ja_huoltopalvelut/venttiilit/letkuventtiilit/letkuventtiilit_vaativiin_kayttokohteisiin))

Flowroxin tuotantolinjalla on ennenkin ollut letkunreitys-kone, mutta se on jo aikansa palvellut ja vaati päivittämistä. Kuvassa 4 näkyy vanha kone.



Kuva 4 Vanha letkunreikäskone (Toni Turkkila, 2017)

Vanhassa koneessa ei ole minkäänlaisia suoja, eikä sen suunnittelussa ole otettu turvallisuutta riittävän hyvin huomioon. Lisäksi vanhaa konetta käytettäessä käyttäjään on kohdistunut enemmän fyysistä rasitusta kuin on nykyaikaisessa työpaikassa hyväksyttävää. Isoimmat letkuaihiot on jouduttu nostamaan työstettäviksi trukin avulla ahtaassa tilassa.

Vanhassa koneessa ei ole letkun asemaa tunnistavaa automatiikkaa, vaan kaikki asemointi yms. työt on tehty käsin. Vanha kone on pystynyt tekemään vain yhden reiän kerrallaan.



Kuva 5. Letkunreikätyökalun alalautanen (Toni Turkkila, 2017)

Yhtenä suurimmista vaaroista vanhan koneen kanssa on ollut meistä työkalun ja koneen rungon tai letkulautasen väliin puristuminen. Kuvassa 6 näkyvät meistä työkalut.



Kuva 6. Meistä työkalut (Toni Turkkila, 2017)

Uusi kone on perusidealtaan samanlainen, mutta tehokkuus ja turvallisuus on otettu paremmin huomioon. Koneessa on teräsrunko, johon on kiinnitetty koneen toimilaitteet. Letkuaihio sijoitetaan koneeseen pystyssä.

Koneen ohjausjärjestelmään syötetään letkuaihion koko ja reikäjaon tyyppi. Nämä tiedot määrittävät reikien halkaisijan, jakohalkaisijan ja lukumäärän. Kone kiinnittää letkuaihion paininlevyllä, joka kääntyy sivuun letkuaihion vaihdon ajaksi. Kun aihio on kiinni, ajaa kone meistikelkat sähköisellä karamoottorilla oikeaan paikkaan. Kun ohjausjärjestelmä antaa luvan, tekee kone meistausliikkeen pneumaattisesti. Reiän tehtyään, kone kääntää aihion seuraavien reikien kohdalle ja toistaa meistausliikkeen. Yhtenä erona vanhaan koneeseen on, että uusi kone tekee reiät letkuaihion ylä- ja alapäähän samaan aikaan. Kone pystyy tekemään reiät kokoluokkien DN100-DN1000 letkuaihioihin.

Uuden letkunrei'ityskoneen mekaniikan sekä automaation on suunnitellut Flowroxin kanssa yhteistyössä Insinööritoimisto Metso Oy. Koneen teräsrakenteen osat valmistettiin Paakkilan Konepajalla kevään 2017 aikana. Koneen kasaamisen ja asennuksen toteutti Flowroxin oma henkilökunta. Sähkö- ja automaatiopuolen rakensi Erkki Kulju LLH-Electric Oy:stä.

## **4 Koneturvallisuus**

Koneturvallisuudella tarkoitetaan sekä kuluttaja- että tuotantokoneiden käyttö- ja huoltoturvallisuutta. Suurimpaan vaikutukseen koneen turvallisuudessa päästään koneen suunnitteluvaiheessa. Jos jo koneen suunnittelussa on otettu turvallisuusseikat huolellisesti huomioon, on sen käyttäminen ja huoltaminen huomattavasti helpompaa ja turvallisempaa. Suunnitteluvaiheessa tulee määritellä koneen tarkoituksenmukaiset käyttötavat. Myös kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö on huomioitava.

Koneturvallisuuden, ja yleisesti työturvallisuuden päätavoite on ehkäistä niin paljon kuin mahdollista työpaikoilla tapahtuvia henkilö- ja materiaalivahinkoja. Aihe on tärkeä, koska vietämme hyvin suuren osan elämästämme työn äärellä. Siten todennäköisyys, jolla tapaturma tapahtuu työpaikalla, on suuri.

## 4.1 Konedirektiivi

Euroopan Unioni ja sen Parlamentti ovat varmistaneet sen alueella suunniteltavien ja/tai myytävien koneiden käyttö- ja huoltoturvallisuuden muun muassa laatimalla Euroopan parlamentin ja neuvoston konedirektiivin 2006/42/EY (myöhemmin konedirektiivi). Direktiivi säättää koneen suunnittelussa ja rakentamisessa huomioon otettavista olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista, koneiden vaatimusten mukaisuuden osoittamisesta ja niiden markkinoille tuomisesta ja käyttöönnotosta. Se siis asettaa yleiset raamit turvallisten ja tarkoituksenmukaisten erilaisten koneiden suunnitteluun ja toteutukseen. (2.)

Konedirektiivin liite 1 sisältää koneensuunnittelua koskevat yleiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Vaatimukset ovat pakottavia. Konedirektiiviä sovelletaan sen määritelmän mukaisiin koneisiin, turvakomponentteihin, nostoapuvälineisiin, nivelakseleihin, osittain valmiisiin koneisiin ja vaihdettaviin laitteisiin. Konedirektiivin soveltamisalan ulkopuolelle jää useita erityiskäyttöön tarkoitettuja koneita ja laitteita, kuten esimerkiksi huvipuistolaitteet, aseet, merialukset ja kaivoskuiluissa käytettävät nostolaitteet. (2.)

