

**Antti Myllymäki**

**PANTALIITOKSEN LAADUN VARMISTAMINEN**

**Neste Porvoo**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Kemiantekniikan koulutusohjelma  
Tammikuu 2017**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Lokakuu 2017	<b>Tekijä/tekijät</b> Antti Myllymäki
<b>Koulutusohjelma</b> Kemiantekniikka		
<b>Työn nimi</b> PANTALIITOKSEN LAADUN VARMISTAMINEN		
<b>Työn ohjaaja</b> Staffan Borg	<b>Sivumäärä</b> 37	
<b>Työelämäohjaaja</b> Pasi Parhamaa Matti-Pekka Nurminen		
<p>Neste Porvoon tuotantolinja 4 sisältää noin 3300 kpl avattavia Grayloc-pantaliitoksia. Liitokset sijaitsevat putkistoissa ja painelaitteissa. Iso osa pantaliitoksista luetaan kriittisiksi. Kriittisyys velvoittaa, että näitä liitoksia tulee tarkastella laajemmin ja systemaattisemmin laaduntuottotekijöillä. Keskeisimmät laaduntuottotekijät ovat asentaja ja ohjeet. Nämä eivät kuitenkaan yksin riitä varmentamaan onnistunutta pantaliitosasennusta. Tarvitaan kokonaisvaltainen ymmärrys niistä laaduntuottotekijöistä joilla vaikutetaan pantaliitoksiin ja niihin tehtävään työnlaatuun. Tästä syystä kunnossapidossa halutaan laaja-alaista varmennusta pantaliitosten laadun varmistamiseen. Opinnäytetyö tavoitteena on pantaliitosten asennustyön laadun varmistaminen sekä luoda laaduntuottotekijöiden pohjalta pätevyystesti.</p> <p>Ennen kolmannen osapuolen järjestämää koulutusta pantaliitoksen laadun varmistaminen on ollut ai-noastaan Nesteen kunnossapidon asiantuntijoiden vastuulla. Verrattaessa avattavaa ruuviliitosta py-syviin liitoksiin, kuten hitsausliitos, on laadun varmistamiseen liittynyt valvova kolmas osapuoli. Py-syviä liitoksia tekevien henkilöiden pätevänti on tällöin suoritettu kolmannen osapuolen toimesta. Neste haluaa varmistua myös avattavien liitosten, erityisesti tässä työssä käsiteltävien pantaliitosten asentajien pätevydestä. Pätevyyden varmistamista varten Neste on ottanut edelläkävijänä käyttöönsä Suomessa standardin SFS-EN 1591-4 osan 8, joka käsittelee pantaliitoksia. Tämä tarkoittaa sitä, että asennushenkilöstöltä vaaditaan hyväksytysti suoritettu, kolmannen osapuolen järjestämä pätevyys-testi. Tässä opinnäytetyössä luodaan kolmannen osapuolen järjestämän koulutuksen rinnalle Nesteen oma pätevyystesti, joka luodaan L2O-koulutusalueelle. Nesteen testin avulla voidaan varmistaa tarvittaessa ja tapauskohtaisesti asentajan pätevyys. Testi mahdollistaa samalla sen, että asentaja tutustuu Nesteen laadunvarmistusmateriaaleihin, sekä aihealueeseen liittyviin spesifikaatioihin. Kokonaisuudessaan Nesteen testi varmistaa, että asentaja hallitsee pantaliitosten asennuksen, irrotuksen ja oikeanlaiset käsittelytavat annettujen ohjeiden mukaisesti.</p> <p>Opinnäytetyön aikana on myös päivitetty ”on-site” -kenttävarmennuskoulutuksen materiaaleja ja koulutusprosessia. Yhdessä Nesteen pantaliitostesti ja ”on-site” -kenttävarmennus ovat lisäämässä turvallisuutta ja käytettävyyttä tuotantolinja neljällä.</p>		

## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

**Asiasanat**

Kunnossapito-osasto, laadunvarmistus, Neste Oyj, pantaliitos, standardi SFS-EN 1591-4, öljynjalostamo.

## ABSTRACT

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> October 2017	<b>Author</b> Antti Myllymäki
<b>Degree programme</b> <b>Chemical engineering</b>		
<b>Name of thesis</b> PANTALIITOKSEN LAADUN VARMISTAMINEN / ENSURING THE QUALIFICATION OF CLAMP CONNECTION		
<b>Instructor</b> Staffan Borg	<b>Pages</b> 37	
<b>Supervisor</b> Pasi Parhamaa Matti-Pekka Nurminen		
<p>Neste Porvoo oil refinery's production line 4 includes about 3300 Grayloc clamp connectors. The joints are located in pipes and pressure equipment. Most of the clamp connectors are classified as critical. This criticality requires that these connectors have to be observed more broadly and systematically with quality factors. The main essential quality factors are the mechanic and working instructions. However, these factors are not sufficient to certify the implemented clamp connector assembly. There is a need for a total understanding of the quality factors which have an influence on clamp connectors and the quality of maintenance. Because of these, maintenance department wants to ensure that the quality is exact for the clamp connectors. The target of this thesis is ensure the quality of the clamp connector's assembly and create a qualification test based on the quality factors.</p> <p>Before the training organized by a third party, ensuring the quality of the clamp connection has been the responsibility only of Neste's maintenance experts. The difference between openable connector and permanent connector is that there has been a supervisor from outside of the company to inspect the permanent connectors. In this case, the qualification of the permanent connectors have been tested by a third-party. Nowadays Neste wants to make sure the qualifications of the mechanics, which is dealt with in this thesis. To ensure the competence, Neste is a forerunner in Finland to use standard SFS-EN 1591-4 part 8, which covers the clamp connectors. This means that the mechanics are required to pass a third-party organized qualification test. This thesis work Neste's own qualification test, which was created on the L2O training platform, alongside the test organized by the third party. Neste's test can be used to ensure the competence of the mechanic on a basis. At the same time, the test allows the mechanics to orientate themselves with the Neste's quality assurance materials as well as the subject-specific specifications. Overall Neste's test verifies that the mechanics know how to perform exactly, disconnecting and handling the clamp connector in accordance the instructions given.</p> <p>During this thesis work "on site" field verification training materials and training process have been updated. Neste's clamp connector test and "on-site" field verification together are increasing the safety and usability of the production line four.</p>		
<b>Key words</b> Clamp connector, ensuring qualification, meaintenance department, Neste Oyj, oil refinery, standard SFS-EN 1591-4		

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

DN	Dimension nominale, mitoitusarvo
Gimlet compouser	Verkkokurssien sisällöntuottotyökalu
L2O	Licence to operate, verkkokoulutusalue
Moduuli	Yksittäinen osa jotain suurempaa kokonaisuutta
NCR	Neste continuous reporting
NDT-tarkastus	Non-destructive testing, rikkomaton aineenkoetus
NOS	Neste Oil standard
Pantaliitos	Pantaliitos on ruuviliitos, jonka tarkoituksena on pitää korkeapaineiset putket kiinni toisissaan putkiston paineen ja ruuvien vetävän voiman avulla.
PED	Pressure equipment directive, painelaitedirektiivi
PMS	Punch management system
PT	Pressure test, painekoe
SFS	Finlands standardiseringsförbund, standardisoimisliitto
Spesifikaatio	Täsmällinen, vaatimuksia asettava kuvaus
Vuoto	Ei toivottu aineen ulospääsy

## **ESIPUHE**

Tämä opinnäytetyö tehtiin Neste Oyj:n Porvoon jalostamon kunnossapito-osaston pantaliitostöiden laadun varmistamiseksi. Toivon, että projektissa suunnitellusta moduulista ja ”on the site” -laadunvarmistuksesta on hyötyä pantaliitosten asennustöiden laadun parantamiseksi ja ylläpitämiseksi.

Haluan kiittää projektissa mukana olleita: työelämäohjaajia Pasi Parhamaata ja Matti-Pekka Nurmista, sekä työn ohjaajaa Staffan Borgia saamastani tuesta. Haluan myös kiittää mukana olleita Timo Mustosta ja Juha Aulënia, jotka ovat auttaneet projektin toteutuksessa. Lisäksi haluan kiittää Porvoon jalostamon kunnossapito-osastoa, sekä erityisesti Mika Uussiltaa, jonka panostuksella saatiin projekti etenemään sen alkutaipaleella.

Haluan lausua myös erityiskiitokseni vanhemmilleni, jotka kannustivat ja tukivat opiskelun läpi saattamiseen.

Porvoossa 10.9.2017

Antti Myllymäki

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Työn sisältö ja tavoitteet .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Neste Oyj.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.1 Porvoon jalostamo .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.2 Kunnossapito-osasto .....</b>	<b>4</b>
<b>2 TOIMINTAAN LIITTYVÄT VAATIMUKSET .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Painelaitteen suunnittelu ja valmistus.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Painelaitteen käyttö.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1 Asennus, korjaus ja muutostyöt .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.2 Ruuviliitoksen luokittelu Nesteellä .....</b>	<b>9</b>
<b>3 RUUVILIITOKSET .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Vaarnaruuvi.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Pantaliitos .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.1 Pantaliitoksen osat .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.2 Metallitiiviste (seal ring).....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.3 Pantaliitoslaippa (hub) .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.4 Pantaliitoksen pannat (clamps), ruuvit (bolts) ja mutterit (nuts) .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.5 Pantaliitoksen esivalmistelu .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.6 Pantaliitoksen asennus.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.7 Pantaliitoksen purku .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.8 Väliaikaiset sokeoinnit.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.9 Pantaliitoksen koneistus .....</b>	<b>19</b>
<b>4 PANTALIITOSTYÖN LAATU .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Laatuvaatimus .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2 Laaduntuottotekijät .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2.1 Toiminta ennen asennusta .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2.2 Toiminta asennuksen aikana.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2.3 Toiminta asennuksen jälkeen.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3 Toteutunut laatu.....</b>	<b>23</b>
<b>4.4 Jatkuva parantaminen.....</b>	<b>24</b>
<b>5 PANTALIITOSASENTAJAN KOULUTUS JA OSAAMISEN VARMISTAMINEN.....</b>	<b>26</b>
<b>5.1 Standardin koulutusvaatimus .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2 Koulutus ja pätevyyden hankinta.....</b>	<b>27</b>
<b>5.3 Koulutuksen soveltaminen Nesteellä .....</b>	<b>28</b>
<b>5.4 On the site -kenttävarmennus .....</b>	<b>29</b>
<b>6 PÄTEVYYSTESTI .....</b>	<b>31</b>
<b>6.1 Testin rakenne ja sisältö .....</b>	<b>31</b>
<b>6.2 Moduulin testaus .....</b>	<b>32</b>
<b>6.3 Pohdinta .....</b>	<b>32</b>

<b>7 YHTEENVETO .....</b>	<b>35</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>37</b>

## **KUVIOT**

<b>KUVIO 1 Nesteen historia .....</b>	<b>2</b>
<b>KUVIO 2 Neste Porvoon kunnossapito-organisaatio .....</b>	<b>4</b>
<b>KUVIO 3 Painelaitteen vaatimuksenmukaisuuden arviointimenettely .....</b>	<b>7</b>
<b>KUVIO 4 Ruuviliitoksen osat .....</b>	<b>11</b>
<b>KUVIO 5 Grayloc-merkkinen pantaliitos .....</b>	<b>12</b>
<b>KUVIO 6 Tiivisteen toiminta ja sijainti pantaliitoksessa .....</b>	<b>13</b>
<b>KUVIO 7 Grayloc-pantaliitoksen tiivistemallit .....</b>	<b>14</b>
<b>KUVIO 8 Pantaliitoksen ruuvit kiristetään ristiin .....</b>	<b>17</b>
<b>KUVIO 9 ”Stand-off” kuvaa tiivisteen ulokkeen ja laipan väliin jäävää rakoa .....</b>	<b>18</b>
<b>KUVIO 10 Laaduntuottotekijät pantaliitostöissä .....</b>	<b>21</b>
<b>KUVIO 11 Kuvakaappaus NCR lomakkeesta .....</b>	<b>24</b>
<b>KUVIO 12 Kuvakaappaus vanhasta kenttävarmennus materiaalista .....</b>	<b>30</b>
<b>KUVIO 13 Kuvakaappaus putkistojen ja painelaitteiden testin C-osasta .....</b>	<b>33</b>
<b>KUVIO 14 Kuvakaappaus putkistojen ja painelaitteiden testin C-osasta .....</b>	<b>33</b>

## **KUVAT**

<b>KUVA 1 Neste Porvoon tuotantolaitos ilmasta kuvattuna .....</b>	<b>3</b>
<b>KUVA 2 ”On-site” sorvi kiinnitettynä pantaliitoslaippaan .....</b>	<b>20</b>

## **TAULUKOT**

<b>TAULUKKO 1 Vaatimustenmukaisuuden arviointitaulukko .....</b>	<b>8</b>
--	----------



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn sisältö ja tavoitteet

Tämä opinnäytetyö käsittelee pantaliitoksen laadun varmistusta Nesteellä. Neste Oyj:n Porvoon jalostamolla on noin 3300 Grayloc-mallin pantaliitosta. Näistä lähes kaikki sijaitsevat tuotantolinja 4:llä. Pantaliitosten käyttöön ja huoltoon liittyviä toimenpiteitä tehdään usein suunniteltujen prosessipysäytysten aikana. Liitosten avaaminen, tarkastaminen ja sulkeminen tehdään tarkoin määriteltyjen ohjeiden mukaisesti. Käytäntö on, että asentaja ja valvoja ovat suorittaneet hyväksytysti kolmannen osapuolen järjestämän laippaliituskoulutuksen, jossa käsitellään pantaliitoksen teoriaa ja asentamista. Neste haluaa varmistaa, että koulutuksen käyneet henkilöt omaavat tarpeeksi ammattitaitoa työskennelläkseen pantaliitosten parissa. Suurseisokin aikana 2015 havaittiin, että pantaliitos-asennuksiin vaadittava ammattitaito ei ollut riittävällä tasolla. Tämä havaittiin asennusvirheinä pantaliitoksissa.

