

MODUULI B+D:N MUKAINEN LAATUKÄSIKIRJA

Mattila Jaana

Opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Jaana Mattila	Vuosi	2020
Ohjaaja	TkL, IWE, IWI-C Timo Kauppi		
Toimeksiantaja	Norrhydro Oy		
Työn nimi	Moduuli B+D:n mukainen laatukäsikirja		
Sivu- ja liitesivumäärä	29		

Opinnäytetyön tarkoituksena oli antaa lukijalle tietoa siitä, mitä moduulin B (tuotantotyyppi)+ D mukainen sarjatuotanto vaatii painelaitedirektiivin (2014/68/EU) sekä standardin SFS-EN 13445 osalta.

Norrhydro Oy:lle valmistettu laatukäsikirja oli selvitystyö, ja sen tavoitteena oli tuottaa painelaiteluokan IV mukainen ISO 9001 sertifioitu laatukäsikirja, jotta painelaitteita voidaan valmistaa itsenäisesti ilman auditoijan toistuvaa kappalekohtaista hyväksyntää.

Laatukäsikirjassa aineistona käytettiin painelaitelain, SFS:n standardien, painelaitedirektiiviin sekä Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ohjeistuksia ja säädöksiä.

Tulokseksi saatiin valmis laatujärjestelmäkuvaus, joka toimii oppaana ja neuvona Norrhydro Oy:lle paineakkujen valmistuksessa

Opinnäytetyön johtopäätöksenä oli, että valmistettavat paineakkujen on oltava laaditun turvallisuusvaatimusten mukaisia ja Norrhydro Oy:n on otettava huomioon muutokset painelaitteen suunnittelussa, ominaisuuksissa sekä muutoksissa yhdenmukaistetuihin standardeihin, joiden mukaiset vaatimukset paineakkujen on jatkossa täytettävä.

Avainsanat

paineakut, laatujärjestelmä, painelaitedirektiivi, painelaitteet

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Jaana Mattila	Year	2020
Supervisor	Lic. (Tech.), IWE, IWI-C Timo Kauppi		
Commissioned by	Norrhydro Oy		
Subject of thesis	Quality Manual according to Module B+D		
Number of pages	29		

The purpose of the thesis was to provide the reader with information on what is required for series production according to the module B (production type) + D with regard to the Pressure Equipment Directive (2014/68 / EU) and the standard SFS-EN 13445.

The quality manual prepared for Norrhydro Oy was an investigation assignment, and its aim was to produce an ISO 9001 certified quality manual in accordance with pressure equipment class IV, so that the pressure equipment could be manufactured independently without the auditor's repeated item-by-piece approval.

The Quality Manual used the Pressure Equipment Act, SFS standards, the Pressure Equipment Directive and the guidelines and regulations of the Finnish Safety and Chemicals Agency.

The result was a completed quality system description, which serves as a guide and advice for Norrhydro Oy in the manufacture of pressure accumulators.

The conclusion of the thesis was that the pressure accumulators to be manufactured must comply with the prepared safety requirements and Norrhydro Oy must consider changes in the design, properties and changes in the harmonized standards, according to which the pressure accumulators must meet the requirements in the future.

Key words pressure accumulators, quality system, pressure equipment directive, pressure equipment

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Opinnäytetyön tavoitteet	6
1.2	Työn rajausta	6
2	PAINELAITE JA VALMISTAJAN VELVOLLISUUDET	8
2.1	Painelaite	8
2.2	Painelaitteiden luokittelu	9
2.3	Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt.....	10
2.4	Valmistaja	12
2.5	Valmistajan velvollisuuksia	12
3	PAINELAITTEEN SUUNNITTELU	13
3.1	Turvallisuus.....	13
3.2	Riskinarviointi ja käsittely	14
3.3	Tarkastukset	14
3.4	Valmistus- tai laatusuunnitelma	15
4	TUOTANTO	16
4.1	Tuotantoprosessien kelpuus	16
4.2	Vastaanotto ja varastointi.....	16
4.3	Tunnistus ja jäljitettävyys	16
4.4	Sahaus.....	17
4.5	Kokoonpano.....	17
5	TUOTANNON AIKAINEN TARKASTUS JA MITTAUS	18
5.1	Mittaus, analysointi ja parantaminen.....	18
5.2	Valvonta.....	18
6	PAINEKOE	19
6.1	Koeponnistus	19
6.2	Vastuu.....	19
6.3	Nestepainekokeen suoritus.....	19
6.4	Hyväksymisperusteet.....	20
6.5	Painekokeen jälkeinen tarkastus	20
6.6	Painekokeen asiakirjat.....	20

7	MERKINTÄ JA VAKUUTUS.....	21
7.1	Merkintä.....	21
7.2	Merkintämenetelmät	21
7.3	Nimikirje	21
7.3.1	Merkintöjen sisältö.....	22
8	CE-MERKINTÄ.....	24
9	LOPPUARVIOINTI.....	25
9.1	Sisältö	25
10	LAATUJÄRJESTELMÄ KÄYTÄNNÖSSÄ.....	26
11	POHDINTA.....	27
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET	29

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä käsitellään yleisesti paineakkujen sarjatuotantoa sekä sitä, mitä valmistajan täytyy ottaa huomioon ennen valmistusta ja sen aikana. Valmistaja voi hakea EU-tyyppitarkastustodistusta yksittäisille valmistettaville painelaitteille, mutta painelaitelain mukaan sarjavalmistus vaatii erikseen vaatimustenmukaisuuden osoittamisen arviointimenettelyyn, riippuen siitä, mihin luokkaan painelaite kuuluu. Moduuli D:n mukaisessa laatukäsikirjassa ei tarvitse esitellä tuotteen suunnitteluvaihetta.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on rovaniemeläinen Norrhydro Oy.

