



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Markus Lahtinen

Painetestiaseman kehitysprojekti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Insinööriytyö

28.11.2019

Tekijä Otsikko	Markus Lahtinen Painetestiaseman kehitysprojekti
Sivumäärä Aika	28 sivua 28.11.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Koneautomaatio
Ohjaajat	Lehtori Heikki Paavilainen Kunnossapitopäällikkö Henri Chi
<p>Insinööryö tehtiin kunnossapitopalveluita tarjoavalle Quant Sataservice Oy:lle. Työssä perehdyttiin käytössä olevan painetestiaseman toimintaan ja CE-merkintäkelpoisuuteen.</p> <p>Tavoitteena oli selvittää painetestiaseman CE-merkintään vaadittavat edellytykset sekä kehittää painetestiasemasta turvallisempi.</p> <p>Painetestiasemalle tehtiin tekninen dokumentointi, selvitettiin CE-merkintäkelpoisuuteen liittyvät muutokset ja tehtiin siihen liittyvä dokumentaatio. Työssä selvitettiin lainsäädäntö, direktiivit ja standardit, jotka koskevat painetestiasemaa. Painetestiasemalle tehtiin standardin SFS-EN ISO 12100 mukainen riskiarviointi ja toimenpiteet riskin pienentämiseen, sekä näihin liittyvä dokumentointi. Lisäksi painetestiasemalle laadittiin koneasetuksen mukaiset huolto- ja käyttöohjeet.</p>	
Avainsanat	Konedirektiivi, SFS-EN ISO 12100, riskiarviointi, koneasetus, CE-merkintä, painetestiasema, koneturvallisuus

Author Title	Markus Lahtinen Development of a Pressure Test Station
Number of Pages Date	28 pages 28 November 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Professional Major	Machine Automation
Instructors	Heikki Paavilainen, Senior Lecturer Henri Chi, Maintenance Manager
<p>The thesis was commissioned by Quant Sataservice Oy, which provides maintenance services. The thesis focused on the function of the test station in use, and the station's eligibility for the CE marking was examined as well.</p> <p>The aim was to clarify the conditions required by the CE marking of the pressure test station and to make it safer.</p> <p>Technical documentation was done for the pressure test station. The changes related to obtaining the CE marking were investigated and the required documentation was also composed. The thesis explored legislation, directives and standards concerning the pressure test station. Risk assessment according to the standard SFS-EN ISO 12100 was carried out with the pressure test station, and actions for reducing risks were performed. The required documentation was also done. In addition, maintenance and operating instructions were prepared for the pressure test station in accordance with the machine regulation.</p>	
Keywords	Machinery directive, SFS-EN ISO 12100, risk assessment, CE-marking, pressure test station, machine safety

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (400/2008)	2
2.1	Asetuksen tarkoitus ja soveltamisala	2
2.2	Soveltamisalan rajoitukset	2
2.3	Määritelmät	4
2.4	Markkinoille saattaminen ja käyttöön ottaminen	7
2.5	CE-merkintä	7
2.6	Yhdenmukaistettujen standardien käyttö	9
3	Työssä sovelletut standardit	9
3.1	SFS-EN ISO 12100	9
3.2	SFS-EN ISO 4413 Hydraulinen tehonsiirto	9
3.3	SFS-EN ISO 4414 Pneumaattinen tehonsiirto	10
4	Painetestiasema	10
5	Työn eteneminen	12
5.1	Työssä sovellettavien standardien selvitys	12
5.2	Koneen dokumentointi	13
5.3	Raja-arvojen määrittäminen	13
5.4	Vaarojen tunnistaminen	13
5.5	Riskien suuruuden arviointi	13
5.6	Riskien pienentäminen	16
5.7	Huolto- ja käyttöohjeiden laatiminen	16
5.7.1	Ohjeiden laatimisen yleiset periaatteet	17
5.7.2	Ohjeiden sisältö	17
5.8	Koneen teknisen dokumentoinnin luonti	20

6	Epäkohtia painetesterissä	20
6.1	Paineenrajoitus ja tarkoittamattomat paineet	21
6.2	Putkiasennelmat ja liittimet	21
6.3	Merkinnät	22
6.4	Kuljetettavuus ja ergonomia	24
6.5	Säiliö	24
6.6	Hätäpysäytys	25
7	Tulokset	26
8	Yhteenvedo ja pohdinta	26
	Lähteet	28

Lyhenteet

EN	Eurooppalainen standardi, joka perustuu ISOon.
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> , kansainvälinen standardisoimisjärjestö
PA	Polyamidi
PI-kaavio	Putkitus- ja instrumentointikaavio
SFS	Suomen Standardoimisliitto ry
SFS-EN	SFS yhtenevä EN:n kanssa
SFS-ISO	SFS yhtenevä ISO:n kanssa

1 Johdanto

Työn tausta

Tämä insinööriyö tehtiin Quant Sataservice Oy:lle ja tämän asiakasyritykselle. Työssä tutkitaan CE-merkintäkelpoisuutta ja konedirektiivin vaatimuksia painetesterin suunnittelussa. Projektin tavoitteena on selvittää painetestiaseman CE-merkintään vaadittavat edellytykset ja kirjata siihen liittyvä dokumentaatio.

Nykyinen painetesteri on muotoutunut ajan saatossa eri tarpeiden ja muutosten myötä. Alun perin oli vain hankittu käsipumppu, mutta koska pumppaaminen taajuusmuuttajaan oli niin työlästä, siihen lisättiin sähköpumppu. Sähköpumpulla neste saadaan kierrätettyä helposti jäähdytysputkistoon. Näiden kahden toimilaitteen ympärille oli sitten koottu putkisto, varolaitteet ja ohjauslaitteet. Koska painetesteriä on viety vaihe vaiheelta eteenpäin, sitä ei ollut ajateltu itsenäisenä koneena. Täten siihen ei ollut sovellettu konedirektiivin vaatimuksia.

Työ alkoi laitteen dokumentoinnilla. Ensin tehtiin PI-kaavio ja osaluettelo, jotta käsittelystä tulisi helpompaa. Seuraavaksi selvitettiin direktiivit, joiden alle painetesteri kuuluu, ja standardit, joista olisi apua suunnittelussa. Tästä jatkettiin standardin SFS-EN ISO 12100 -mukaisella riskiarvioinnilla, jotta saatiin selvitettyä mahdollisia normaalikäytön riskejä. Riskiarvioinnin jälkeen listattiin muutokset ja tehtiin käyttö- ja huolto-ohjeet.

Quant Finland & Baltics

Quant on kunnossapitopalveluita tarjoava kansainvälinen yritys. Se toimii yli 300 toimipaikassa eri puolilla maailmaa ja on toiminut yli 25 vuoden ajan.

Quant Finland & Baltics työllistää yhteensä noin 650 työntekijää ja on keskittynyt Suomen ja Baltian alueelle. Suomessa nimen alla toimii kolme eri yritystä; Quant Finland Oy, Quant sataservice Oy ja Quant Technologies Oy. Vuonna 2018 Quant osti Länsi- ja Etelä-Suomessa laajasti toimivan Sataservice Oy:n. Sataservicestä tuli osa Quantin Suomen ja Baltian yksiköitä. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (400/2008)

2 Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (400/2008)

Euroopan unionin alueella olevien koneiden pitää olla EU:n konedirektiivin 2006/42/EY vaatimusten mukaisia. Vaatimuksilla pyritään turvaamaan tuotteiden vapaa liikkuvuus ja tuotteiden turvallisuus. Vaatimukset ovat samat koko EU:n alueella. Suomessa direktiivi on pantu kansallisesti toimeen Koneasetus 400/2008 toimesta. (Tukes.)

Koneita varten on laadittu tietyt vähimmäisvaatimukset, joiden täytyy täytyä. Koneen täytyy olla suunniteltu ja rakennettu koneasetuksessa määriteltyjen terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Koneesta täytyy löytyä CE-merkintä ja koneasetuksen määrittelemät merkinnät, kuten koneen nimi ja yksilöintimerkinnät, sekä valmistajan nimi ja osoite. Konetta toimittaessa sen mukana täytyy olla asianmukaiset huolto- ja käyttöohjeet sekä EY-vaatimusten mukaisuusvakuutus. (Tukes.)