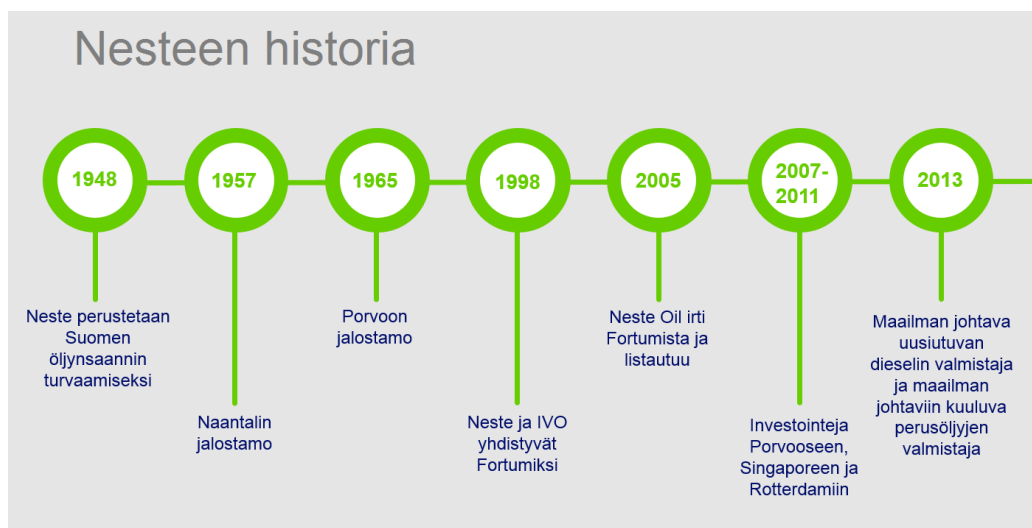
Ennen kolmannen osapuolen järjestämää koulutusta Neste on itse suorittanut perehdytyksen pantaliitos-asennuksiin. Perehdytykseen on kuulunut teoriaosio, sekä noin kolme tuntia kestävä käytännön osio. Käytännön osiota kutsutaan nimellä ”on the site” -käyttövarmistus. Vuoden 2017 alusta Neste määritteli pakolliseksi kolmannen osapuolen järjestämän pantaliituskoulutuksen, joka perustuu standardiin SFS-1591-4. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda koulutusmoduuli ja päivittää ”on the site” -käyttövarmistusosiota. Nämä osaltaan täydentävät kolmannen osapuolen järjestämää koulutusta ja pätevöintiä. Nesteen koulutusten avulla saadaan asentajille tutuiksi Nesteen toimivat ohjeet, toimintatavat ja -mallit. Laadukkaasti asennetut pantaliitokset vähentävät vuotoja ja niistä aiheutuvia vaaratilanteita.

Asentajan pätevyys voidaan Nesteen niin halutessa varmentaa testillä, joka luodaan Gimlet Composer tietokoneohjelman avulla ja tullaan julkaisemaan Licence to operate (L2O) -portaalissa. L2O-moduulia voidaan käyttää lisätyökaluna asentajien ammattitaidon varmistuksessa. Testi sisältää Nesteen öljynjalostamolle olennaisia kysymyksiä pantaliitoksesta. Kysymykset liittyvät pantaliitosten asennukseen, irrotukseen, tarkastukseen sekä Nesteen omiin ohjeisiin ja vaatimuksiin. L2O-moduuli sisältää teoriaosueen ja siihen liittyvän testin. Testissä on 30-pantaliitostyöhön liittyvää kysymystä, näistä asentajan tulee saada oikein 80 %. Vaatimus on, että kaikki pantaliitosten kanssa työskentelevät henkilöt ovat suorittaneet hyväksytysti kolmannen osapuolen järjestämän pantaliituskoulutuksen ja Nesteen oman ”on the

site” -käyttövarmuusosion. L2O-moduulia käytetään vain, jos Neste katsoo sen tarpeelliseksi. Tällöin Neste vastaa itse moduulin käytöstä ja kohdehenkilön valinnasta.

## 1.2 Neste Oyj

Neste Oyj on jalostus- ja markkinointiyhtiö, joka keskittyy puhtaisiin korkealaatuisiin polttoaineratkaisuihin. Yhtiö on perustettu vuonna 1948 ja siitä on muodostunut yksi Euroopan merkittävimmistä öljynjalostuskonserneista. Neste Oy:n listautuminen pörssiin tapahtui vuonna 1995 ja joulukuussa 1997 valtioneuvoston päätöksellä se yhdisti voimansa Imatran Voima Oy:n kanssa Fortumiksi. Vuonna 2005 yritys erkaantui takaisin Neste Oil Oyj:ksi ja vuonna 2015 Neste Oilin yhtiökokous päätti, että yhtiön nimi muuttuu Neste Oyj:ksi. Nimen muutokseen päädyttiin, koska uusiutuvat polttoaineet ovat yhtiön sisällä niin merkittävässä asemassa ja sana ”Oil” viittaa fossiiliseen uusiutumattomaan tuotteeseen. Neste on maailman johtava uusiutuvista raaka-aineista valmistetun dieselin toimittaja. Jalostamot valmistavat kaikkia teollisuudelle ja kuluttajille tärkeitä öljytuotteita. Päätuotteita ovat dieselöljy, bensiini ja rikittömät liikennepolttoaineet. Suomen valtioneuvoston kanslia omistaa 50.1 % Neste Oyj:stä ja loput 49.9 % omistuksesta jakautuvat eläkevakuutusyhtiöiden ja sijoittajien kesken. Yrityksellä Suomessa toimivat Porvoon ja Naantalın jalostamot. Alla olevassa kuviossa (KUVIO 1) on esitetty merkittäviä tapahtumia Nesteen historiassa. (Neste.)



KUVIO 1. Nesteen historia (Mukaillen Esitysmateriaali oppilaitoksille Neste 2017, 30)

### 1.2.1 Porvoon jalostamo

Porvoon jalostamo sijaitsee Kilpilahden teollisuusalueella, joka on pohjoismaiden suurin kemianalan keskittymä. Jalostamo perustettiin Porvooseen vuonna 1965, sillä Naantalın jalostamon kapasiteetti ei enää riittänyt kasvaneeseen öljytuotteiden kysyntään. 1960-luvulta eteenpäin jalostamon toiminta on laajentunut erityisesti Porvoossa. Neste Porvoon toimipisteellä työskentelee noin 2000 henkeä, joista noin puolet työskentelee jalostamolla. Jalostamon ympärillä on sekä jalostustyötä tukevia että hallinnollisia toimipisteitä, joita ovat: keskuskonttori, laboratoriot, palokunta, säiliöalue, jätevesilaitos, satama, jäähditysvesilaitos ja jakeluterminaali. (Neste.)

Jalostamon prosessi toimii 24h/vrk, 12-tunnin vuoroissa ja sen tuotanto kapasiteetti on noin 12milj. tonnia eli noin 206000 bbl/day (barrelia päivässä). Koska jalostamo on jatkuvatoiminen, tuotantopysäytykset ovat vain huoltoseisausten yhteydessä 4-5 vuoden välein. Syötetystä raakaöljystä noin 95 % jalostuu erilaisiksi tuotteiksi ja 5 % syötöstä kuluu tuotannossa energiana. Kaikki Porvoon jalostamon tuotteet ovat rikittämiä ja raakaöljystä poistettu rikki käytetään pääosin lannoiteteollisuuteen. Porvoon jalostamo koostuu 40 prosessiyksiköstä ja prosesseissa käytetään yli 150 tuotetta ja komponenttia. Porvoon jalostamolla tuotetuista tuotteista noin 60 % menee kotimaan markkinoille ja loput ulkomaille kuten Eurooppaan ja Pohjois-Amerikkaan. Porvoon jalostamo sijaitsee sataman vieressä, joten tuotteita on helppo kuljettaa Suomenlahdelta maailmalle. Suurin osa tuotavista raaka-aineista, kuten raaka-öljy ja osa valmiista tuotteista kuljetetaan meriteitse. Sisämaan kuljetukset kotimaan markkinoille hoitaa noin 300 säiliöautoa vuorokaudessa. (Neste)

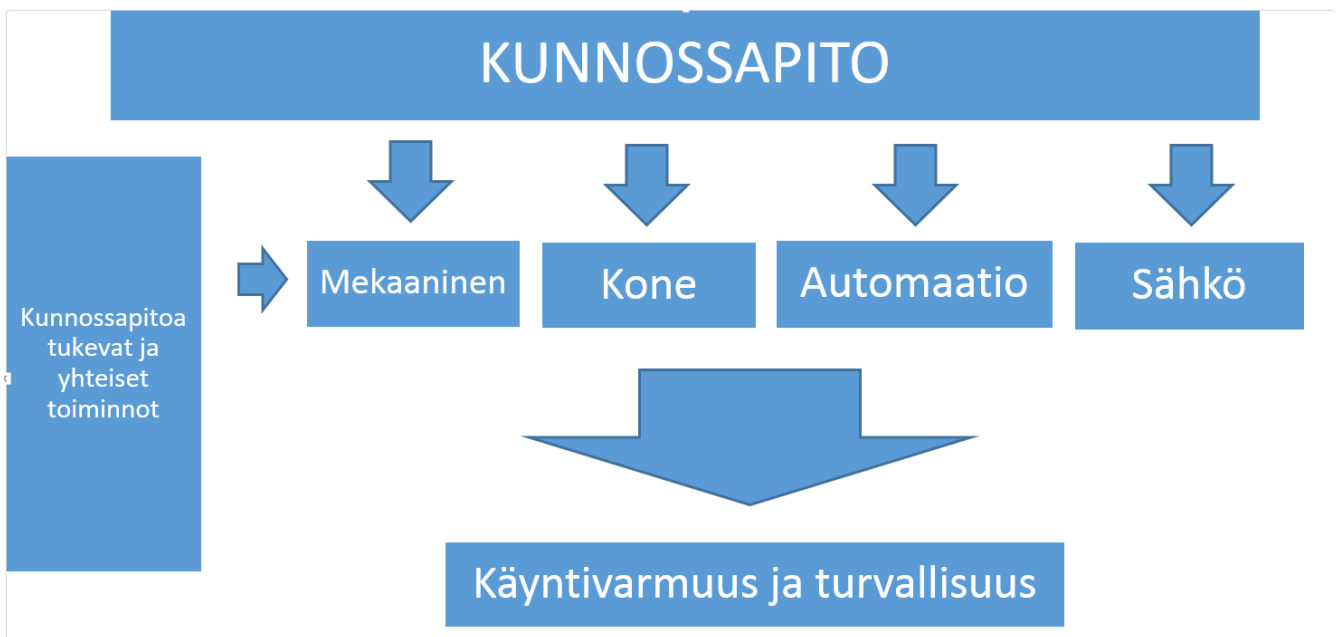


KUVA 1. Neste Porvoon tuotantolaitos ilmasta kuvattuna. (Esitysmateriaali oppilaitoksille Neste 2017, 5)

## 1.2.2 Kunnossapito-osasto

Kunnossapito-osaston tavoitteena on käyttövarmuuden jatkuva parantaminen. Osaston tehtävänä on varmistaa ennakoiva ja kriittisyyteen perustuva kunnossapito ja kunnossapitoressurssien kohdentamisen ja jalostamolla. Lisäksi osastolla on merkittävä rooli jalostamon käytettävyyden ja turvallisuuden ylläpidossa. Kunnossapidon kannalta työntekijöiden tärkeitä ominaisuuksia ovat johtaminen, osaaminen, tiedon hallinta, koulutus ja raportointi. Kunnossapito toimii yhteistyössä tuotannon ja muiden sidosryhmien kanssa. (Neste kunnossapito 2016.)

Kunnossapito-osaston sisäiset toiminnot ovat jaettu useampaan eri ryhmään. Ryhmät ovat esitelty kuviossa 2. Jokaisen ryhmän kunnossapitolajit ovat jaettuna kolmeen osa-alueeseen: **Suunniteltuun kunnossapitoon**, jolla pyritään ennakoimaan kunnossapito-tarpeita. **Korjaavaan kunnossapitoon**, jolloin korjataan prosessissa syntyneen häiriön seurauksena syntynyt poikkeama. Näiden lisäksi on määritelty **Muu kunnossapito**, joka ei sovi edeltä mainittuihin työtyyppeihin. Jokaisen työtyypin alle on määritelty omat toimintatavat. Kaikki työtyypit pitävät sisällään Nesteen omat toimintamallit, kuten raportoinnin. (Neste kunnossapito 2016.)



KUVIO 2. Neste Porvoon kunnossapito-organisaatio. (mukaillen Neste kunnossapito 2016)

## 2 TOIMINTAAN LIITTYVÄT VAATIMUKSET

Painelaitteen ja putkiston valmistuksessa, sekä käytössä on huomioitava olennaiset turvallisuusvaatimukset sen koko käyttöiän ajan. Painelaitteella tarkoitetaan säiliöitä, putkistoja, varolaitteita ja paineellisia lisälaitteita, mukaan lukien tarvittaessa paineenalaisiin osiin kiinnitetyt osat, kuten laipat, yhteet, liittimet, kannattimet ja nostokorvakkeet. Painelaitteiden paineenkestoon vaikuttavien osien ja niihin suoraan kiinnitetyt osat on teetettävä henkilöillä, joilla on asianmukainen pätevyys, ja ne on toteutettava sopivien menetelmien mukaisesti. (Painelaitedirektiivi 2014/68/EU, artikla 2 määritelmät.)

