



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# **Luokan 1 kemikaaliputkiston rakentaminen vaatimusten mukaisesti**

Santeri Heinonkoski

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2017  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotekehitys



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotekehitys

HEINONKOSKI, SANTERI:

Luokan 1 kemikaaliputkiston rakentaminen vaatimusten mukaisesti

Opinnäytetyö 41 sivua, joista liitteitä 9 sivua  
Marraskuu 2017

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ohjekirja luokan 1 kemikaaliputkiston rakentamiselle vaatimusten mukaisesti. Työ tehtiin olemassa olevaan yritykseen alihankintana edustamani yrityksen puolesta. Kumpaakaan yritystä ei paljasteta opinnäytetyön aikana.

Työn suorituksessa keskityttiin painelaiteluokan 1 kemikaaliputkistoon, sen vaatimustenmukaisuuteen ja dokumentointiin. Ohjekirjan tekeminen osoittautui prosessin aikana tarpeelliseksi, sillä ohjeiden ja vaatimusten löytäminen sen aikana oli haasteellista itsenäisesti. Ongelmakohtiin löydettiin prosessin aikana ratkaisut itsenäisesti sekä kolmansien osapuolien toimesta. Opinnäytetyö kirjoitettiin työn suorituksen jälkeen, jolloin kaikki tarvittava tieto oli selvitetty ja noudatettavat direktiivit olivat tiedossa. Työssä käytetty aineisto on kasattu työn suoritusta ajatellen prosessin mukaiseen järjestykseen.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi kokonaisvaltainen ohjekirja, joka pitää sisällään teoriaa luokan 1 kemikaaliputkistosta, sen vaatimustenmukaisesta rakentamisesta sekä tarkastuksesta. Lisätyönä luokan 1 putkistolle suoritettiin kaasupainekoe. Järjestelmän käyttöönotto on suoritettu ja kaikki kirjallisuuden mukainen dokumentointi luovutettu hyväksytysti.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Research and development

HEINONKOSKI, SANTERI:  
Constructing the Class 1 Chemical Pipeline by its Compliances

Bachelor's thesis 41 pages, appendices 9 pages  
November 2017

---

The purpose of this thesis was to create a manual for the construction of the class 1 chemical pipeline in compliance. Manual proved to be necessary during the construction, as finding instructions and compliances during that time was challenging independently. The chemical pipeline was done for a Finnish company as subcontracting with two partners in cooperation, companies will not be named during the thesis.

Data for the manual were collected from pressure directives and standards. The work is focused on the compliances and documentation of class 1 chemical pipeline. The thesis was written after the work was completed, when all the necessary information had been found and the directives were known. Pressure test was extra work and it was executed with air.

The result of this thesis is a manual for constructing the class 1 chemical pipeline by its compliances. The material used in the thesis is written in sequence of the work as a manual. Manual contains a theory of class 1 chemical piping, its construction and inspections of it.

---

Key words: chemical pipeline, pressure test, class 1

## SISÄLLYS

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | JOHDANTO.....  | 6  |
| 2 | LUOKAN 1 KEMIKAALIPUTKISTO .....                                       | 7  |
|   | 2.1 Yleistä .....  | 7  |
|   | 2.2 Putkiston luokitus .....   | 8  |
|   | 2.3 Turvallisuus .....   | 9  |
| 3 | SUUNNITTELU .....  | 11 |
| 4 | RAKENTAMINEN.....  | 14 |
|   | 4.1 Materiaalin valinta .....  | 14 |
|   | 4.2 Hitsaus ja valmistelu .....  | 16 |
|   | 4.3 Komponentit .....  | 17 |
|   | 4.3.1 Venttiilit .....   | 17 |
|   | 4.3.2 Tiivisteet.....  | 18 |
|   | 4.3.3 Painemittarit .....  | 18 |
| 5 | TARKASTUS .....  | 20 |
|   | 5.1 Putkiston painekokeet .....  | 20 |
|   | 5.1.1 Kaasupainekoe - teoria.....                                      | 21 |
|   | 5.1.2 Kaasupainekoe – työn suoritus .....                              | 22 |
|   | 5.2 NDT-tarkastus.....   | 25 |
| 6 | LAADUNVARMISTUS .....  | 27 |
|   | 6.1 Materiaalitodistukset.....   | 28 |
|   | 6.2 Painekokeiden ja NDT-testien dokumentit.....                       | 28 |
|   | 6.3 Vaatimustenmukaisuusvakuutus.....                                  | 28 |
| 7 | POHDINTA.....  | 30 |
|   | LÄHTEET.....   | 31 |
|   | LIITTEET .....   | 33 |
|   | Liite 1. PI-kaavio .....   | 33 |
|   | Liite 2. Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt eli moduulit ..... | 34 |
|   | Liite 3. Putkistoluokat EN standardi .....                             | 35 |
|   | Liite 4. NDT-menetelmät .....  | 36 |
|   | Liite 5. Painekokeen pöytäkirja.....                                   | 38 |
|   | Liite 6. Teräslajit .....  | 39 |
|   | Liite 7. Vaatimustenmukaisuuvakuutus .....                             | 40 |
|   | Liite 8. Pultin materiaalitodistus.....                                | 41 |

**LYHENTEET JA TERMIT**

|             |   |
|-------------|---|
| SEP         | hyvän konepajakäytännön paineluokka   |
| PS          | putkiston suurin sallittu käyttöpaine   |
| DN          | putkiston nimellisuuruus  |
| CLP-asetus  | EY:n asetus n:o 1272/2008 aineiden ja seosten luokituksesta, merkinnöistä ja pakkaamisesta.                           |
| PED         | direktiivi 2014/68/EU painelaitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä, ns. painelaitedirektiivi. |
| TUKES       | turvallisuus- ja kemikaalivirasto   |
| HST         | haponkestävä teräs  |
| RST         | ruostumaton teräs   |
| PTFE        | polytetrafluorieteeni eli teflon  |
| PI-kaavio   | putkitus- ja instrumentointikaavio  |
| VT          | silmämääräinen tarkastus  |
| NDT         | rikkomaton aineenkoetus   |
| MT          | magneettijauh tarkastus   |
| RT          | radiografinen tarkastus   |
| PT          | tunkeumanestarkastus  |
| UT          | ultraäänitarkastus  |
| CE-merkintä | valmistajan ilmoitus siitä, että tuote täyttää sitä koskevat Euroopan unionin vaatimukset                             |
| BSP         | kierretyyppi  |
| bar         | paineen yksikkö   |
| mm          | millimetri  |
| CADS PI     | prosessikaavioiden suunnitteluohjelma   |

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty kemikaaliputkiston paineluokan 1 suunnittelua ja rakentamista varten. Opinnäytetyö käsittelee kemikaaliputkiston vaatimustenmukaisuuteen liittyviä direktiivejä. Opinnäytetyö toimii ns. ohjekirjana ja se on kirjoitettu kemikaaliputkiston rakentamisen mukaiseen järjestykseen.

Työ suoritettiin uuteen tehtaaseen, jolloin käyttöönottotarkastus tehtiin kaikille painelaitteille. Putkistoille tehtiin NDT- ja painekokeet TUKES:n määräyksien mukaisesti lisätyönä.

Tarkastus osio käsittelee putkiston painekokeita ja NDT-tarkastusta. Vaatimustenmukaisesti dokumentoivia painekokeita tekeviä yrityksiä on vähän, jonka takia työssä käsitellään teorian lisäksi kaasupainekokeen suoritusta siinä laajuudessa, kuin se tulee suorittaa luokan 1 kemikaaliputkistolle. NDT-tarkastuksesta on kirjoitettu työssä vain sen selkeyttämisen vuoksi.

Tämä opinnäytetyö suoritettiin suomalaiselle yritykselle, joka rakennutti uutta tehdasta käyttöönsä Suomessa. Työn laajuuteen kuului luokan 1 kemikaaliputkiston suunnittelu ja rakentaminen kokonaisuudessaan luokan 1 kemikaalille, sekä painekokeiden suorittaminen ja dokumentointi koko laitoksen putkistolle. NDT-testauksen suunnitteli ja suoritti hyväksytty tarkastuslaitos.

Painekoelaitteisto on kehitetty ja rakennettu voimassa olevia direktiivejä sekä standardeja noudattaen. Dokumentointi on vähintään luokan 1 vaatimustenmukainen. Opinnäytetyöntekijä suoritti työn aikana painelaitteiden käytönvalvojan pätevyudet ja toimi tilaajan painelaitteiden käytönvalvojana.

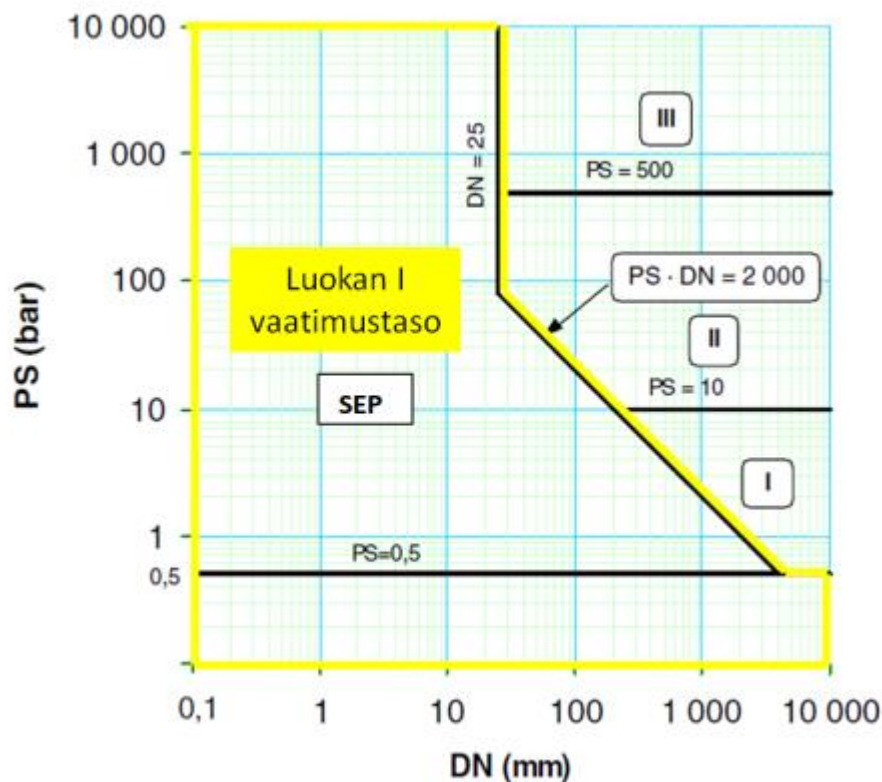
## 2 LUOKAN 1 KEMIKAALIPUTKISTO

### 2.1 Yleistä

Painelaitteella tarkoitetaan säiliötä, putkistoa ja muuta teknistä kokonaisuutta, jossa on tai johon voi kehittyä ylipainetta, sekä painelaitteen suojaamiseksi tarkoitettuja teknisiä kokonaisuuksia. (Painelaitelaki 16.12.2016/1144, 2§ 1.)

Painelaitteet luokitellaan eri luokkiin (SEP, I, II, III) niiden vaarallisuuden mukaan. Vaarallisuus määrittyy painelaittekokonaisuuden käyttöpaineen ja -aineen mukaan. Näitä luokkia käyttäen suoritetaan myös vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely.