2.1 Asetuksen tarkoitus ja soveltamisala

Koneiden turvallisuutta koskevalla asetuksella pannaan täytäntöön Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY, joka on annettu koneista ja direktiivin 95/16/EY muuttamisesta. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1:1 §.)

Asetuksessa säädetään koneiden suunnitteluun ja rakentamiseen liittyviä olennaisia terveys- ja turvallisuusvaatimuksia, sekä niiden vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta, markkinoille saattamisesta ja käyttöön otosta. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1:1 §.)

Asetus kattaa seuraavat tekniset laitteet: koneet, vaihdettavat laitteet, turvakomponentit, nostoapuvälineet, nostoketjut, -köydet ja -vyöt, nivelakselit ja osittain valmiit koneet. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1:2.1-7 §.)

2.2 Soveltamisalan rajoitukset

Asetus sisältää seuraavat rajoitukset.

Asetusta ei sovelleta:

1) turvakomponentteihin, jotka on tarkoitettu käytettäväksi niiden kanssa identtisten komponenttien varaosina ja jotka ovat alkuperäisen koneen valmistajan toimittamia;

2) tivoleissa tai huvipuistoissa käytettäviin erikoiskoneisiin;

3) ydintekniseen käyttöön erityisesti suunniteltuihin tai otettuihin koneisiin, joissa syntyvä vika saattaa aiheuttaa radioaktiivisia päästöjä;

4) aseisiin, ampuma-aseet mukaan luettuina;

5) seuraaviin kulkuneuvoihin:

a) maatalous- ja metsätraktoreihin direktiivin 2003/37/EY soveltamisalaan kuuluvien riskien osalta, lukuun ottamatta näihin ajoneuvoihin kiinnitettyjä koneita;

b) moottoriajoneuvoihin ja niiden perävaunuihin, jotka kuuluvat moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen tyyppihyväksyntää koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä annetun neuvoston direktiivin 70/156/ETY soveltamisalaan, lukuun ottamatta näihin ajoneuvoihin kiinnitettyjä koneita;

c) ajoneuvoihin, jotka kuuluvat kaksi- ja kolmipyöräisten moottoriajoneuvojen tyyppihyväksynnästä annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2002/24/EY soveltamisalaan, lukuun ottamatta näihin ajoneuvoihin kiinnitettyjä koneita;

d) ainoastaan kilpailuihin tarkoitettuihin moottoriajoneuvoihin; ja

e) lento-, vesi- ja rautatieliikenteessä käytettäviin liikennevälineisiin, lukuun ottamatta näihin liikennevälineisiin kiinnitettyjä koneita;

6) merialuksiin ja liikkuviin avomeriyksiköihin sekä koneisiin, jotka on asennettu tällaisiin aluksiin tai yksiköihin;

7) erityisesti sotilaalliseen tai poliisin käyttöön suunniteltuihin ja rakennettuihin koneisiin;

8) tilapäistä laboratoriokäyttöä varten erityisesti tutkimukseen suunniteltuihin ja rakennettuihin koneisiin;

9) kaivoskuiluissa käytettäviin nostolaitteisiin;

10) koneisiin, jotka on tarkoitettu esiintyjien siirtämiseen taiteellisten esitysten aikana;

11) seuraaviin ryhmiin kuuluviin sähkö- ja elektroniikkatuotteisiin, sikäli kuin ne kuuluvat tietyllä jännitealueella toimivia sähkölaitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä annetun parlamentin ja neuvoston direktiivin 2006/95/EY soveltamisalaan:

- a) kotikäyttöön tarkoitetut kodinkoneet,
- b) audio- ja videolaitteet,
- c) tietotekniikan laitteet,
- d) tavanomaiset toimistokoneet,
- e) pienjännitteiset kytkin- ja ohjauslaitteet,
- f) sähkömoottorit; sekä

12) seuraaviin suurjännitelaitteisiin:

- a) kytkin- ja ohjauslaitteet,
- b) muuntajat.

Jos koneeseen liittyvästä vaarasta säädetään jotakin toista direktiiviä vastaavassa kansallisessa erityissäännöksessä, sovelletaan sitä tämän asetuksen sijasta.

(Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1:3.1-12 §.)

2.3 Määritelmät

Asetus määrittelee koneen, siihen liittyvät komponentit ja "osittain valmiin koneen" seuraavasti.

Tässä asetuksessa koneella tarkoitetaan 2 §:n 1 – 6 kohtien mukaisia teknisiä laitteita.

Seuraavia määritelmiä sovelletaan:

1) *koneella* tarkoitetaan:

- a) toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, jossa on tai joka on tarkoitettu varustettavaksi muulla kuin välittömällä ihmis- tai eläinvoimalla

toimivalla voimansiirtojärjestelmällä ja jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja joka on kokoonpantu erityistä toimintoa varten;

b) a alakohdassa tarkoitettua yhdistelmää, josta puuttuvat ainoastaan komponentit, joilla se liitetään paikan päällä tai kytketään voiman- tai käyntilähteisiin;

c) a tai b alakohdassa tarkoitettua yhdistelmää, joka on valmis asennettavaksi ja joka voi toimia vasta kun se on kiinnitetty liikennevälineeseen tai asennettu rakennukseen tai rakennelmaan;

d) a, b tai c alakohdassa tarkoitettujen koneiden tai 7 kohdassa tarkoitettujen osittain valmiiden koneiden yhdistelmiä, jotka on tiettyjä toimintoja varten järjestetty ja ohjattu toimimaan yhtenä kokonaisuutena;

e) toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja joka on kokoonpantu kuormien nostamista varten ja jonka ainoana voimanlähteenä on välitön ihmisvoima;

2) *vaihdettavalla laitteella* tarkoitetaan laitetta, jonka jo käyttöön otetun koneen tai traktorin käyttäjä itse kiinnittää kyseiseen koneeseen tai traktoriin sen toiminnan muuttamiseksi tai uuden toiminnon aikaansaamiseksi, jos tämä laite ei ole työkalu;

3) *turvakomponentilla* tarkoitetaan komponenttia:

a) joka toimii turvatoiminnon toteuttamiseksi;

b) joka on saatettu markkinoille itsenäisesti;

c) jonka vikaantuminen tai toimintahäiriö vaarantaa henkilöiden turvallisuuden; ja

d) joka ei ole välttämätön koneen toimimisen kannalta tai joka voidaan korvata tavanomaisilla komponenteilla koneen toimimiseksi. Viitteellinen luettelo turvakomponenteista on liitteessä V;

4) *nostoapuvälineellä* tarkoitetaan komponenttia tai laitetta, jota ei ole kiinnitetty nostolaitteeseen ja jonka avulla kuormaan voidaan tarttua ja joka on sijoitettu koneen ja kuorman väliin tai kiinnitetty itse kuormaan tai joka on tarkoitettu kuorman kiinteäksi osaksi ja joka on saatettu markkinoille erillisesti; raksien ja niiden komponenttien katsotaan myös olevan nostoapuvälineitä;

5) *nostoketjuilla, -köysillä ja -vöillä* tarkoitetaan nostamiseen osana nostolaitetta tai nostoapuvälinettä suunniteltuja ja rakennettuja ketjuja, köysiä ja vöitä;

6) *nivelakselilla* tarkoitetaan irrotettavaa komponenttia, joka on tarkoitettu voiman siirtämiseen omalla käyttövoimalla liikkuvan koneen tai traktorin ja toisen koneen välillä yhdistämällä ne ensimmäisen kiinteän laakerin kohdalta. Jos se saatetaan markkinoille suojuksineen, se on katsottava yhdeksi tuotteeksi;

7) *osittain valmiilla koneella* tarkoitetaan yhdistelmää, joka on melkein kuin kone, mutta joka ei sellaisenaan pysty suorittamaan erityistä toimintoa. Voimansiirtojärjestelmä on osittain valmis kone. Osittain valmis kone on ainoastaan tarkoitettu liitettäväksi toisiin koneisiin tai muihin osittain valmiisiin koneisiin tai laitteisiin tai koottavaksi niiden kanssa siten, että muodostuu sellainen kone, johon sovelletaan tätä asetusta;