### 2.1 Painelaitteen suunnittelu ja valmistus

Painelaitteiden suunnittelussa, valmistuksessa ja vaatimustenmukaisuuden arvioinnissa tulee noudattaa EU:n painelaitedirektiiviä 2014/68/EU. Direktiiviä tulee soveltaa painelaitteisiin, joissa suurin sallittu käyttöpaine on yli 0,5 bar. Direktiivissä luokitellaan painelaitteet paineen aiheuttaman vaaran tason mukaisesti. Tähän sisältyy painelaitteessa käytetyn sisällön luokittelu vaaralliseksi tai vaarattomaksi. (Painelaitedirektiivi 2014/68/EU, 16.)

Painelaitteet on suunniteltava asianmukaisesti ottaen huomioon kaikki sellaiset asianmukaiset tekijät, joiden ansiosta on mahdollista taata laitteen turvallisuus koko sen käyttöiän ajan. Suunnitteluun kuuluvat asianmukaiset varmuuskertoimet, jotka perustuvat sellaisiin yleisiin menetelmiin, joissa käytettävää varmuusvaraa pidetään riittävänä kaikenlaisten vikojen yhtenäisellä tavalla tapahtuvaan ennakoimiseen. (Painelaitedirektiivi 2014/68/EU, Liite 1, osa 2.1.)

Painelaitteet on suunniteltava kestämaan käyttötarkoitusta vastaavia kuormituksia, sekä muihin kohtuudella ennakoitavissa oleviin olosuhteisiin. Erityisesti seuraavat olosuhteet on otettava huomioon:

- Sisäinen ja ulkoinen paine.
- Ympäristön lämpötila ja käyttölämpötila.
- Staattinen paine ja sisällön massa käyttö- ja testausolosuhteissa.
- Liikenteestä, tuulesta ja maanjäristyksistä aiheutuvat kuormitukset.
- Tukien, kiinnikkeiden, putkistojen aiheuttamat vastavoimat ja momentit.
- Korroosio, eroosio ja väsyminen

- Epästabiilien sisältöjen hajoaminen.

Valmistajan on valvottava, että suunnitteluvaiheessa vahvistetut järjestelyt pannaan asianmukaisesti käytäntöön tarkoituksenmukaisia tekniikoita ja menetelmiä soveltaen. Valmistuksessa tulee ottaa huomioon pysyvät liitokset, lämpökäsittely, jäljitettävyys ja lopputarkastus. Lisäksi on huomioitava, että käytettävien materiaalien on oltava käyttöön soveltuvia laitteen suunnitellun käyttöajan ajan. Painelaitteen riittävän lujuuden takaamiseksi tehtävän suunnittelun on perustuttava laskentamenetelmään tai kokeelliseen suunnittelumenetelmään. Näille menetelmille on asetettu kriteerit painelaitedirektiivissä. (Painelaitedirektiivi 2014/68/EU, Liite 1.)

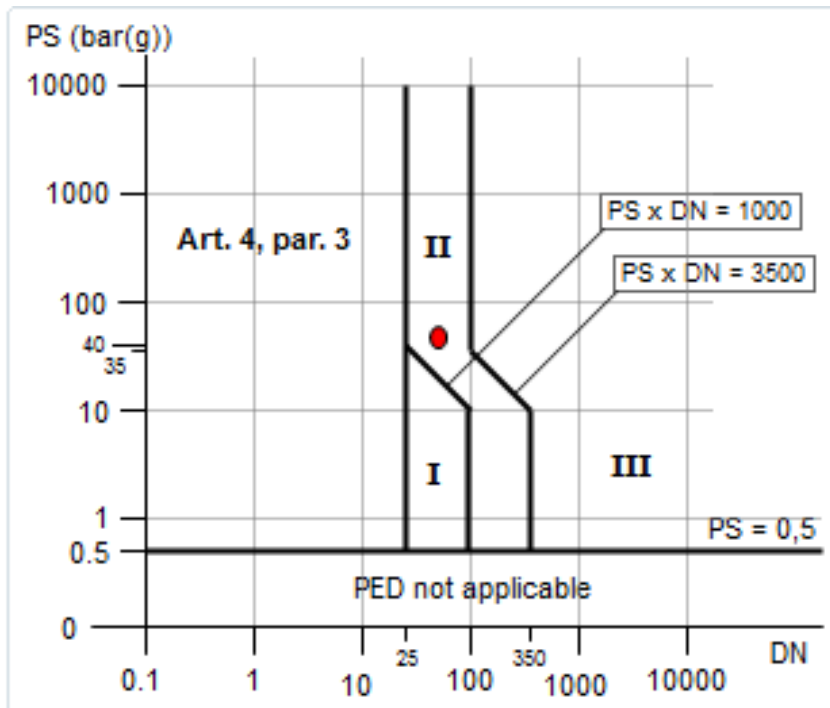
Kaikista painelaitteista on toimitettava seuraavat tiedot:

- Valmistusvuosi.
- Painelaitteen tunnus sen luonteen mukaisesti, esimerkiksi tyyppi, sarja- tai eränumero ja valmistusnumero
- Olennaiset korkeimmat ja alimmat sallitut raja-arvot.

Painelaitetyypistä riippuen on tarpeellista esittää turvallisuuden kannalta lisätietoja asennukseen, toimintaan, käyttöön ja huoltoon liittyvissä asioissa, kuten:

- Painelaitteen tilavuus V yksikkönä L
- Putkiston nimellisuuruus DN
- Käytetty koepaine PT yksikkönä bar ja päivämäärä
- Varolaitteen asetuspainetta yksikköinä bar
- Painelaitteen teho yksikkönä kW
- Syöttöjännite yksikkönä V
- Käyttötarkoitus
- Täyttöaste yksikkönä kg/L
- Suurin täyttömäärä yksikkönä kg
- Taaran paino yksikkönä kg
- Sisältöryhmä
- Varoitukset.

Laite- tai putkistotietojen ja sisällön avulla määräytyy vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely. Alla olevassa kuviossa (KUVIO 3) esitetään arviointitaulukko, kun putkiston sisältö on vaarallinen kaasu, paine 50 bar ja nimellisuuruus 50mm. Arviointitaulukko on luotu PED-luokittelutyökalun avulla, jota työsuunnittelijat käyttävät apuna suunnitellessaan putkisto ja painelaitekorjauksia.



KUVIO 3. Painelaitteen vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely. (PED-luokittelutyökalu)

Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt, joita painelaitteeseen sovelletaan, määritellään sen mukaisesti, mihin 13 artiklassa vahvistettuun luokkaan laite kuuluu. Eri luokkiin sovellettavat vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt on esitetty taulukossa 1. Valmistajan on sovellettava painelaitteisiin yhtä niistä vaatimuksenmukaisuuden arviointimenettelyistä, jotka on tarkoitettu sovellettaviksi kyseisten painelaitteiden luokkaan. Valmistaja voi myös halutessaan soveltaa korkeampaan luokkaan tarkoitettua menettelyä, jos tällainen on käytössä. (Painelaitedirektiivi 2014/68/EU, 13 artikla.)

TAULUKKO 1. Vaatimustenmukaisuuden arviointitaulukko (Painelaitedirektiivi, liite 3)

VAATIMUSTENMUKAISUUDEN ARVIOINTIMENETTELYT 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	

## 2.2 Painelaitteen käyttö

Omistajan ja haltijan velvollisuudet huolehtia rekisteröitävän painelaitteen turvallisesta käytöstä. Omistajan ja haltijan on huolehdittava, että:

- Käytön valvoja saa tietoonsa kaikki painelaitteen käyttöön ja kuntoon liittyvät seikat.
- Käytön valvojalle annetaan mahdollisuus hoitaa ja käyttää painelaitetta niin, ettei siitä aiheudu vaaraa ihmisille tai omaisuudelle.
- Painelaitteelle nimetään yksi tai useampi käytön varavalvoja, joka toimii käytön valvojana, kun varsinainen käytön valvoja on estynyt hoitamasta tehtäviään.
- Painelaitteen käyttäjänä toimiva henkilökunta on ammattitaitoista ja tehtäviinsä perehdytettyä.
- Painelaitteen omistajan tai haltijan vaihdoksen yhteydessä valvontaviranomaiselle ilmoitetaan uuden omistajan tai haltijan yhteystiedot.

Painelaitteelle on oltava käytön valvoja, jolla on oltava painelaitteen rakennetta, käyttöä ja kunnossapitoa koskeva riittävä asiantuntemus ja koulutus. (Painelaitelaki 16.12.2016/1144.)



### **2.2.1 Asennus, korjaus ja muutostyöt**

Painelaitteen omistajan tai haltijan on huolehdittava siitä, että korjaus- tai muutostyö toteutetaan siten, että painelaitetta voidaan käyttää turvallisesti korjaus- tai muutostyön jälkeen. Keskeiset turvallisuusvaatimukset säilyvät laitteen koko käyttöiän ajan. Jos vaatimukset eivät täyty, joutuu suorittamaan toimenpiteitä niiden täyttymiseksi tai laitetta ei voi käyttää. (Parhamaa 2017.)

Edellä mainituissa kappaleissa 2.1 ja 2.2 määritellyt vaatimukset, eivät selvästi osoita vaatimuksia ruuviliitoksille. Nesteellä on haluttu korostaa vaatimuksia ruuviliitostöissä turvallisuusvaatimusten takaimiseksi. Vuoto kriittiseksi määritellyn painelaitteen tai putkiston ruuviliitoksessa altistaa välittömään vaaraan prosessin, henkilöstön ja ympäristön. (Parhamaa 2017.)

### **2.2.2 Ruuviliitoksen luokittelu Nesteellä**

Ruuviliitoksen luokitus määrittelee liitoksille asennuksen, purkamisen, tarkastusten ja dokumentoinnin minimivaatimukset. Kun liitoksessa yhdistetään eri luokituksia omaavia laitteita ja putkistoja, tulee noudattaa vaativamman luokituksen mukaisia vaatimuksia. Ruuviliitosten luokittelu on Nesteellä johdettu PED:stä, hyödyntäen arviointimenettelyjä. Ryhmät on luokiteltu A- ja B-osaan liitoksen kriittisyyden mukaan.

Ryhmä A:n muodostavat liitokset, joiden luokitus on 6§ (hyvä konepajakäytäntö) ja PED-luokka 1.

- Ryhmän A ruuviliitoksen esikiristämisen saa suorittaa voimaa mittaamattomalla työkalulla, kuten lenkkiavaimella.
- Saa käyttää voimaa ja vääntömomenttia mittaavia työkaluja mittaavia työkaluja.
- Ruuviliitokselle suoritetaan tarkastus avauksessa ja komponentit uusitaan tarvittaessa.
- Tiivisteet vaihdetaan aina aukaisun jälkeen.
- Tiivistepinnoille suoritetaan visuaalinen tarkastus.
- Liitokseen merkitään laippakortti, mikäli katselmuksessa todetaan tarpeelliseksi.

Ryhmä B:n muodostavat liitokset, joiden PED-luokitus on 2,3 tai 4.

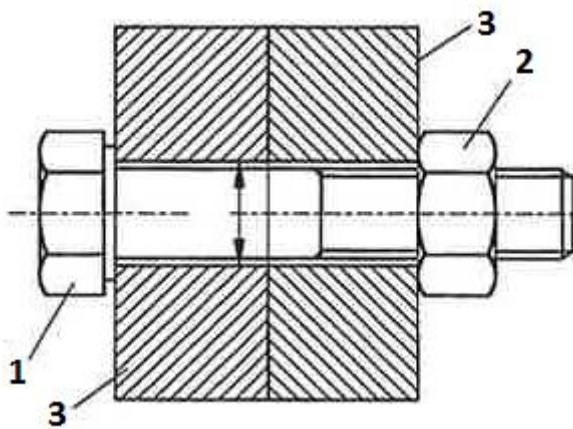
- Ryhmän B ruuviliitoksen esikiristys suoritetaan vääntömomenttia tai voimaa mittaavalla työkalulla.
- Tiivisteet vaihdetaan aina. Pantaliitoksien kohdalla poikkeus, hyväkuntoinen ja toimintakykyiseksi todettu tiiviste voidaan käyttää uudestaan.

- Liitoksen komponenttien uusinta tarve tarkistetaan avauksen yhteydessä.
- Tiivistepinnat tarkastetaan aina visuaalisesti, sekä tarvittaessa pintatarkastus.
- Laippaliitoksille suoritetaan jälkikiristys neljä tuntia asennuksen jälkeen.
- Liitoksiin asennetaan laippaliitoskortti.

Pantaliitoksen standardit ja spesifikaatio määritelty erikseen ja poikkeavat osin muista ruuviliitoksista.  
(F-101 2016, 4.)

### 3 RUUVILIITOKSET

Ruuviliitoksen tehtävä on kiinnityksen lisäksi usein tiivistys. Nousulliset urat, eli kierteet ovat ruuvien ja mutterin liityntäpintoja ruuviliitoksissa. Ruuviliitokselle on ominaista, että se voidaan koota ja purkaa useita kertoja olosuhteesta riippumatta ja melko yksinkertaisin välinein vrt. hitsiliitos. Ruuviliitoksen osat ovat ruuvit ja niiden kierrepäihin kiristettävät mutterit, aluslevyt reiänkantojen päällä ja tarvittaessa lisävarmistuksena lukituselin tai kierreliimaus aukikiertymistä vastaan. (Blom, S., Lahtinen, P., Nuutio, E., Pekkola, K., Pyy, S., Rautiainen, H., Sampo, A., Seppänen, P. & Suosara, E, 39.)