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteet ovat seuraavat:

- 1) tutustuttaa lukijan B (tuotantotyyppi)+D moduulin mukaiseen painelaitteen valmistamiseen.
- 2) antaa alustavat tiedot ja ohjeistukset sille, että paineakkuja voidaan valmistaa turvallisesti noudattaen standardia SFS-EN 13445 sekä painelaitte-direktiiviä (2014/68/EU).
- 3) Toimeksiantajalle tehtävässä laatukäsikirjassa käydään yksityiskohtaisesti läpi kaikki työvaiheet, jotka takaavat vaatimuksenmukaisen sarjatuotannon.

Lopputuloksena syntyvä laatukäsikirja on kooste tiedoista, joiden avulla toimeksiantaja pystyy muodostamaan kokonaiskuvan siitä, mitä on otettava huomioon, jotta paineakut ovat turvallisia valmistaa ja käyttää koko niiden käyttöiän ajan.

1.2 Työn rajaus

Opinnäytetyö rajoittuu laatukäsikirjan vaatiman dokumentaation selvittämiseen ja siihen mitä vaatimustenmukaisuuden osoittaminen moduulien B(tuotantotyyppi)

+ D mukaan vaatii. Opinnäytetyöstä rajataan pois paineakkujen suunnittelu ja hit-saus

2 PAINELAITE JA VALMISTAJAN VELVOLLISUUDET

2.1 Painelaite

”Painelaite on kiinteäseinäinen suljettu tekninen kokonaisuus, jonka sisältämän kaasun tai nesteen paine on ympäristön painetta suurempi. Painelaitteita ovat muun muassa höyry- ja kuumavesikattilat, säiliöt ja putkistot, varolaitteet ja paineenalaiset lisälaitteet.” (Enmac 2020.)

Painelaitteiden käyttö lisää merkittäviä riskejä liittyen henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkoihin, ja näin ollen painelaitteiden suunnittelua, valmistusta ja käyttöä on säädelty standardeilla ja direktiiveillä. Painelaitedirektiivin, PED 2014/68/EU, sekä painelaitelain 6.12.2016/1144, tarkoituksena on varmistaa painelaitteiden turvallisuus laitteen koko elinkaaren ajan. (Enmac 2020.)

”Painelaitedirektiiviä on sovellettava sellaisten painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien suunnitteluun, valmistukseen ja vaatimustenmukaisuuden arviointiin, joissa suurin sallittu käyttöpaine on yli 0,5 bar.” (Enmac 2020)

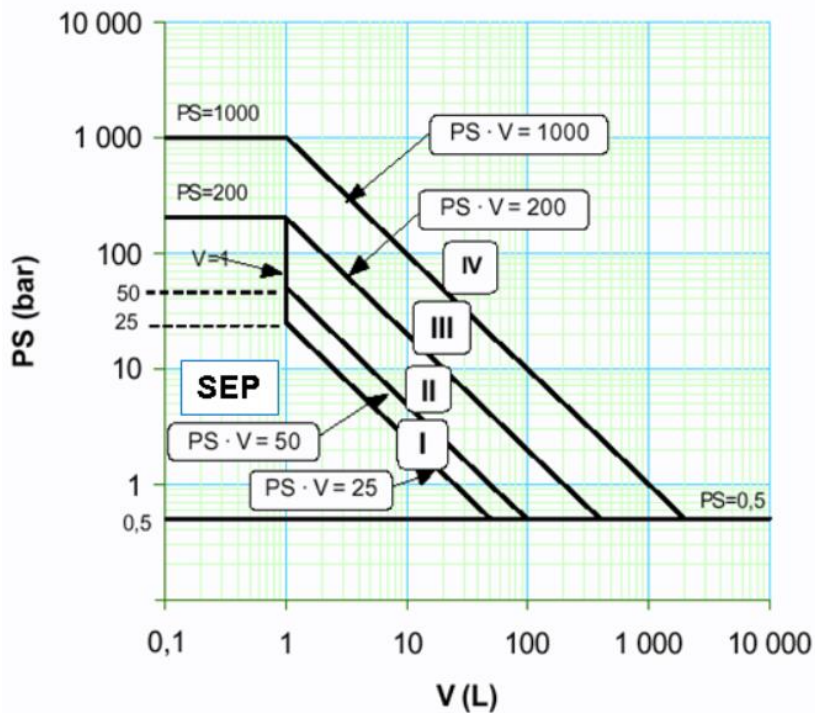
Markkinoille valmistettavien painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien pitää täyttää lainmukaiset turvallisuusvaatimukset, myös käytön aikana. Painelaitteista ei saa aiheutua vaaraa tai riskiä kenenkään terveydelle, turvallisuudelle eikä omaisuudelle. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) valvoo näiden tavoitteiden toteutumista. (Tukes 2020.)