8) *markkinoille saattamisella* tarkoitetaan koneen tai osittain valmiin koneen ensimmäistä asettamista saataville yhteisössä jakelua tai käyttöä varten joko maksua vastaan tai maksutta;

9) *valmistajalla* tarkoitetaan luonnollista tai oikeushenkilöä, joka suunnittelee tai valmistaa tämän asetuksen soveltamisalaan kuuluvan koneen tai osittain valmiin koneen ja on vastuussa siitä, että kyseinen kone tai osittain valmis kone on tämän asetuksen säännösten mukainen, jotta se voidaan saattaa markkinoille valmistajan omalla nimellä tai tuotemerkillä tai ottaa valmistajan omaan käyttöön. Edellä määritellyn valmistajan puuttuessa valmistajaksi katsotaan luonnollinen tai oikeushenkilö, joka saattaa markkinoille tai ottaa käyttöön tämän asetuksen soveltamisalaan kuuluvan koneen tai osittain valmiin koneen;

10) *valtuutetulla edustajalla* tarkoitetaan yhteisön alueelle sijoittautunutta luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, joka on saanut valmistajalta kirjallisen valtuutuksen tehdä tämän puolesta kaikki tähän asetukseen liittyvät velvoitteet ja muodollisuudet tai osan niistä;

11) *käyttöönnotolla* tarkoitetaan tämän asetuksen soveltamisalaan kuuluvan koneen käyttötarkoituksensa mukaista ensimmäistä käyttöä yhteisössä;

12) *yhdenmukaistetulla standardilla* tarkoitetaan teknistä eritelmiä, jonka eurooppalainen standardisoimisjärjestö (CEN), eurooppalainen sähköalan standardisoimisjärjestö (CENELEC) tai eurooppalainen telealan standardisoimisjärjestö (ETSI) on vahvistanut ja joka on hyväksytty komission antamalla valtuutuksella teknisiä standardeja ja määräyksiä ja tietoyhteiskunnan palveluja koskevia määräyksiä koskevien tietojen toimittamisessa noudatettavasta menettelystä annetussa Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 98/34/EY säädetyin menettelyin mukaisesti ja joka ei ole sitova; sekä

13) *olennaisilla terveys- ja turvallisuusvaatimuksilla* tarkoitetaan tämän asetuksen soveltamisalaan kuuluvien tuotteiden suunnittelua ja valmistusta koskevia pakollisia säännöksiä, joiden tarkoituksena on varmistaa henkilöiden ja joissakin tapauksissa kotieläinten terveys ja turvallisuus sekä omaisuuden ja soveltuvin osin ympäristön suojelun korkea taso.

(Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1:4.1–13 §.)

2.4 Markkinoille saattaminen ja käyttöön ottaminen

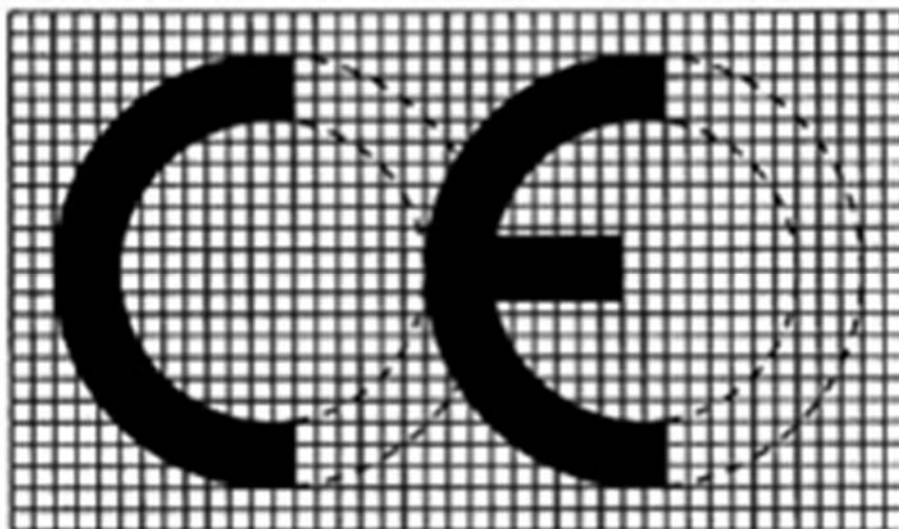
Valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on ennen koneen markkinoille saattamista tai käyttöönottoa varmistettava, että kone täyttää vaaditut terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Teknisen tiedoston täytyy myös olla käytettävissä. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 2:5.1–2§.)

Valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on ennen koneen markkinoille saattamista tai käyttöönottoa varustettava kone ohjeilla ja muilla tarvittavilla tiedoilla, sekä huolehdittava vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelystä. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 2:5.3–4§.)

Valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on ennen koneen markkinoille saattamista tai käyttöönottoa laadittava EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus ja varmistettava, että se on koneen mukana ja kiinnitettävä koneeseen CE-merkintä. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 2:5.5–6§.)

2.5 CE-merkintä

CE-merkinnällä tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja vakuuttaa, että tuote on EU:n direktiivien ja asetusten vaatimusten mukainen. CE-merkitty tuote saa liikkua vapaasti EU:n alueella. CE-merkki ei kuitenkaan tarkoita, että tuote olisi valmistettu EU:n alueella. Kirjainyhdistelmä CE tulee ranskankielisistä sanoista Con-formité Européenne, mikä tarkoittaa ”EU:n vaatimusten mukainen”. (Tukes.)



Kuva 1 CE-merkki

Jos tuotteessa ei ole lain edellyttämää CE-merkintää tai merkintä on vaatimusten vastainen, tuote voidaan määrätä poistettavaksi markkinoilta. CE-merkinnän väärinkäytöstä voidaan myös rangaista. (Tukes.)

CE-Merkintä ei ole asianmukainen, jos:

- 1) CE-merkintä on kiinnitetty tämän asetuksen perusteella tuotteisiin, jotka eivät kuulu tämän asetuksen soveltamisalaan;
- 2) kyseistä konetta koskeva CE-merkintä puuttuu tai EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus puuttuu; tai
- 3) koneeseen on kiinnitetty muu kuin CE-merkintä, ja tämä merkintä on kielletty 9 §:n 3 momentissa.

(Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1:1 §.)

Koneiden valvontaviranomaiset Suomessa ovat työssä käytettäviin koneisiin työsuojeluviranomaiset STM ja kuluttajakäyttöön tarkoitettuihin koneisiin Tukes. (Tukes.)

2.6 Yhdenmukaistettujen standardien käyttö

Koneen katsotaan täyttävän olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset, jos käytetyn yhdenmukaistetun standardin viitenumero on julkaistu Euroopan unionin virallisessa lehdessä. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 2:6§.)

3 Työssä sovelletut standardit

Tässä luvussa kerrotaan standardeista, joita on hyödynnetty painetestiaseman suunnittelussa. Koneturvallisuuteen liittyvät standardit jaetaan kolmeen eri ryhmään; A-, B-, ja C-tyyppin standardeihin. (Suomen Standardisoimisliitto.)

Yhdenmukaistetulla standardilla tarkoitetaan eurooppalaisten standardisoimisjärjestöjen CENin, CENELECin ja ETSin laatimaa standardia. Yhdenmukaistettujen standardien käyttö on vapaaehtoista. Suomessa yhdenmukaistetut standardit vahvistetaan SFS-standardeiksi. (Suomen Standardisoimisliitto.)

3.1 SFS-EN ISO 12100

SFS-EN ISO 12100 on A-tyyppin kansainvälinen standardi, joka määrittelee peruskäsitteet, periaatteet ja menetelmät turvallisuuden edistämiseksi koneiden suunnittelussa. Standardissa määritellään menetelmät riskin arviointiin ja pienentämiseen suunnittelijoiden avuksi. Standardissa kuvataan menetelmät vaarojen tunnistamiseksi ja riskien hallitsemiseksi koneen koko elinkaaren aikana. Standardin periaatteet perustuvat tietämykseen ja kokemukseen koneiden suunnittelusta. (Suomen Standardisoimisliitto.)