KUVIO 4. Ruuviliitoksen osat: ruuvi (1), mutteri (2), liitos-osa (3). (Koneenelimet ja mekanismit; 1997)

Ruuviliitoksen standardiosat (ruuvit, mutterit ja aluslaatat) ovat halpoja ja saatavuus hyvä. Asianmukaisesti mitoitettu ja valmistettu ruuviliitos on luotettava. Asianmukaisuuden saavuttamiseksi ruuviliitoksesta edellytetään lujuutta, jäykkyyttä, liitospintojen tasaisuutta ja kiristyksen tarkkuutta. Osien materiaalit ja pintakäsittely on valittava korroosiorasituksen mukaisesti. Yleisesti ruuvit ovat valmistettu seostamattomasta tai niukasti seostetusta teräksestä. Ruuvimalleja on erilaisia kuten kantaruuvi, uppo-kantainen ruuvi, venymäruuvi ja vaarnaruuvi. Tässä insinööriyössä keskitytään ainoastaan vaarnaruuveihin, joita käytetään laippa- ja pantaliitoksissa. (Blom ym. 1997, 39.)

#### 3.1 Vaarnaruuvi

Vaarnaruuveissa ei ole kantaa, vaan ne ovat täyskierteellisiä tai kierteet ovat vaarnaruuvien päissä. Täyskierteisiä vaarnaruuveja voidaan soveltaa erikokoisissa kohteissa. Vaatimuksena tälle on, että mutterit

saadaan kierrettyä täysin vaarnaruuvien uralle. Päistään kierteisille vaarnaruuveille vaatimuksena on oikea pituus, jotta kiilautuminen toteutuu. Liitos-osaan tehtyyn kierrereikään kiristettäessä vaarnaruuvi ja mutteri mahdollistavat tarkan kiristyksen. Vaarnaruuvit valmistetaan yleensä tilauksesta, jolloin tankoaineesta saadaan halutun pituisia vaarnaruuveja. Vaarnaruuvien kierteet saadaan valmistettua valssamalla tai koneistamalla. Vaarnaruuveja käytetään pantaliitoksissa, jotta liitokseen saadaan aikaan mahdollisimman tasainen kiristyminen. Vaarnaruuvien etuna on myös, että niitä on helppo käsitellä ja ne soveltuvat ahtaaseen asennustilaan. (Blom ym. 1997, 47.)

### 3.2 Pantaliitos

Pantaliitos on ruuviliitos, joka on yleisesti käytetty kemian- ja öljyteollisuudessa. Liitoksen tiivistys tehdään paineen avulla, ei kiristysvoimalla. Pantaliitos on käyttövarmempi korkeassa lämpötilassa ja paineessa, kuin tavallinen laippaliitos. Kooltaan ja painoltaan se on huomattavasti laippaliitosta pienempi, joten sitä on helpompi käsitellä. Kiinnityspannan voi asettaa haluttuun suuntaan asennuksen ja irrotuksen helpottamiseksi. Pantaliitos on hyvä vaihtoehto laippaliitokselle, jossa liitoksen koko alkaa kasvamään niin suureksi, että sitä on vaikea käsitellä. Liitoksia käytetään korkeapaineisissa 1500#, 2500# ja 4500# putkistoissa. Pantaliitoksen tiiviste on kartiopintainen metallirengas. Tunnetuimpia pantaliitosmerkkejä ovat Grayloc, Techlok ja Destec. Nesteen Porvoon jalostamolla on ainoastaan Grayloc-merkisiä pantaliitoksia (KUVIO 5). Pantaliitokset ovat vaihtoehtona RTJ- ja RF tiivistepintaisille laippaliitoksille. (H-101 2015,60.)



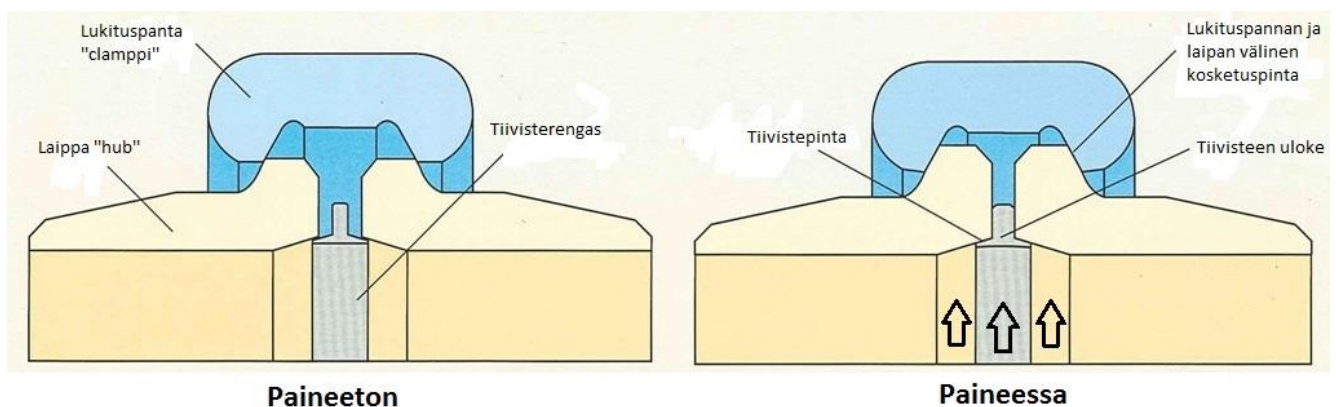
KUVIO 5. Grayloc-merkkinen pantaliitos (Grayloc Product Catalog : 1)

### 3.2.1 Pantaliitoksen osat

Pantaliitos perustuu kolmesta peruskomponentista, jotka ovat tiiviste, laippa ja pannat, sekä pantaan asennettavat vaarnaruuvit ja mutterit. Näiden lisäksi pantaliitoksessa on lisäkomponentteja, joita käytetään vain, mikäli niiden käyttö katsotaan tarpeelliseksi. Pantaliitoksen osilla ei ole virallisia suomenkielisiä nimiä, joten suluissa mainittu sen englanninkielinen nimi.

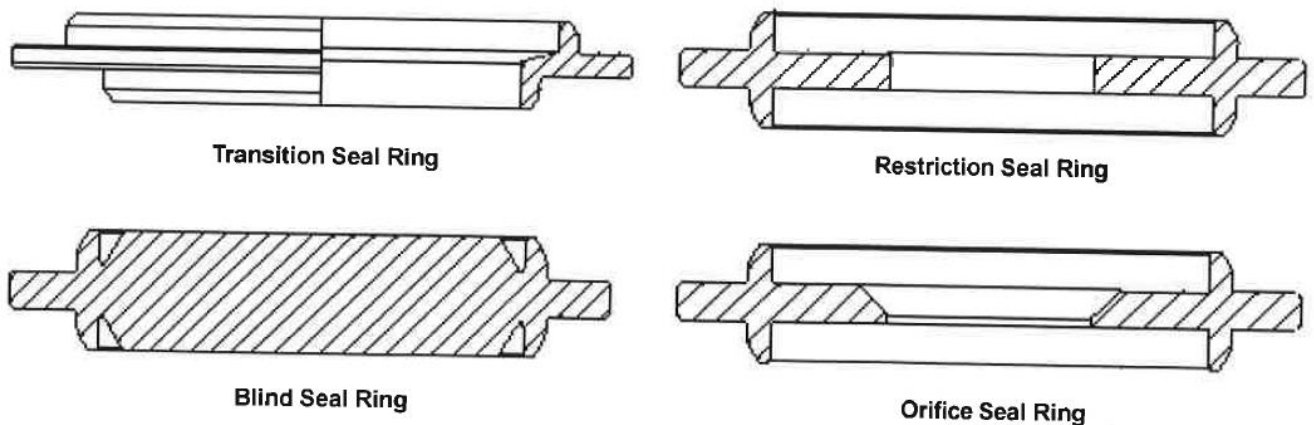
### 3.2.2 Metallitiiviste (seal ring)

Pantaliitoksen kartionpintainen metallitiiviste on suunniteltu metalli-metallia vasten käyttötarkoitukseen. Tiivisteestä on nimetty kaksi tärkeää osaa, uloke (seal lip) ja kylki (central rib), jotka yhdessä muodostavat toimivan tiivisteen. Tiivisteen toiminta perustuu kiristyksessä tapahtuvaan asettumiseen, sekä paineen ja lämpötila alaisena tiivistymiseen (KUVIO 6). Ennen asennusta tiiviste keinuu (stand-off) laippaa vasten, joka kuvaa tiivisteen ulokkeen ja laipan väliin jäävää rakoja. Kun liitoksen pantoja kiristetään, se asettaa tiivisteen tukevasti tiivistepintoja vasten. Prosessin paine työntää tiivistettä laippojen väliin luoden erittäin tiiviin kokonaisuuden. Tiiviste ei myöskään jätä laippojen väliin pykälää, joka estäisi aineensirtoa. Tiivisteiden koon määrittelee laippa, mutta tiivisteiden rakennemateriaalin valintaan vaikuttaa prosessin lämpötila. Kuumissa, syövyttävissä ja lämpötilavaihteluja omaavissa kohteissa käytetään tiivisteiden ja putken sisäpinnan väliin tulevaa suoja-holkkia (shroud). (Grayloc products 2005.)



KUVIO 6. Tiivisteiden toiminta ja sijainti pantaliitoksessa (Grayloc esitysmateriaali 2012)

Tiivisteet on valmistettu hiiliteräksestä, ruostumattomasta teräksestä tai kaksifaasisesta (superduplex) teräksestä. Lisäksi tiivisteet on pinnoitettu teflonilla tai grafiitilla. Valmistaja ei vaadi kuivavoiteluainetta MoS<sub>2</sub> uusille teflonpinnoitetuille tiivisteille, mutta edellyttää sitä grafiittipinnoitteisille. Hiiliterästiivisteet on suunniteltu matalammille prosessilämpötiloille kuin ruostumaton teräs. Tiivisteiden tunnistamiseksi pantaliitosvalmistajilla on erilaiset menetelmät ja taulukot. Valmistajilla on omat värikoodit tai stanssausmerkinnät tiivisteissä, joka kertoo tiivisteiden materiaalin taulukon avulla. Grayloc-merkkisen pantaliitos käyttää tunnistamiseen numero ja kirjainyhdistelmiä, kun taas Techlok-merkkisen pantaliitos käyttää värikoodeja. Perinteisen tiivisteiden lisäksi on saatavilla myös supistava tiiviste, virtausta heikentävä tiiviste, sokea tiiviste ja aukko tiiviste (KUVIO 7). Näitä voidaan soveltaa esimerkiksi putkiston supistamisessa suuremmasta pienempään putkitilavuuteen tai väliaikaisessa sokeoinnissa. (Grayloc Product Catalog, 17–18; Techlok Presentation Catalog, 12–14.)



KUVIO 7. Grayloc-pantaliitosken tiivistemallit (Grayloc Product Catalog, 18)

### 3.2.3 Pantaliitoslaippa (hub)

Laippa on porattu virtaviivaisesti parantaen sen virtausominaisuuksia. Laippojen tiivistepinnat ovat kartiolliset, ja tiivistepinnan kartiokulma on joko 15° tai 20° mallista riippuen. Laipat ovat materiaaliltaan taottua hiiliterästä, niobiumstabiloitua ruostumatonta terästä tai titaanistabiloitua ruostumatonta terästä. Pantaliitoslaippa on yleisesti käytettyä ANSI-laippaa pienempi ja kevyempi. Laippamalleja on useita, joista valitaan omaan prosessiin parhaiten soveltuva. Pantaliitoslaipan valinta määräytyy prosessilämpötilan, paineen, sisällön ja putkikoon mukaan. Laipan koko määrittelee pantaliitokselle tiivisteiden ja pinnan koon. Laippa kiinnitetään putkeen samoilla hitsausmenetelmillä kuin ANSI-laippa. Kohdistamisen helpottamiseksi voidaan kiinnittää pantaliitos ensin paikoilleen, jonka jälkeen suoritetaan putken ja

laipan välisen hitsin hitsaaminen. Laipan kriittisin kohta on tiivistepinta, joka tulee aina suojata huolellisesti työvaiheesta riippumatta. Valmistajat yleensä laittavat laipan mukaan suojuksen. Jos suojusta ei ole, suojataan laippa muovipussilla tai itse tehdyllä suojuksella. (Grayloc Product Catalog, 16.)

### **3.2.4 Pantaliitoksen pannat (clamps), ruuvit (bolts) ja mutterit (nuts)**

Laipat kiinnitetään tiivistettä vasten pannoilla. Panta on materiaaliltaan taottua hiiliterästä. Pannat kiinnitetään toisiinsa niihin tarkoitetuilla ruuveilla ja toiselta puolen pyöristetyillä muttereilla. Valmistaja toimittaa pannat ja niihin kuuluvat mutterit yhdessä. Pannan päälle stanssattu merkintä kertoo mihin kireyteen ruuvit tulee kiristää. Pannan merkintää katsotaan pannan valmistajan antamasta taulukosta, joka kertoo kiristysmomentin newtonmetreinä (Nm). Valmistaja määrittelee pantojen väliin jäävän suurimman ja pienimmän sallitun raon koon, joka katsotaan taulukosta. Asennuksessa pantojen sisäpinnalle laitetaan aina kuivavoiteluainetta  $\text{MoS}_2$  pannan oikean asettumisen vuoksi. Pantaliitoksessa käytetään vaarnaruuveja. Ruuvien ja muttereiden kunto on tarkistettava ennen asennusta. Testaus tapahtuu pyörittämällä mutteria yli sen pisteen mihin se asettuu kiristyksessä. Hyväkuntoisia käytettyjä ruuveja ja muttereita voidaan käyttää uudelleen. Jos ruuveissa on likaa tai ruostetta poistetaan ne teräsharjan avulla. Kun pantaliitos on asennettu, ruuvien on tultava vähintään puolitoista kierrosta yli muttereista. (Grayloc Product Catalog, 16.)