”Ensisijainen vastuu painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien vaatimustenmukaisuudesta on niiden valmistajilla, mutta lainsäädäntö asettaa velvollisuuksia myös muille talouden toimijoille, kuten maahantuojille ja jakelijoille (myyjille) varmistaa osaltaan velvoitteiden toteutuminen.” (Tukes 2020)

”Painelaitteiden valmistuslainsäädäntö on EU-lainsäädäntöä ja perustuu EU:n painelaitedirektiiviin (PED). Säädökset täyttävä painelaite tai laitekokonaisuus CE-merkitään, jonka jälkeen se voidaan saattaa markkinoille EU- ja ETA-alueella tai se voidaan ottaa käyttöön asennuspaikalla.” (Tukes 2020)

2.2 Painelaitteiden luokittelu

Ennen painelaitteen suunnittelua ja valmistusta pitää määrittellä luokka, mihin painelaite kuuluu, ja sen luokitus määrittää tarvittavat vaatimukset. Painelaitteet jaetaan neljään eri paineluokkaan, jotka määräytyvät painelaitteen tyypin, suurimman sallitun käyttöpaineen, tilavuuden, sisällön olomuodon ja vaarallisuuden mukaan. Mitä vaarallisempaa painelaitteen sisältö ja mitä kovempi paine on, sitä korkeammat vaatimukset laitteiden suunnittelulle ja valmistamiselle on määritetty. (Enmac 2020.)



Kuva 1. Painelaitteiden luokittelu (Tukes 2020)

Painelaitteet voidaan luokitella kasvavan vaaran ja paineen mukaan luokkiin I – IV (Kuva 1). Painelaitedirektiivissä on 9 erilaista määritelmää erityyppisille painelaitteille, joiden perusteella painelaitteen luokka määräytyy. Norrhydro Oy:lle valmistettavat paineakut kuuluvat luokkaan IV ja luokkien I – IV painelaitteiden on täytettävä painelaitedirektiivin olennaiset turvallisuusvaatimukset.

Vaatimuksenmukaisuuden arviointimenettely, joka voi olla yksittäinen moduuli tai moduuliyhdistelmä ja tässä tapauksessa B (tuotantotyyppi) +D, perustuu paineluokitukseen.

”Luokittelussa ovat määräävinä tekijöinä:

- painelaitteen tyyppi: säiliö, putkisto, höyryn tai ylikuumennetun veden tuotannon painelaite, paineenalainen lisälaite tai varolaite
- sisällön luokittelu kaasuksi tai nesteeksi
- sisällön vaarallisuus: ryhmän 1 vai ryhmän 2 sisältö
- suurin sallittu käyttöpaine (PS) ja tilavuus (V) tai nimellisuuruus (DN) tapauksesta riippuen.” (Tukes 2020.)

2.3 Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt

”Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely (moduuli tai moduuliyhdistelmä) määräytyy painelaitteen luokan perusteella (Taulukko 1). Luokissa on käytettävissä useita vaihtoehtoja. Moduulin valintaan voi vaikuttaa luokan lisäksi myös esim. tuotantomuoto, eli valmistetaanko painelaitteita yksittäis- tai sarjatuotantona sekä mahdolliset tilaajan vaatimukset. Valmistaja voi käyttää myös vaativamman luokan arviointimenettelyä.” (Tukes 2020.)

Paineluokat I-IV:

I = Moduuli A

II = Moduuli A1, D1, E1

III = Moduuli B(suunnittelutyyppi)+ D, Moduuli B(suunnittelutyyppi)+ F, Moduuli B (tuotantotyyppi)+ E, Moduulit B + C1 ja H

IV =Moduulit B(tuotantotyyppi) + D, B + F, G, H1

”Moduulit (moduuliparit) jakautuvat suunnittelu- ja tuotantovaiheisiin. Luokkien II – IV moduuleissa on arviointeihin liittyviä tehtäviä sekä valmistajalle että ilmoitetulle laitokselle. Ilmoitetun laitoksen osuus arvioinneista kasvaa luokan kasvaessa. Vaativimmat painelaitteet kuuluvat luokkaan IV. Luokan I moduulissa A ”sisäinen tuotannonvalvonta” valmistaja varmistaa ja vakuuttaa itsenäisesti moduulin edellyttämät arvioinnit.” (Tukes 2020.)

”Painelaitteiden valmistukseen on käytettävissä useita laatujärjestelmämoduuleja (D/D1, E/E1, H/H1). Tällöin ilmoitettu laitos hyväksyy valmistajan laatujärjestelmän ja valvoo sen noudattamista. Käyttäjien tarkastuslaitos voi suorittaa ilmoitetun laitoksen tehtävät moduuleissa A2, C2, F ja G.” (Tukes 2020.)

Taulukko 1. Paineluokat ja niitä vastaavat moduulit ja moduuliyhdistelmät (CR 13445-7 2002, 20)