3.2 SFS-EN ISO 4413 Hydraulinen tehonsiirto

Tämä kansainvälinen standardi on standardissa ISO 12100 määriteltävä B-tyyppin standardiksi. Tämän kansainvälisen standardin vaatimuksia voidaan täydentää tai muuttaa C-tyyppin standardeissa. C-tyyppin standardissa esitettävät vaatimukset ovat ensisijaisia tässä B-tyyppin standardissa esitettäviin vaatimuksiin nähden niiden koneiden osalta, jotka kuuluvat kyseisen C-standardin soveltamisalaan ja

jotka on suunniteltu ja rakennettu kyseisen C-tyyppin standardin vaatimusten mukaisesti.

Hydraulisissa tehonsiirtojärjestelmissä teho johdetaan ja sitä säädellään suljetussa piirissä olevan paineen alaisen nesteen välityksellä.

3.3 SFS-EN ISO 4414 Pneumaattinen tehonsiirto

Tämä kansainvälinen standardi on standardissa ISO 12100 määriteltävä B-tyyppin standardi. Tämän kansainvälisen standardin vaatimuksia voidaan täydentää tai muuttaa C-tyyppin standardeissa. C-tyyppin standardissa esitettävät vaatimukset ovat ensisijaisia tässä B-tyyppin standardissa esitettäviin vaatimuksiin nähden niiden koneiden osalta, jotka kuuluvat kyseisen C-standardin soveltamisalaan ja jotka on suunniteltu ja rakennettu kyseisen C-tyyppin standardin vaatimusten mukaisesti.

Pneumaattisissa tehonsiirtojärjestelmissä teho johdetaan ja sitä säädellään piirissä olevan paineen alaisen ilman tai neutraalin kaasun välityksellä.

Pneumaattisten tehonsiirtojärjestelmien soveltaminen vaatii perinpohjaista yhteisymmärrystä ja tarkkaa tiedonvälitystä toimittajan ja tilaajan välillä. Tämä kansainvälinen standardi on laadittu edesauttamaan tätä yhteisymmärrystä ja tiedonvälitystä sekä kuvaamaan pneumaattisista järjestelmistä kokemusperäisesti opittuja useita hyviä käytäntöjä.

Tämän kansainvälisen standardin käyttäminen auttaa

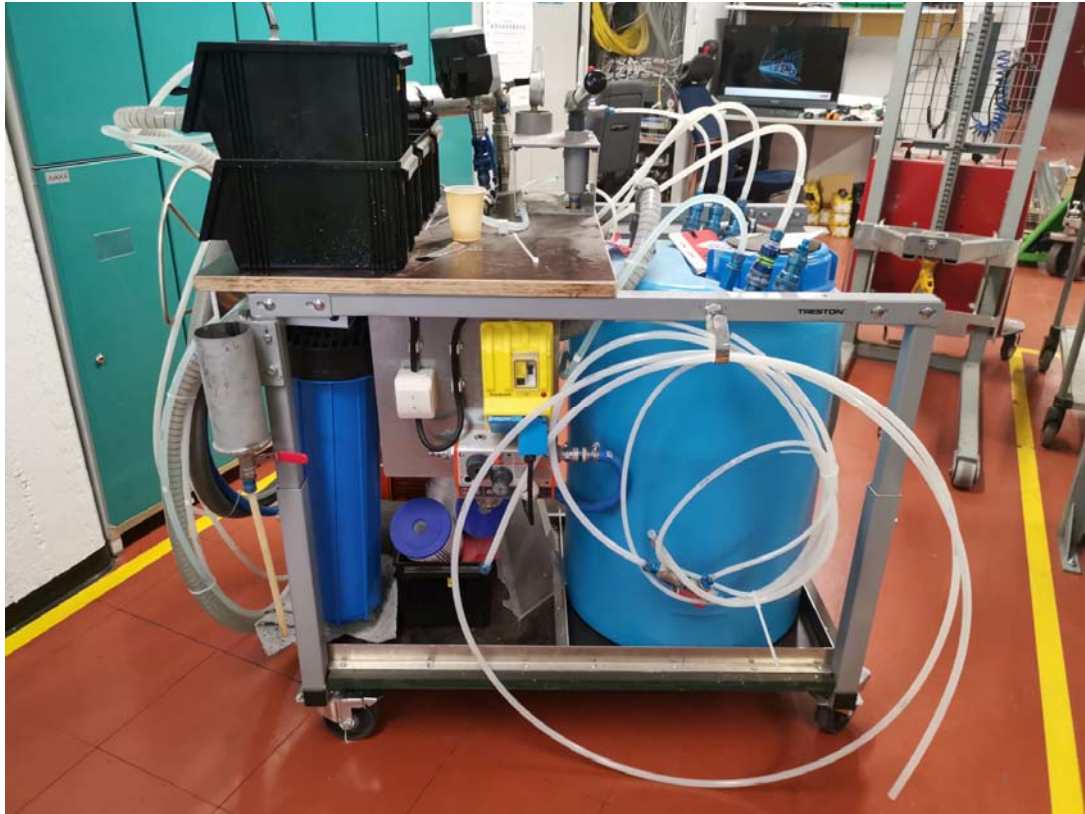
- a) tunnistamaan ja erittelemään pneumaattisia järjestelmiä ja komponentteja koskevat vaatimukset
- b) tunnistamaan niitä koskevat vastuualueet
- c) suunnittelemaan järjestelmät ja niiden komponentit erityisvaatimusten mukaisiksi
- d) ymmärtämään pneumaattista järjestelmää koskevat turvallisuusvaatimukset.

(Suomen standardisoimisliitto)

4 Painetestiasema

Kyseinen painetestiasema (kuva 2) on liikuteltava, taajuusmuuttajien nestejäähdytysjärjestelmän koeponnistukseen suunniteltu laite. Asema koostuu

kahdesta pumpusta; käsikäyttöisestä (kuva 3) ja sähkökäyttöisestä (kuva 3). Sähkökäyttöisellä pumpulla neste kierrätetään taajuusmuuttajan putkistoon, minkä jälkeen käsikäyttöisellä eli koepainepumpulla pumpataan haluttu paine.



Kuva 2 Alkuperäisessä kunnossa oleva painetestiasema



Kuva 3 Käsipumpuna eli koepainepumpuna käytetään ”Rothenberger RP 50 S.” -koepainepumppua.



Kuva 4 Sähköpumppu on malliltaan Isku Jet 2R.

Painetestilaitteessa pumppujen ympärille on luotu putkisto, ohjaus ja varolaitteisto. Putkisto on lähes kokonaan PA-putkea, lukuun ottamatta sellaisia osia, jotka eivät joudu paineenalaisiksi. Ohjaus tapahtuu vain käsiventtiilejä käyttämällä. Varolaitteisto koostuu lähinnä takaiskuventtiileistä.

5 Työn eteneminen

5.1 Työssä sovellettavien standardien selvitys

Sovellettaviksi standardeiksi valikoituivat SFS-EN ISO 12100, SFS-EN ISO 4413 ja SFS-EN ISO 4414. Kyseisten yhdenmukaisten standardien käytöllä varmistetaan, että olennaiset turvallisuusvaatimukset on huomioitu riskien kartoituksessa ja riskien pienentämisessä, sekä pneumatiikka- että hydraulikkasuunnittelussa.

5.2 Koneen dokumentointi

Painetestiasemaa ei ollut dokumentoitu millään tapaa, joten siitä piti aloittaa. Ensiksi piirrettiin PI-kaavio ja luotiin osaluettelo. Seuraavaksi määritettiin tekniset tiedot ja tarkoitettu käyttö. Tästä voitiin jatkaa raja-arvojen määrittämiseen.