Taulukko 1. Painelaitedirektiivin liitteen 2 luokittelutaulukko 8 putkistolle, joissa on vaarallinen nestemäinen sisältö. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 30)



Mikäli kemikaaliputkiston luokittelussa päädytään hyvän konepajakäytännön (SEP) alueelle tai alle 0,5 bar:n rajan, tulee näiden putkistojen suunnittelun ja valmistuksen osalta noudattaa vähintään luokan I vaatimustasoa. Tällöin putkistoa ei CE-merkitä, mutta valmistajan tulee laatia putkistolle vaatimustenmukaisuusvakuutus. Vastaavasti suunnittelun

ja valmistuksen aikana syntyneet asiakirjat ja käyttöohjeet toimitetaan tilaajalle/toiminnanharjoittajalle. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 14-15)

## 2.2 Putkiston luokitus

Putkistojen luokituksessa käytetään painelaitedirektiivin vaatimustenmukaisuuden arviointitaulukoita (liite 2). Luokitus määräytyy taulukoista kasvavan riskin mukaisesti joko ns. hyvän konepajakäytännön eli SEP alueelle tai luokkiin I, II, III. Luokan perusteella saadaan selville menettely, jota käytetään putkiston vaatimustenmukaisuuden arvioinnissa. Kemikaaliputkistot tulee suunnitella ja valmistaa vähintään painelaitesäädösten luokan I vaatimustasoa vastaavasti. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 13)

Painelaitesäädöksissä putkistojen luokitteluun vaikuttavat mm. seuraavat tekijät

- sisällön/ kemikaalin vaarallisuusluokka
- sisällön/ kemikaalin olomuoto ja lämpötila
- putkiston, osan tai varusteen nimellisuuruus (DN)
- putkiston suurin sallittu käyttöpaine (PS).

Kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskee CLP-asetus. Kemikaalien luokitus selviää kemikaalin valmistajan laatimasta käyttöturvallisuustiedotteesta. Jos kemikaalia ei ole, valmistajan toimesta, luokiteltu CLP-asetuksen mukaan, käyttäjän on luokiteltava omassa käytössään olevat kemikaalit.

CLP-asetuksen perusteella vaaralliseksi luokiteltu kemikaali voi kuulua painelaitesäädösten tarkoitamiin ryhmiin 1 tai 2. Ryhmään 1 kuuluvat painelaitesäädösten näkökulmasta vaarallisimmat kemikaalit. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 14)

CLP asetuksen (EY) N:o 1272/2008 liitteessä VI olevassa kolmessa osassa on kaksi vaarallisten aineiden yhdenmukaistettuihin luokituksiin liittyvää luetteloa. Taulukossa 3.1 luetellaan vaarallisten aineiden yhdenmukaistetut luokitukset ja merkinnät asetuksen (EY) N:o 1272/2008 liitteessä I olevassa 2-5 osassa vahvistettujen kriteerien direktiivin 67/548/ETY liitteessä VI vahvistettujen kriteerien mukaisesti. (Komission asetus (EU) 2016/1179, 1.)

### 2.3 Turvallisuus

Luokan 1 painelaitetta koskee painelaitedirektiivissä (PED) esitetyt olennaiset turvallisuusvaatimukset (direktiivin liite 1). Tämän direktiivin velvoitteita noudattavat myös painelaitetekonaisuudet, kuten putkistot joiden paineesta aiheutuvaa vaaraa on olemassa.

Vaarallisten kemikaalien teollista käsittelyä ja varastointia harjoittavissa tuotantolaitoksissa kemikaaliputkistot tulee olla suunniteltu ja valmistettu vähintään painelaitelain (1144/2016) nojalla annetuissa säännöksissä säädetyn painelaitteiden luokan I vaatimustasoa vastaavasti. Samoin on otettava huomioon ns. turvallisuusasetuksen. (856/2012) vaatimukset (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 6)

Painelaitedirektiivissä esitetyt olennaiset turvallisuusvaatimukset (direktiivin liite 1) ovat velvoittavia painelaitteille, jotka kuuluvat luokkaan I-IV. Nämä velvoitteet koskevat myös laitekokonaisuuksia, jos paineesta aiheutuva vaara on olemassa. Myös tuotantolaitoksen ns. hyvän konepajakäytännön ja alle 0,5 bar:n kemikaaliturvallisuusasetuksen (856/2012) mukaisen kemikaaliputkiston tulee täyttää painelaitedirektiivin olennaiset turvallisuusvaatimukset ja kemikaaliturvallisuusasetuksessa esitetyt vaatimukset. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 16)

Putkiston läpäistessä rakenteita tulee käyttää suojaputkea ja läpivienti on tiivistettävä paloturvallisuuden vuoksi palonkestävällä aineella. Läpiviennissä putkea ei saa haaroittaa eikä se saa sisältää läpiviennin sisällä liitoksia. Putkisto on tarvittaessa lämpöeristettävä, jotta sen sisältävän kemikaalin olomuoto ja ominaisuudet eivät muutu.

Putkistot jotka sisältävät vaarallisia kemikaaleja tulee merkitä selvästi (kuva 1) turvallisen käytön ja onnettomuustilanteiden varalta. Suositeltavaa on merkitä mitä putkisto sisältää, sekä sen virtaussuunta. Merkintä tulee tehdä kielellä missä maassa painelaitteisto sijaitsee. Lisäksi toiminnanharjoittajan on huolehdittava, että onnettomuustilanteissa nämä tiedot ovat käytettävissä niillä henkilöillä jotka pelastustoimiin osallistuvat.



Kuva 1. putkiston sisällön ja virtaussuunnan merkintätapa. (Exxi, putkistomerkinnot)

Jos putkisto sisältää ryhmän 1 aineita, sellaiset tyhjennys- ja purkuputket, jotka kokonsa vuoksi aiheuttavat merkittäviä vaaroja, eristetään ympäristöstä asianmukaisin menetelmin. Väärään aikaan tapahtuvan tyhjennyksen vaara vähennetään mahdollisimman pieneksi; päästökohdissa on niiden kiinteässä osassa oltava selkeä merkintä sisällöstä. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 18.)

### 3 SUUNNITTELU

Painelaiteluokan 1 kemikaaliputkisto tulee suunnitella sitä koskevien standardien sekä painelaitedirektiivin mukaisesti. Painelaitteiston suunnittelussa tulee ottaa huomioon putkiston käyttötarkoitus, tyhjennys- ja ilmausmenettelyt, kuluminen ja korroosio, ympäristön lämpötila ja sen vaikutukset materiaaliin, aineen olomuodon vaihtelu putkiston sisällä paineen vaihdellessa, täyttö- ja tyhjennysmahdollisuudet sekä paineenpurkulaitteisto putkiston sallittujen raja-arvojen ylittymisen varalle.

Painelaite kokonaisuutta suunnitellessa, mikä sisältää säiliön, toimilaitteet ja putkiston tulee huomioida jokaisen komponentin ohjearvot. Komponenttien, kuten venttiilien, tiivisteiden ja kiinnityslaippojen ohjearvot määrittelevät niiden paineensietokyvyn ja miten ne sietävät eri kemikaaleja.

Luokan I putkistojen suunnittelun ja valmistuksen kevein arviointimenettely painelaite-direktiivin mukaan on moduuli A. Tällöin vaatimustenmukaisuuden arviointi ei edellytä kolmannen osapuolen eli ilmoitetun laitoksen osallistumista arviointiin, vaan valmistaja itse varmistaa ja vakuuttaa, että putkisto täyttää sitä koskevat vaatimukset. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 15)

Tässä työssä käytettiin menettelyä A.

Vaatimustenmukaisuuden arvioinnista ja moduulista A kerrotaan enemmän kohdassa 6.4 vaatimustenmukaisuusvakuutus.

Seuraavaksi on listattu opinnäytetyössä käsiteltävän putkiston sisältämän aineen vaatimukset jotka vaikuttavat kokonaisuuden suunnitteluun.

Putkistossa virtaava kemikaali

- ei saa olla kosketuksissa ilman kanssa
- ei saa olla kosketuksissa muun muovin kanssa kuin PTFE:n
- ei saa olla kosketuksissa muun teräksen kanssa kuin HST:n tai RST:n
- on paineistettu 7 bar:n paineella.

Näiden vaatimusten perusteella tarvitaan inertti kaasu paineen luomiseksi. Inerttinä kaasuna voidaan käyttää mm. typpeä. Painelaitteiston paine tuotettiin tyypellä (N<sub>2</sub>). Kemikaalia sisältävän putkiston materiaaliksi valittiin ruostumaton teräsputki, joka kuuluu materiaaliluokkaan 8.1. (liite 6). Tiivistemateriaaliksi valitaan PTFE ja RST sekä venttiilit ovat kokonaan aukeavia (kuva 2) palloventtiilejä. Komponentit yhdistetään kierre- ja laippaliitoksien kunnossapidon mahdollistamiseksi. Palloventtiilin (kuva 2, nro. 1) käyttö nähtiin virtaavuuden takia paremmaksi kuin esimerkiksi perhosventtiili (kuva 2, nro. 2), jolloin aineella ei ole estettä, mikä häiritäisi virtausta tai mihin se pakkaantuu prosessin aikana.

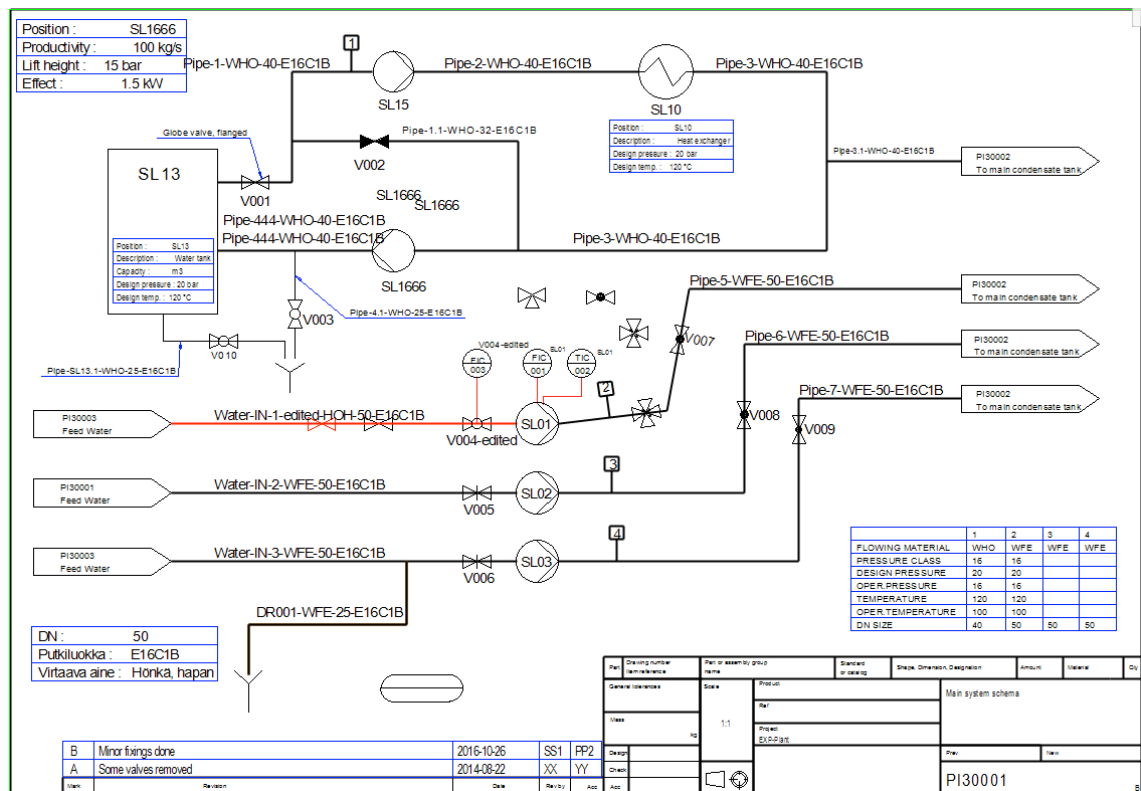


Kuva 2. Venttiilityypit. nro. 1 palloventtiili, nro. 2 perhosventtiili. (Wolseley industrial, ball valve, muokattu)

Putkistosta tulee piirtää PI-kaavio, jossa on mukana määräluettelo. PI-kaavion piirtämiseen on erinäisiä ohjelmia kuten CADS PI, mutta kaavion voi piirtää myös käsin, mikäli se ei ole laaja. Määräluettelossa on listattuna putkiston pituudet, käyrät, laipat ja supistukset sekä venttiilit, tiivisteet ja muut toimilaitteet. Putkisto rakennetaan PI-kaavion (kuva 3) mukaisesti ja piirustus luovutetaan laitteiston/prosessin luovutusasiakirjojen yhteydessä, jolloin omistajalle jää tieto käytetyistä osista ja määristä mahdollisia huoltotoimenpiteitä varten.