Konedirektiivin mukaan koneen valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on ennen koneen myyntiä tai käyttöönottoa:

- varmistettava, että kone täyttää konedirektiivin liitteessä 1 esitetyt sitä koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset
- varmistettava, että tekninen tiedosto on käytettävissä
- varustettava kone käyttö- ja huolto-ohjeilla
- huolehdittava vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelystä
- laadittava EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus
- kiinnitettävä CE-merkintä

Suomessa konedirektiivi on pantu käytäntöön Valtioneuvoston asetuksella 400/2008. Asetus on tullut voimaan Suomessa 29.12.2009 ja sen vaatimukset ovat pakottavia. Kaikissa Suomessa voimaantuloajankohdan jälkeen myydyissä ja käyttöönotetuissa koneissa tulee olla CE-merkintä osoituksena konedirektiivin mukaisesta suunnittelusta. (2.)

Kirjaimet CE tulevat ranskankielisistä sanoista Conformité Européenne (vapaasti käännettynä Euroopan vaatimustenmukaisuus) ja merkinnän tulee olla kuvan 7 mukainen. CE-merkintä ei ole absoluuttinen todistus koneen turvallisuudesta, vaan valmistajan vakuutus siitä, että kone on suunniteltu Euroopan Unionin oleellisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti ja että sitä on turvallista käyttää ja huoltaa.

Voi siis olla, että CE-merkinnän puuttumista ei huomata koko koneen elinkaaren aikana. Kuitenkin, jos konetta käytettäessä sattuu jonkinlainen onnettomuus, aletaan CE-merkintää etsimään ja pohtia mistä onnettomuus johtui. Jos CE-merkintää ei onnettomuuskoneesta löydy, tulkitaan silloin kone konedirektiivin vastaiseksi.



Kuva 7. CE-merkinnän malli (2.)

## 4.2 Standardit

Konedirektiivin lisäksi eri yhteisöjen standardisoimisliitot yms. ovat laatineet erilaisia standardeja yhdenmukaistamaan yhteisöidensä sisällä tapahtuvaa toimintaa. Tekniikan alalle on laadittu suuri määrä standardeja, joista iso osa koskee jollain tavalla koneturvallisuutta. Konedirektiivi erikseen määrää tarkistamaan, kuuluuko kyseessä oleva kone minkään standardin soveltamisalaan. Jos näin on, konedirektiivi määrää noudattamaan näitä standardeja. Standardit usein tarkentavat ja tiukentavat konedirektiivin omia vaatimuksia sekä antavat käytännön soveltamisohjeita.

Suomessa standardit ovat jaoteltavissa kolmeen tyyppiin: A-, B- ja C-tyypin standardeihin. Jaottelulogiikka menee siten, että A-tyypin standardit määrittelevät koneturvallisuuden ja –suunnittelun perusfilosofian, ja pyrkivät vakioimaan koneen suunnittelun pääpiirteet koneen tyypistä riippumatta. (3.)

B-tyypin standardit käsittelevät koneensuunnittelun perustietoa ja menettelytapoja. Aiheina ovat muun muassa koneesta ja sen ympäristöstä aiheutuva melu, värinä, ergonomia, turvalaitteet ja suojukset. (3.)

C-tyypin standardit sisältävät yksityiskohtaista tietoa yksittäisten koneiden ja koneryhmien turvallisuusvaatimuksista. Letkunreikäskoneen ollessa ainutlaatuinen kone, siihen sovellettavaa C-tyypin standardia ei ole. (3.)

Tämän työn yhtenä osa-alueena oli, että letkunreikäskoneelle suoritetaan standardin 12100 mukainen riskinarviointi ja riskin pienentäminen. Standardi sisältää koneturvallisuuden yleisperiaatteet, eli kyseessä on A-tyypin standardi. 12100-standardi viittaa useisiin B-tyypin standardeihin, jotka kertovat lisää erilaisten suojuksien suunnitteluperiaatteista. Listaus standardeista on taulukossa 1.

| Standardi          | Selitys   |
|--------------------|---|
| SFS-EN ISO 12100   | Koneturvallisuus, yleiset suunnittelu-<br>perusteet       |
| SFS-ISO/TR 14121-2 | Koneturvallisuus, käytännön ohjeita<br>riskin arviointiin |
| SFS-EN ISO 13857   | Koneturvallisuus, turvaetäisyydet                         |

Taulukko 1. Sovelletut standardit

Standardit on luettu alkukesästä 2017 ja on toimittu niiden senhetkisten painosten mukaisesti.

Tämän opinnäytetyön sisällön ulkopuolelle jäi sähkö- ja automaatioalan standardit, joita automaatiopuolen toteuttaneet yritykset noudattavat. Ne pitävät sisällään ohjeita muun muassa hätäpysäytystoiminnosta ja toimintaan kytkevästä suojalaitteista. Letkunreikäskone varustettiin sekä hätäpysäytystoiminnolla, että suoja-aidan ovella, jossa on oven asennon tunnistava anturi. Oven ollessa auki kone ei lähde käyntiin.

### **4.3 Soveltamisalan asettamat vaatimukset**

Turvallistaminen tarkoittaa sitä, että kone on suunniteltava tarkoituksenmukaiseksi ja turvalliseksi käyttää, säätää ja huoltaa. Turvallistamisen toimenpiteiden tarkoituksena on oltava riskien pienentäminen koneen koko elinkaaren aikana. Lisäksi koneen käyttäjille on tiedotettava mahdollisista jäännösriskeistä esimerkiksi koneeseen kiinnitettävien varoitussymbolein.

Vuoden 2017 toukokuun lopulla Flowroxin edustus kävi Paakkilan Konepajalla katsomassa letkunrei'ityskoneen teräsrungon valmistumista. Käynnin tarkoituksena oli varmistaa, että runko valmistuu konedirektiivin vaatimusten mukaisesti ja laadukkaasti. Käynnillä ei havaittu valmistusprosessissa minkäänlaisia puutteita. Siten rakenteen voitiin todeta täyttävän sitä koskevat vaatimukset.

## **5 Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely**

Letkunrei'ityskonetta ei ole mainittu konedirektiivin liitteessä IV eikä se ole rinnastettavissa mihinkään siinä mainittuun koneeseen. Tämän tapauksen vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely on siten konedirektiivin liitteen VIII mukainen.