5.3 Raja-arvojen määrittäminen

Raja-arvojen määrittämisessä tuli ottaa huomioon koko koneen elinkaaren vaiheet. Raja-arvot jaetaan neljään osaan; käyttöraajat, tilarajat, aikarajat ja muut raja-arvot. Kun raja-arvot olivat määritetty, ne lisättiin koneen teknisiin dokumentteihin. (SFS-EN ISO 12100 5.3.)

5.4 Vaarojen tunnistaminen

Vaarojen tunnistamisessa tulee ottaa huomioon koneen koko elinkaari. Suunnittelijan tulee ottaa huomioon ihmisten vuorovaikutus koneeseen, koneen toimintatila ja käyttäjän tarkoitamaton käyttäytyminen tai kohtuudella ennakoitavissa oleva koneen väärinkäyttö. (SFS-EN ISO 12100 5.4.)

Vaarojen listaus alkoi kirjaamalla koneen elinkaaren eri vaiheet kokoonpano, käyttö, huolto ja purku. Tämän jälkeen oli mietittävä jokaisen elinkaaren vaiheen eri työvaiheet. Kun listaukset olivat valmiina, täytyi miettiä riskien suuruudet.

5.5 Riskin suuruuden arviointi

Riskin suuruuden arviointi aloitetaan tutkimalla sen osatekijöitä. Osatekijöitä ovat vahingon vakavuus ja esiintymistodennäköisyys. Vakavuuden suuruutta voidaan arvioida vammojen vakavuudella ja vahingon laajuudella. Esiintymistodennäköisyyden arviointiin

vaikuttavia seikkoja ovat henkilöiden altistuminen vaaroille, vaarallisten tapahtumien esiintyminen, sekä mahdollisuudet välttää tai rajoittaa vahinkoa. (SFS-EN ISO 12100 5.5.)

Riskin suuruuden arviointiin käytettiin standardissa SFS-ISO/TR 14121-2 esitettyä numeerista pisteytystä. Numeerisissa pisteytystyökaluissa on kaksi tai useampi muuttuja, jotka jaetaan useisiin luokkiin. Jokaiselle muuttujalle valitaan luokka ja tämän jälkeen yhdistetään. (SFS ISO/TR 14121-2 6.4.1.)

Painetesterin tapauksessa arvioitiin vahingon suuruus väliltä 1-100 ja riskin todennäköisyys väliltä 0.1–1. Taulukoista 1 ja 2 näkee muuttujien luokat. Arvojen määrittämisen jälkeen riskin merkitysarvo saatiin kertomalla suuruus ja todennäköisyys. Riskin merkitysarvon luokitukset on kerrottu taulukossa 3.

Taulukko 1 Riskin seurauksen arvioinnissa käytössä ollut seurausten arviointitaulukko

Seuraukset	Kuvaus (esimerkkejä)	Arvo
Vähäisiä seurauksia	Ei seurauksia	1
	Naarmuja tai mustelmia (laastari riittää), ei tarvita käyntiä ensiavussa, työtä voi jatkaa	10
Kipua ja työstä poissaoloa aiheuttavia vammoja	Suurehkoja haavoja (laastari ei riitä, käynti ensiavussa voi olla tarpeen), enintään muutaman päivän poissaolo töistä, pienehkö sijoiltaanmeno (tukiside riittää), huimausta, pahaa oloa	20
	Lyhyehköä sairaalahoitoa vaativat vammat (parantuu ennalleen)	30
	Pala pois sormesta (luut eivät vahingoitu)	40
	Käden tai jalan pitkien luiden murtuminen (pitkä sairausloma, parantuu lähes ennalleen), vaikea sijoiltaanmeno (nivelsiderepeämä)	50
Vakavia vammoja. Työssä jatkaminen voi hankaloitua	Silmän menettäminen, pienempi palovamma, raajan toimintakyvyn heikkeneminen (voimattomuus, nivelten pienentynyt liikealue)	60
	Pahoja ruhjevammoja (luunmurtumia, sairaalahoitoa), huomattava kuulon heikentyminen, palovamma, sormen menettäminen	70
Vakavia pysyviä vammoja. Työssä jatkaminen on mahdotonta tai hyvin vaikeaa	Raajan (käden tai jalan) menettäminen (amputoituminen), kahden tai useamman sormen menettäminen tai toimintakyvyn menettäminen (sormi jää jäykäksi)	80
	Neliraajahalvaus, alaraajojen halvautuminen, sokeutuminen, pitkäaikainen tajuttomuus (kooma), pysyvä aivovamma	90
Kuolema	Kuolema	100

Taulukko 2 Riskin todennäköisyyden arvioinnissa käytössä ollut taulukko

Todennäköisyys		
Kuvaus		Arvo
Erittäin epätodennäköinen, ei pitäisi käytännössä tapahtua. Esimerkiksi tämän tyyppinen rakenneosa ei koskaan vikaannu niin, että seurauksena olisi vaarallinen tapahtuma. Ihmisen tekemä virhe ei ole mahdollinen.		0,1
Hyvin epätodennäköinen, kuitenkin ajateltavissa. Voi tapahtua, mutta käytettävissä ei ole tietoa, että sellainen olisi joskus sattunut.		0,2
Hyvin epätavallinen. Tiedetään kuitenkin tapahtuneen jossain, mahdollisesti toisessa yrityksessä.		0,3
Epätavallinen. Tiedetään tapahtuvan satunnaisesti, mutta tapahtumista ei normaalisti odoteta.		0,4
Tapahtuminen ja tapahtumatta jääminen ovat yhtä todennäköisiä.		0,5
Mahdollinen. Vaaratilanteita tiedetään tapahtuvan koneen elinkaaren aikana.		0,6
Todennäköinen. Tapahtuminen ei ole epätavallista tai yllättävää.		0,7
Usein tapahtuva ja odotettavissa oleva. Vaaratilanne esiintyy usein koneen käytön ja kunnossapidon sekä muiden toimintojen aikana.		0,8
Tapahtuu lähes varmasti, tapahtumatta jääminen olisi yllättävää. Esim. tarkasteltavan tyyppistä rakenneosaa ei ole tehty kyseisen kaltaiseen sovellukseen. Se vikaantuu koneen käyttöiän aikana niin, että seurauksena on vaarallinen tapahtuma.		0,9
Tapahtuminen on käytännössä varma koneen elinkaaren aikana		1

Taulukko 3 Riskin merkityksen luokittelussa käytössä ollut taulukko.

Riskin merkitys:		Käytössä oleva kone	
Arvo	Luokitus	Toimenpide	PLr
0,1...5	Vähäinen	Ei tarvita toimenpiteitä	a
6...15	Siedettävä	Seuranta ja valvonta ja myöhemmin tehtävä uudelleen arviointi ovat tarpeen. Käyttökokemuksia ja käytännön turvallisuusongelmia on aktiivisesti seurattava.	b
16...28	Kohtalainen	On ryhdyttävä toimenpiteisiin riskien vähentämiseksi. Suunniteltujen toimenpiteiden toteuttamiselle on tehtävä aikataulu.	c
29...48	Merkittävä	Työtä ei saa aloittaa ennen kuin riskiä on vähennetty ainakin kohtalaiseksi. Jos meneillään olevassa työssä havaitaan merkittävä riski, on harkittava työn teon keskeyttämistä. Jos työtä jatketaan, riskien poistamiseen on varattava riittävästi voimavaroja ja toteutettava riskien vähennys kiireellisesti.	d
49...100	Sietämätön	Työtä ei saa aloittaa ja mahdollisesti käynnissä oleva työ on keskeytettävä Ellei riskiä saada riittävästi vähennettyä, työn teon on pysyttävä kiellettyinä.	e

5.6 Riskien pienentäminen

Riskin suuruuden arvioinnin jälkeen suunniteltiin toimenpiteet ja muutokset riskien pienentämiseksi. Standardissa SFS-EN ISO 12100 kohdassa 6 riskin pienentäminen jaetaan kolmeen askeleeseen.

Ensimmäisessä askeleessa pyritään poistamaan vaarat tai pienentämään riskejä koneen rakenneosien sopivalla valinnalla ja/tai altistuneiden henkilöiden ja koneen vuorovaikutustavan avulla. (SFS-EN ISO 12100 6.1.)