Suunnitellessa painelaittekokonaisuutta tulee huomioida, että loppudokumentaatioissa tulee esittää SFS-EN 13480-5:2017 taulukon 9.3-1 mukaiset asiakirjat.

Käsin piirretty esimerkki PI-kaaviosta on esitetty liitteessä 1. Määräluettelo voidaan tehdä excel muodossa (taulukko 2), tai ohjelmisto luo sen automaattisesti (kuva 3).



Kuva 3. Esimerkki PI-kaaviosta ja määräluettelosta. (Vertex, PI-kaavio)

Taulukko 2. Esimerkki PI-kaavion määräluettelosta Excel-muodossa.

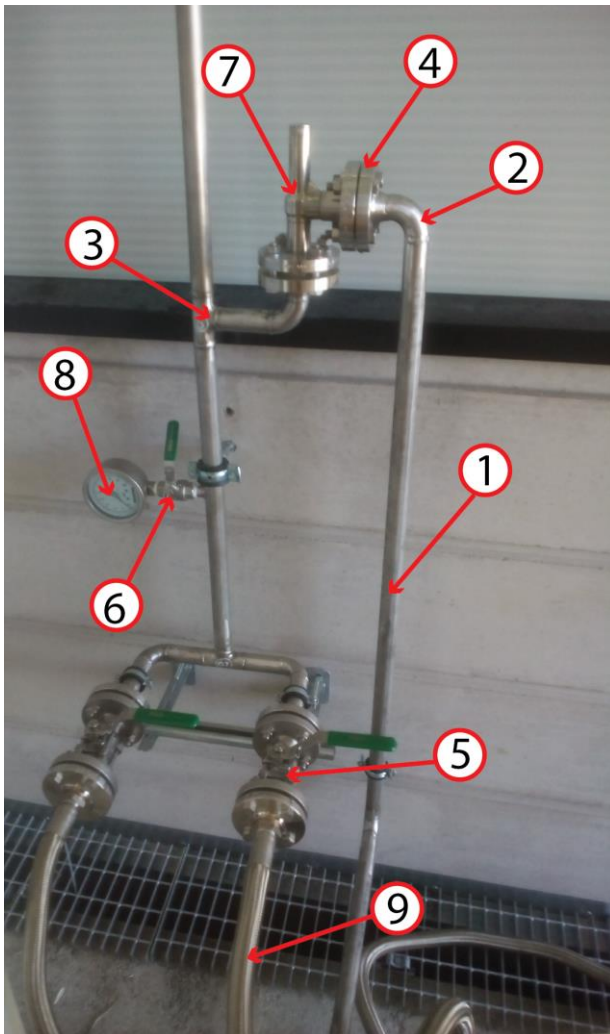
| Equipment  | Amount |
|--|--------|
| Flange   | 26     |
| Full port ball valve (RST ball & axel, PTFE sealing) | 10     |
| Process pump (Liquiflo H5RX 0,26kw 1400rpm 230/400V) | 2      |
| Filter (pore size 40)                                | 1      |
| Heat exchanger (cooling unit)                        | 1      |
| Temperature meter (d=63, T=-30 - +50C)               | 1      |
| Temperature meter shaft (HST l=100)                  | 1      |
| Spiral sealing (RST & PTFE)                          | 30     |
| Pressure meter (d=100, p=0-10 bar)                   | 1      |
| Pressure regulator valve                             | 1      |
| Flexible connection between tank and pipe            | 2      |
| Pipe 33,7x2 RST                                      | 121    |
| Pipe 33,7x2 RST - 90 degrees curve                   | 20     |
| Pipe 33,7x2 RST - T-branch                           | 10     |

## 4 RAKENTAMINEN

### 4.1 Materiaalin valinta

Opinnäytetyössä käsiteltävän putkistoon valittiin seuraavat materiaalit:

- hitsattu teräsputki 33,7x2,0 4404-SS2348-AISI316L (kuva 4 osa 1)
- 90 asteen kurvi 33,7x2,0 AISI316L (kuva 4 osa 2)
- 45 asteen kurvi 33,7x2,0 AISI 316L
- t-haara 33,7x33,7x2,0 1.4435 (kuva 4 osa 3)
- hitsattava kauluslaippa DN25 PN40 33,7 RST (kuva 4 osa 4)
- hitsattava yhde ½” RST.



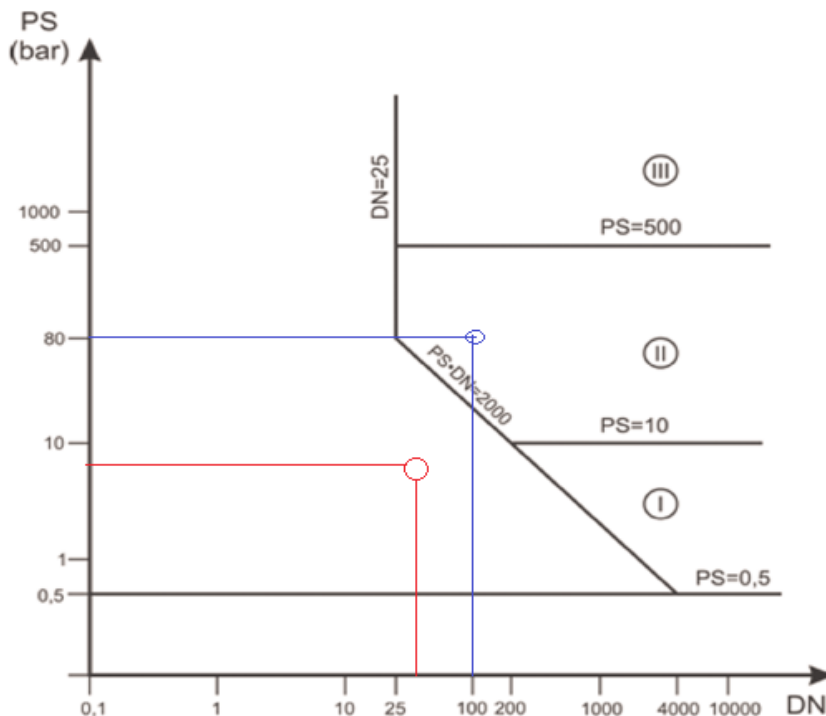
Kuva 4. Prosessi putkiston komponentteja. (kuva Santeri Heinonoski)

Tässä tapauksessa putkistoon liitettävä korkeapainepumppu määritteli yhteen koon (kuva 4 osa 4) jonka seurauksena päädyttiin 33,7x2,0 mm putkikokoon. Säiliön sijainti määritteli tarvittavan putken metrimäärän, haarojen ja käyrien kappalemäärän sekä venttiilien ja mittareiden sijainnit.

Taulukossa 3 on esitetty alhaalla putken kokoluokka (DN) ja vasemmalla sivussa putken paineluokka (PS). Tarkastellaan kuvaa vaiheittain paineluokan selventämiseksi:

- 1) Valitsemalla opinnäytetyössä käytettävä paineluokka (7 bar) ja putken kokoluokka (33,7) voidaan tulkita punaista viivaa ja huomata, että paineluokka osuu kohtaan SEP, eli hyvän konepajakäytännön paineluokkaan. Putkisto kuitenkin sisältää vaarallista kemikaalia, jonka seurauksena käytetään vähintään paineluokan 1 vaatimustenmukaisuutta.
- 2) Valitsemalla toisena esimerkkinä käyttöpaineeksi 80 bar ja putken halkaisijaksi 100 mm. Tällöin voidaan tulkita sinistä viivaa, mikä osoittaa putkiston kuuluvan luokkaan 2.

Taulukko 3. Painelaitedirektiivin vaatimustenmukaisuuden arviointitaulukot – taulukko 8. (Painelaitedirektiivi, vaatimustenmukaisuuden arviointitaulukko, muokattu)



## 4.2 Hitsaus ja valmistelu

Painelaiteluokassa SEP, eli hyvän konepajakäytäntöä noudattavassa luokassa sekä painelaiteluokan 1 putkiston hitsaushenkilöstön ja menetelmien päteväyttäminen esitetään putkistostandardin SFS-EN 13480 osan 4 kohdassa 9. Aiotun hitsausohjeen soveltuvuus on näytettävä toteen hitsausohjeen hyväksymisen perusteella taulukon 3 mukaisesti.

Taulukko 4. Hitsausohjeen hyväksyminen, taulukko 9.3.1. -1 SFS-EN 13480. (SFS-EN 13480, taulukko 9.3.1.)

| Putkistoluokka  | Vaatus  |
|---|---|
| II, III   | Hitsausohjeet on hyväksyttävä standardin EN ISO 15614-1:2004 tai EN ISO 15613:2004 mukaisesti vastuullisella tarkastuslaitoksella <sup>a</sup> .  |
| I   | Painekuoren hitsausohjeet on hyväksyttävä standardin EN ISO 15614-1:2004 tai EN ISO 15613:2004 mukaisesti asiaankuuluvalla tavalla, ellei rakennesuunnitelmassa mainita, että standardi EN ISO 15611:2003 tai EN ISO 15612:2004 hyväksytään.          |
| 0   | Painekuoren hitsausohjeet on hyväksyttävä standardin EN ISO 15614-1:2004, EN ISO 15611:2003, EN ISO 15612:2004 tai EN ISO 15613:2004 mukaisesti. Painetta kantamattomien osien hitsausohjeet on hyväksyttävä standardin EN ISO 15610:2003 mukaisesti. |
| HUOM. Putkistoluokat esitetään standardissa EN 13480-1.   |   |
| <sup>a</sup> Vastuullinen tarkastuslaitos: Pätevä valmistajasta riippumaton organisaatio. Euroopan unionin oikeudenkäytön soveltamisessa tämä organisaatio voi olla ilmoitettu laitos tai tunnustettu kolmas osapuoli (pätevöintilaitos). |   |

Putkiston paineenkestoan vaikuttavien osien ja niihin välittömästi kiinnitettyjen osien pysyviä liitoksia tekevillä hitsaajilla on oltava asianmukainen pätevyys. Tuotantolaitoksen paineluokan SEP ja alle 0,5 bar:n kemikaaliputkistoihin sovelletaan vähintään luokan 1 vaatimuksia. Tällöin valmistaja voi valvoa ja hyväksyä pysyviä liitoksia tekevien henkilöiden ja menetelmien päteväyttämiseen liittyvät kokeet. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 20.)

Hitsattavien sisä- ja ulkopintojen on oltava puhtaita ja maalittomia, öljyttömiä, ruosteetomia, kuonattomia eikä niissä saa olla muita aineita, jotka voisivat kuumentuessaan huonontaa joko hitsiä tai perusainetta. Päälystetyissä osissa ei saa olla päälystettyä riittävän pitkälti hitsin molemmin puolin, jotta pinnoite ei vaikuta hitsausprosessiin ja myös pinnoitteen itsensä suojaamiseksi. Hitsauksen jälkeen hitsatut alueet on puhdistettava ja kaikki jäänteet, kuona, roiskeet jne. poistettava. (SFS-EN 13480-4:2017, 24)

Materiaalitodistuksien osalta painelaiteluokka 1 edellyttää standardin SFS-EN 10204:2004 mukaisen 2.2. tyyppin todistukset paineellisilta osilta sekä lisäaineilta. Tyyppi 2.2 on esitelty tarkemmin kohdassa 6.1 Materiaalitodistukset.