Kuten liitteessä VIII sanotaan, vastuu koneen vaatimusten mukaisuudesta jää yksinomaan laitteen valmistajalle, eikä minkäänlaista tyyppitarkastusta vaadita. Riittää, että koneen valmistaja tai sen valtuuttama edustaja vakuuttaa tehneensä kaikki tarvittavat toimenpiteet, jotta voidaan todeta koneen olevan vaatimusten mukainen. Nämä toimenpiteet pitävät sisällään:

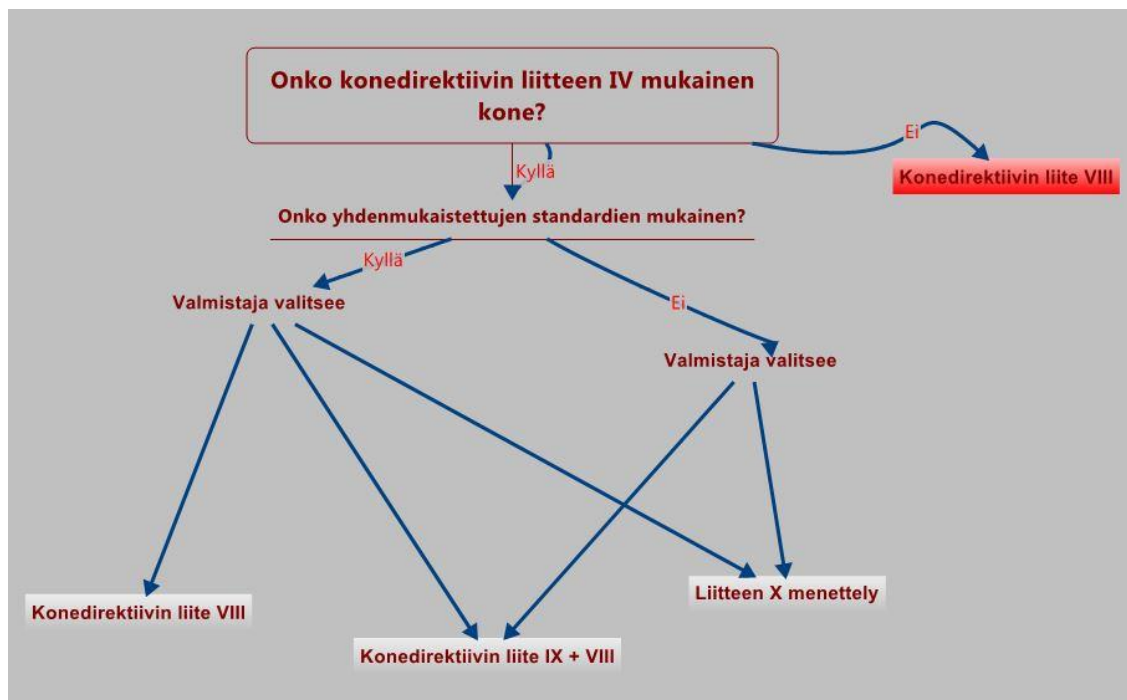
- riskinarvioinnin
- konedirektiivin liitteen VI osan A mukaisen teknisen tiedoston koostamisen mahdollistamisen
- koneen ohjeiden laatimisen
- vaatimustenmukaisuuden vakuutuksen laatimisen
- CE-merkinnän kiinnittämisen näkyvästi ja pysyvästi.

CE-merkinnän yhteyteen on lisäksi koneeseen pysyvästi kiinnitettävä seuraavat tiedot:



- Valmistajan toiminimi ja täydellinen osoite
- koneen nimi
- sarja- ja tyyppimerkintä
- mahdollinen sarjanumero
- rakennusvuosi. (2.)

Kuvassa 8 on esitetty kaavio vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn valinnasta.



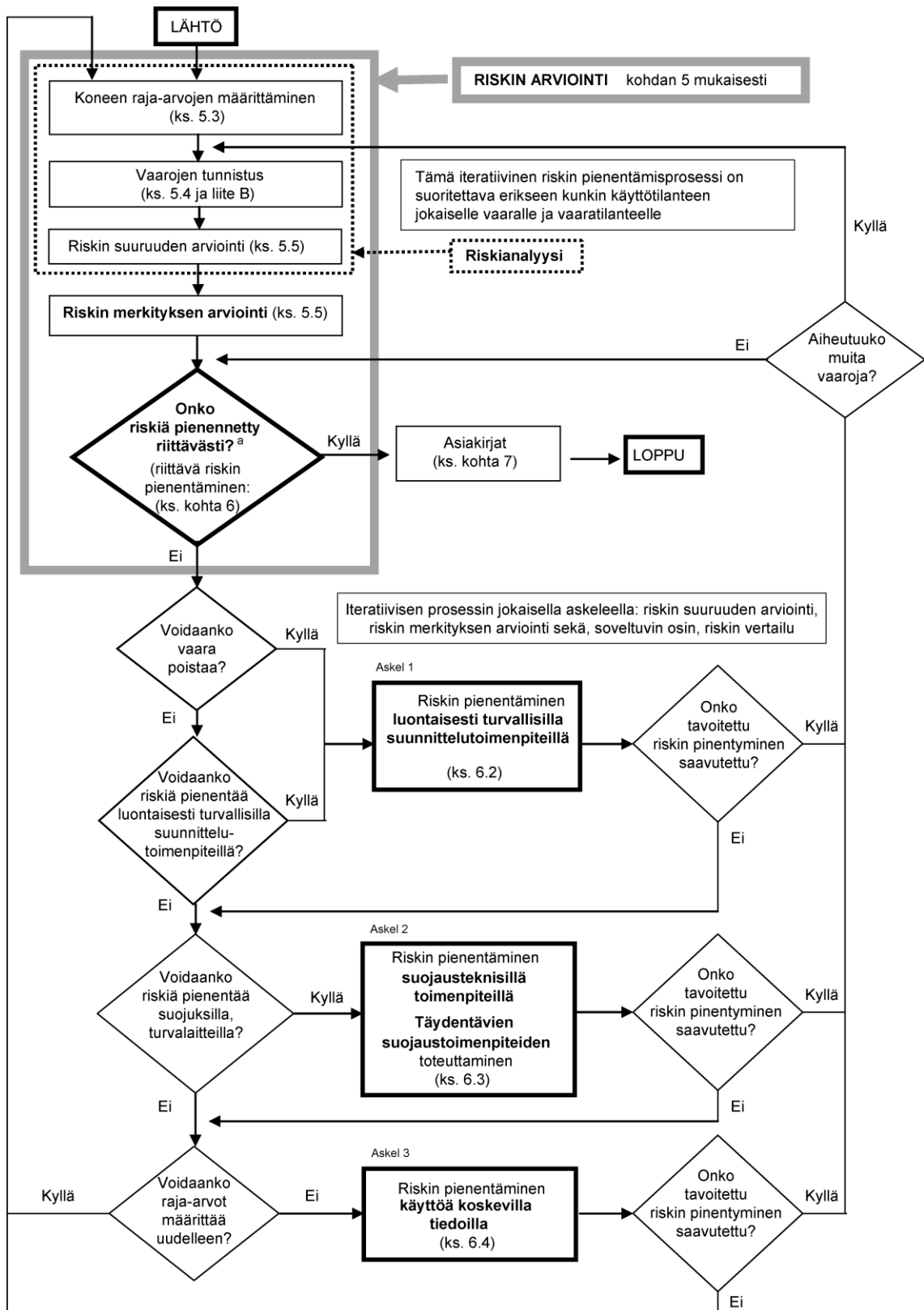
Kuva 8. Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn valinta