### **3.2.5 Pantaliitoksen esivalmistelu**

Ennen asennusta tarkistetaan pantaliitoksen osien kunto ja varmistetaan tiivisteiden keiavuus (stand off). Jokaiselle tiivisteelle on määritelty maksimi ja minimi keiavuus. Toimiva tiiviste istuu laipan tiiviste-pintaa vasten tiukasti vasta kiristuksen jälkeen. Jos tiiviste asettuu heti tiukasti paikoilleen ennen kiristystä, on tiiviste vaihdettava uuteen. Jos käytetään käytettyä tiivistettä, se on puhdistettava erittäin huolellisesti teräsvillalla hyvin lyhyillä kehänmukaisilla liikkeillä. Pitkä poikittainen liike voi aiheuttaa naarmuja tiivistepintaan. Puhdistuksessa voi käyttää AT2-voiteluainetta. Kun osat on todettu toimiviksi ja hyväkuntoisiksi, voidellaan tiivistepinnat ja pantojen sisäpinnat kuivavoiteluaineella  $\text{MoS}_2$ . Voitelun aikana on varmistettava, ettei mukaan mene vieraita partikkeleja, kuten roskaa tai metallipölyä. (Grayloc Product Catalog, 30)

Työkalujen kunto ja toimivuus on tarkistettava ennen työn aloittamista. Huolletut ja hyväkuntoiset työkalut ovat osa turvallista ja tehokasta asennusta. Rikkiäinen tai puutteellinen työkalu voi aiheuttaa turvallisuusriskin. Apuvoimaa käyttävien työkalujen vääntömomentti tai voima tulee olla säädettävissä.

Apuvoimana voi olla sähkö, pneumatiikka tai hydraulikka. Vääntömomenttia mittaavana työkaluna tulee käyttää momenttiavainta tai hydraulista momenttiväännintä. (F-101 2016, 9.)

### 3.2.6 Pantaliitoksen asennus

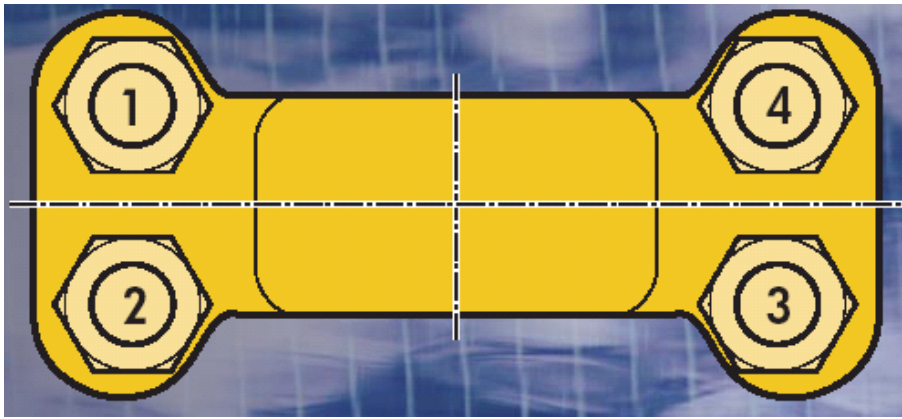
Oikein asennettu pantaliitos ei vaadi erityistä kunnossapitoa prosessin käynnin aikana. Pantaliitoksen asennusohjeet ovat lähes samanlaisia, valmistajasta riippumatta. (Grayloc Product Catalog, 30.)

Asennus on jaettu 10 vaiheeseen:

1. Varmista, että kaikki liitoksen osat on puhdistettu ja tarkastettu.
2. Kohdista laipat, jotta tiivisterengas voidaan asettaa laippojen väliin, ja poista putkesta liitoksen lähellä olevat roskat.
3. Tarkasta tiivisteiden merkinnät ja tiivisteiden soveltuvuus taulukon avulla. Aseta tiivisterengas tiivistepintaa vasten. Varmista tiivisteiden keivuus sormella, joka puolelta. Jos tiiviste ei keinu, vaihda tiiviste uuteen.
4. Voitele tiivisterenkaan tiivistepinta, pantojen sisäpinnat, ruuvit, sekä pantojen otsapinnat MoS<sub>2</sub> voiteluaineella, jotta kitka pysyy pienenä kiristyneen aikana.
5. Asenna loput pultit paikoilleen. Varmista, että kaikki mutterit ovat oikein päin pallopuoli alaspäin. Väärinpäin asennetut mutterit ovat huomattava turvallisuusriski pantaliitoksissa.
6. Kiristä pultit sopivasti sormitiukkuuteen ja tarkista, että pantojen väliin jäämä rako on silmämääräisesti yhtä suuri. Tarkkaile rakoa kiristyneen ajan.
7. Aloita ristiin kiristys (KUVIO 8) (1#,3#,2#,4#) suoraan taulukon antamalla momentilla. Joidenkin ruuviliitosten, kuten laippaliitoksen kiristys suoritetaan vaiheittain. Pantaliitokset asennetaan suoraan taulukossa annettuun momenttiin.
8. Lyö pantoja rekyylittömällä pehmeällä vasaralla (kuperivasara), niin että liitos asettuu paikoilleen. Kiristä uudestaan oikeaan momenttiin.
9. Toistetaan vaihe 8 vähintään neljä kertaa. Jos neljännellä kerralla tapahtuu huomattavaa kiristystä, toistetaan vaihe kunnes liitos ei enää kiristy.
10. Kiinnitä lopuksi liitokseen momenttilappu, johon merkitään lopullinen momentti, asennuspäivämäärä, asentajan ja yrityksen nimi.

(Grayloc Product Catalog, 30.)





KUVIO 8. Pantaliitoksen ruuvit kiristetään ristiin. (Grayloc Product Catalog 2005, 3)

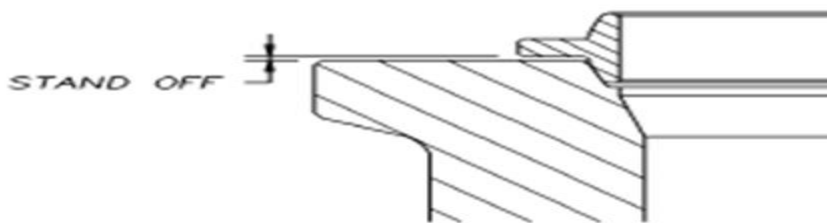
Porvoon jalostamon tuotantolinja 4 on korkeapaineyksikkö, jossa suositaan pantaliitoksia. Jos huoltojen ajaksi prosessi on ajettu alas, on ylös-ajossa suoritettava ”momentintarkistuskierrös” kriittisille pantaliitoksille. Kierrös suoritetaan lämpötilan nousun mukaan noin 4-tunnin sykleissä, kunnes prosessilämpötila on tasainen. Kiristettäviä kohteita kierroksella on noin 400. (Nurminen 2017.)

### 3.2.7 Pantaliitoksen purku

Ennen pantaliitoksen purun aloittamista on varmistettava, että linja on tyhjä ja paineeton. Purun aikana pyritään sijoittumaan pantojen vastaiselle puolelle, sillä loukkuun jäänyt paine voi purkautua pantaliitoksessa mihin suuntaan tahansa. Purku on jaettu kahdeksaan vaiheeseen:

1. Lukitse linjojen jousikannakkeet estääksesi linjojen karkaamisen.
2. Löysää muttereita kaksi kierrosta ja kolistele pantoja rekyylittömällä vasaralla, kunnes molemmat pannat ovat löysällä laipoista (hubs).
3. Jos laipat ovat vielä tiukasti kiinni pannoissa älä irrota muttereita ja pultteja, jos irti toisistaan siirry vaiheeseen viisi.
4. Löysää mutteria kierros kerrallaan aina välissä kolistellen, niin että mahdollinen paine pääsee vapautumaan.
5. Irrota pannat, huolehdi etteivät osat tipu.
6. Tee laippojen väliin rakoa tiivisterenkaan poistamiseksi.
7. Poista tiivisterengas.
8. Tarkasta laippojen tiivistepinnat ja tiivisteen kunto.

Pantaliitoksen irrotuksen jälkeen suoritetaan osille silmämääräinen tarkastus ja säilytys. Tiivistepinnoilla ei saa olla naarmuja tai kolhuja. Tarvittavat NDT-tarkastukset suorittaa tarkastuslaitos. Tarkastetaan tiivisteiden ”stand-off” (KUVIO 9) taulukosta annettujen arvojen avulla. Tiivisteiden voi käyttää uudelleen noin 20 kertaa, ellei se ole saanut mekaanisia vaurioita. Puhdistetaan osat ruosteesta ja liasta, jonka jälkeen ne pussitetaan. Laippa suojataan vähintään muovipussilla. Ennen pussitusta voidellaan laipat ja osat. Pussituksessa laitetaan tiivisterengas omaan pussiin säilytuspussin sisälle. Merkitään pussiin päivämäärä, asentajan ja yrityksen nimi, sekä liitoksen tunnus. Kiinnitetään pussi kohteen viereen huomioiden, että pussin sisältö pysyy kuivana eikä saa kolhuja säilönnän aikana. (Grayloc product catalog, 30.)



KUVIO 9. ”Stand-off” kuvaa tiivisteiden ulokkeen ja laipan väliin jäävää rakoa. (Techlok esitysmateriaali 2016)

### 3.2.8 Väliaikaiset sokeoinnit

Pantaliitoksissa ei voida käyttää tiivisteeseen integroitua välisokeaa, jos sokeoinnilla varaudutaan täyttämään käyttöpainetta vastaan. Sokeointia edellytetään aina jos linjasta poistetaan ”spooli” tai muu komponentti, kuten instrumenttiventtiili huollon ajaksi. Sokeointiin käytetään valmistajan valmistamaa sokeaa laippaa (blind hub). Sokeoitavan kohteen paineenalaisella puolella on oltava aina kaksoissulkuventtiilit. Käytöstä erotettavalla osuudella tai spoolissa on oltava kaksoissulkuventtiileillä varustetut tyhjennys tai paineenpoistoyhteet. Pantaliitoksissa voidaan käyttää tiivisteeseen integroitua välisokeaa esimerkiksi laitesokeoinnissa, kun varaudutaan ainoastaan käyttöhyödykepaineita vastaan. Integroitu välisokeatiiviste ei kestä läheskään niin kovia paineita kuin sokea pantaliitoslaippa. (H-101 2015, 70.)

### 3.2.9 Pantaliitoksen koneistus

Pantaliitoksen laipan tiivistepinta on koneistettava, jos siinä havaitaan naarmu tai kolhu, joka luokitellaan vuotoriskiksi. Tiivistepinta voidaan koneistaa ilman täytehitsausta, kun se sisältää riittävästi koneistettavaa pintaa. Kun ”stand-off” ei pysy määriteltyjen rajojen sisällä ja koneistettavaa pintaa ei ole tarpeeksi, on tiivistepinta täytehitsattava ja koneistettava. Pantaliitoksen koneistuksessa käytetään ”on-site”-sorvia. (J.Aulén koneistusmateriaali 2016.)

Koneistuksen vaiheet on jaettu kuuteen vaiheeseen:

#### 1. Esivalmistelu

- Varmistetaan koneistettavan laipan ulkoinen kunto, sekä pintojen puhtaus.
- Hiotaan tiivistepinta P 600-hiomapaperilla AT-2 tai vastaavaa voiteluainetta käyttäen. Mikäli virheet eivät poistu on tiivistepinta koneistettava.
- Poistetaan mahdolliset ”on-site”-sorvin kiinnittämistä haittaavat purseet kevyesti hiomalla esimerkiksi hiomanauhalla. Mahdolliset havaitut poikkeamat tulee ilmoittaa valvojalle.

#### 2. ”On-site” - sorvin kiinnittäminen

- Kiinnitetään sorvi huolellisesti laipan koosta riippuen laipan ympärille tai kiinnitys laipan sisäpuolelta (KUVA 2).

#### 3. ”On-site”-sorvin ”kellottaminen”

- ”Kellotetaan” sorvi laippaan otsa- sekä säteen suuntaisille pinnoille.
- ”Kellotuksessa” suoruuden ja keskeisyyden suurin sallittu poikkeama on 0,03mm.