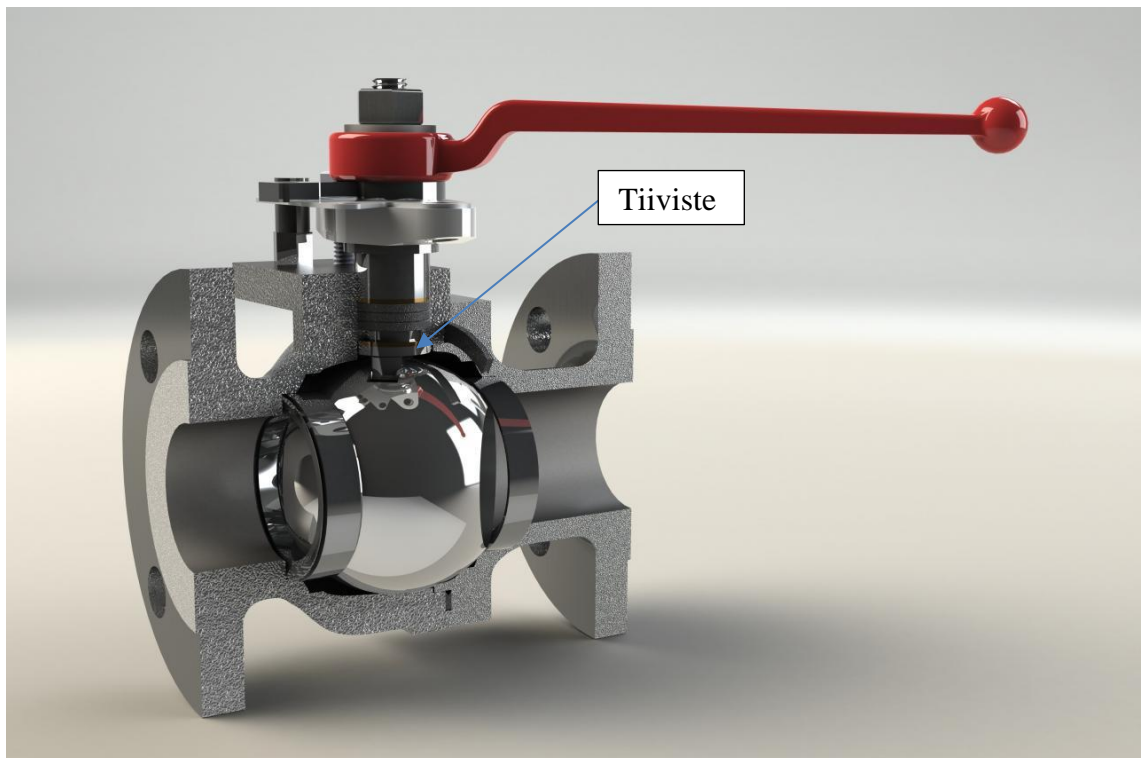
## 4.3 Komponentit

### 4.3.1 Venttiilit

Putkistoon liittyvät paineenalaiset toimilaitteet (esim. venttiilit) ja ylipainetta suojaavat laitteistot kuten varoventtiilit ja murtokalvot kuuluvat painelaittekokonaisuuteen ja ne luokitellaan sekä arvostellaan painelaitesäädösten mukaisesti.

Kemikaalin käyttöturvallisuustiedote määrittelee käyttöön soveltuvan venttiilin materiaalityypin. Venttiiliksi valittiin täysin aukeava palloventtiili (kuva 5) PTFE tiivistyksellä ja HST rungolla laippakiinnityksin (kuva 4 osa 5). Painemittareita varten valittiin ¼” BSP kierteen omaava täysin aukeava palloventtiili PTFE tiivistyksellä ja HST rungolla (kuva 4 osa 6).

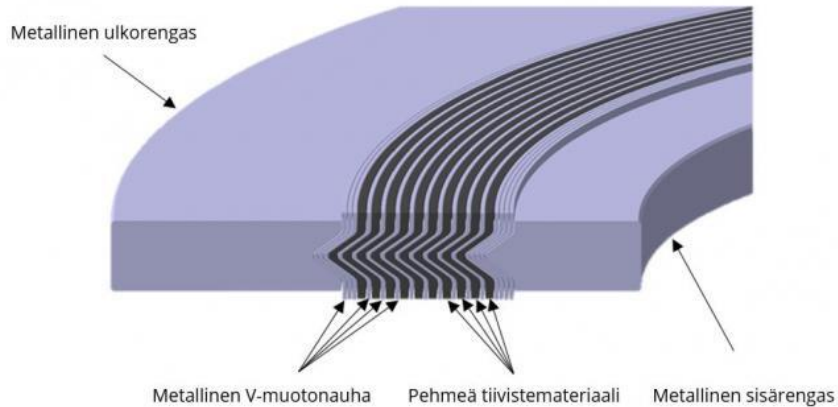
Varoventtiiliksi valittiin TYCHO merkinen HST + PTFE materiaaleja omaava venttiili (kuva 4 osa 7) 90 asteen kulmalla, jonka purku tapahtuu turva-altaaseen säiliön alle. Tällä tavoin varmistetaan paineen purun turvallisuus.



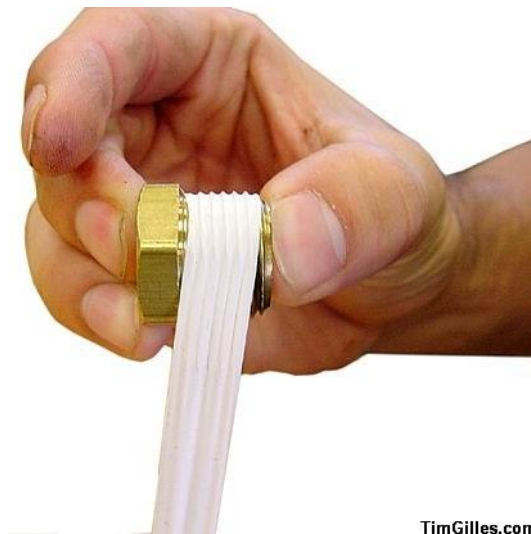
Kuva 5. Palloventtiilin leikkauskuva. (Spirit of freedom, ball valve, muokattu)

### 4.3.2 Tiivisteet

Laippakiinnityksissä käytettiin spiraalitiivistettä, jonka metalliosuus on ruostumatonta terästä ja pehmeänä tiivistemateriaalina toimii PTFE (kuva 6). Painemittarin ja kierteellisen venttiilin tiivistyksessä käytettiin PTFE teippiä, eli teflonteippiä (kuva 7).



Kuva 6. Spiraalitiiviste ja sen osat. (Gronmark, spiraalitiiviste)



Kuva 7. Teflonteippi kierteiden tiivistykseen. Kuva vain kuvaava. (Tim Gilles, teflon-tape)

### 4.3.3 Painemittarit

Painemittariksi valittiin WIKA:n bourdon-kaarellinen painemittari 0-15 bar:n asteikolla ja HST rungolla (kuva 4 osa 8). Mahdollisuutena on vaihtaa mittarit myöhemmin WIKA:n digitaaliseen malliin (kuva 8) ja käyttää tiivistetyyppinä PTFE O-rengasta. Di-

gitaalisen paineenvalvonnan hyötynä on etähallinta ja painenvaihtelun taltiointi prosessin aikana. Painelähetintä (kuva 8) käytettiin kaasupainekokeiden aikana piirturin kanssa, mikä ilmoitti putkistossa olevan paineen.

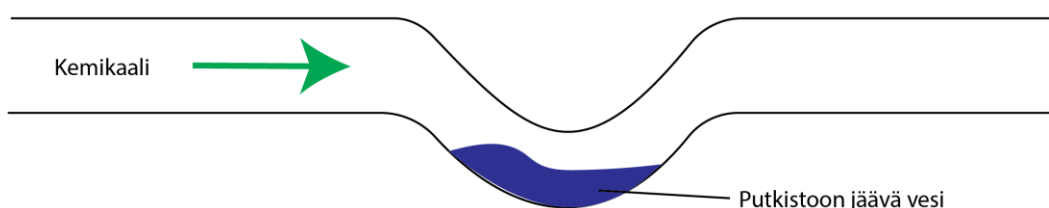


Kuva 8. WIKAI A-10 painelähetin. (Wika, A-10 painelähetin)

## 5 TARKASTUS

### 5.1 Putkiston painekokeet

Putkistojen painekokeella osoitetaan valmiin linjan olevan ehjä ja että se kestää vaaditun painealueen. Yleisimmin painekoe tehdään nestepainekokeena (vesi) jonka paine on 1,43 kertaa sallittu käyttöpaine PS. Nestepainekoe voi olla kemikaaliputkistoissa haitallinen tai epäkäytännöllinen jonka takia on turvallisinta suorittaa paineistus kaasupainekokeena. Useimmiten kaasupainekokeeseen päädytään, jos putkiston sisällä oleva kemikaali reagoi vaarallisesti veden kanssa, putkistoon voi jäädä vettä kokeen jälkeen (kuva 9) tai putkistossa kiinni olevat toimilaitteet ovat herkkiä vedelle.



Kuva 9. Putkistoon jäävä vesi. (kuva Santeri Heinonkoski)

Vesipainekoe on helpompi toteuttaa, sillä vettä voidaan puristaa kompressorilla kasaan putkiston sisällä, jolloin saadaan suuri ylipaine luotua pienellä laitteistolla. Paineilmalla painetta tuotettaessa tulee nopeasti esteeksi kompressorin korkeapaineen tuoton maksimitaso, joka oli opinnäytetyön kompressorilla 25 bar. Tästä korkeampiin paineluokkiin mennessä kaasupainekoe voidaan suorittaa esimerkiksi tyypellä suoraan pullosta, mutta tämä tarvitsee erikoistyökalut ja laitteiston sen toteutukseen. Tyypeä ei käytetty opinnäytetyössä suoritettavissa painekokeissa.

Mikäli nestepainekoe vedellä ei ole mahdollista, voidaan nestepainekoe suorittaa myös öljyllä, jos öljy sopii kemikaalin kanssa yhteen. Esimerkiksi pentaaniputkistojen painekokeissa käytetään usein mesamoll-öljyä, joka ei reagoi pentaanin kanssa negatiivisella tavalla. Öljyllä ja paineilmaa käyttävällä hydraulikkapumpulla voidaan luoda suuriakin paineita ja liittimien tiivistys on turvallista hydraulikkaosia käyttäen.

Painekokeesta tehdään aina mittauspöytäkirja (liite 5), jossa ilmenee paineistetun putkiston osuus ja kokeen aikana putkistossa pidetty painearvo. Mittauspöytäkirjan lisänä on esitettävä joko digitaalinen tai graafinen kuvaaja (kuva 10). Kuvaaja osoittaa, että paine ei ole vaihdellut tai laskenut kokeen aikana.



Kuva 10. Graafinen kuvaaja paineen pitävyydestä painekokeen aikana. (kuva Santeri Heimonkoski)

### 5.1.1 Kaasupainekoe - teoria

Kaasupainekoe on sallittu, jos nestepainekoe on putkistojärjestelmälle haitallinen tai se ei ole käyttökelpoinen (esim. jäätyminen). Nämä vaatimukset toteutuvat siinä tapauksessa, jos vesijäänteitä ei sallita prosessin ja laitteiston vuoksi tai vesipainon aiheuttama kuormitus voi aiheuttaa mahdollisen vaurion painelaitteelle, tuennalle tai maaperälle (esim. säiliöt).

Kaasupainekokeen riskinä on väliaineen kokoonpuristuvuus, jonka takia painekokeen suorittajan tulee tehdä vaara-analyysi ottaen huomioon vähintään seuraavat asiat:

- 1) vaaraetäisyys, eli putkistojärjestelmän sijainti ja sen asema suhteessa muihin rakennuksiin, laitoksiin, julkisiin teihin ja yleisölle avoimiin alueisiin sekä testattavan putkistojärjestelmän läheisyydessä oleviin muihin laitteisiin ja rakenteisiin

- 2) kokeen aikana noudatetaan korkeinta toteuttamiskelpoista turvallisuustasoa ja varmistetaan, että vain testaukseen liittyvällä henkilöstöllä on pääsy koealueelle, ja että jos testausta ei suoriteta erityisessä tilassa, testausalueen välittömässä läheisyydessä ympäristö suljetaan ja varotusmerkkejä käytetään täsmentämään vaaravyöhykettä ja kiellettyä aluetta
- 3) putkistojärjestelmän materiaalin kestävyys nopeaa murtumista vastaan ja ehdoton haurasmurtuman välttäminen.