Jos ensimmäisen askeleen toimenpiteitä ei pystytä tekemään tai ne eivät pienennä riskiä, siirrytään toiseen askeleeseen. Siinä voidaan käyttää suojausteknisiä toimenpiteitä ja täydentäviä suojaustoimenpiteitä. Näitä voivat olla esimerkiksi suojukset ja turvalaitteet. (SFS-EN ISO 12100 6.1.)

Kolmas askel eli ”käyttöä koskevat tiedot” on seuraava askel, jos askeleista yksi ja kaksi huolimatta jäljelle jää riskejä. Näitä kuvataan jäännösriskeiksi ja ne on yksilöitävä konetta koskevissa tiedoissa. (SFS-EN ISO 12100 6.1.)

5.7 Huolto- ja käyttöohjeiden laatiminen

Painetesterille laadittiin huolto- ja käyttöohjeet. Ohjeiden tulee olla, joko yhdellä tai useammalla sen valtion kielellä, jossa kone saatetaan markkinoille tai otetaan käyttöön. Koneen mukana on oltava alkuperäiset ohjeet. Poikkeus ovat kunnossapito-ohjeet, jotka on tarkoitettu valtuutettujen asiantuntijoiden käyttöön, voidaan toimittaa kyseisen yhteisen kielellä, jota kyseiset asiantuntijat ymmärtävät. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1.7.4.)

Ohjeiden laatimisen yleiset periaatteet ovat listattuna seuraavassa kappaleessa. Ohjeiden sisällöstä, joka on listattu kappaleessa 8.7.2 luotiin tarkastuslistatyylinen Excel-taulukko, jossa kaikki kohdat käytiin kohta kohdalta läpi. Näin varmistuttiin, että ohjeet ovat riittävän kattavat.

5.7.1 Ohjeiden laatimisen yleiset periaatteet

Asetuksessa linjataan seuraavat periaatteet ohjeiden laatimiseen.

a) Ohjeet on laadittava yhdellä tai useammalla yhteisön virallisella kielellä. Valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan tarkistamassa yhdessä tai useammassa käännöksessä on oltava maininta "alkuperäiset ohjeet".

b) Jos "alkuperäisiä ohjeita" ei ole saatavana sen maan yhdellä tai useammalla virallisella kielellä, jossa konetta on määrä käyttää, valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan tai koneen kyseiselle kielialueelle tuovan henkilön on tehtävä ohjeista käännös kyseiselle yhdelle tai useammalle kielelle. Näissä käännöksissä on oltava maininta "alkuperäisten ohjeiden käännös".

c) Ohjeissa on otettava huomioon paitsi koneen tarkoitettu käyttö myös sen kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö.

d) Siinä tapauksessa, kun kone on tarkoitettu muiden kuin ammattihenkilöiden käyttöön, käyttöohjeet on sanamuodoltaan ja ulkoasultaan laadittava ottaen huomioon se yleinen koulutustaso ja harkintakyky, mitä kohtuudella voidaan sellaisilta käyttäjiltä edellyttää.

(Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1.7.4)

5.7.2 Ohjeiden sisältö

Jokaisessa ohjekirjassa on tarvittaessa oltava vähintään seuraavat tiedot:

a) valmistajan ja tämän valtuutetun edustajan toiminimi ja täydellinen osoite;

b) koneen nimi siinä muodossa kuin se on itse koneeseen merkittynä lukuun ottamatta sarjanumeroa (katso 1.7.3. kohta);

c) EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus tai asiakirja, jossa esitetään itse EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa olevat tiedot ja josta käyvät ilmi koneen ominaisuudet, mutta jossa ei välttämättä ole sarjanumeroa ja allekirjoitusta;

d) koneen yleinen kuvaus;

e) piirustukset, kaaviot, kuvaukset ja selitykset, jotka ovat koneen käytön, huollon ja korjauksen sekä sen oikean toiminnan tarkistamisen kannalta tarpeelliset;

- f) kuvaus yhdestä tai useammasta työskentelypaikasta, jota koneen käyttäjät mahdollisesti käyttävät;
- g) koneen tarkoitetun käytön kuvaus;
- h) varoitukset koneen kielletyistä käyttötavoista, joita kokemuksen perusteella saattaa esiintyä;
- i) koneen kokoonpano-, asennus- ja kytkentäohjeet, joihin sisältyvät piirustukset, kaaviot ja kiinnitysvälineitä koskevat tiedot sekä sellaisen rungon tai rakenteen kuvaus, jolle kone on tarkoitettu asentaen;
- j) asennusta ja kokoonpanoa koskevat ohjeet, joiden tarkoituksena on melun tai värinän vaimentaminen;
- k) koneen käyttöönottoa ja käyttöä koskevat ohjeet ja tarvittaessa käyttäjien kouluttamista koskevat ohjeet;
- l) tietoja sellaisista jäännösriskeistä, joita on jäänyt jäljelle toteutetuista luontaisesti turvallisista suunnittelutoimenpiteistä, suojausteknisistä toimenpiteistä ja täydentävistä suojaustoimenpiteistä huolimatta;
- m) ohjeita suojaustoimenpiteistä, jotka käyttäjän on toteutettava, mukaan luettuina tarvittaessa ohjeet henkilönsuojaimista;
- n) koneeseen kiinnitettävissä olevien työkalujen olennaiset ominaisuudet;
- o) olosuhteet, joissa kone täyttää vakavuutta koskevan vaatimuksen sen käytön, kuljetuksen, kokoonpanon ja purkamisen aikana sekä ollessaan poissa käytöstä, sille tehtävien testien aikana tai ennakoitavissa olevan rikkoutumisen yhteydessä;
- p) koneen kuljetuksen sekä sen käsittely- ja varastointitoimenpiteiden turvallisuuden varmistamista koskevat ohjeet, joissa ilmoitetaan koneen ja sen eri osien massat, jos niitä on säännöllisesti kuljetettava erikseen;
- q) menettelytavat, joita on noudatettava onnettomuus- tai rikkoutumistilanteessa; jos koneen tukkeutuminen on todennäköistä, menettelytapa, jolla laitteet voidaan turvallisesti vapauttaa;
- r) niiden säätö- ja kunnossapitotoimenpiteiden erittely, jotka käyttäjän olisi tehtävä, sekä sellaiset ennaltaehkäisevän kunnossapidon toimenpiteet, jotka olisi otettava huomioon;
- s) ohjeet, joiden tarkoituksena on säätöjen ja kunnossapidon turvallinen toteuttaminen, myös tiedot suojaustoimenpiteistä, jotka olisi toteutettava tällaisten toimenpiteiden aikana;

t) sellaisten varaosien erittelyt, joita on käytettävä, kun niillä on merkitystä käyttäjien terveyden ja turvallisuuden kannalta;

u) seuraavat tiedot ilmassa etenevistä melupäästöistä:

- A-painotettu päästöäänepainetaso työskentelypaikoilla, jos se ylittää 70 dB(A). Jos tämä taso ei ylitä 70 dB(A), siitä on ilmoitettava,

- C-painotettu äänenpaineen huippuarvo työskentelypaikoilla, jos se ylittää 63 Pa (130 dB vertailuarvo 20 µPa),

- koneen synnyttämä A-painotettu äänitehotaso, jos A-painotettu päästöäänepainetaso työskentelypaikoilla ylittää tason 80 dB(A).

Edellä mainitut arvot ovat joko kyseisen koneen todellisuudessa mitattuja arvoja, tai ne määritetään mittauksista, jotka on tehty teknisesti vertailukelpoiselle koneelle, joka riittävästi edustaa valmistettavaa konetta.

Erittäin suuren koneen kyseessä ollessa A-painotetun äänitehotason asemesta voidaan ilmoittaa A-painotetut päästöäänepainetasot nimetyissä paikoissa koneen ympärillä.