## 6 Riskiarviointi

Koneen valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on varmistettava, että koneelle tehdään riskinarviointi, jotta koneeseen sovellettavat terveys- ja turvallisuusvaatimukset voidaan määrittää.

Riskinarviointiin kuuluu koneen raja-arvojen määrittäminen, joihin sisältyvät koneen tarkoitettu, käyttöohjeista ilmenevä käyttötapa ja kohtuudella ennakoitava väärinkäyttö. Koneen missä tahansa sen elinkaaren vaiheessa aiheuttamat riskit ja vaarat on tunnistettava. Riskinarvioinnissa oli myös syytä pystyä rajaamaan

kohteena olevan koneen aiheuttamat riskit pois muista, mahdollisesti muista ulkoisista kohteista johtuvista riskeistä. Riskinarvioinnin kulkua selventää kuva 9.(4.)



Kuva 9. Riskianalyysin kulku. (SFS-EN ISO 12100 s.30)

Riskiarvioinnin tavoitteena on päästä kaikista terveys- ja turvallisuusriskeistä eroon. Jos tämä ei ole mahdollista, on riskin suuruus (todennäköisyys\*arvioitu vakavuus) minimoitava hyväksyttäviin rajoihin.

Riskiarvioinnossa tulee ottaa huomioon kaikki riskit, joita koneen eliniän aikana koneen käyttäjään, huoltajaan, tai sen lähetyvillä olevaan henkilöön kohdistuu. Riskinarvioinnissa on huomioitava myös koneen ennakoitavissa oleva väärinkäyttö. Esimerkiksi koneen käyttö on tehtävä mahdottomaksi silloin, kun koneen vaaravyöhykkeellä on henkilö.

Letkunreikäskoneelle haluttiin tehtävän standardin 12100 mukainen riskiarviointi. Standardin 12100 apuna käytettiin teknistä raporttia SFS-ISO/TR 14121-2. Riskinarvioinnissa otettiin huomioon suoraan koneesta johtuvien riskien lisäksi sen lähiympäristöstä aiheutuvat vaarat. Nämä pitävät sisällään esimerkiksi trukin liikumisen koneen lähistöllä. Riskinarvioinnissa olivat mukana tämän opinnäytetyön tekijä Joni Fredriksson, Toni Turkkila, Flowroxin työsuojelupäällikkö, Tuoma Heiskainen, Flowroxin työsuojeluvälituutettu ja Markus Rautio, Flowroxin tuotantoesimies.

## **6.1 Raja-arvot**

Koneen raja- ja suoritusarvot kirjattiin ylös riskinarvioinnin yhteydessä. Niitä tarvitaan riskin vakavuuden määrittämiseen. Työliikkeeseen kuluva ajaksi arvioitiin n. 1,5 sekuntia ja työliikkeen pituudeksi n. 50 millimetriä. Meistausliikkeen voima on korkeintaan 5kN. Koneen käyttäjällä on oltava suora näköyhteys koneelle ja letkuaihion siihen kohtaan, johon kone meistaa reiän. Ainoastaan näin käyttäjä voi varmistua, että meistin välissä ei ole mitään/ketään ja että kone on toimintavalmis.

## **6.2 Vaarojen tunnistaminen**

Vaaroiksi arvioitiin:

- Meistin väliin puristumisen vaara
- Pyörivään letkuaihioon kiinni tarttuminen
- Kumipalan kimpoaminen tehdystä reiästä

- Trukin alle jääminen
- Kaatuvaan koneen alle jääminen
- Letkuaihion nostosta ja käsittelystä aiheutuva fyysinen rasitus

Koneella työskentely ei ole yhdellekään Flowroxin työntekijälle jatkuvaa. Jo yli kahden tunnin mittainen yhtäjaksoinen työskentely koneella on tuotantoesimiehen Markus Raution mukaan epätavallista. Tästä syystä henkinen/psykykinen väsymys sekä työskentelyergonomiset ongelmat jätettiin vaaroista pois.

Kone sijoitettiin Flowroxin tuotantotiloihin sisälle. Tiloissa ei esiinny kovaa melua, äärimmäisiä lämpötiloja, kosteutta tai säteilyä. Mitään näistä ei myöskään aiheudu itse koneesta, joten niiden aiheuttamat vaarat voitiin sulkea pois riskiarvioinnista.