Kaasupainekoe voidaan suorittaa koepaineella, joka on 1,1 kertaa suurin sallittu paine PS. Mikäli on käytetty vaihtoehtoa 1,1 kertaa PS, paine on laskettava suurimpaan sallittuun paineeseen ennen putkiston tarkastusta. (SFS-EN 13480-5:2017, 23.). Suositeltava paineenpitoaika on tällöin yksi tunti.

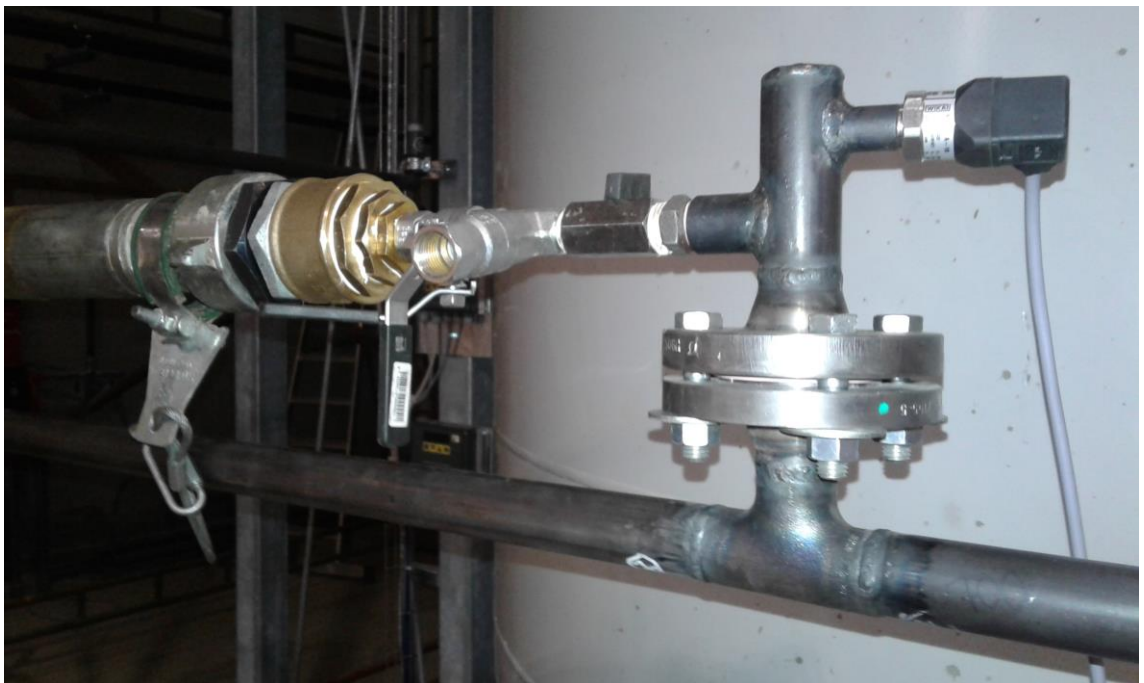
### **5.1.2 Kaasupainekoe – työn suoritus**

Painekokeet suoritettiin paineilmalla ja paine tuotettiin suurella dieselvoimalähteen omaavalla vaunukompressorilla (kuva 11). Paine johdettiin kompressorista putkistoon vahvan letkun avulla. Paineen lisäämiseksi putkistoon rakennettiin adapterit (kuva 12), jotka mahdollistivat suuren letkun liittämisen DN25 laippaan, sekä paineen seuraamisen kokeen aikana painelähttimen avulla. Lisäksi adapterissa on t-haara ja venttiili, mikä mahdollistaa paineen poistamisen turvallisesti.

Paineen pitämisen seuraamiseen ja dokumentointiin käytettiin Brain Child PR20 paperitonta piirturia (kuva 13), jolla voi seurata painetta 100 millisekunnin tarkkuudella graafisena kuvaajana. Piirturiin on mahdollista kytkeä erilaisia painelähttimiä (kuva 8) joilla seurataan painetta.

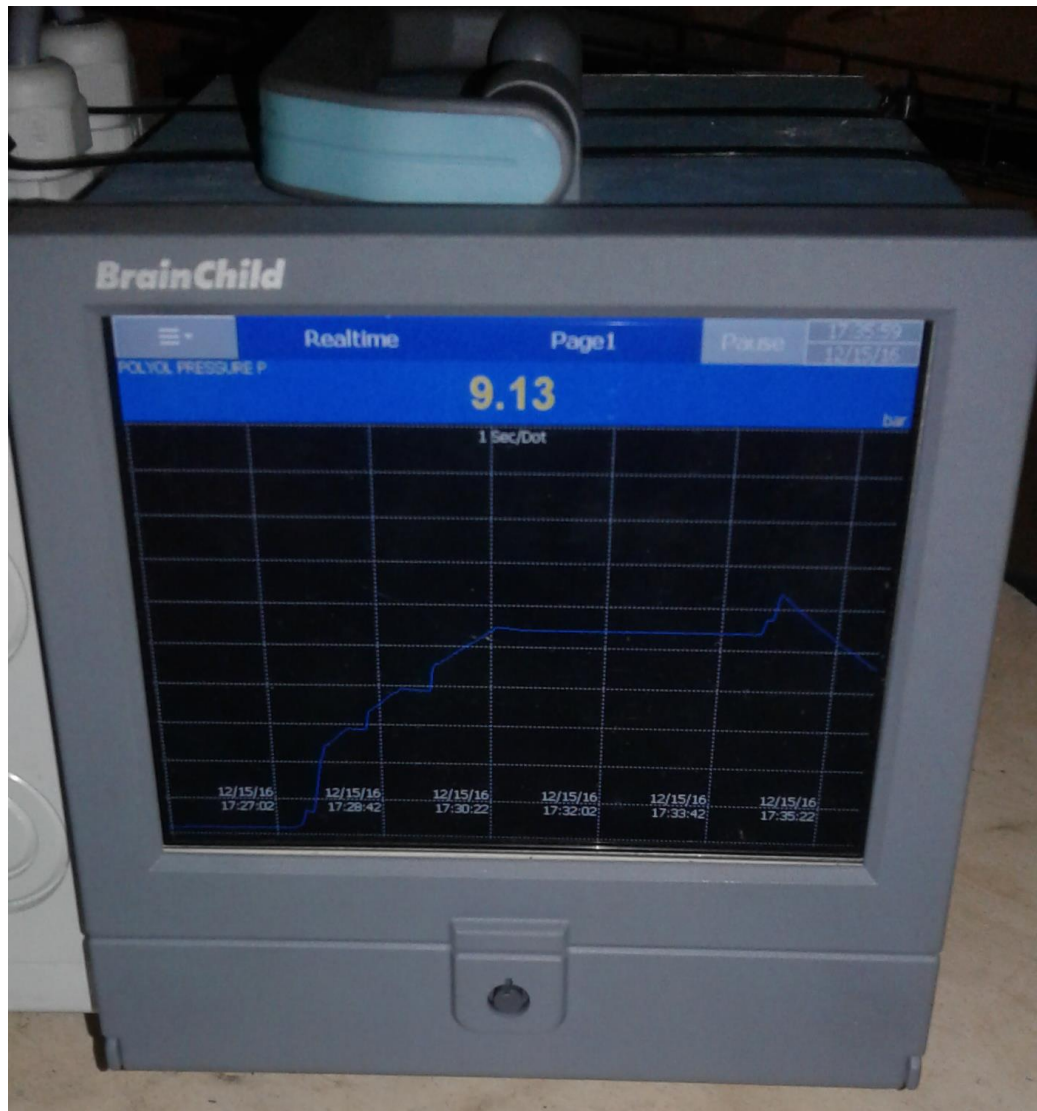


Kuva 11. Vaunukompressor. (kuva: Santeri Heinonkoski)



Kuva 12. Adapteri paineilman lisäykseen ja seurantaan DN25 laipalla. (kuva Santeri Heinonkoski)

Paine päästettiin putkeen hallitusti, asteittain venttiiliä avaten ja paineen nousemista seurattiin piirturin näytöltä (kuva 13). Kun paine kohosi putkessa ~7 bar:n odotettiin, että paine tasaantuu ilman lämpötilan vaihtelun seurauksena. Paineen tasaantumisen jälkeen paine nostettiin koepaineeseen.



Kuva 13. BrainChild PR20 piirturi. (kuva Santeri Heinonkoski)

Käyttöpaineen ollessa 7 bar ja painekertoimen ollessa 1,1 kertaa PS, voidaan laskea koepaineen olevan vähintään 7,7 bar. Koepaineen on pysyttävä ailahtelemattomana tunnin ajanjakson, jolloin voidaan kirjata koe onnistuneeksi mittauspöytäkirjaan.

Paineen kadotessa kokeen aikana tulee sen vuotokohta etsiä ja paikata. Vuotokohdan paikantamiseen hyvänä konstina on pidetty vesi-saippua-seosta. Paineilman päästessä tähän seokseen alkaa se kuplia ja näin paljastaa vuotokohdan, vaikka se olisi nuppineulan kokoinen reikä. Vuodon paikkauksen jälkeen koe toistetaan ja koetulokset taltioidaan uudelleen. Koe suoritetaan uudelleen niin kauan, että paine putkistossa pysyy testin pituuden ajan.

## 5.2 NDT-tarkastus

Putkiston NDT-tarkastus eli rikkomaton aineenkoetus tarkoittaa seuraavia tarkastusmenetelmiä

- magneettijauhetarkastus
- tunkeumanestetarkastus
- radiografinen tarkastus
- ultraäänitarkastus
- silmämääräinen tarkastus.

Putkistolle tehdään NDT-tarkastus painelaiteluokan niin vaatiessa. Kaikki hitsausliitokset on tarkastettava silmämääräisesti ennen kuin mitään edellä mainittuja NDT-tarkastuksia suoritetaan. Silmämääräinen tarkastus tarkoittaa putkiston osien ja kannakkeiden havainnointia, jotka ovat tarkastettavissa tai voidaan tarkastaa ennen niiden paikalleen asentamista.

Luokkaan I kuuluvia putkistoja koskevat seuraavat erikoissäännöt:

- putkistojen, jotka kuuluvat luokkaan 0 tai putkistot, jotka toimivat korkeintaan 0,5 baarin paineessa, NDT- tarkastuslaajuuden on oltava sellainen, että hitsin laatu voidaan varmistaa. Volumetrisessa tarkastuksessa suositellaan vähintään 2 %:n tarkastusta.
- luokan I putkistoille, jonka materiaali kuuluu materiaaliryhmiin 1.1, 1.2 ja 8.1, riittää 2 %:n volumetrinen tarkastus, jos riittävää kokemusta on. (SFS-EN 13480-5:2017, 14)

Kun käytetään kaasupainekoetta, sovelletaan liitteen 4 taulukon huomautuksen g mukaista tarkastuslaajuutta.

Vaihtoehtoja ovat mm. 1) voimme käyttää opinnäytetyössä rakennettua putkistoa ja käyttöpainetta. Toisena 2) esimerkkinä otetaan teräsputki, jonka halkaisija on 70mm.

- 1) Putkisto kuuluu materiaaliryhmään 8.1 ja paineluokkaan 1, jonka perusteella pintatarkastus (MT/PT) tulee suorittaa 5% hitsaussaumoista sekä silmämääräinen tarkastus kaikille saumoille painekokeen lisäksi.

- 2) Putkisto kuuluu materiaalityypin 3.1 ja paineluokkaan 1, jonka perusteella pintatarkastus (MT/PT) tulee suorittaa 25% hitsausseamien sekä silmämääräinen tarkastus kaikille saumoille painekokeen lisäksi. Esimerkiksi 1 eron tälle putkistolle tulee suorittaa radiograafinen tarkastus tai ultraäänitarkastus 25% hitsausseamien.