Jos yhdenmukaistettuja standardeja ei sovelleta, äänitasot on mitattava käyttäen koneelle sopivinta mittausmenetelmää. Melupäästöarvoja ilmoitettaessa on näihin arvoihin liittyvä epävarmuus aina yksilöitävä. Mittausten toimintaolosuhteet ja mitauksessa käytetyt menetelmät on kuvattava.

Jollei yhtä tai useampaa työskentelypaikkaa ole määritelty tai ei voida määritellä, A-painotetut äänenpainetasot on mitattava yhden metrin etäisyydeltä koneesta ja 1,60 metrin korkeudelta lattiasta tai kulkutasosta. Suurimman äänenpaineen paikka ja lukuarvo on ilmoitettava.

Jos yhteisön erityisdirektiiveissä säädetään muita äänenpainetasojen tai äänitehotasojen mittausta koskevia vaatimuksia, on sovellettava kyseisiä direktiivejä eikä tämän kohdan vastaavia säännöksiä;

v) jos kone todennäköisesti aiheuttaa ionisoimatonta säteilyä, joka voi vahingoittaa henkilöitä, ja erityisesti henkilöitä, joilla on aktiivinen tai ei-aktiivinen implantoitava lääkinnällinen laite, tiedot, jotka koskevat koneen käyttäjään ja altistuviin henkilöihin kohdistuvaa säteilyä.

(Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1.7.4.2)

5.8 Koneen teknisen dokumentoinnin luonti

Lopuksi luotiin kaikki tehty materiaali yhdeksi tekniseksi dokumentiksi. Teknisestä dokumentoinnista löytyvät seuraavat kohdat:

- "Tarkistuslistat" koneen suunnittelun työvaiheista ja ohjeiden sisällöstä.
- Standardit ja direktiivit, joita koneen suunnittelussa on käytetty.
- PI-Kaavio ja osaluettelot nykyisessä kunnossa olevasta ja muutoksien jälkeisessä kunnossa olevasta.
- Raja-arvot ja koneen tekniset tiedot.
- Riskiarvioinnit sisältäen riskin pienennys toimenpiteet ja taulukot, joita käytettiin kyseisessä riskiarvioinnissa.
- Lisäksi dokumentointiin lisättiin lista painetesteriin tehtävistä muutoksista ja kustannusarvio.

Projektin dokumentointi tehtiin sellaiseksi, että sitä on helppo jatkossa käyttää pienin muutoksin muihin ja/tai tuleviin painetestiasemiin.

6 Epäkohtia painetesterissä

Tähän lukuun on koottu painetesterin läpikäynnissä havaittuja epäkohtia. Tarkoitus ei ole käydä koko painetesteriä läpi, vaan pelkästään epäkohdat, sillä se helpottaa kokonaiskuvan hahmottamista tässä vaiheessa.

6.1 Paineenrajoitus ja tarkoittamattomat paineet

Taajuusmuuttajille tehtävät testit tehdään 10 tai 15 barin paineella. Käytännössä paineen pystyy pumppaamaan paljon suuremmaksi, esimerkiksi huolimattomuudesta tai mittari-
viasta johtuen.

Suojausmenetelmänä ylipainetta vastaan tulee käyttää yhtä tai useampaa paineenrajoitusventtiiliä, jotka tulee sijoittaa siten, että painetta rajoitetaan järjestelmän kaikissa osissa (SFS-EN ISO 4413 5.2.2.).

Kyseisen painetesterin tapauksessa paineenrajoitusventtiili tulee lisätä heti koepaine-
pumpun jälkeen.

6.2 Putkiasennelmat ja liittimet

Liittiminä käytössä oli Feston CK -sarjan liittimet. Niitäkään ei suositeltu käyttämään kuin 10 bariin asti, mutta pienen selvityksen jälkeen selvisi, että liittinten heikko paineenkesto johtui tiivistyksestä. Valmistaja ei myöskään suosittele käyttämään liittimiä muulla kuin ilmalla tai puhtaalla vedellä. (Festo.)

Käytössä olevat PA-putket ovat ns. "puolikovia" eli putkia, joilla on pieni letkumainen joustavuus. Letkuasennelman vaurioitumisesta johtuvan piiskamaiseen iskuun ei ole varauduttu.

Letkuasennelma tulee kiinnittää ja/tai on suojattava sopivilla menetelmillä. Jos tämä ei ole mahdollista on siitä ilmoitettava jäännösriksissä. (SFS-EN ISO 4413 5.4.6.5.3.)

PA-putket ovat ToppTuben mallia PA11P40 11.5/9. Puolikovaputken ulkohalkaisija on 11.5 mm ja sisähalkaisija 9 mm. Juuri kyseistä kokoa ei löytynyt luettelosta, eikä kyse-
lyihini vastattu, joten vaihtoehtona oli käyttää heikomman putken arvoja ja suosituksia. Taulukosta löytyi kyseiselle putkelle suosituskäyttöpaine 13 bar, eli liian vähän. Lisäksi osassa putkistoa valmistajan määrittelemä minimitaivutussäde oli alitettu. (Taulukko 4.)

Taulukko 4 Toppiputkien käyttöpainet

Polyamidiputkien käyttöpainet (bar) varmuuskertoimella 3 (kolme)														
Materiaali		PA11				PA11P40 PA12P40 PA10				PA11F15			Paino g/m	Taivutus säde min.mm
Putkimitat mm		Lämpötila °C				Lämpötila °C				Lämpötila °C				
ulko	sisä	23	40	60	80	23	40	60	80	23	40	60		
9,0	7,0	28	20	15	12	16	12	9	8	10	7	6	26,4	64
9,0	4,0	86	60	46	37	51	37	29	24	33	24	19	53,6	54
9,0	6,0	45	32	24	19	26	19	15	12	17	12	10	37,1	54
9,5	5,5	60	42	32	26	35	25	20	16	23	17	13	49,5	57
9,5	6,4	44	31	24	19	26	19	15	12	16	12	9	40,6	57
9,5	7,5	26	18	14	11	15	11	9	7	10	7	6	28,0	72
10,0	6,0	56	39	30	24	33	24	19	16	21	15	12	52,8	60
10,0	7,0	39	27	21	17	23	17	13	11	15	11	9	42,1	60
10,0	7,5	32	22	17	14	19	14	11	9	12	9	7	36,1	63
10,0	8,0	25	18	14	11	14	10	8	7	9	6	5	29,7	80
10,5	7,5	37	26	20	16	22	16	13	10	14	10	8	44,5	63
11,0	9,0	22	15	12	9	13	9	7	6	8	6	5	33,0	98
11,0	8,0	35	25	19	15	21	15	12	10	13	9	7	47,0	66
12,0	10,0	20	14	11	9	12	9	7	6	7	5	4	36,3	118
12,0	8,0	45	32	24	19	26	19	15	12	17	12	10	66,0	72
12,0	9,0	32	22	17	14	19	14	11	9	12	9	7	52,0	75
12,7	9,5	32	22	17	14	19	14	11	9	12	9	7	58,6	79

Komponentit on valittava siten, että ne toimivat omien raja-arvojen puitteissa ja ovat turvallisia. Komponentit ja putkisto on valittava siten, että ne toimivat luotettavasti järjestelmän normaaleissa käyttötilanteissa. (SFS-EN ISO 4413 5.2.1.1.)

Komponenttien ja putkistojen tulee olla asennettu valmistajan ohjeiden ja suositusten mukaisesti, ellei testaus tai käyttökokemus muuten osoita kelpollisiksi muita komponentteja, sovelluksia tai asennuksia. (SFS-EN ISO 4413 5.2.1.2.)

Putket ja liittimet tulee suunnitella uudelleen, siten että otetaan huomioon valmistajan antamat raja-arvot ja asennusohjeet.

6.3 Merkinnät

Painetestiasemassa ei ole juuri minkäänlaisia merkintöjä. Merkinnät auttavat ymmärtämään prosessia ja ehkäisemään erehdyksistä. Lisäksi merkinnät varoittavat vaaroista ja muistuttavat turvavarusteiden käytöstä.

Koneissa tulee olla käyttöä, säätöä huoltoon koskevat kilvet ja/tai ohjekilvet (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 3.6.1).