#### 4. Laipan koneistus

- Koneistetaan vaurioitunut tiivistepinta mekaanista tai konesyöttöä käyttäen (ei käsin syöttöä). Minimoidaan poistettavan materiaalin määrä.
- Tehdään tiivisterenkaan avulla ”stand off” -mittaus.
- Mikäli tiivistepintaa koneistetaan niin suuri määrä, että ”stand off” jää liian pieneksi on otsapinnasta koneistettaessa huomioitava ”Re-work tolerance” – taulukon sallimat määrät. Laipan otsapintaan on myös jätettävä niin sanottu koneistushistoria eli otsapintaa ei saa koneistaa ulkokehälle saakka. Laipan ulkokehälle on jätettävä vähintään 5mm koneistamatonta aluetta. Laipoissa

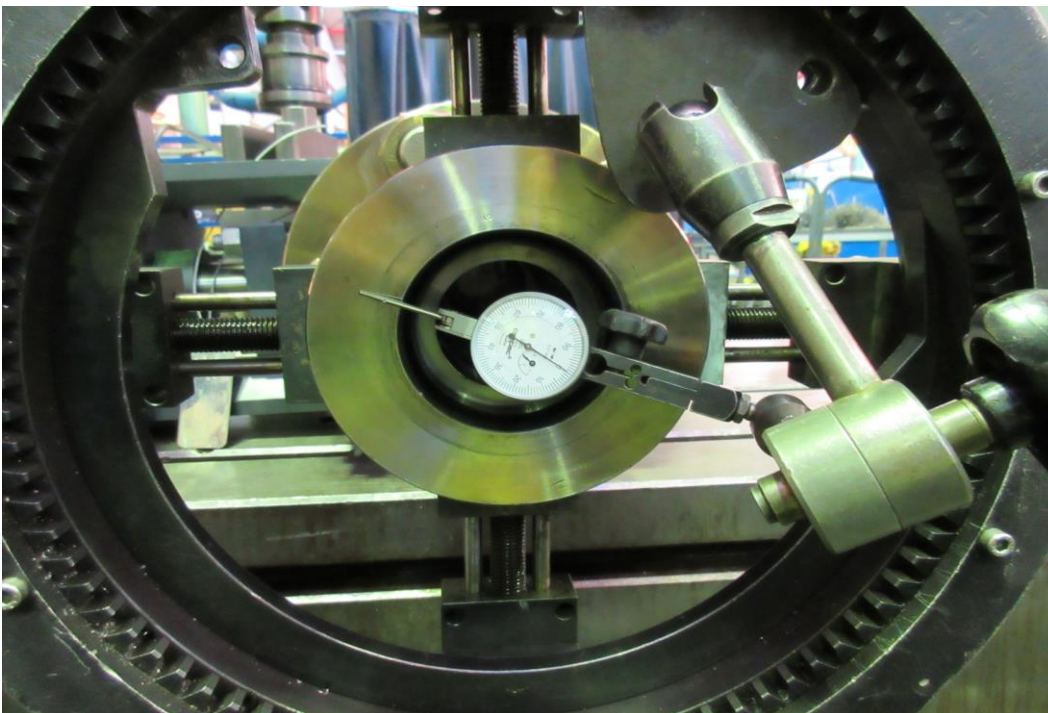
”hub no cap” (Laippaparin kiinni ollessa jää välystä 0,3-0,5mm) tulee koneistushistoria jättää laipan ”kauluksen” syvennykseen ulkokehälle.

#### 5. Koneistetun laipan mittaaminen

- Tarkastetaan koneistuksen pinnanlaatu.
- Kiinnitetään mittakello jalan kanssa, joko sorviin tai laipan otsapintaan.
- Asetetaan tiivisterengas paikoilleen ja keikutetaan rengasta tiivistepinnalla maksimaalinen liike reunasta reunaan. Asetetaan mittakellon kärki tiivisterenkaan ”kauluksen” ulkokehälle ja mitataan keinunta. Keinuntatulosta jaetaan kahdella. Tulosta verrataan ”stand off” -taulukkoon.
- Tuloksen ollessa poikkeava taulukkoon nähden, ilmoita asiasta valvojalle.

#### 6. Koneistuksen hyväksyntä

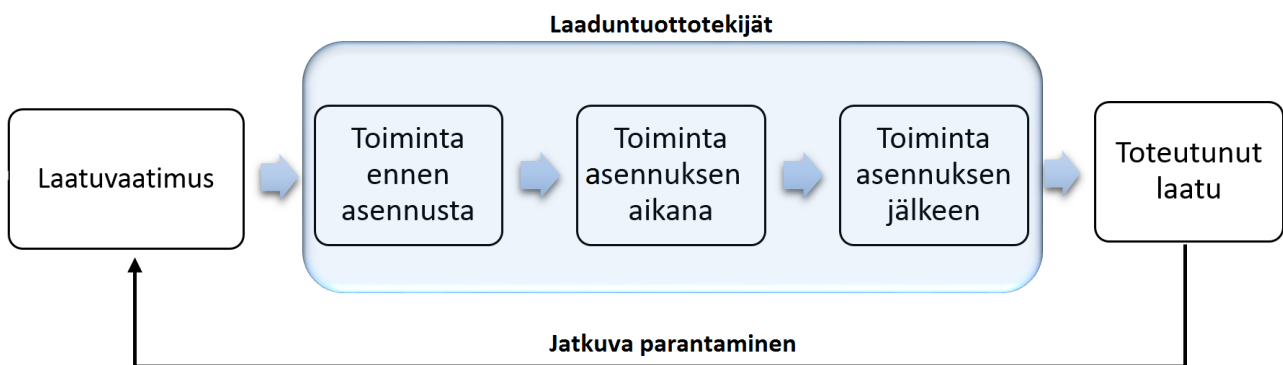
- Hyväksytetään tehty työ valvojalla ennen ”on-site” -sorvin irroittamista.
- Raportoidaan tehty työ ”on-site”- koneistusraportilla.



KUVA 2. ”On-site” sorvi kiinnitettynä pantaliitoslaippaan. (Aulén 2016)

## 4 PANTALIITOSTYÖN LAATU

Laadukas työ, tässä tapauksessa pantaliitostyö, on monen osatekijän summa. Pantaliitostyöhön tulevat laatuvaatimukset määräytyvät standardeista, spesifikaatioista, viranomaismääräyksistä ja pantaliitosvalmistajan laatuvaatimuksista. Pantaliitoksen lopullinen laatu riippuu kunkin yksittäisen laaduntuottotekijän yhteisvaikutuksesta. Kuviosta kymmenen voidaan huomata, että laatutekijät on otettava huomioon jo ennen varsinaisen työn toteutusta. Pantaliitostyö voidaan jakaa prosessinomaisesti kolmeen eri päävaiheeseen: **Toiminta ennen asennusta**, **Toiminta asennuksen aikana** ja **Toiminta asennuksen jälkeen**. Kukin näistä vaiheista sisältää vaiheelle tyypillisiä laaduntuottotekijöitä. Kun kaikki osavaiheet suoritetaan laatuvaatimuksia noudattaen, voidaan tarkastella toteutunutta laatua. Lähtökohtana on, että pantaliitosten asennuslaatu on oltava korkealla tasolla, sillä niiden takana on kriittiseksi luokiteltua sisältöä ja korkea paine. (Parhamaa 2017.)



KUVIO 10. Laaduntuottotekijät pantaliitostöissä (Mukaihen Martikainen 2007, 35)

### 4.1 Laatuvaatimus

Laatuvaatimustaso määritellään, jotta toimintaa ja toimintoa voidaan arvioida kriittisesti pantaliitostyön eri vaiheissa. Laatuvaatimus on tarkoituksenmukainen ja yksiselitteinen raja tai ominaisuus, joka asetetaan yksittäiselle laaduntuottotekijälle. Jotta pantaliitokseen liittyvää laaduntuottoa voidaan hallita ja poikkeamia sekä laaduttomuuskustannuksia pystytään ennaltaehkäisemään, tulee yksittäiset laatuvaatimukset tunnistaa ja ymmärtää. Laatuvaatimustaso voidaan ymmärtää riittäväksi kun pantaliitos pysyy vuotamattomana sen koko käyttöajan ajan ja toimintaan liittyvät laatuvaatimukset ovat toteutuneet

suunnitellusti. Laatuvaatimuksia esitetään standardeissa, spesifikaatioissa, yrityksen sisäisissä toiminta-ohjeissa ja valmistajan käyttöohjeissa. Keskeisin laatuvaatimus pantaliitosten asennustyössä on pantaliitosen asentajalta vaadittu pätevyys. (Parhamaa 2017.)

## **4.2 Laaduntuottotekijät**

Pantaliitostyössä on laaduntuottotekijöitä, joilla on oma tärkeä rooli ennen pantaliitosen asennusta, pantaliitoksen asennuksen aikana ja pantaliitoksen asennuksen jälkeen. Rooli voi olla yksittäinen toiminta tai toiminto. Esimerkkinä voi toimia momenttiavaimen käyttö. Momenttiavaimen tulee olla ennen asennusta huollettu ja kalibroitu. Jotta momenttiavain toimii asennuksen aikana luotettavasti, tulee momenttiavaimen säilytykseen ja varastointiin myös kiinnittää huomiota. Edellä mainituilla on yksittäisiin laaduntuottotekijöihin liittyen tärkeä merkitys. Myös kalibrointi-, käyttö- ja säilytysohjeilla on yksittäinen, mutta tärkeä vaikutus kokonaislaadun tuotossa. Tärkeä on havaita, että yksittäisellä laaduntuottotekijällä voi olla rooli myös prosessin muissa työvaiheissa esimerkiksi varmistettaessa ruuvien momenttia kalibroidulla työkalulla asennuksen aikana sekä asennuksen jälkeen. Asentajan pätevyys ja osaaminen laaduntuottotekijänä korostuu kaikissa laaduntuoton vaiheissa. Vaikka henkilö on kuinka perehtynyt pantaliitokseen ja siihen liittyvään asennustoimintaan, se ei automaattisesti tarkoita, että hän onnistuu täyttämään toimintoihin ja toimintaan asetetut laatuvaatimukset. Tästä seuraa toisinaan, että laaduntuottoa tulee varmistaa. Virheet ja poikkeamat asennusprosessissa heijastuvat toteutuneeseen laatuun. (Parhamaa 2015.)

### **4.2.1 Toiminta ennen asennusta**

Ennen pantaliitoksen asennusta suoritetaan työn suunnittelu ja varmistetaan henkilöiden pätevyys. Pantaliitostyön suunnittelu ei tarkoita putkistosuunnittelua vaan pantaliitostyön suunnittelua. Suunnittelutyössä on keskeistä, että huomioidaan kokoprosessiin liittyvät laaduntuottotekijät. Hyvin suoritettun suunnittelun jälkeen tehdään esivalmistelut. Pantaliitostyössä esivalmisteluun kuuluu työkohteen läpikäynti esimerkiksi telineiden ja työtasojen osalta, sekä oikeiden voiteluaineiden valinta. Kun käytetään uusia osia, ne tarkastetaan silmämääräisesti sekä tiivisteiden yhteensopivuus varmistetaan. Uudelleen käytettävät osat on oltava hyväkuntoisia ja puhtaita. Lisäksi tarkistetaan työkalujen kunto ja momenttiavaimen kalibrointi. Nesteellä käydään läpi yhdessä työnvalvojan ja asentajien kanssa työtapojen suunnittelu, jossa huomioidaan myös toiminta poikkeamatilanteessa. Poikkeamalla tarkoitetaan esimerkiksi lähellä syntyneitä tulipaloja, jolloin työt keskeytetään ja henkilöt siirtyvät kohti lähintä sisäsuojautumispaikkaa. (Parhamaa 2015.)

#### **4.2.2 Toiminta asennuksen aikana**

Pantaliitoksen asennuksen vaiheet on kerrottu kappaleessa 4.2.6. Asennustyön aikana henkilöiden on tarkkailtava myös yleisesti omaa työympäristöään ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Esimerkiksi suurikokoisen pantaliitoksen asennustyö on keskeytettävä jos suurikokoisten osien nostojen aikana tuuli käy liian suureksi ja täten vaarantaa prosessi- ja henkilöturvallisuutta. Jos asennustyön aikana pantaliitoksessa ilmenee poikkeama, on työ keskeytettävä ja ilmoitettava valvojalle. (Parhamaa 2015.)

#### **4.2.3 Toiminta asennuksen jälkeen**

Asennuksen jälkeen suoritetaan pantaliitokselle tarkistus. Mitataan välykset sekä varmistetaan, että mutterit ovat puolitoistakierrosta yli mutterin otsapinnan. Viimeistellään ruuviliitoslapulla jossa ilmenee asentavan henkilön yritys, päivämäärä sekä momentti mihin pantaliitos on kiristetty. Valmiin liitoksen lopputarkastuksen suorittaa Nesteen valvoja. Valvoja ilmoittaa suoritetusta työstä operointiosastolle ja dokumentoi tarvittavat tiedot Nesteen sisäiseen järjestelmään. Edellä mainittujen toimintojen lisäksi suoritetaan työvälineiden tarkastukset. Hyväksytyt hyväkuntoiset työkalut varastoidaan ja huonokuntoiset huolletaan. Hyväkuntoiset osat huolletaan ja varastoidaan mahdollista uutta käyttöä varten. Avataan lisätyötilauksia Nesteen kunnossapitojärjestelmään. Järjestelmä sisältää lähes poikkeuksetta työtilaukset eristeiden ja tulityösuojauksen asennuksesta sekä telineiden poiston työkohteesta. Dokumentoinnin avulla varmistetaan, että työkohteen työhistoriaa päästään tarkastelemaan myös tulevaisuudessa. Lisäksi on varmistettava, että työkohteeseen jää siistiin kuntoon työn loputtua. (Parhamaa 2015.)