Mitä useammin konetta joudutaan korjaamaan, sitä suurempi on jonkinlaisen asennusvirheen syntyminen tai muu riski. Siksi on perusteltua pyrkiä pitämään kone mahdollisimman vähävikaisena. Huolto- ja korjaustilanteita kuitenkin koneen elinkaarenaikana varmasti esiintyy. Siksi konetta käyttävät ja huoltavat henkilöt on perehdytettävä myös koneen huoltokohteisiin ja oikeisiin työtapoihin.

### **6.3 Riskin suuruuden arviointi**

Riskin suuruus voidaan laskea kertomalla yhteen vaaran todennäköisyys ja sen vaikutuksen taso. Esimerkiksi riskitaso on suuri, kun sen toteutumisen todennäköisyys on suuri ja siitä aiheutuu koneen käyttäjälle vakavia vammoja. Riskitaso on vastaavasti pieni, jos sen tapahtuminen on epätodennäköistä ja/tai siitä aiheutuvat vammat ovat pieniä. (5.)

Hyviä toimintaohjeita ja esimerkkejä riskiarviointiin on saatavilla runsaasti. Tässä työssä käytettiin 12100:n kohdan 5 ja Teknisen raportin 14121 osan 2 esimerkkejä vaarojen tunnistamisessa ja niiden suuruuksien arvioinnissa. Lisäksi apuna käytettiin vanhan letkunrei'ityskoneen käyttäjiä ja heidän kokemuksepäistä tietoaan. Riskitasojen graafiseen esittämiseen haettiin apua Tapio Siirilän koneturvalisuusteoksista.

Letkunrei'ityskoneen kanssa suurimmiksi riskeiksi arvioitiin meistin väliin jääminen ja kaatuvan letkuaihion alle jääminen. Molemmissa vaaran vaikutus on vakava. Taulukko riskiarvioinnista analyyseineen on esitetty liitteessä 5.

#### **6.4 Riskin pienentäminen**

Riskin arvioinnissa havaittuja riskejä on pyrittävä poistamaan tai minimoimaan. Riskiarvioinnista sietämättömällä tasolla olevat riskit vaativat välittömiä toimenpiteitä. Vaadittavien toimenpiteiden jälkeen on arvioitava riski uudelleen, ja jatkaa koneensuunnittelua, jos riskitaso on laskenut siedettävälle tasolle. (5.)

##### **Puristukseen jääminen**

Todennäköisyyttä, jolla henkilö jäisi meistin väliin, pudotettiin rakentamalla koneen ympärille verkkosuojukset, jotka estävät ihmistä joutumasta meistin väliin sen työsyklin aikana. Suojukset suunniteltiin standardin SFS-EN ISO 13857 mukaisiksi.

Standardit määrittävät suoja-aidan vähimmäiskorkeuden ja etäisyyden koneen toiminnan aiheuttamasta vaaravyöhykkeestä. Standardin mukaan ensiksi on määritettävä, muodostuuko koneen toiminnasta käyttäjään pieni vai suuri riski. Letkunrei'ityskoneen tapauksessa meistin väliin puristuminen aiheuttaa suuren riskin. Näillä lähtötiedoilla pystyttiin kuvan 10 mukaisen taulukon avulla määrittämään suoja-aidan korkeus ja minimietäisyys. (6.)

Mitat millimetreissä

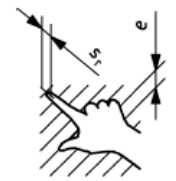
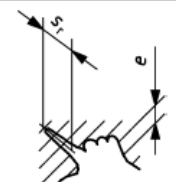
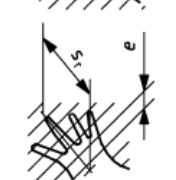
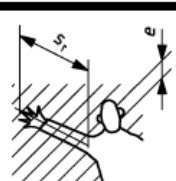
| Vaaravyöhykkeen korkeus <sup>c</sup><br>a | Suojarakenteen korkeus <sup>a, b</sup><br>b    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 1 000  | 1 200 | 1 400 | 1 600 | 1 800 | 2 000 | 2 200 | 2 400 | 2 500 | 2 700 |
|   | Vaakasuoja turvaetäisyys vaaravyöhykkeeseen, c |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2 700                                     | 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 2 600                                     | 900  | 800   | 700   | 600   | 600   | 500   | 400   | 300   | 100   | 0     |
| 2 400                                     | 1 100  | 1 000 | 900   | 800   | 700   | 600   | 400   | 300   | 100   | 0     |
| 2 200                                     | 1 300  | 1 200 | 1 000 | 900   | 800   | 600   | 400   | 300   | 0     | 0     |
| 2 000                                     | 1 400  | 1 300 | 1 100 | 900   | 800   | 600   | 400   | 0     | 0     | 0     |
| 1 800                                     | 1 500  | 1 400 | 1 100 | 900   | 800   | 600   | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 600                                     | 1 500  | 1 400 | 1 100 | 900   | 800   | 500   | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 400                                     | 1 500  | 1 400 | 1 100 | 900   | 800   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 200                                     | 1 500  | 1 400 | 1 100 | 900   | 700   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 000                                     | 1 500  | 1 400 | 1 000 | 800   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 800                                       | 1 500  | 1 300 | 900   | 600   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 600                                       | 1 400  | 1 300 | 800   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 400                                       | 1 400  | 1 200 | 400   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 200                                       | 1 200  | 900   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 0   | 1 100  | 500   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

<sup>a</sup> Korkeudeltaan alle 1 000 mm suojarakenteita ei ole otettu mukaan, koska ne eivät rajoita kehon liikettä riittävästi.  
<sup>b</sup> Korkeudeltaan alle 1 400 mm suojarakenteita ei suositella käytettäväksi ilman täydentäviä suojaustoimenpiteitä.  
<sup>c</sup> Yli 2 700 mm korkeudella olevien vaaravyöhykkeiden osalta ks. kohta 4.2.1.