ARVIOINTIMENETTELY (MODUULI)		KUVAUS
A	Sisäinen tuotannonvalvonta	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat ja tekee loppuarvioinnin
A2	Sisäinen tuotannonvalvonta ja valvotut painelaitetarkastukset satunnaisin väliajoin	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat ja tekee loppuarvioinnin, jota ilmoitettu laitos valvoo
B	EU-tyyppitarkastus - tuotantotyyppi	Ilmoitettu laitos tarkastaa tyyppin vaatimustenmukaisuuden
	EU-tyyppitarkastus - suunnittelutyyppi	Ilmoitettu laitos tarkastaa suunnitelman vaatimustenmukaisuuden
C2	Sisäiseen tuotannonvalvontaan perustuva tyyppimukaisuus ja satunnaisin väliajoin suoritettavat valvotut painelaitetarkastukset	Valmistaja tekee loppuarvioinnin, jota ilmoitettu laitos valvoo
D	Tuotantoprosessin laadunvarmistukseen perustuva tyyppimukaisuus	Valmistaja soveltaa valmistuksessa, testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
D1	Tuotantoprosessin laadunvarmistus	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat sekä soveltaa valmistuksessa testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
E	Painelaitteiden laadunvarmistukseen perustuva tyyppimukaisuus	Valmistaja soveltaa testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
E1	Painelaitteiden lopputarkastuksen ja testauksen laadunvarmistus	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat sekä soveltaa testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
F	Painelaitteen tarkastukseen perustuva tyyppimukaisuus	Ilmoitettu laitos tekee tuotekohtaisen loppuarvioinnin
G	Yksikkökohtaiseen tarkastukseen perustuva vaatimustenmukaisuus	Ilmoitettu laitos tekee tuotteen suunnitelma- ja loppuarvioinnin
H	Täydelliseen laadunvarmistukseen perustuva vaatimustenmukaisuus	Valmistaja soveltaa suunnittelussa, valmistuksessa, testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
H1	Täydelliseen laadunvarmistukseen ja suunnittelun tarkastukseen perustuva vaatimustenmukaisuus	Valmistaja soveltaa suunnittelussa, valmistuksessa, testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos. Lisäksi ilmoitettu tekee suunnitelmataarkastuksen ja valvoo loppuarviointia

2.4 Valmistaja

”Valmistajalla tarkoitetaan luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, joka valmistaa, suunnitteluttaa tai valmistuttaa painelaitteen tai laitekokonaisuuden ja markkinoi kyseistä painelaitetta tai laitekokonaisuutta omalla nimellään tai tavaramerkillään tai käyttää sitä omiin tarkoituksiinsa.” (Painelaitelaki 1144/2016, 2 §.)

”Käytännössä määritelmä edellyttää, että painelaitetoimituksen osapuolet kirjaa- vat tilaukseen tai toimitussopimukseen painelaitteen tai laitekokonaisuuden vastuun valmistajan. Vastuun valmistaja voi olla vain yksi. Valmistajan vastuulla on huolehtia, että painelaite tai laitekokonaisuus täyttää kaikkien sitä koskevien EU-direktiivien ja asetusten vaatimukset.” (Tukes 2020.)

2.5 Valmistajan velvollisuuksia

Painelaitteen valmistaja sitoutuu noudattamaan lainsäädäntöä:

- ”Laatii vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn (moduulin) edellyttämät tekniset asiakirjat, vastaa valitun vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn asianmukaisesta soveltamisesta ja olennaisten turvallisuusvaatimusten täyttymisestä.
- Kiinnittää CE-merkinnän ja laatii EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen.
- Säilyttää tekniset asiakirjat ja EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen 10 vuotta laitteiden markkinoille saattamisesta.
- Merkitsee painelaitteeseen tai laitekokonaisuuteen asianmukaiset tunnistetiedot ja yhteystiedot sekä varmistaa, että siihen on liitetty käyttöohjeet ja turvallisuustiedot.” (Tukes 2020.)

3 PAINELAITTEEN SUUNNITTELU

Valmistajan pitää soveltaa hyväksyttyä laatujärjestelmää tuotannossa, lopputarkastuksessa ja testauksessa, ja varmistaa ja vakuuttaa, että kyseiset painelaitteet ovat EY-tyyppitarkastustodistuksen tai EY suunnitelmatarkastustodistuksen mukaisia (CR 13445-7 2002, 20).

Valmistajan on huolehdittava siitä, että sarjatuotantoon suunnitellut ja valmistetut paineakut ovat olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaisia. Valmistajan on otettava huomioon muutokset paineakkujen suunnittelussa ja ominaisuuksissa, sekä muutokset yhdenmukaistetuissa standardeissa tai muissa teknisissä eritelmissä, joiden mukaiset vaatimukset painelaitteen on täytettävä. (Painelaitelaki 1144/2016, 19 §.)

3.1 Turvallisuus

Painelaitteistoa suunnitellessa mahdolliset riskitekijät ja vaarat pitää eliminoida. Painelaitteet pitää suunnitella niin, että ne kestävät käyttötarkoituksen vastaavia kuormituksia ja otetaan huomioon ennakoitavat olosuhteet. ”Huomioon on otettava mm. sisäinen ja ulkoinen paine, ympäristön lämpötila ja käyttölämpötila, tuulesta aiheutuvat kuormat, korroosio ja tukien, kiinnikkeiden ja putkistojen aiheuttamat voimat ja momentit.” (Enmac 2020.)

”Painelaitteen riittävän kestävyuden varmistamiseksi painelaitteiden suunnittelu ja mitoitus perustuu yleensä lujuuslaskentaan. Laskennassa käytetään varmuuskertoimia, joilla voidaan poistaa mm. valmistuksesta, materiaalin ominaisuuksista ja käyttäytymisestä sekä jännityksistä johtuvat epävarmuustekijät.” (Enmac 2020.)

3.2 Riskinarviointi ja käsittely

Paineakut on suunniteltava, rakennettava, asennettava ja varustettava ottaen huomioon kaikki merkittävät vaarat ja riskit, joita voi syntyä, kun paineakut pystytetään, testataan ja käytetään valmistajan ohjeiden mukaisesti tai ne ovat kohuudella ennakoitavissa. Valmistajan on analysoitava tällaiset vaarat ennen paineakkujen suunnittelua. (Painelaitedirektiivin 2014/68/EU soveltamisohjeet, 201.)