Väärin liitosten välttämiseksi on putket ja letkut merkittävä selkeästi. (SFS-EN ISO 4413 5.4.6.1.4).

Eri merkinnät ovat listattu laitteen tekniseen dokumenttiin. Merkinnät koostuvat tunnistus-, toiminta-, turvallisuus- ja varoitusmerkinnöistä. Ne ovat selitettynä esimerkein seuraavissa neljässä kappaleessa.

Tunnistusmerkinnät

Komponenttien, putkien ja liitoksien on oltava merkitty piirikaavion mukaisesti. Esimerkiksi käsiventtiilit merkitään HV-X (Hand Valve), takaiskuventtiilit CV-X (Check Valve) ja putkistot P-X (Pipe).

Toimintamerkinnät

Esimerkiksi venttiilien toiminta-asennot merkitään selkeästi. Venttiilien kahvoissa tulee lukea selkeästi venttiilien asennot (ON/OFF). Jos mahdollista, merkit tulee laittaa myös selkeämmin esimerkiksi tasoon, jonka päällä venttiilit sijaitsevat.

Turvallisuusmerkinnät

Merkataan tarvittavat turvallisuusmaininnat esimerkiksi suojalasipakosta ja suojavaatteiden vaatimuksista.

Varoitusmerkinnät

Varoitusmerkeillä varoitetaan vaarasta kuten painesuihkusta, joka voi syntyä liittimen hajoamisesta.

6.4 Kuljetettavuus ja ergonomia

Vaikka laite on suunniteltu kuljetettavaksi, sen kuljetettavuutta ei ollut suunniteltu sen tarkemmin, kuin vain hitsaamalla vahvat renkaat käytettäväksi. Itseasiassa renkaitakaan ei ollut kiinnitetty valmistajan tarkoittamalla tapaa.

Testerin kuljettamista varten ei ole selvää kohtaa, josta kärryä voisi työntää, eikä nostokohtia ole merkattu, tuskin edes suunniteltu.

6.5 Säiliö

Säiliön tuentana käytettiin vain noin 2 cm leveää kulmarautaa, eikä säiliön kaatumiseen ollut varauduttu. Huomioitavana on, että putkisto pitää säiliötä ikään kuin paikallaan, mutta tämäkään ei ole sallittua. Säiliön huohottimena käytetään korkkia, johon on tehty reikä, josta säiliöön kasautunut paine pääsee purkautumaan (kuva 5).



Kuva 5 Säiliön huohottimena toimiva korkki

Täyttöaukot tulee varustella tiivistetyllä ja lukituilla kansilla, jotka estävät epäpuhtauksien sisäänkäynnin. Myös täytön aikainen likaantuminen on estettävä suodatuksella tai muin tavoin. (SFS-EN ISO 4413 5.4.5.2.3.2.)

6.6 Hätäpysäytys

Painetesteriä ei ole varustettu hätäpysäytyslaitteistolla. Koneessa tulisi olla yksi tai useampi hätäpysäytyslaite, joiden avulla vaaratilanne voidaan torjua tai pysäyttää. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1.2.4.3.)

Hätäpysäytyslaitteisto ei ole pakollinen, jos se ei vähennä riskiä siksi, että se ei lyhennä pysäytysaikaa, tai siksi, että se ei mahdollista niitä toimintoja, joita riskin hallitsemiseksi tarvitaan. Tai jos kone on käsin kannateltavissa ja/tai -ohjattavissa. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1.2.4.3.)

Hätäpysäytyslaitteen on oltava selkeästi tunnistettavissa ja näkyvillä ohjaimilla, jotka ovat nopeasti käytettävissä. Sen on pysäytettävä vaarallinen prosessi mahdollisimman nopeasti aiheuttamatta muita riskejä. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1.2.4.3.)

Painetesterissä hätäpysäytys on suunniteltava siten, että se pysäyttää sähköpumpun, jotta virtaus saadaan pysähtymään. Paineen vapautukseen hätäpysäytystä ei ilmeisesti tarvita, sillä suurin paine purkautuu mahdollisen vaurion yhteydessä, eikä hätäpysäytys siten nopeuta vaaratilanteen poistumista.

Hätäpysäytyslaitteisto ei saa olla kuitenkaan muiden suojaustoimenpiteiden korvaaja, vaan hätäpysäytyksen tulee olla täydennys muulle suojaukselle. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 1.2.4.3.)

7 Tulokset

Lopputuloksena painetesterin poikkeamista saatiin laadittua 30 kohdan lista. Lähes kaikki poikkeamiin johtaneet syyt on kirjattu lukuun 6. Nämä epäkohdat tulee poistaa, ennen kuin painetestiaseman CE-merkinnässä voidaan mennä eteenpäin.

Painetestiasemalle tehtiin riskiarviointi standardin SFS-EN ISO 12100 mukaisesti, sekä laadittiin 16-sivuinen käyttöohje ja 11-sivuinen huolto-ohje. Ohjeet eivät kuitenkaan tulleet täysin valmiiksi, sillä painetestiasemaan ei tehty muutoksia tämän insinööriyön aikana. Tämä vaikuttaa ohjeisiin siten, että tarvittavia kuvia valmiista painetestiasemasta ei voitu ottaa.

Ohjeet ja tekninen dokumentti jätettiin sellaisiksi, että niitä on helppo jatkaa painetestiaseman edetessä.

8 Yhteenveto ja pohdinta

Insinööriyön tavoitteina oli selvittää painetestiaseman CE-merkintään vaadittavat edellytykset ja myös kehittää painetestiasemasta turvallisempi. Työ sisälsi paljon lainsäädännön, direktiivien ja standardien selvitystä.

Työ oli hyvin laaja ja painetestiasemaa koskeva dokumentointi oli vain lähinnä osien tilausvahvistuksia. Dokumentoinnin luonnin yhteydessä sai selkeän kuvan painetestiaseman toiminnasta, sillä esimerkiksi PI-kaavion luonnissa painetesteri käytiin "osa osalta" lävitse. Periaatteessa vasta kun kone oli dokumentoitu, voitiin aloittaa varsinainen selvitystyö.

Koneen epäkohtien kirjaus aloitettiin osittain jo ennen riskiarviointia. Tällaisia epäkohtia olivat lähinnä käyttäjiltä ja kunnossapitohenkilöstöltä saatu palaute. Jälkikäteen mietittynä olisi ollut parempi vain tehdä ensin kattava riskiarviointi ja sitten vasta puuttua epäkohtiin. Tämä olisi pitänyt ajatuksen työn etenemisestä paremmin koossa.

Projekti onnistui mielestäni hyvin, sillä tavoitteisiin päästiin. Harmikseni painetestiaseman lopullinen kohtalo jäi minulta näkemättä. CE-merkinnän vaatimustenmukaisuustodistusta ei päästy minun aikanani kirjoittamaan, sillä tarvittavia muutoksia painetestiasemaan ei tehty. Kyseinen projekti oli myös "pilotti" muille olemassa oleville painetestiasemille ja tuleville painetestiasemille.

Lähteet

Festo. 2019. *Quick Connector CK-1/4-PK-6*. [Viitattu 12.10.2019] Saatavissa: <http://xdki.festo.com/xdki/xDKI.asp>.

Quant Service historia [Viitattu 12.10.2019]. Saatavissa: <https://quantservice.fi/yritys/>.

Quant Servicen ja Sataservicen yrityskauppa [Viitattu 12.10.2019] Saatavissa: <https://quantservice.fi/uutiset/quant-finland-oy-yritysosto-sai-vahvistuksen/>.

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

SFS-EN ISO 4413. Hydraulinen tehonsiirto. Järjestelmiä sekä niiden komponentteja koskevat yleiset periaatteet ja turvallisuusvaatimukset Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

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

Suomen Standardisoimisliitto. *Yhdenmukaistetut Standardit*. [Viitattu 1.10.2019] Saatavissa: https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/uusi_lahestymistapa_-_new_approach/yhdenmukaistetut_standardit.

Tukes. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. *Koneita koskevat vaatimukset*. [Viitattu 26.8.2019]. Saatavissa: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/koneet>.

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008