Kuva 10. Suojarakenteen paikan ja korkeuden määrittäminen. (SFS-EN ISO 13857 s.18)

Vaaravyöhykkeen korkeudeksi arvioitiin vähintään 1.5 metriä, ja vaakasuoraksi etäisyydeksi vähintään 0.5 metriä. Näillä arvoilla suoja-aidan korkeudeksi määritettiin 2 metriä. Käytännössä aitaa ei kuitenkaan voida asentaa puolen metrin päähän koneesta, koska se hankaloittaisi letkuaihioiden asettamista koneeseen sekä huolto- ja korjaustoimenpiteitä liiaksi. Vaakasuoja turvaetäisyys tulee todellisuudessa olemaan noin 2 metriä, jolloin matalampikin suoja-aita riittäisi. Tässä kohtaa kuitenkin päätettiin pitää kiinni suoja-aidan kahden metrin korkeudesta, jolloin lopputulos tulee olemaan ”varmalla puolella”.

Standardin 13857 mukaan aidan verkon aukkokoiko pitää myös määrittää. Tällä pyritään poistamaan mahdollisuus, että henkilö työntäisi raajan tai muun ruumiinosan aidan läpi vaaravyöhykkeelle. Aukkokoön arvioinnissa oli otettava huomioon, liikkuko aidan luona tai välittömässä läheisyydessä alle 14-vuotiaita lapsia. Flowroxin tuotantotiloissa ei liiku niin nuoria lapsia, joten standardista voitiin valita kuvan 11 mukainen taulukko. (6.)

| Kehon osa                   | Kuva   | Aukko             | Turvaetäisyys, $s_r$ |            |            |
|-----------------------------|--|-------------------|----------------------|------------|------------|
|                             |  |                   | Pitkänommainen       | Neliö      | Pyöreä     |
| Sormenpää                   |   | $e \leq 4$        | $\geq 2$             | $\geq 2$   | $\geq 2$   |
|                             |  | $4 < e \leq 6$    | $\geq 10$            | $\geq 5$   | $\geq 5$   |
| Sormi rystyseen asti        |   | $6 < e \leq 8$    | $\geq 20$            | $\geq 15$  | $\geq 5$   |
|                             |  | $8 < e \leq 10$   | $\geq 80$            | $\geq 25$  | $\geq 20$  |
|                             |  | $10 < e \leq 12$  | $\geq 100$           | $\geq 80$  | $\geq 80$  |
|                             |  | $12 < e \leq 20$  | $\geq 120$           | $\geq 120$ | $\geq 120$ |
| Käsi                        |   | $20 < e \leq 30$  | $\geq 850^a$         | $\geq 120$ | $\geq 120$ |
|                             |  | $30 < e \leq 40$  | $\geq 850$           | $\geq 200$ | $\geq 120$ |
| Käsivarsi olkapäähän saakka |  | $40 < e \leq 120$ | $\geq 850$           | $\geq 850$ | $\geq 850$ |
|                             |  |                   |                      |            |            |

Taulukon leveät viivat osoittava sen kehon osan, jota aukon koko rajoittaa.

<sup>a</sup> Jos pitkänomaisen aukon pituus on  $\leq 65$  mm, peukalo toimii rajoittimena ja turvaetäisyyttä voidaan lyhentää 200 mm asti.

Kuva 11. Suoja-aidan reikäjako. (SFS-EN ISO 13857 s. 22)

Suoja-aidalta haluttiin, ettei henkilö saa työnnettyä kättään sormen rystystä pidemmälle aidan läpi. Aukon kooksi valittiin 10-12mm, jolloin aidan minimi turvaetäisyys olisi 80 millimetriä. Koska aita tulee käytännössä olemaan huomattavasti kauempana, valitulla aukkokoolalla ollaan edelleen "varmalla puolella".

Suoja-aitaan tuli sen läpi mahdollistava kulkuovi esimerkiksi letkuaihion vaihtamista ja huoltotöitä varten. Ovi varustettiin tunnistimella, joka tunnistaa, onko ovi kiinni vai auki. Jos ovi on auki, letkunreijityskone ei lähde toimintaan ennekuin ovi on kiinni.

### Letkuaihion käsittely

Letkuaihion kaatumisen todennäköisyyttä ja letkuaihoiden nostelusta aiheutuvaa fyysistä räsitusta pienennettiin lisäämällä koneeseen nostin, jota voidaan käyttää



apuvälineenä painavimpien letkujen käsittelyssä. Näin letkun kaatuminen tai puotaminen on epätodennäköisempää ja riskitaso pienenee.

### **Koneen kaatuminen**

Riskiarvioinnin ja vaarojen tunnistamisen myötä pohdintaan piti ottaa huomioon myös se, että henkilö ajaa trukilla konetta päin aiheuttaen joko letkun tai koko koneen kaatumisen. Tätä riskiä pienennettiin lisäämällä riskialttiimpiin suuntiin koneen ympärille törmäyssuojat jotka estävät trukin yltämisen koneeseen asti. Loppuvuodesta 2017 koneen sijoituspaikka kuitenkin siirtyi turvallisempaan paikkaan, jossa ei käytännössä ole trukkiliiikennettä. Törmäyssuojia ei siis tarvittu. Lisäksi kone kiinnitettiin hallin lattiaan tukevasti.

### **Letkuaihioon tarttuminen**

Pyörivään letkuaihioon tarttuminen on huomioitu aihion molempien päiden pyörimistä seuraavin anturein. Kaksi eri anturia seuraa letkun eri päiden pyörimisnopeutta, ja pysäyttävät koneen, jos anturit huomaavat riittävän suuren pyörimisnopeuseron. Näin saadaan pienennettyä mahdollisesta tarttumisesta aiheutuvien vammojen suuruutta. Tarttumisen todennäköisyys laskee suojuksien ansiosta.

Samat pyörimiseroanturit huomaavat, jos meistäuksesta ylimääräiseksi jäänyt kumipala jää jumiin meistiin tai letkuaihioon jumittaen koneen. Jos kumipala jäisi jumiin koneen huomaamatta, olisi vaarana koneen rikkoutuminen, koska kone yrittäisi väkisin vääntää aihiota seuraavaan asentoon,.