Paineakkujen toimintaan liittyvien tavanomaisten vaarojen lisäksi on otettava huomioon seuraavat vaarat:

- korroosio ja kemiallinen hyökkäys
- kuluminen
- ulkoinen tulipalo
- paineakkujen ennakoitavissa oleva väärinkäyttö. (SFS SFS-EN 13445-1:2014/A2:2018, 7.)

Jos paineakkuihin on tarkoitus asentaa turvatarvikkeita, paineakut on varustettava tarvittavilla liitännöillä tällaisia lisävarusteita varten. (SFS SFS-EN 13445-1:2014/A2:2018, 7)

3.3 Tarkastukset

Valmistajan on varmistettava, että kaikki suunnitteluvaiheessa tarkastetut ja hyväksytyt paineakkujen rakennepiirustukset ja valmistusmenetelmät ovat käytettävissä asianomaisissa työpisteissä, ja varmistettava että valmistuksessa niitä noudatetaan täysin.

Tarkastusasiakirjoihin on dokumentoitava oikeiden ja soveltuvien menettelyjen käyttö ja/tai piirustukset, joista ilmenee tarkastusajankohdan revisiotunnukset.

3.4 Valmistus- tai laatusuunnitelma

Ennen tuotantoa valmistajan on tehtävä yksityiskohtainen valmistus- tai laatusuunnitelma. Suunnitelma ilmaisee tarkastus- ja näytteenottokohtat sekä testausvälin. Suunnitelmassa on oltava toimintaohjeet hylkäämisestä tai korjauksesta ja uudelleen tarkastamisesta sekä tunnistettavissa oleva kohta, jossa hylätyt osat esiintyvät. (SFS-EN 13445-5 2014, 92.)

Suunnitelman on varmistettava seuraavaa:

- paineakkujen valmistuksessa käytetyt materiaalit ovat spesifioitujen materiaalistandardien mukaiset
- kaikki muuttujat valmistusmenetelmässä, jotka vaikuttavat säiliön eheyteen määritetään, valvotaan ja tarkastetaan
- säiliön testaus ja tarkastus tehdään vähintään standardissa annetussa laajuudessa käyttäen sopivia tarkastusmenetelmiä
- valmistajan tarkastustoiminnot on selvästi määritetty. (SFS-EN 13445-5 2014, 92.)

4 TUOTANTO

Valmistaja valvoo valmistusvaiheita laatimalla ja käyttämällä työohjeita ja kunnossapidettyjä laitteita, sekä kalibroituja ja tarkoitukseen sopivia mittausvälineitä. Lisäksi noudatetaan ennalta määriteltyjä prosesseja tuotteiden toimittamiseen. Jokainen työntekijä on vastuussa tuottamansa tuotteen tarkastuksesta päästäessään sen etenemään tuotantoprosessissa.

4.1 Tuotantoprosessien kelpuutus

Organisaation pitää kelpuuttaa kaikki työohjeet varmistuakseen niiden toimivuudesta täyttämään sopimuksen vaatimukset, ja organisaation sisäisessä kelpuutuksessa ammattitaitoiset henkilöt tarkastavat prosessin toimivuuden.

Mikäli prosessia ei kelpuuteta, siihen tehdään tarvittavat parannukset korjausehdotusten perusteella ja se kelpuutetaan uudestaan. Hylätyt raaka-aineet ja komponentit siirretään niille tarkoitetulle paikalle mahdollista ostoreklamaatiota varten. Henkilöstö pätevoidetään jatkuvan koulutuksen ja seurannan avulla. Valmistaja ylläpitää pätevyysrekisteriä, johon merkitään kunkin työtehtävän erityisosaaminen.

4.2 Vastaanotto ja varastointi

Vastaanottotarkastuksella varmistetaan, että toimitettu erä on määrältään ja laadultaan tilauksen mukainen ja että se täyttää yrityksen tuotteiltaan vaatiman yleisen laatutason. Mikäli tavara ei täytä siihen liittyvän tilauksen ja teknisten asiakirjojen vaatimuksia, ei kyseistä materiaalia oteta tuotantoon.

4.3 Tunnistus ja jäljitettävyys

Valmistajan on ylläpidettävä valmistuksessa käytettävien materiaalien tunnistusjärjestelmää niin, että painekuormituksen alaisten ja niihin pysyvästi hitsattujen materiaalien alkuperä voidaan valmiissa työssä tunnistaa. Tämä koskee myös hitsauslisäaineita. (SFS-EN 13445-4 2014, 18.)

Materiaalien jäljitettävyyden varmistamista, mukaan lukien merkintöjen siirrot, on suoritettava koko valmistuksen ajan ja jäljitettävyyden menetelmä, joka on standardissa EN 13445-4:2014 hyväksytty, dokumentoidaan (ts. suorat merkinnät ovat nähtävissä valmiissa painesäiliössä, suorat koodatut merkinnät säiliössä tai taulukoissa tai esimerkiksi kaaviopiirroksessa). Lopullisten asiakirjojen on sisällettävä kaikki tämän standardin vaatimat materiaalitodistukset. (SFS-EN 13445-5 2014, 26.)