### **4.3 Toteutunut laatu**

Toteutunutta laatua arvioidaan ja verrataan liitokselle asetettuja laatuvaatimuksia vasten. Ensisijaisesti liitoksen tulee kestää sille määritellyt paineen- ja lämmönkeston minimivaatimukset. Liitoksesta pitää pystyä selvittämään jälkikäteen, kuka asennuksen on suorittanut ja milloin. Liitos on onnistunut kun se pysyy vuotamattomana sen koko elinkaaren ajan. Saavutettu laatu kertoo, kuinka hyvin asetetuissa laatuvaatimuksissa on onnistuttu. Vuoto pantaliitoksessa esimerkiksi painekokeen aikana on merkki laaduttomuudesta. Vuodosta seuraa, että on ryhdyttävä toimenpiteisiin ja selvitettävä mikä tai mitkä laaduntuottotekijät ovat vuodon taustalla. Vuoto on aina merkittävä turvallisuuspoikkeama ja on riski henkilöille, prosessiturvallisuudelle ja ympäristölle. (Parhamaa 2015.)

## 4.4 Jatkuva parantaminen

Kun haluttu laatu ei toteudu, aletaan tutkimaan, missä laaduntuottovaiheessa laatupoikkeama(t) on tapahtunut. Tässä Nesteellä käytetään laatupoikkeamajärjestelmiä NCR (Neste Continuous Improvement Reporting) ja PMS (Punch Management System).

Neste käyttää NCRV12 (versio 12) poikkeamienhallintajärjestelmää, johon kaikilla työntekijöillä on velvollisuus kirjata havaitsemistaan poikkeamista ja poikkeamatilanteista. Järjestelmään kirjataan negatiivisia ja positiivisia poikkeamatilanteita, jonka jälkeen tilanteet käsitellään ja arvioidaan. Näiden avulla kehitetään ja seurataan yleisiä toimintatapoja. Alla olevassa kuviossa (KUVIO 11) NCR-lomakepohja. (Parhamaa 2015.)

NCR järjestelmässä poikkeamat ovat luokiteltu seuraavasti:

- HSE-poikkeamat: Poikkeamia, jotka kohdistuvat terveyteen, turvallisuuteen tai ympäristöön.
- Laatu-poikkeamat: Poikkeamia, jotka kohdistuvat tuotteisiin, palveluun, asiakkaisiin tai toimittajiin sekä Nesteen sisäiseen toimintaan.
- Läheltä piti-tapaus: Ei sisällä seurausta, mutta sillä olisi voinut olla ei-toivottuja seurauksia, jos olosuhteet olisivat olleet toisenlaiset.
- Auditointipoikkeama: Poikkeama, joka on havaittu auditoinnin tai tarkastuksen yhteydessä.

(Parhamaa 2015, 32 – 33.)

123	Askel tyhjyyteen   Stumbling in the TCC tower
Case type	Incident / Nonconformity
In charge of case	Neste - Oil Products - Production - Operointi - NLI Jalostus&GHY -
Status	Closed
Case deadline	24.4.2016

Case processing log

Expand all Collapse all

Where and What

Date (d.M.yyyy)  Time (H:mm)

Location  Finland - Naantali - Refinery - TCC

Specific Location

Title

Case description

Case info for statistics

Authority notified

Authorities notified description

Case categorisation

Responsible organization  Neste - Oil Products - Production - Operointi - NLI Jalostus&GHY

Reported by organization  Neste - Oil Products - Production - Operointi - NLI Jalostus&GHY - vuoro 2



KUVIO 11. Kuvakaappaus NCR lomakkeesta.

PMS-järjestelmä on tietokanta, jonka avulla hallitaan yksikköseisokkien aikana havaittujen mekaanisten laitteiden poikkeamia. Poikkeamat havaitaan kunnossapitotöiden yhteydessä. Järjestelmään kirjataan systemaattisesti laite- ja aluekohtaisia havaintoja laitteista ja työtavoista. Havainnolla on ei-toivottu vaikutus laitteen käyttöönottoon tai operointiin. Tavoitteena on estää asennustyön teknisistä puutteista aiheutuvat vuodot ja muut käytettävyy- ja turvallisuusongelmat. Järjestelmän avulla pystytään reagoimaan nopeasti poikkeamiin sekä suorittamaan mahdolliset muutoksenhallintatoimenpiteet. Toimenpiteet edesauttavat laitteen turvallista käyttöönottoa ja käyttöä. (Parhamaa 2015, 33.)

## 5 PANTALIITOSASENTAJAN KOULUTUS JA OSAAMISEN VARMISTAMINEN

Laadukkaan pantaliitosasennuksen varmistamiseksi on asentajalla oltava pantaliitoksista riittävä koulutus ja osaaminen. Nesteellä koulutuksesta huolehtii ulkopuolinen organisaatio, joka kouluttaa asentajat standardin SFS-EN 1591-4 mukaisesti. Lisäksi Neste varmistaa osaamisen ”on the site” -käyttövarmuus koulutuksella, jotta Nesteen sisäiset standardit saadaan asentajille tutuiksi.

### 5.1 Standardin koulutusvaatimus

Pantaliitostoiminnan keskeiset osaamiseen liittyvät vaatimukset kuvataan standardissa SFS-EN 1591-4. Standardia voivat soveltaa asentajat, heidän esimiehensä ja insinöörit, jotka suunnittelevat, purkavat, asentavat tai kiristävät ruuviliitosta sen kriittisyydestä riippumatta. Epäonnistuminen ruuviliitoksen asennustyössä voi vaarantaa henkilöitä, ympäristöä ja omaisuutta. Jotta saadaan aikaan laadukas liitos, on henkilön omattava tarvittavat asenne, taidot ja kyky turvallisen ja laadukkaan asennuksen suorittamiseksi. Henkilön on osattava purkaa, kasata ja kiristää kriittistä ruuviliitosta. Liitoksella pyritään, että se pysyy vuotamattomana sen koko käyttöiän ajan. Liitoksien monipuolisuuden ja monimutkaisuuden vuoksi on luotu modulaarinen rakenne koulutukselle. Rakenne sisältää yhteensä 11 eri tasoa. Tasojen avulla saadaan henkilön pätevyys nostettua ruuviliitoksissa halutulle tasolle. Standardi SFS-EN 1591-4 tarjoaa vain opetussuunnitelmia ja niiden arviointia. Standardi ei oikeuta suoraa lupaa toimia ruuviliitosten parissa, koska toiminta on edelleen työnantajan vastuulla. (SFS-EN 1591-4 2013, 5.)

Työnantaja voi vaatia lisäkoulutusta, erityisosaamista ja menettelyjä ruuviliitosten osalta. Jotta henkilö voi kouluttautua muille tasoille, on hänen ensin suoritettava perustaso (Table 1 – Foundation level training matrix), jonka jälkeen henkilö voi valita yhden tai useamman tason tarpeen mukaan. Pantaliitostöiden parissa työskentelevän asentajan on suoritettava tasot 1 ja 8 (Table 8- Training matrix for clamp connectors). Pantaliitoksia valvovan ja suunnittelevan henkilön tulee suorittaa taso 11 (Training matrix for responsible engineer). (SFS-EN 1591-4 2013, 5.)

Standardi SFS-EN 1591-4 sisältää tasot:

- Table 1 – Foundation level training matrix (Perustaso)

- Table 2 – Training matrix for hydraulic tension tightening (Hydrauliset vääntimet)
- Table 3 – Training matrix for hydraulic torque tightening (Hydrauliset momenttityökalut)
- Table 4 – Training matrix for heat exchangers and pressure vessels (Lämmönvaihtimet ja painelaitteet)
- Table 5 – Training matrix for flanges made from brittle materials (Laipat, jotka on valmistettu hauraasta materiaalista)
- Table 6 – Training matrix for bolt load determination after assembly (Ruuvikuorman määrittäminen asennuksen jälkeen)
- Table 7 – Training matrix for compact flanges (Kompaktilaippa)
- Table 8 – Training matrix for clamp connectors (Pantaliitokset)
- Table 9 – Training matrix for special connectors/flanges (Erikoisliitokset ja laipat)
- Table 10 – Training matrix for small bore tubing connectors (Pienen kokoluokan putkiliitokset)
- Table 11 – Training matrix for responsible engineer (Ruuviliitosten työsuunnittelu)

## 5.2 Koulutus ja pätevyiden hankinta

Henkilö joka toimii ruuviliitostekouluttajana ja arvioijana, on hänen pystyttävä osoittamaan teknillistä ymmärrystä, sekä käytännön osaamista ruuviliitosten parissa. Useissa oppilaitoksissa käytännön osaaminen todennetaan työharjoittelun avulla. Kouluttajan ja arvioijan valinnassa on varmistettava, että henkilöllä asian mukainen ammattipätevyys ja että kouluttaja on tarpeeksi ammattitaitoinen kouluttamaan henkilöitä, jotka toimivat ruuviliitostöiden parissa. (SFS-EN 1591-4 2013, 6 – 7.)

Ruuviliitostöissä toimivan henkilön on suoritettava standardin SFS-1591-4 mukaiset hänelle tarvittavat koulutustasot. Jokainen taso sisältää teoria-ja käytännön koulutuksen, sekä teoria-ja käytännön kokeet, jotka molemmat on suoritettava hyväksytysti. Koulutuksen tarjoaja ja tilaava yritys määrittelevät yhdessä koulutustasot tarpeen mukaan. Mikäli henkilö on toiminut todistetusti tasoa vastaavan ruuviliitostyön parissa, hänen ei tarvitse suorittaa standardin koulutus osaa. Henkilö voi suoraan siirtyä teoria-ja käytännönkokeeseen. (SFS-EN 1591-4 2013, 7 – 8.)

### 5.3 Koulutuksen soveltaminen Nesteellä

Nesteen sisäinen spesifikaatio F-101 asettaa yleiset laatuvaatimukset Neste Oyj:n painelaitteiden ja putkistojen ruuviliitosten hallinnalle, sekä asettaa laatuvaatimukset kaikille työssä vaadittaville osa-alueille. Poikkeukset spesifikaatiosta esitetään projektikohtaisessa työmäärittelyssä. (F-101 2016, 4.)

Osa-alueita ovat:

- Työvaiheet
- Komponentit
- Tarkastus
- Liitoksen parissa toimivat henkilöt.

Spesifikaatio määrittelee katselmukset, joiden tarkoituksena on varmistaa, että tilaaja ja urakoitsija ovat kykeneviä suorittamaan ruuviliitoksen asennuksia ja tarkastuksia siinä laajuudessa kuin tapauskohtaisesti on sovittu. Katselmuksiin valmistautuessa hankitaan putkiston tai painelaitteen tyyppipiirustukset, laitetiedot ja isometrit, sekä tarvittavat sovellettavat standardit. Katselmus tulee uusien asennuksen aikana, mikäli kohteessa havaitaan tiiveyden ja kuormankannon kannalta merkittäviä poikkeamia. (F-101 2016, 7.)

Katselmuksessa huomioitavat asiat:

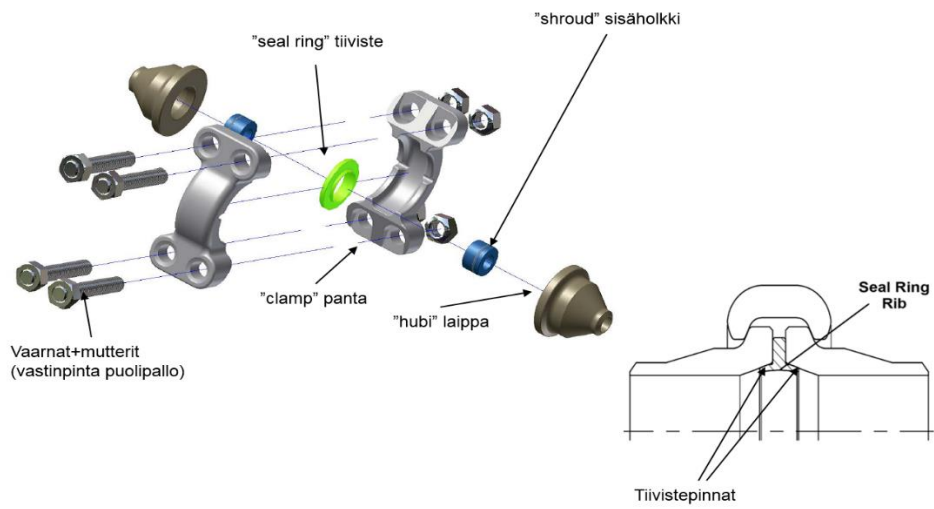
- Liitoksen valmistusluokka
- Komponentit
- Tiivistepintojen kunto, tyyppi ja korjaustarve
- Käytettävät laitteet ja työvälineet
- Käytettävät rasvat
- Asennusohje kiristysohjeineen ja työvälineineen
- Määritetään tarkastustoimenpiteet, -laajuus ja hyväksymisrajat
- Laippakortin käyttö- ja asennusohje
- Sovittava liitoksen jäljittävyyden todentamiseen liittyvä menettely
- Valmistetaan asennuspöytäkirja
- Mahdollisten poikkeamien hyväksymismenettely.

Ruuviliitosten asennuksia ja tarkastuksia tekevällä henkilöltä vaaditaan voimassa oleva koulutus. Hyväksytysti suoritettu koulutus ja siitä saatu todistus ovat voimassa myöntämispäivästä alkaen viisi vuotta. Pantaliitostöiden parissa toimivalta henkilöltä vaaditaan standardin SFS-EN 1591-4 tasojen 1 ja 8 mukainen koulutus. Lisäksi koulutusohjelmaan tulee sisällyttää Nesteen sisäisen spesifikaation F-101 sisältö ”on the site” kenttävarmennuksen avulla. (F-101 2016, 7.)