## 6 LAADUNVARMISTUS

Loppudokumentaation määrittää standardi SFS-EN 13480-5:2017. Standardin sivulta 24 löytyy taulukko 9.4 -1 loppudokumentaatio, joka määrittelee dokumentaatiolaajuuden eri paineluokkien mukaan. Valmistajan on koottava suunnittelun ja valmistuksen dokumentaatio sellaisella tavalla, että putkiston suunnittelu ja valmistus voidaan arvioida tämän standardin vaatimusten ja hyväksytyyn suunnitelman mukaisesti.

Taulukko 5. Loppudokumentaatio 9.4 -1. (SFS-EN 13480-5:2017, taulukko 9.4.-1)

| Nro   | Dokumentit  | Luokka |    |                |                   | Putkisto<br>≤ 0,5 bar |
|---|---|--------|----|----------------|-------------------|-----------------------|
|   |   | III    | II | I              | 0                 |                       |
| 1   | Putki- ja instrumentointikaavio (PI-kaavio)   | x      | x  | x              | x <sup>a</sup>    | x <sup>a</sup>        |
| 2   | Suunnittelu- ja käyttöarvojen yhteenveto  | x      | x  | x              | x <sup>a</sup>    | x <sup>a</sup>        |
| 3   | Putkiston sijoituspiirustukset ja kannakepiirustukset mitoituksineen (voi sisältää isometrisiä piirroksia, toteutuspiirustuksia, kohtakuvia, pohjapiirroksia) | x      | x  | x              | x <sup>a</sup>    | x <sup>a</sup>        |
| 4   | Putkiston rakenneosien osaluettelot   | x      | x  | x <sup>a</sup> | x <sup>a</sup>    | -                     |
| 5   | Perusmateriaalien ja hitsauslisäaineiden aineodistukset tarvittaessa  | x      | x  | x <sup>a</sup> | Ks.<br>EN 13480-2 | -                     |
| 6   | Dokumentit sekalaisille rakenneosille, kuten venttiileille tai turvalaitteille  | x      | x  | x <sup>a</sup> | x <sup>a</sup>    | x <sup>a</sup>        |
| 7   | Hitsausdokumentit   | x      | x  | x <sup>a</sup> | x <sup>a</sup>    | -                     |
| 8   | NDT-dokumentit  | x      | x  | x              | -                 | -                     |
| 9   | Lämpökäsittelydokumentit  | x      | x  | x              | -                 | -                     |
| 10  | Painekokeiden tai korvaavien testien dokumentit   | x      | x  | x              | x <sup>a</sup>    | -                     |
| 11  | Tunnistemerkin tiedot<br>(ks. EN 13480-4:2017, kohta 11)  | x      | x  | x              | x                 | x <sup>a</sup>        |
| 12  | Standardinmukaisuusvakuutus suunnittelulle  | x      | x  | x              | -                 | -                     |
| 13  | Vaatimustenmukaisuusvakuutus putkiston valmistukselle/asennukselle  | x      | x  | x              | -                 | -                     |
| 14  | Käyttöohjeet <sup>b</sup>   | x      | x  | x              | -                 | -                     |
| 15  | Muut soveltuvat käyttöohjeet <sup>b</sup>   | -      | -  | -              | x                 | -                     |
| "x" tarkoittaa, että asiakirja on oltava mukana loppudokumentaatioissa.   |   |        |    |                |                   |                       |
| HUOM. Katso PED liite VII, jossa esitetään vaatimustenmukaisuusvakuutus, joka on oltava saatavilla, jos putkisto kuuluu luokkiin I, II ja III ja se on saatettu markkinoille maassa, jossa PEDiä sovelletaan. |   |        |    |                |                   |                       |
| <sup>a</sup> riippuu valmistajan päätöksestä  |   |        |    |                |                   |                       |
| <sup>b</sup> ellei sisälly laitoksen tai kokoonpanon käyttöohjeisiin  |   |        |    |                |                   |                       |

Taulukkoa 5 tulkittaessa luokan 1 mukaisesti tulee painelaitteiston loppudokumentaatioissa esittää vähintään seuraavat dokumentit

- PI-kaavio
- suunnittelu- ja käyttöarvojen yhteenveto
- putkiston sijoituspiirustukset ja kannakepiirustukset mitoituksineen
- NDT-dokumentit
- lämpökäsittelydokumentit

- painekokeiden dokumentit
- tunnistemerkinnän tiedot
- standardinmukaisuusvakuutus suunnittelulle
- vaatimustenmukaisuusvakuutus putkistolle.

## 6.1 Materiaalitodistukset

Materiaalitodistukset tulee luovuttaa työn tilaajalle luovutusaineiston yhteydessä jokaisesta putkierästä, käyrästä, haarasta, venttiilistä, laipasta yms. SFS-EN 10204:2004 standardi käsittelee metallituotteiden ainetodistuksia, joita tulee noudattaa luokan 1 putkistoa rakentaessa. Luokan 1 putkiston materiaalitodistuksia koskee edellä mainitun standardin sivun kahdeksan kohta 3.2 Koetustodistus ”tyyppi 2.2”.

Tyyppi 2.2:

Asiakirja, jossa valmistaja vakuuttaa toimitettujen tuotteiden olevan tilauksen mukaisia ja jossa esitetään valmistusmenetelmäkohtaiset tarkastukseen perustuvat koetulokset. (SFS-EN 10204:2004, 8)

Liitteessä 7 on esitelty pultin materiaalitodistus esimerkkinä todistustavoista.

## 6.2 Painekokeiden ja NDT-testien dokumentit

Painekokeiden ja DNT-testien dokumentointi tulee luovuttaa muun luovutusaineiston mukana ennen käyttöönottotarkastusta, jotta käyttöönottotarkastuksen suorittava laitos voi hyväksyä kemikaalin päästämisen putkistoon sisälle.

Näihin dokumentteihin kuuluu mm. painekokeiden mittauspöytäkirjat, painekokeiden graafiset kuvaajat, painekokeiden tekstipohjaiset paineenpitävyys tiedot, röntgenfilmit, magneettijauhetestauksen pöytäkirjat sekä NDT-testien suorittaneen tarkastuslaitoksen raportti suoritetusta testaustavasta ja sen oikeellisuudesta.

## 6.3 Vaatimustenmukaisuusvakuutus

Vaatimustenmukaisuusvakuutus annetaan valmistetulle putkistolle. Valmistajan on varmistettava, että putkistot ovat teknisten asiakirjojen ja niiden vaatimusten mukaisia. Näitä

asiakirjoja on säilytettävä vaatimusvakuutuksen jäljennöksen kanssa 10 vuotta putkiston valmistuksesta.

Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely suoritetaan kemikaaliputkistolle liitteen 2 mukaisesti, vähintään moduulia A noudattaen.

Liitteessä 8 on näytetty esimerkki putkistolle tehtävästä vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta.

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa ns. ohjekirja yrityksille, joilla ei ole kokemusta kemikaaliputkiston rakentamisesta ja sen koepaineistuksen vaatimuksista. Työn tuloksena syntyi mielestäni selkeä ja ytimekäs, ei turhaa tietoa sisältävä asiakirja, joka tuo esille direktiivit ja standardit joita on seurattava työtä tehdessä.

Direktiivien ja standardien päivittyessä on tätä työtä tulkittava varauksella, mutta se sisältää edelleen tukimateriaalin koko prosessiin.

Opinnäytetyössä käsiteltävä putkiston valmistus suoritettiin onnistuneesti, dokumentointi hyväksyttiin viranomaislaitoksen toimesta ja käyttöönottotarkastuksen jälkeen tehdas sai tilata ja päästää kemikaalit putkistoon.

Ennen työn suorittamista suurimpana haasteena oli löytää oikeat standardit ja direktiivit jotka käsittelevät koepaineistusta, sen laitteiston rakentamista ja hyväksytyn käyttöönottotarkastuksen vaatimia asiakirjoja. Työn suorituksen aikana kävin 2 päiväisen koulutuksen. Koulutus antoi valmiuden toimia painelaitteiden käytönvalvojana. Tämä koulutus lisäsi tietoaani suuresti nimenomaan painelaitteiston osalta, sillä työtä suorittaessa tarkastelin omaa työtäni käytönvalvojan näkökulmasta.

## LÄHTEET

Painelaitelaki 16.12.2016/1144. Luettu 11/2017.  
<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20161144>

TUKES ohjeistus. Painelaitteen vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt eli moduulit. Luettu 11/2017.  
<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Painelaitteet/Painelaitteen-suunnittelu/arviointimenettelyt/>

TUKES opas. Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017. Luettu 11/2017.  
[http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit\\_kaasu/Kemikaaliputkistojen\\_turvallisuusvaatimukset.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Kemikaaliputkistojen_turvallisuusvaatimukset.pdf)

SFS-EN 10204:2004 Metallituotteiden ainetodistukset sivu 8 kohta 4.1. Luettu 11/2017.

SFS-EN 13480-1:2017 Metallic industrial piping. Part 1: General. Luettu 11/2017

SFS- EN 13480-5-2017 Metalliset teollisuusputkistot. Osa 5: Tarkastus ja testaus. Luettu 11/2017

SFS-EN ISO 14614-1:2017 Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hyväksyntä menetelmäkokeella. Osa 1: Terästen kaari- ja kaasuhitsaus sekä nikkelin ja nikkeli-seosten kaarihitsaus. Luettu 11/2017.

SFS-EN 13480-4:2017 Metalliset teollisuusputkistot. Osa 4: Valmistus ja asennus. Luettu 11/2017.

CLP-asetus liite VI, Tiettyjen vaarallisten aineiden yhdenmukaistettu luokitus ja merkinnät. Luettu 11/2017.

<http://www.kemikaalineuvonta.fi/Documents/clp/asetus/LIITE%20VI.pdf>

Taulukko 1. Painelaitedirektiivi liite 2. Nähty 11/2017.

Taulukko 2. Painelaitedirektiivin vaatimustenmukaisuuden arviointitaulukot. Taulukko 8. Nähty 11/2017.

Kuva 1. Putkiston sisällön ja virtaussuunnan merkintätapa. Nähty 11/2017.  
<http://www.exxi.fi/putkistomerkinnat/>

Kuva 2. Venttiilityypit. Nähty 11/2017.

<https://dir.indiamart.com/kanpur/butterfly-valves.html>

Kuva 3. Esimerkki PI-kaaviosta ja määräluettelosta. Nähty 11/2017.

<https://kb.vertex.fi/g42017fi/tutustu-tarkemmin/vertex-g4-toiminnallisuus/pi-kaaviosuunnittelu>

Kuva 5. Palloventtiilin leikkauskuva. Nähty 11/2017.

<http://wolseleyindustrial.ca/product/floating-ball-valve-by-meridian/>

Kuva 6. Spiraalitiiviste. Nähty 11/2017.

<https://www.gronmark.fi/fi/tuotteet/spiraalitiivisteet>

Kuva 7. Teflonteippi kierteiden tiivistykseen. Nähty 11/2017.

<http://www.joostdevree.nl/shtmls/teflontape.shtml>

Kuva 8. Wika A-10 painelähetin. Nähty 11/2017.