Kaikki paineakut ja materiaalit täytyy merkitä seuraavin tiedoin:

- valmistajan tunnus
- laitteen tunnus
- käyttöarvojen ja lämpötilojen raja-arvot

4.4 Sahaus

Tarkoitus on ohjata ja opastaa valmistajan ainesmateriaalin paloittelua sahaamalla siten, että katkaisu onnistuu aina eikä vääränlaatuista ja -mittaista materiaalia joudu tuotantoon, ottaen huomioon myös työvarat ja varmistamalla samalla leimansiirto.

4.5 Kokoonpano

Laatukäsikirjassa on tarkoitus opastaa ja varmistaa kokoonpanovaiheen työt siten, että tuote täyttää sille asetetut vaatimukset. On muistettava, että kokoonpanovaihe on viimeinen vaihe, jossa kaikki osat voidaan vielä nähdä ja todeta niiden laatu sekä mittatarkkuus. Kokoonpano toimii laadunvarmistuspisteenä.

5 TUOTANNON AIKAINEN TARKASTUS JA MITTAUS

5.1 Mittaus, analysointi ja parantaminen

Mittaus-, analysointi- ja parantamisprosessien avulla osoitetaan tuotteiden ja toimintajärjestelmän vaatimustenmukaisuus, minkä avulla toimintaa parannetaan jatkuvasti. Näitä toimenpiteitä seurataan johtoryhmän kokouksissa. Mikäli havaitaan tarpeita mittaus-, analysointi- tai parantamisprosesseille, johtoryhmä päättää niiden käyttöönotosta yhdessä laatuvaastaavan kanssa.

Mittaamisella, analysoinnilla ja parantamisella pyritään myös tukemaan ja valvomaan valmistusta. Tuotteiden vaatimustenmukaisuuden saavuttamiseksi määritellään tuotekohtaisia speksejä. Asetettuihin tavoitteisiin pääsyä seurataan järjestelmällisesti.

5.2 Valvonta

Mittalaitteiden valvontamenettely ja ohjeet mittalaitteiden ja kalibrointiajankohdan merkitsemiseen on kuvattu toimeksiantajalle tehdyssä erillisessä työhjeessä. Mittavälineet on suojattava huolellisesti käsittelyn, huollon ja varastoinnin aikana.

6 PAINEKOE

6.1 Koeponnistus

Kaikki painelaitteisiin suoritetaan koeponnistus valmiin tuotteen eheyden osoittamiseksi. Koeponnistus on osa loppuarviointia ja normaalisti siinä käytetään nestepainekoetta. Jos nestepainekoe ei sovellu kyseiseen painelaitteeseen, se voidaan korvata: kaasupainekokeella tai yhdistetyllä neste-kaasupainekokeella.

6.2 Vastuu

Koeponnistus suoritetaan valvotuissa olosuhteissa, sopivin turvatoimin ja laittein niin, että kokeesta vastuussa olevat henkilöt voivat tarkastaa kaikki paineenalaiset osat. Koeponnistus suoritetaan vasta sen jälkeen, kun kaikki valmistus- ja tarkastustoimenpiteet on suoritettu. Pintakäsittely suoritetaan vasta hyväksyttävän koeponnistuksen jälkeen. Jos ei käytännössä ole mahdollista laitteen koosta tai valmistustavasta johtuen koeponnistaa kokonaista valmisteta säiliötä, on koe-menettely hyväksyttävä suunnitteluvaiheessa. (SFS-EN 13445-5 2014, 64.)

Mikäli säiliön painekokeen ja sen toimituksen välillä kuluu aikaa, esim. säiliön varastoinnissa, on varmistettava, että turmeltumista tai vahinkoa ei ole tapahtunut kyseisenä ajanjaksona (SFS-EN 13445-5 2014, 64).

6.3 Nestepainekokeen suoritus

Ennen kokeen alkua säiliö on puhdistettava, ja kaikki valmistuksen aikana käytetyt materiaalit, kappaleet ja tilapäiset asennukset on poistettava.

Ulkopuolisen paineen tai tyhjän pitäisi mahdollisuuksien mukaan olla 1,25 kertaa ulkopuolinen suunnittelupaine, muttei missään tapauksessa pienempi kuin ulkoinen suunnittelupaine. Paksuseinäisiä säiliöitä ei saa koeponnistaa, ennen kuin metallin lämpötila on lähes sama kuin väliaineen. Nestepainekokeen aikana säiliön ulkopinnan on säilyttävä kuivana. (SFS-EN 13445-5 2014, 76.)

6.4 Hyväksymisperusteet

Koeponnistuksen aikana säiliöön ei saa ilmaantua mitään merkkejä plastisesta myötämisestä. Silmämääräisessä tarkastuksessa havaitut epäilyttävät paikalliset muodonmuutokset on ilmoitettava suunnittelijalle tarkastettaviksi ja verrattaviksi suunnitteluspesifikaation kanssa. Koeponnistuksessa ei sallita painekuossa paineen aiheuttamia vuotoja. (SFS-EN 13445-5 2014, 80.)

6.5 Painekokeen jälkeinen tarkastus

Tämä silmämääräinen tarkastus tehdään sen jälkeen, kun painekoe on suoritettu ja säiliö on tyhjennetty ja puhdistettu. Tässä tarkastuksessa ratkaistaan, onko painekoe aiheuttanut jotain vahingoittumista. Tarkastus koskee myös tarvittavia varusteita, varolaitteita, pika-avattavia ovia tai vastaavia laitteita. Pinnoituksen toteaminen sisältyy myös tähän tarkastukseen. Tarkastusten laajuus ja poikkeamat raportoidaan. (SFS-EN 13445-5 2014, 82.)