### **Trukin alle jääminen**

Konetta käytettäessä tai välittömästi sen jälkeen on olemassa vaara, että työntekijä jäisi trukin alle. Tätä on pyritty ehkäisemään sijoittamalla koneen ohjauspöytä siten, että sen luota on hyvä näkyvyys eikä sen ja koneen väliin trukiväylää.

## **7 Dokumentaatio**

Jotta CE-merkinnän saa kiinnittää koneeseen, on sen siihenastinen elämäankaari oltava riittävän hyvin dokumentoitu. Dokumentteja vaaditaan jo riskinarvioinnissa, ja myöhemmin tekniseen tiedostoon.

## **7.1 Ohjeet**

Loppuvuonna 2017 letkunreikäskoneen automaatioasennukset alkoivat. Samaan aikaan päätettiin, että tämän opinnäytetyön puitteissa selkeiden käyttöturvallisuusohjeiden kirjoittaminen riittää. Varsinaiset käyttöohjeet tulevat automaatioasennuksen ja suunnittelun hoitaneelta yritykseltä.

Käyttöturvallisuusohjeilla pyritään varmistamaan, ettei koneen väärinkäytöstä aiheudu kenellekään vaaraa. Käyttöturvallisuusohjeissa mainitaan koneen varsinaiset käyttöohjeet, jotka uuden käyttäjän on luettava ennen koneen aloitusta. Ohjeisiin sisällytettiin asiat, jotka koneen käyttäjän tulee suorittaa tai huomioida ennen koneen käyttöä. Ohjeisiin lisättiin myös riskinarvioinnissa tarpeellisiksi havaitut varoitukset.

## **7.2 Tekninen tiedosto**

Konedirektiivin liitteen VII mukainen tekninen tiedosto tarkoittaa kaikkien koneen suunnitteluun, valmistukseen, testaamiseen ja käyttöön liittyvien dokumenttien yhdistelmä. Ne pitävät sisällään tässä opinnäytetyössäkin käsitellyt vaatimustenmukaisuuden vakuutuksen, käyttöohjeet, riskianalyysin dokumentit sekä selvityksen automaatiojärjestelmän seikoista. Sen ei tarvitse olla jatkuvasti käytettävissä. Tiedostolle nimetään henkilö, joka yhteisössä on vastuussa tiedoston kasaamisesta tarvittaessa. Tiedostoa saatetaan tarvita esimerkiksi onnettomuus- tai tapaturmatapauksessa, jolloin on aiheellista varmistaa, johtuiko tapahtuma koneesta vai sen virheellisestä käytöstä. Teknistä tiedostoa voi pyytää kasattavaksi jokin asianmukaisin toimivaltuuksin varustettu viranomaisitaho. Kasausaika määräytyy tapauskohtaisesti, kuitenkin pysyen kohtuuden rajoissa. (2.)

## **7.3 Vaatimustenmukaisuusvakuutus**

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksella koneen valmistanut/käyttöönottanut toimija vakuuttaa kirjallisesti, että kaikki vaadittavat toimenpiteet ovat tehtyinä, jotta kone voidaan turvallisesti ottaa käyttöön. Vakuutuksesta tulee käydä ilmi yrityksen tiedot, tuotteiden tiedot jota vakuutus koskee, päivämäärä ja allekirjoittajan nimi ja osoite.

Vaatimustenmukaisuuden vakuutus laadittiin Flowroxin asiakirjapohjaan. Siinä käy ilmi koneen käyttöönottopäivämäärä, sovelletut standardit ja direktiivit sekä Flowroxin vastuuhenkilöt.

## 8 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin varmistamaan letkunreii'tyskoneen vaatimustenmukaisuus. Tavoitteena oli huomioida kaikki koneen käyttäjälleen ja ympäristölleen aiheuttamat riskit ja vaarat. Koneesta piti siis suunnitella mahdollisimman turvallinen. Työ aloitettiin selvittämällä letkunreii'tyskonetta koskevat konedirektiivin oleelliset terveys- ja turvallisuusvaatimukset, ja osoittamalla ne koneen suunnittelijoille. Kun koneen todettiin täyttävän sitä koskevat vaatimukset, koneelle tehtiin standardin SFS-EN ISO 12100 mukainen riskinarviointi. Viimeisenä ennen koneen käyttöönottoa laadittiin koneen käyttöturvallisuusohjeet ja vaatimustenmukaisuuden vakuutus. Kone otettiin käyttöön keväällä 2018. Kuvassa 12 on uusi letkunreii'tyskone.

Opinnäytetyön tavoitetta voidaan pitää saavutettuna, koska kone otettiin käyttöön. Missään työn vaiheessa ei vastaan tullut mitään yllättävää. Letkunreii'tyskoneen tapaus on prosessina kevyempi kuin esimerkiksi kuluttajille myytävissä koneissa. Letkunreii'tyskonetta ei käytä kuin Flowroxin koulutettu henkilökunta vain Flowroxin tiloissa. Koneen kehitystyö jatkuu Flowroxilla vielä tulevaisuudessakin. Suurimpien letkuaihioiden nostoon suunnitellaan nosturi vähentämään käyttäjään kohdistuvaa fyysistä rasitusta riskiarvioinnin mukaisesti. Lisäksi jonkinlainen järjestelmä meistäuksesta ylijääneiden kuminappuloiden keräämiseksi tulee olemaan tarpeellinen.

Tästä projektista olisi saanut hyödytty enemmän aikaisemmassa vaiheessa koneen suunnittelua. Nyt opinnäytetyö aloitettiin, kun kone oli jo käytännössä suunniteltu. Flowrox oli suunnitellut koneen alusta pitäen hyvin turvalliseksi, joten tämä opinnäytetyö oli hyvin suoraviivainen toteuttaa. Opinnäytetyön aikataulu hieman venyi suunnitellusta, mutta se ei haitannut yhtäkään projektin osapuolta.