[http://www.wika.fi/a\\_10\\_fi\\_fi.WIKA?ProductGroup=73097](http://www.wika.fi/a_10_fi_fi.WIKA?ProductGroup=73097)



## Liite 2. Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt eli moduulit

| VAATIMUSTENMUKAISUUDEN ARVIOINTIMENETTELYT<br>PAINELAITTEEN LUOKKA - MODUULI TAI MODUULIYHDISTELMÄ |           |                           |                        |
|--|-----------|---------------------------|------------------------|
| LUOKKA I   | LUOKKA II | LUOKKA III                | LUOKKA IV              |
| A  | A2        | B (suunnittelutyyppi)+ D  | B (tuotantotyyppi) + D |
|  | D1        | B (suunnittelutyyppi) + F | B (tuotantotyyppi) + F |
|  | E1        | B (tuotantotyyppi) + E    | G                      |
|  |           | B (tuotantotyyppi) + C2   | H1                     |
|  |           | H                         |                        |

| 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 |

## Liite 3. Putkistoluokat EN standardi

| Fluid   | Fluid group<br>(see CEN/TR<br>13480-7:2002, 4.2) | Criteria   | Category                     | Reference to<br>CEN/TR 13480-7 |                |
|---|--|--|------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Gases <sup>a</sup>  | 1  | $PS > 0,5$ bar and $DN > 350$ or<br>$PS > 0,5$ bar and $DN > 100$ and<br>$PS \cdot DN > 3\ 500$  | III                          | See Figure A.1                 |                |
|   |  | $PS > 0,5$ bar and $100 < DN \leq 350$ and<br>$PS \cdot DN \leq 3\ 500$ or<br>$25 < DN \leq 100$ and $PS \cdot DN > 1\ 000$ or<br>$25 < DN \leq 350$ and $1\ 000 < PS \cdot DN < 3\ 500$ | II <sup>b</sup>              |                                |                |
|   |  | $PS > 0,5$ bar and $25 < DN \leq 100$ and<br>$PS \cdot DN \leq 1\ 000$   | I <sup>b</sup>               |                                |                |
|   |  | $PS > 0,5$ bar and $DN \leq 25$  | 0 (see 5.2)                  |                                |                |
|   | 2  | $PS > 0,5$ bar and $DN > 250$ and<br>$PS \cdot DN > 5\ 000$  | III                          | See Figure A.2                 |                |
|   |  | $PS > 0,5$ bar and $DN > 250$ and<br>$3\ 500 < PS \cdot DN \leq 5\ 000$ or<br>$100 < DN \leq 250$ and $PS \cdot DN > 3\ 500$   | II <sup>c</sup>              |                                |                |
|   |  | $PS > 0,5$ bar and $DN > 32$ and<br>$1\ 000 < PS \cdot DN \leq 3\ 500$ or<br>$32 < DN \leq 100$ and $PS \cdot DN > 1\ 000$   | I                            |                                |                |
|   |  | $PS > 0,5$ bar and $DN \leq 32$<br>or $PS > 0,5$ bar and $PS \cdot DN \leq 1\ 000$   | 0 (see 5.2)                  |                                |                |
|   | All  | $PS \leq 0,5$ bar  | (see 5.3)                    | -                              |                |
|   | Liquids <sup>d</sup>                             | 1  | $PS > 500$ bar and $DN > 25$ | III                            | see Figure A.3 |
| $10$ bar $< PS \leq 500$ bar and $DN > 25$ and<br>$PS \cdot DN > 2\ 000$  |  |  | II                           |                                |                |
| $0,5$ bar $< PS \leq 10$ bar and<br>$PS \cdot DN > 2\ 000$  |  |  | I                            |                                |                |
| $PS > 0,5$ bar and $DN \leq 25$ or<br>$PS > 0,5$ bar and $PS \cdot DN \leq 2\ 000$  |  |  | 0 (see 5.2)                  |                                |                |
| 2   |  | $PS > 500$ bar and $DN > 200$  | II                           | See Figure A.4                 |                |
|   |  | $10 < PS \leq 500$ bar and $DN > 200$ and<br>$PS \cdot DN > 5\ 000$  | I                            |                                |                |
|   |  | $0,5$ bar $< PS \leq 10$ bar or<br>$PS > 0,5$ bar and $DN \leq 200$ or<br>$PS > 0,5$ bar and $PS \cdot DN \leq 5\ 000$   | 0 (see 5.2)                  |                                |                |
| All   |  | $PS \leq 0,5$ bar  | (see 5.3)                    | -                              |                |
| <sup>a</sup> Gases: gases, liquefied gases, gases dissolved under pressure, vapours and those liquids whose vapour pressure at the maximum allowable temperature is greater than 0,5 bar above normal atmospheric pressure of 1,013 bar (1 013 mbar).<br><sup>b</sup> Piping for unstable gases which fall within category I or II on the basis of the above table, shall be classified in category III. (An unstable gas is a gas or a vapour liable to be transformed spontaneously and suddenly, which produces a variation in pressure when this transformation takes place in a closed volume under the sole effect of a small variation in one of the operation parameters.)<br><sup>c</sup> All piping containing gases at a temperature greater than 350 °C which fall within category II on the basis of the above table shall be classified in category III.<br><sup>d</sup> Liquids: liquids having a vapour pressure at the maximum allowable temperature of not more than 0,5 bar above normal atmospheric pressure of 1,013 bar (1 013 mbar). |  |  |                              |                                |                |

## Liite 4. NDT-menetelmät

1 (2)

| Materiaali-ryhmä a   | Luokka | Kaikki hitsit | Kehähitsit     |                          | Yhdehitsit     |                            |          |                     |          |                | Hitsit   |                | Tiivistehitsit |         |    |    |    |    |    |    |
|--|--------|---------------|----------------|--------------------------|----------------|----------------------------|----------|---------------------|----------|----------------|----------|----------------|----------------|---------|----|----|----|----|----|----|
|  |        |               | Pintatarkastus | Volumetrisen tarkastus b | Pintatarkastus | Volumetrinen tarkastus b,k |          | Pintatarkastus      |          | Pintatarkastus |          | Pintatarkastus |                |         |    |    |    |    |    |    |
|  |        | VT %          | $e_n$ mm       | MT/PT c %                | RT/UT %        | Yhteen halkaisija mm       | $e_n$ mm | Yhteen halkaisija i | $e_n$ mm | RT/UT %        | $e_n$ mm | MT/PT %        | $e_n$ mm       | MT/PT % |    |    |    |    |    |    |
| 1.1,<br>1.2,<br>8.1  | I      | 100           | 0              | 5                        | (10) g         | Kaikki                     | Kaikki   | Kaikki              | Kaikki   | 0              | Kaikki   | 0              | Kaikki         | 0       |    |    |    |    |    |    |
|  | II     |               |                |                          |                |                            |          |                     |          |                |          |                |                |         | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
|  | III    |               |                |                          |                |                            |          |                     |          |                |          |                |                |         | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1.3, 1.4, 1.5,<br>2.1, 2.2,<br>4.1, 4.2,<br>5.1, 5.2,<br>8.2, 8.3,<br>9.1, 9.2, 9.3,<br>10.1, 10.2 | I      | 100           | ≤ 30           | 5                        | 10             | Kaikki                     | Kaikki   | Kaikki              | Kaikki   | 0              | Kaikki   | 0              | Kaikki         | 5       |    |    |    |    |    |    |
|  |        |               |                | > 30                     | 10             |                            |          |                     |          |                |          |                |                |         | 10 |    |    |    |    |    |
|  | II     | 100           | ≤ 30           | 5                        | 10             | Kaikki                     | Kaikki   | Kaikki              | Kaikki   | 0              | Kaikki   | 10             | Kaikki         | 10      |    |    |    |    |    |    |
|  |        |               |                | > 30                     | 10             |                            |          |                     |          |                |          |                |                |         | 10 |    |    |    |    |    |
|  | III    | 100           | ≤ 30           | 5                        | 10             | Kaikki                     | Kaikki   | Kaikki              | Kaikki   | 0              | Kaikki   | 10             | Kaikki         | 25      |    |    |    |    |    |    |
|  |        |               |                | > 30                     | 10             |                            |          |                     |          |                |          |                |                |         | 10 |    |    |    |    |    |

a Materiaaliryhmä, ks. CEN ISO/TR 15608.

b Asianmukaisen NDT-menetelmän valitseminen volumetrisen tarkastukseen, ks. B.4.4.3.

c Ks. B.4.4.2.

d Lisätestaus hitsin poikkaisille virheille hitsin pinnassa (ks. EN ISO 17640:2010, tarkastustaso C).

e Vain jos jälkilämpökäsittely on tehty.

f Sulussa oleva arvo käytetään putkistoille, joissa viruminen tai väsyminen on määrävä tekijä suunnittelussa.

g Sulussa oleva arvo käytetään putkistoille, joille tehdään kaasupainekoe paineella, joka on 1,1-kertaa suurin sallittu käyttöpainne.

h  $e_n$  on yhdeputken nimellishalkaisija hit sin kohdalla (ks. W3, W3.1 ja W6 standardin EN 13480-4:2017 kuvissa 9.14.4 ja 9.14.4-2).

i Osille ilman DN-merkintää voidaan DN > 100 sijaista käyttää  $d_1 > 120$  mm.

k Jos molemmat ehdot (yhdehalkaisija ja nimellishalkaisuus) täyttyvät, vaaditaan volumetrinen tarkastus.

| Materiaali-ryhmä a                                    | Luokka | Kaikki hitsit | Kehähitsit                              |   | Yhdehitsit   |                          |   |                     |                     | Hitsit porrastetuissa liitoksissa/pienahitsit |                                       | Tiivistehitsit |        |     |    |    |
|---|--------|---------------|---|---|--|--------------------------|---|---------------------|---------------------|---|---------------------------------------|----------------|--------|-----|----|----|
|   |        |               | Pintatarkastus<br>$e_n$ mm<br>MT/PT c % | Volumetri-<br>nen tarkas-<br>tus b<br>RT/UT % | Pintatarkastus<br>Yhteen halkaisija<br>$e_n$ h mm<br>MT/PT c % | Yhteinen halkaisija<br>i | Volumetrinen tarkastus b,k<br>$e_n$ h mm<br>RT/UT % | $e_n$ mm<br>MT/PT % | $e_n$ mm<br>MT/PT % | Pintatarkastus<br>$e_n$ mm<br>MT/PT %         | Pintatarkastus<br>$e_n$ mm<br>MT/PT % |                |        |     |    |    |
| 3.1, 3.2, 3.3, 5.3, 5.4, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.1, 7.2 | I      | VT %          | $\leq 30$                               | 25  | Kaikki   | 25                       | > DN 100  | 25                  | 100                 | Kaikki  | 25                                    | Kaikki         | 100    |     |    |    |
|   |        |               | > 30                                    | 25  |  |                          |   |                     |                     |   |                                       |                |        | 25  | 10 |    |
|   |        |               | $\leq 30$                               | 25  |  |                          |   |                     |                     |   |                                       |                |        | 25  | 25 |    |
|   | II     | 100           | > 30                                    | 25  | (25 d) f,g   | 25                       | > 15  | 25                  | 100                 | 100   | 100                                   | 100            | 100    |     |    |    |
|   |        |               | $\leq 30$                               | 100   | (100) f,g  | 25                       |   |                     |                     |   |                                       |                |        |     |    |    |
|   |        |               | > 30                                    | 100   | (100 d) f,g  | 25                       |   |                     |                     |   |                                       |                |        |     |    |    |
|   | III    |               |   | $\leq 30$                                     | 25   | Kaikki                   | 25  | > DN 100            | 25                  | 100   | Kaikki                                | 25             | Kaikki | 100 |    |    |
|   |        |               |   | > 30  | 25   |                          |   |                     |                     |   |                                       |                |        |     | 25 | 10 |
|   |        |               |   | $\leq 30$                                     | 25   |                          |   |                     |                     |   |                                       |                |        |     | 25 | 25 |

a Materiaaliryhmä, ks. CEN ISO/TR 15608.

b Asiantunteen NDT-menetelmän valitseminen volumetriiseen tarkastukseen, ks. B.4.4.3.

c Ks. B.4.4.2.

d Lisätarkastus hitsin poikittaisille virheille hitsin pinnassa (ks. EN ISO 17640:2010, tarkastustaso C).

e Vain jos jälkilämpökäsittely on tehty.

f Sulussa oleva arvoa käytetään putkiin, joissa viruminen tai väsyminen on määräävä tekijä suunnittelussa.

g Sulussa oleva arvoa käytetään putkiin, joille tehdään kaasupainekoe paineella, joka on 1,1-kertaa suuriin sallittu käyttöpain.

h  $e_n$  on yhdeputken nimellishalkaisija hitsin kohdalla (ks. W3, W3.1 ja W6 standardin EN 13480-4:2017 kuvissa 9.14.4 ja 9.14.4-2).

i Osille ilman DN-merkintää voidaan DN > 100 sijaista käyttää  $d_i$  > 120 mm.

k Jos molemmat ehdot (yhdehalkaisija ja nimellispaksuus) täyttyvät, vaaditaan volumetrinen tarkastus.