6.6 Painekokeen asiakirjat

Kaikista painekokeista tehdään seuraavia asioita sisältävä raportti:

- painesäiliön valmistaja ja säiliön tunnistus
- tarkastajan ja mahdollisen vastuullisen tarkastuslaitoksen nimi
- koepaine
- väliaine, ellei ole käytetty vettä, ja väliaineen lämpötila
- koepaineen ylläpitoaika
- painemittareiden tunnistus
- johtopäätökset (SFS-EN 13445-5 2014, 80.)

7 MERKINTÄ JA VAKUUTUS

7.1 Merkintä

Jokainen paineakku ja lisälaitte merkitään numerolla ja vuosiluvulla. Vaadittu merkintä sijoitetaan näkyvään paikkaan niin, että se on nähtävissä myös asennuksen jälkeen. (SFS-EN 13445-5 2014, 82.)

7.2 Merkintämenetelmät

Merkintä tehdään vähintään 5 mm korkein kirjaimin ja valamalla, etsaamalla, kohokuvioinnein, painumin, leimaamalla tai kaivertamalla

- suorana leimauksena laitteeseen
- erilliseen kilpeen, joka kiinnitetään pysyvästi laitteeseen tai lisälaitteeseen
- päällyksilevyyn, tukeen tai rakenteeseen, joka on suoraan ja pysyvästi kiinnitetty laitteeseen tai lisälaitteeseen. (SFS-EN 13445-5 2014, 82)

7.3 Nimikilpi

Nimikilvet on tehtävä materiaalista, joka sopii tarkoitettuun käyttöön, ja jolla on riittävä paksuus kestämään merkinnän muodonmuutoksi, ja joka soveltuu kiinnitystapaan. Vähimmäispaksuus ei saa alittaa 1 mm. Merkinnässä on oltava standardin EN 13445 tunnus. Merkinnät voidaan tehdä ennen nimikilven kiinnittämistä laitteeseen edellyttäen, että säiliön valmistaja varmistaa, että nimikilpi kiinnitetään oikeaan laitteeseen. (SFS-EN 13445-5 2014, 84.)

Nimikilpi on kiinnitettävä niin, että sen irti ottaminen vaatii harkittua kilven tai sen kiinnityssysteemin hajottamista. Nimikilven on jäätävä näkyviin ja olla luettavissa koko säiliön eliniän. (SFS-EN 13445-5 2014, 84.)

7.3.1 Merkintöjen sisältö

Nimikilven on sisällettävä seuraavat tiedot:

- Hallinnolliset tiedot
 - säiliön valmistajan nimi tai tunnus ja osoite
 - viittaus standardiin EN 13445 ja sovellettava painos (HUOM. Merkintä EN 13445 tarkoittaa, että kaikkia sovellettavissa olleita osia on sovellettu)
 - valmistusvuosi
 - laitteen yksilöivä tyyppi ja sarjan tai erän tunnus sekä sarjanumero.
- Tekniset tiedot
 - suurin sallittu paine PS_{bar}
 - korkein sallittu lämpötila T_{smax} °C
 - alin sallittu lämpötila T_{smin} °C
- Laitteistotyyppistä riippuen annettavat lisätiedot:
 - sisällön kuvailu sisältäen tarvittaessa varoitusmerkit
 - suunnittelupaine P_d bar
 - suunnittelulämpötila T_d °C
 - koepaine P_t bar ja päivämäärä
 - painelaitteen sisätilavuus L
 - varoventtiilin asetuspaino bar
 - laitteen ulostuloteho kW
 - syöttöjännite V

- tarkoitettu käyttö
- täyttöaste kg/L
- täytön enimmäismäärä kg
- taara kg
- sisällön ryhmä
- irrotettavat osat siten, että ne ovat jäljitettävissä.

Tarvittaessa kiinnitetään laitteeseen varoituksia, jotka koskevat ennakoitavissa olevaa väärinkäyttöä, jota kokemuksen mukaan saattaa esiintyä. (SFS-EN 13445-5 2014, 84.)

8 CE-MERKINTÄ

CE-merkinnällä valmistaja osoittaa, että painelaite tai laitekokonaisuus on suunniteltu ja valmistettu siten, että painelaitedirektiivin olennaiset turvallisuusvaatimukset täyttyvät ja vaatimustenmukaisuuden arviointi on tehty (Bureau Veritas Finland 2017).

”Valmistajan on kiinnitettävä tämän luvun vaatimukset täyttävään painelaitteeseen tai sen arvokilpeen CE-merkintä ennen laitteen markkinoille saattamista, jollei muualla laissa erikseen toisin säädetä. Merkintä on kiinnitettävä näkyvästi, helposti luettavasti ja pysyvästi. CE-merkinnän perään on merkittävä tuotannon tarkastusvaiheessa mukana olleen ilmoitetun laitoksen tunnusnumero. Ilmoitetun laitoksen tunnusnumeron kiinnittää laitos itse tai sen ohjeiden mukaisesti valmistaja tai sen valtuutettu edustaja.” (Painelaitelaki 1144/2016, 17 §.)

”CE-merkintään ja ilmoitetun laitoksen tunnusnumeroon voidaan liittää muuta tietoa, joka liittyy painelaitteen erityisriskiin ja käyttöön. Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin CE-merkinnän kiinnittämisestä ja siihen liitettävistä muista tiedoista.” (Painelaitelaki 1144/2016, 17 §.)