Kuva 12. Uusi letkunreii'tyskone

## 9 Kuvat ja taulukot

Kuva 1. Koneen käyttöönotto s.6

Kuva 2. Letkuventtiin letkuosa ja kiinnityslaippojen reiät s.8

Kuva 3. Flowroxin letkuventtiili ([http://www.flowrox.com/fi/tuotteet\\_ja\\_huolto-palvelut/venttiilit/letkuventtiilit/letkuventtiilit\\_vaativiin\\_kayttokohteisiin](http://www.flowrox.com/fi/tuotteet_ja_huolto-palvelut/venttiilit/letkuventtiilit/letkuventtiilit_vaativiin_kayttokohteisiin)) s.9

Kuva 4. Vanha letkunrei'ityskone (Toni Turkkila 2017) s.10

Kuva 5. Vanhan letkunrei'ityskoneen alalautanen (Toni Turkkila 2017) s.11

Kuva 6. Meistaustyökalut (Toni Turkkila 2017) s.12

Kuva 7. CE-merkinnän malli (2). s. 14

Kuva 8. Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn valinta (luentomateriaali, Simo Sinkko, Saimaan Ammattikorkeakoulu) s.18

Kuva 9. Riskianalyysin kulku. (SFS-EN ISO 12100 s.30) s.19

Kuva 10. Suojarakenteen paikan ja korkeuden määrittäminen. (SFS-EN ISO 13857 s.18) s.21

Kuva11. Suoja-aidan reikäjako. (SFS-EN ISO 13857 s. 22) s.23

Kuva12. Uusi letkunrei'ityskone s.28

Taulukko 1. Sovelletut standardit. s.15

## 10 Lähteet

1. <https://yle.fi/uutiset/3-6839461>  
Flowrox pumppaa kovaa tulosta. Luettu syksyllä 2017.
2. EU konedirektiivi (2006/42/EY) 17.5.2006/Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400>  
Luettu kesällä 2017.
3. <https://www.sfs.fi/files/63/Koneturvallisuusesite2015web.pdf>  
Luettu kesällä 2017.

4. SFS-EN ISO 12100. Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen.  
Luettu kesällä 2017.
  
5. SFS-ISO/TR 14121-2. Koneturvallisuus. Riskinarviointi. Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä.  
Luettu kesällä 2017.
  
6. SFS-EN ISO 13857. Koneturvallisuus. Turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeelle.  
Luettu talvella 2017-2018.

Liite 5.

RISKIN ARVIOINTI

| Käyttäjä/tehtävä                                       | Vaara | Alustava arvio            |                     |                        | Riskin pienentämisen toimenpiteet | Jälkiarviointi            |                     |                        | Tila |
|--|-------|---------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------|------|
|  |       | Todennäköisyys<br>(0,1-1) | Vakavuus<br>(1-100) | Riskitaso<br>(0,1-100) |                                   | Todennäköisyys<br>(0,1-1) | Vakavuus<br>(1-100) | Riskitaso<br>(0,1-100) |      |
| Riskiä pienennettävä jos riskitaso on enemmän kuin 16! |       |                           |                     |                        |                                   |                           |                     |                        |      |

| Jäännösriski |           |
|--------------|-----------|
| Toimenpide   | Kommentti |
|              |           |
|              |           |
|              |           |
|              |           |
|              |           |
|              |           |

Mekaaniset

|                 |  |     |    |    |  |     |    |    |        |
|-----------------|--|-----|----|----|--|-----|----|----|--------|
| Koneen käyttäjä | Meistin väliin jääminen  | 0,3 | 60 | 18 | Suojukset koneen ympärille   | 0,1 | 60 | 6  | valmis |
|                 | Pyörivään letkuaihioon kiinni tarttuminen                      | 0,3 | 60 | 18 | Suojukset koneen ympärille ja letkuaihion päätyjen pyörimisromittaus     | 0,2 | 40 | 8  | valmis |
|                 | Kumipalan kimpoaminen tehdystä reiästä                         | 0,8 | 20 | 16 | Jonkinlainen ohjuri kuminpalloille, ja koneen suojukset                  | 0,3 | 10 | 3  | valmis |
|                 | Kaatuva kone/ koneen alle jääminen                             | 0,4 | 80 | 32 | Törmäyssuoja, kiinnitys  | 0,2 | 70 | 14 | valmis |
|                 | Kumipalan juuttuminen aihioon/meistiin -> koneen rikkoutuminen | 0,6 | 30 | 18 | Ohjuri kuminpalloille, ohjeistus, letkuaihion päätyjen pyörimisromittaus | 0,6 | 10 | 6  | valmis |
|                 | Pystyliikesyliinterin alle jääminen                            | 0,4 | 40 | 16 | Suojukset  | 0,3 | 30 | 9  | valmis |

Ergonomiasta johtuvat

|                                     |   |     |    |    |  |     |    |   |        |
|-------------------------------------|---|-----|----|----|--|-----|----|---|--------|
| Koneen käyttäjä, letkun käsittelijä | Letkuaihion nostosta ja käsittelystä aiheutuva fyysinen rasitus | 0,4 | 40 | 16 | Nostin aihion käsittelyyn. Nostimen käytön opastaminen ja valvonta | 0,2 | 40 | 8 | valmis |
|                                     |   |     |    | 0  |  |     |    | 0 |        |
|                                     |   |     |    | 0  |  |     |    | 0 |        |

Lämpötila-/melusta/häiriöistä aiheutuva

|  |  |  |  |   |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | 0 |  |  |  | 0 |  |
|  |  |  |  | 0 |  |  |  | 0 |  |
|  |  |  |  | 0 |  |  |  | 0 |  |

Sähköä

|  |  |  |  |   |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | 0 |  |  |  | 0 |  |
|  |  |  |  | 0 |  |  |  | 0 |  |
|  |  |  |  | 0 |  |  |  | 0 |  |

Materiaalit/ympäristö

|  |  |  |  |   |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | 0 |  |  |  | 0 |  |
|  |  |  |  | 0 |  |  |  | 0 |  |
|  |  |  |  | 0 |  |  |  | 0 |  |