## Liite 5. Painekekeen pöytäkirja

|   |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
|---|---|--|---------|---|--------------|--|---------|--|---------------|
| LOGO  |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| <b>PROSESSIPUTKISTON PAINEKOE- JA MITTAUSPÖYTÄKIRJA</b>   |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| <b>Kohde:</b>   | Yrityksen nimi  |  |         |   |              |  |         |  |               |
| <b>Osoite:</b>  | Yrityksen osoite  |  |         |   |              |  |         |  |               |
| <b>Putkisto-osuudet:</b>  |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| esim: linja 2 varoventtiililtä linjan 3 laippaan  |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
|   |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| Alkoi: 16:02  |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| Loppui: 17:02   |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| Käyttöpaine 7 bar   |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
|   |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| Liitteenä BrainChild PR20 piirturin koetulokset   |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
|   |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
|   |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| On paineistettu <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="7,7"/> bar paineella <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="60"/> min ajan |   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| Paineke on suoritettu:  | <table style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px;"></td> <td style="padding-left: 5px;">Vedellä</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; text-align: center;">x</td> <td style="padding-left: 5px;">Paineilmalla</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px;"></td> <td style="padding-left: 5px;">Typellä</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px;"></td> <td style="padding-left: 5px;">Polttoöljyllä</td> </tr> </table> |  | Vedellä | x | Paineilmalla |  | Typellä |  | Polttoöljyllä |
|   | Vedellä   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| x   | Paineilmalla  |  |         |   |              |  |         |  |               |
|   | Typellä   |  |         |   |              |  |         |  |               |
|   | Polttoöljyllä   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| Paikka ja päiväys:  | _____   |  |         |   |              |  |         |  |               |
| Allekirjoitus:  | _____   |  |         |   |              |  |         |  |               |
|   | Santeri Heinonkoski   |  |         |   |              |  |         |  |               |

## Liite 6. Teräslajit

| Ryhmä | Alaryhmä | Teräslaji   |
|-------|----------|---|
| 2     |          | Termomekaanisesti valssatut hienoraeteräkset ja valuteräkset, joiden ohjeellinen ylempi myötöraja $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$                         |
|       | 2.1      | Termomekaanisesti valssatut hienoraeteräkset ja valuteräkset, joiden ohjeellinen ylempi myötöraja $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ |
|       | 2.2      | Termomekaanisesti valssatut hienoraeteräkset ja valuteräkset, joiden ohjeellinen ylempi myötöraja $R_{eH} > 460 \text{ N/mm}^2$                         |
| 3     |          | Nuorrutusteräkset ja erkautuskarkenevat teräkset, paitsi ruostumattomat teräkset, joiden ohjeellinen ylempi myötöraja $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$     |
|       | 3.1      | Nuorrutusteräkset, joiden ohjeellinen ylempi myötöraja $360 \text{ N/mm} < R_{eH} \leq 690 \text{ N/mm}^2$  |
|       | 3.2      | Nuorrutusteräkset, joiden ohjeellinen ylempi myötöraja $R_{eH} > 690 \text{ N/mm}^2$  |
|       | 3.3      | Erkautuskarkenevat teräkset, paitsi ruostumattomat teräkset   |
| 4     |          | Niukasti vanadiinilla seostetut Cr-Mo-(Ni) teräkset, joissa $Mo \leq 0,7 \%$ ja $V \leq 0,1 \%$   |
|       | 4.1      | Teräkset, joissa $Cr \leq 0,3 \%$ ja $Ni \leq 0,7 \%$   |
|       | 4.2      | Teräkset, joissa $Cr \leq 0,7 \%$ ja $Ni \leq 1,5 \%$   |
| 5     |          | Vanadiinia sisältämättömät Cr-Mo teräkset, joissa $C \leq 0,35 \%$  |
|       | 5.1      | Teräkset, joissa $0,75 \% < Cr \leq 1,5 \%$ ja $Mo \leq 0,7 \%$   |
|       | 5.2      | Teräkset, joissa $1,5 \% < Cr \leq 3,5 \%$ ja $0,7 \% < Mo \leq 1,2 \%$   |
|       | 5.3      | Teräkset, joissa $3,5 \% < Cr \leq 7,0 \%$ ja $0,4 \% < Mo \leq 0,7 \%$   |
|       | 5.4      | Teräkset, joissa $7,0 \% < Cr \leq 10,0 \%$ ja $0,7 \% < Mo \leq 1,2 \%$  |
| 6     |          | Runsaasti vanadiinilla seostetut Cr-Mo-(Ni) teräkset  |
|       | 6.1      | Teräkset, joissa $0,3 \% < Cr \leq 0,75 \%$ , $Mo \leq 0,7 \%$ ja $V \leq 0,35 \%$  |
|       | 6.2      | Teräkset, joissa $0,75 \% < Cr \leq 3,5 \%$ , $0,7 \% < Mo \leq 1,2 \%$ ja $V \leq 0,35 \%$   |
|       | 6.3      | Teräkset, joissa $3,5 \% < Cr \leq 7,0 \%$ , $Mo \leq 0,7 \%$ ja $0,45 \% \leq V \leq 0,55 \%$  |
|       | 6.4      | Teräkset, joissa $7,0 \% < Cr \leq 12,5 \%$ , $0,7 \% < Mo \leq 1,2 \%$ ja $V \leq 0,35 \%$   |
| 7     |          | Ferriittiset, martensiittiset tai erkautuskarkenevat ruostumattomat teräkset, joissa $C \leq 0,35 \%$ ja $10,5 \% < Cr \leq 30 \%$                      |
|       | 7.1      | Ferriittiset ruostumattomat teräkset  |
|       | 7.2      | Martensiittiset ruostumattomat teräkset   |
|       | 7.3      | Erkautuskarkenevat ruostumattomat teräkset  |
| 8     |          | Austeniittiset ruostumattomat teräkset, $Ni \leq 31 \%$   |
|       | 8.1      | Austeniittiset ruostumattomat teräkset, joissa $Cr \leq 19 \%$  |
|       | 8.2      | Austeniittiset ruostumattomat teräkset $Cr > 19 \%$   |
|       | 8.3      | Mangaaniseosteiset austeniittiset ruostumattomat teräkset, joissa $4,0 \% < Mn \leq 12,0 \%$  |
| 9     |          | Nikkeliseostetut teräkset, joissa $Ni \leq 10,0 \%$   |
|       | 9.1      | Nikkeliseostetut teräkset, joissa $Ni \leq 3,0 \%$  |
|       | 9.2      | Nikkeliseostetut teräkset, joissa $3,0 \% < Ni \leq 8,0 \%$   |
|       | 9.3      | Nikkeliseostetut teräkset, joissa $8,0 \% < Ni \leq 10,0 \%$  |
| 10    |          | Austeniittis-ferriittiset teräkset (duplex-teräkset)  |
|       | 10.1     | Austeniittis-ferriittiset teräkset, joissa $Cr \leq 24,0 \%$  |
|       | 10.2     | Austeniittis-ferriittiset teräkset, joissa $Cr > 24,0 \%$   |
| 11    |          | Teräkset, jotka kuuluvat ryhmään 1 d, paitsi, että $0,25 \% < C \leq 0,5 \%$  |
|       | 11.1     | Ryhmän 11 teräkset, joissa $0,25 \% < C \leq 0,35 \%$   |
|       | 11.2     | Ryhmän 11 teräkset, joissa $0,35 \% < C \leq 0,5 \%$  |
|       | 11.3     | Ryhmän 11 teräkset, joissa $0,5 \% < C \leq 0,85 \%$  |

Huom. Kappaleanalyysin perusteella voidaan ryhmän 2 teräkset arvioida kuuluvan ryhmään 1.

<sup>a</sup> Terästen tuotestandardien spesifikaation mukaan  $R_{eH}$  voidaan korvata  $R_{p0,2}$  tai  $R_{10,5}$ .

<sup>b</sup> Korkeampi arvo sallitaan, edellyttäen, että  $Cr + Mo + Ni + Cu + V \leq 0,75 \%$ .

<sup>c</sup> Korkeampi arvo sallitaan, edellyttäen, että  $Cr + Mo + Ni + Cu + V \leq 1 \%$ .

## Liite 7. Vaatimustenmukaisuuvakuutus

## Vaatimustenmukaisuusvakuutus

Yrityksen nimi  
Yrityksen osoite

vakuuttaa, että kemikaaliputkisto

Kemikaaliputkisto z100  
valmistusnumero 1  
jonka suunnittelu-arvot ovat:

|                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| Paine, <u>max</u> / min    | 7,0 / -1 bar       |
| Halkaisija                 | DN 33,7            |
| Sisältö                    | luokan 1 kemikaali |
| Lämpötila <u>max</u> / min | + 80 / -10 °C      |

**on suunniteltu ja valmistettu vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista annetun valtioneuvoston asetuksen (856/2012) 47 § mukaisesti ja vastaten painelaitteasetuksen (1548/2016) luokan I vaatimustasoa (moduuli A)**

Sovelletut standardit  
SFS EN-13480-1-5

Muut standardit ja tekniset eritelmät:

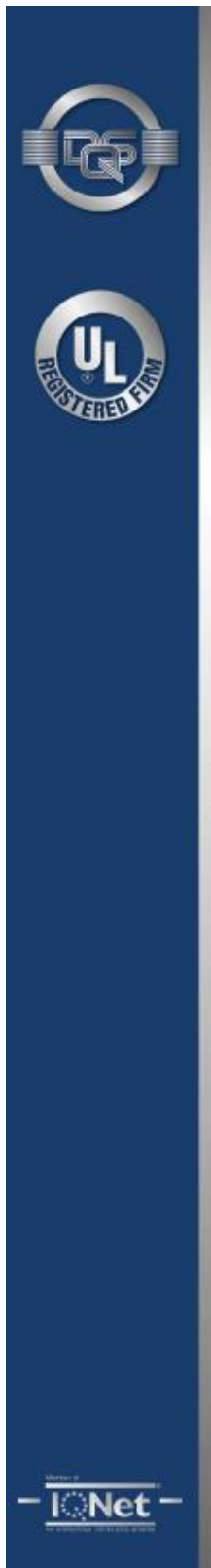
Pääpiirustuksen No: xxx  
Piirustuksessa esitetään putkistokokonaisuus ja yksilöidään putkilinjat ja painelaitteet suunnittelu-arvoineen

Kemikaaliputkiston suunnittelu, valmistus ja tarkastukset täyttävät asetetut vaatimukset.

Tampereella \_\_ .\_\_.\_\_\_\_

Allekirjoitus

## Liite 8. Pultin materiaalitodistus



# CERTIFICATE



This is to certify that

## Impala Bolt & Nut (Pty) Ltd

48 Nagington Road  
Wadeville  
Germiston  
Johannesburg  
1422  
South Africa

Has implemented and maintains a **Quality Management System**.

**Scope:**

The manufacturing of standard bolts, nuts, washers, specialised fasteners and other cold forged components for the Engineering, Automotive, Construction, Industrial and Mining industries.

Through an audit, documented in a report, it was verified that the management system fulfills the requirements of the following standard:

## ISO 9001 : 2008

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Certificate registration no.   | 40600017 QM08 |
| Date of original certification | 2013-10-15    |
| Valid from                     | 2016-10-15    |
| Valid until                    | 2018-09-14    |
| Date of certification          | 2016-10-11    |



### DQS GmbH

Frank Graichen  
Managing Director

Accredited Body: DQS GmbH, August-Schanz-Straße 21, 60433 Frankfurt am Main, Germany  
Administrative Office: DQS South Africa, P.O.Box 672, Randburg 2125 - South Africa