9 LOPPUARVIOINTI

9.1 Sisältö

Kaikille standardin mukaan suunnitelluille ja valmistetuille valmiille painesäiliöille tehdään loppuarviointi, jonka perusteella voidaan todeta, täyttyykö hyväksytyjen rakennepiirustusten ja tämän standardin vaatimukset (SFS-EN 13445-5 2014, 60).

Mikäli valmiin painesäiliön sisäpuolinen tarkastus ei ole mahdollista säiliön sisäpuolisten laitteiden (esim. putkilevyt, tasot) johdosta, on valmistajan pitänyt varmistaa, että näiden rakenteiden lopputarkastus on tehty ennen niiden kokoonpanoa (SFS-EN 13445-5 2014, 60).

Loppuarviointiin sisältyy:

- säiliön silmämääräinen tarkastus ja mittatarkastus
- dokumentaation tarkastus
- painekoe
- painekokeen jälkeen tehdyt tarkastukset
- varolaitteiden tarkastus

Loppuarviointeja tekevillä henkilöillä on oltava käytettävissään kaikki tarkastettavaan painesäiliöön liittyvät, asiaankuuluvat tiedostot ja asiakirjat. (SFS-EN 13445-5 2014, 60.)

10 LAATUJÄRJESTELMÄ KÄYTÄNNÖSSÄ

Paineakkujen valmistus vaatii hyvin yksityiskohtaisen prosessikuvauksen. Mikäli valmistajalla on ISO 9001-mukainen sertifikaatti, siitä on apua mutta se ei riitä sellaisenaan. Annettu ohjeistus pitää olla niin yksityiskohtainen, että painelaitedirektiivin mukaiset vaatimukset täyttyvät. Jotta tämä onnistuu, yrityksen täytyy tehdä yksityiskohtaiset työohjeet ja tarvittaessa kouluttaa työntekijöitä uudelleen, jotta valmistus on lainsäädännön mukaista. Osa painelaitedirektiivin vaatimista olennaisista prosesseista ja menetelmistä vaatii prosessimuutosta Norrhydro Oy:n toimesta, mutta yrityssalaisuuden säilyttämiseksi niitä ei julkaista kyseissä opinnäytetyössä.

11 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli valmistaa Norrhydro Oy:lle moduulin B(tuotantotyyppi)+ D mukainen laatukäsikirja ja selvittää, mitä vaatimuksia valmistajan pitää ottaa huomioon suunnitellessaan ja valmistessaan paineakkuja laillisesti ja turvallisesti. Laatukäsikirjaa varten piti tutustua Turvallisuus- ja kemikaaliviraston aineistoon, painelaitelakiin, SFS:n standardeihin sekä painelaitedirektiiviin. Aiheesta on kirjoitettu todella paljon materiaalia ja haasteeksi koitui saada tiivis, mutta silti kattava tietopaketti paineakkujen valmistuksesta.

Opinnäytetyötä helpotti kuitenkin jo aikaisemmin käyty projektiluonteinen kurssi painelaitteisiin liittyen, joka antoi näkemyksen siitä mitä kaikkea painelaitelaki sisältää. Lopputuloksena Norrhydro Oy:lle jäävä moduulin B(tuotantotyyppi)+ D mukainen laatukäsikirja on 55 sivuinen ohjeistus, jossa käydään hyvin yksityiskohtaisesti läpi tuotannon valmistusvaiheet ja mitä kaikkea pitää valmistuksen aikana ottaa huomioon. Kuitenkaan työn aiheesta johtuen, Norrhydro Oy:lle valmistettavaa ohjeistusta ei voida julkaista sellaisenaan.

LÄHTEET

Bureau Veritas Finland 2017. CE-Merkintä. Viitattu 07.09.2020. <https://www.bureauveritas.fi/palvelumme/teollisuuspalvelut/ce-merkinta>

CR 13445-7. 2002. Lämmittämättömät painesäiliöt. Osa 7: Opas vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyjen käytöstä. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Enmac 2020. Painelaitteiden mitoitus ja suunnittelu 2020. Viitattu 10.11.2020. <https://enmac.fi/artikkelit/painelaitteiden-mitoitus-ja-suunnittelu>

Painelaitelaki 1144/2016.

SFS-EN 13445-1:2014/A2:2018. Unfired pressure vessels. Part 1: General. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-EN 13445-4. 2014. Lämmittämättömät painesäiliöt. Osa 4: Valmistus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-EN 13445-5. 2014. Lämmittämättömät painesäiliöt. Osa 5: Tarkastus ja testaus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Tukes 2014. Painelaitedirektiivin 2014/68/EU (PED) soveltamisohjeet. Viitattu 7.11.2020. <https://tukes.fi/documents/5470659/6372817/Painelaitedirektiivin+soveltamisohjeet/f503f680-7e9b-40ff-80a0-4b81f5f193bd/Painelaitedirektiivin+soveltamisohjeet.pdf>

Tukes 2020. Painelaitteiden suunnittelu, valmistus ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Viitattu 2.11.2020. <https://tukes.fi/-/painelaitteiden-suunnittelu-valmistus-ja-vaatimustenmukaisuuden-arvioin-1>

LIITTEET

Liite 1. Norrhydro Oy:n laatukäsikirja. (Salassapitovelvollisuus estää käsikirjan julkaisemisen ulkopuolisille)