#### **5.4 On the site -kenttävarmennus**

”On the site” -kenttävarmennuksen tavoitteena on tuoda tutuiksi Nesteen omat standardit ja säännöt pantaliitostöistä. Nesteen sisäinen spesifikaation F-101 (vaatimukset putkistojen ja painelaitteiden ruuviliitosten asennukseen ja tarkastukseen) tulee sisältyä koulutusohjelmaan ja ”on the site” -kenttävarmistuksella se saadaan varmistettua. Kenttävarmennuksen ovat esittäneet Nesteen omat kunnossapidon ammattilaiset, joilla on runsas kokemus pantaliitos-töistä. Kenttävarmennus osio kestää noin kolme tuntia ja pitää sisällään käytännönläheisen diaesityksen, joka käydään läpi yhdessä asentajien kanssa. Lisäksi se sisältää lyhyen käytännön osion, jossa halutaan nähdä asentajan tavat toimia pantaliitoksen parissa. Kenttävarmennus on pakollinen kaikille asentajille ja työnvalvojille, jotka tulevat työskentelemään pantaliitostöiden parissa Nesteellä. Henkilön suoritettua kenttävarmennus hyväksytysti lisätään hänen nimensä suorittaneiden listaan. Kenttävarmennuksessa käytetään apuna Power Point pohjaa, jotta koulutuksen vetäjän on helpompi ohjata koulutusta. Kuviossa neljä on kuvakaappaus kenttävarmennus Power Pointista. Nykyinen käytäntö on, että kerran kenttävarmennuksen suoritettua se on voimassa 2 vuotta. Kuitenkin kenttävarmennuksen joutuu uusimaan, mikäli Neste katsoo sen tarpeelliseksi. Mikäli kenttävarmennuksessa epäillään asentajan taitoa toimia pantaliitoksen parissa, voidaan häntä vaatia suorittamaan tämän insinöörityön pohjalta luotu L2O-moduuli. Tämän opinnäytetyön aikana päivitetään kenttävarmennuksen sisältöä ja sen laajuutta.

## Grayloc-liitoksen osat ja tiivistepinnat



NESTE OIL

4.2.2015

3

KUVIO 12. Kuvakaappaus vanhasta kenttävarmennus materiaalista. (Neste 2015)

## 6 PÄTEVYYSTESTI

Pätevyystesti on tuotettu Gimlet Composer -tietokoneohjelman avulla. Testin tarkoituksena on varmistaa henkilön pantaliitostyöhön liittyvän teorian tuntemus. Testi pohjautuu standardiin SFS-EN 1591-4 taulukkoon 8. Testi suoritetaan verkossa Nesteen määrittelemässä laajuudessa, sekä valvonnassa ja tul- laan julkaisemaan Nesteen L2O-verkkoalustalla Nesteen valitsemalla ajankohdalla. Pätevyystesti on li- säetty osaksi ”putkistojen ja painelaitteiden laippaliitokset” testiä. Aiemmin luotu testi sisältää standardin SFS-EN 1591-4 tasot 1 ja 4.

### 6.1 Testin rakenne ja sisältö

Nesteen spesifikaatio F-101 määrittelee työssä toteutettavat laatuvaatimukset, jotka liittyvät asennuk- seen, asennuksen-purkuun, tarkastukseen, koulutukseen, työvälineisiin ja komponentteihin. Nykyinen ”putkistojen ja painelaitteiden laippaliitokset”-testi sisältää osat A ja B, jolloin pantaliitostesti lisätään siihen nimellä C. C-osa pitää sisällään 30 kysymystä, joista tietokone arpoo testiin 20 kysymystä satun- naisessa järjestyksessä. Tällöin testin suorittaja ei voi tietää testin sisältöä ennakkoon. Testin läpäisyn edellytyksenä on saada oikein 80 % kysymyksistä. C-osa vaatii 16 oikeaa vastausta hyväksytyyn suo- ritukseen. Jos henkilö ei läpäise testiä hyväksytysti, hänen on uusittava verkkotesti tietyn ajan kuluessa. Henkilön on valmistauduttava uusintaan opiskelemalla itsenäisesti Nesteen spesifikaatioita ja pantaliitos koulutusmateriaalin sisältöä. Henkilö, joka ei ole läpäissyt häneltä vaadittua testiä, ei saa suorittaa pan- taliitos asennuksia. Kuitenkaan hylätty suoritus ei estä henkilöä toimimasta avustavissa tehtävissä, johon ei suoranaisesti vaadita SFS-EN 1591-4 pantaliitos asentajan pätevyyttä.

Testin tehtävät ovat muodoltaan oikein/väärin, monivalinta ja ryhmiinjaottelua oikeisiin asiayhteyksiin. Tehtävät on luotu mahdollisimman selkeiksi ja helposti ymmärrettäviksi. Testin tarkoituksena ei ole varmistaa asentajan "nippelitieto"-osaamista pantaliitoksista, vaan keskeisimmät ja tärkeimmät asiat laa- duntuoton näkökulmasta.

Tehtävissä ei ole niin sanottuja "kompakysymyksiä", mutta joissakin tehtävissä aseteltu on toteutettu niin, että henkilöltä vaaditaan työn edellyttämää tarkkuutta. Testin sisältö mukailee kolmannen osapuolen laatimaa koulutusta ja on osa Nesteen "on the site"-kenttävarmennusta. Sisällöltään testissä paneu- dutaan käytännönläheisiin kysymyksiin, eikä ulkoa opeteltavaan materiaaliin. Testissä testaan henkilön ymmärtämistä seuraavissa osa-alueissa:

- Työn esivalmistelu
- Pantaliitoksen asennus
- Asennuksen purku
- Työkalujen käyttö
- Komponenttien yhteensopivuus
- Pantaliitoskortin täyttö
- Koulutus
- Laadun varmistus ja tarkastukset
- Osien käsittely
- Työn turvallinen suorittaminen.

## **6.2 Moduulin testaus**

Tässä työssä luotua pätevyystestiä muokattiin ja käsiteltiin Neste Oyj:n asiantuntijoiden (kunnossapito-mestari, työsuunnittelija, kunnossapitoinsinööri, huoltomestari ja kunnossapidon ryhmän vetäjä) sekä Centria-amk:n opinnäytetyöohjaajan kanssa. Saadun palautteen avulla suoritettiin tarvittavat muutokset kunnes se oli kaikkien mielestä toimiva kokonaisuus. Testin ulkoasuun tehtiin tarvittavat korjaukset Gimlet composer tietokoneohjelman asiantuntijoiden kanssa.

## **6.3 Pohdinta**

Tulevaisuudessa Neste Oyj ottaa loput standardin SFS-EN 1591-4 taulukot käyttöön tarpeiden mukaisesti. Taulukoista luodut testit tullaan lisäämään jo luotujen moduulien perään tai väliin. Neste itse huolehtii testien käytöstä ja lisäämisestä. Neste voi itse muokata ja lisätä sisältöä haluamallaan tavalla, sekä määrittellä läpäisyprosentin ja kysyttävien kysymysten määrän. Neste on edelläkävijä vaatimalla standardin SFS-EN 1591-4 pakolliseksi asentajille. Se tulee lisäämään asennusten laatua ja täten yksikön käyntivarmuutta. Työturvallisuus on yksi testin osa-alue, jolloin niiden määrä tulisi vähentyä. Standardi vaatimuksen tulokset tulevat näkyviin pitkän aikavälin vertailulla. Kuvioissa 15 ja 16 esitellään esimerkkitehtäviä pantaliitos verkkotestin C-osasta.



Osa C

## Kiristysmomentti

Grayloc-pantaliitoksen pannassa (clamp) on merkintä 4, C tai B. Millä voimalla (Nm) liitosta tulee kiristää?

23Nm

48Nm

75Nm

122Nm

190Nm

279Nm

Stud Bolt Size	Stud Bolt Length (Inches)	Nut Size (Across Flats)	Clamp Size	Average Torque	
				ft-lbs	Nm
1/2-13 UNC-2	3½	7/8"	1	17	23
5/8-11 UNC-2	5	1-1/16"	1½	35	48
3/4-10 UNC-2	5¼, 6	1-1/4"	2, 2¼-3	55	75
7/8-9 UNC-2	7, 6¾	1-7/16"	4, C, B	90	122
1-8 UNC-2	8½	1-5/8"	5, D, E	140	190
1-1/8-8 UN-2	9¾	1-13/16"	6, F	205	279
1-1/4-8 UN-2	10½	2"	8	290	394
1-1/8-8 UN-2	11¾	1-13/16"	XF	330	449
1-3/8-8 UN-2	11	2-3/16"	X8, G, XG	390	530
1-5/8-8 UN-2	14¼, 14½, 17	2-9/16"	H, 10H, X14	630	857
1-3/4-8 UN-2	16, 19½	2-3/4"	X10H, 12M, X16	870	1,183
1-7/8-8 UN-2	21¼, 18¾	2-15/16"	X18, R	1,170	1,591

KUVIO 13. Kuvankaappaus putkistojen ja painelaitteiden testin C-osasta

Pantaliitostöiden parissa toimivan henkilön ei tarvitse osata taulukoita ulkoa. Kuitenkin on osattava lukea taulukkoa oikein. Jos asentaja on epävarma tai tilanne on epäselvä, oikean tiedon hän saa työnvalvojalta. Liitoksen pitävyyden kannalta yli- ja alikiristys ovat vuotoriski.

Osa C

## Pätevöintitodistus

Mitä töitä kuvan laippaliitosasentajan pätevyystodistuksella saa tehdä Neste Oyj:n Suomen tuotantolaitoksilla?

Lämmönvaihdin- ja painelaitteenasennukset.

Pantaliitosasennukset.

Putkistoasennukset.

Putkistosuunnittelut.

Vastaa



KUVIO 14. Kuvankaappaus putkistojen ja painelaitteiden testin C-osasta.

Henkilön on ymmärrettävä, mitä töitä hänen koulutuksensa kattaa. Työvirheiden mahdollisuus kasvaa jos henkilö toimii työn parissa, johon hän ei ole käynyt vaadittavaa koulutusta. Koulutuksesta myönnetään päteväintitodistus.

Testillä pyritään varmistamaan, että asentajat osaavat ja hallitsevat pantaliitoksen asennuksen saavuttaakseen vuodottoman liitoksen sen elinkaaren aikana. Yrityksen huolena on, että suurissa huolto- tai seisokkitöissä kaikki henkilöt eivät täytä standardin SFS-EN 1591-4 mukaisia vaatimuksia, jolloin virheellisten toimintatapojen riski kasvaa. Epäpätevän toiminnan johdosta työt voivat viivästyä tai olla virheellisiä aiheuttaen lisäkustannuksia. Näissä tilanteissa voidaan käyttää tätä insinööriä työkaluna pistokoemaisesti urakoitsijan henkilöillä, jotta saadaan varmistettua henkilöstön osaaminen. Riskinä on, että liian moni henkilö ei läpäise testiä ja täten työt remonteissa viivästyvät resurssipulan vuoksi. Onkin löydettävä tasapaino vaadittavan pätevyyden ja testin läpäisyvaatimuksen välillä.

Insinööriyössä luotua testiä voidaan tulevaisuudessa käyttää spesifikaation F-101 mukaisesti pantaliitosasentajan pätevyyden uusintaan, kun pätevyys vanhenee. Tällöin henkilö joutuu suorittamaan testin viiden vuoden välein pätevyyden suorituspäivästä lähtien. Jos henkilö ei ole toiminut pantaliitostöiden parissa todistetusti 6 kk sisällä ja on suorittanut standardin SFS-EN 1591-4 mukaisen pantaliitospätevyyden, voi yritys vaatia suorittamaan tässä insinööriyössä luodun testin. Tulevaisuudessa muutkin yritykset kuin Neste voivat vaatia töiden edellyttämiseksi standardin SFS-EN 1591-4 suorittamista. Tällöin on järkevää käyttää kolmatta osapuolta, joka huolehtii testin uusimisesta ja dokumentoinnista. Kuitenkin Neste itse päättää toimintatavat koulutuksen jatkon suhteen.

## 7 YHTEENVETO

Insinööriyössä tarkasteltiin pantaliitosasennukseen liittyvää laadunhallintaa. Keskeisimpänä asiana ovat olleet laaduntuottokijät ja niihin liittyvät laatuvaatimukset, sekä pantaliitoksen asennukseen vaaditun pätevyyden varmistaminen. Lisäksi perehdyttiin toimintaan liittyviin vaatimuksiin, jotka täytyy ottaa huomioon, kun ollaan tekemisissä painelaitteiden kanssa.

Tämän insinööriyön pohjalta luotiin Nesteelle testausmoduuli Gimlet Composer tietokoneohjelman avulla. Moduuli testaa standardin SFS-EN 1591-4 tason kahdeksan, pantaliitosasennuksen pätevyyden. Moduuli tullaan julkaisemaan L2O-portaalissa Neste Oyj:n määrittelemänä ajankohtana. Moduulin kysymykset on toteutettu laadunvarmistuksen näkökulmasta siten, että ne kattavat laajan otoksen pantaliitoksen asennusta. Tällä toivotaan olevan merkitystä, kun varmistetaan pantaliitos asentajan osaaminen. Rärkeimmät puutteet henkilön pantaliitokseen liittyvän asennuksen osaamisessa ja ulkopuolisen kouluttajan antaman koulutuksen virheistä saadaan esiin koulutusmoduulilla. Näin voidaan seurata osaltaan ulkopuolisen koulutuksen laatua, sekä pistokoemaisesti yksittäisten asentajien ammattitaidon ylläpitoa. Moduulin toteutuksessa perehdyttiin standardin SFS-EN 1591-4 lisäksi Porvoon jalostamon tuotantolinja 4 pantaliitokseen ja Neste Oyj:n spesifikaatioihin.

Moduulin avulla varmistetaan asentajan pätevyys pistokoemaisesti, mikäli Neste Oyj katsoo sen tarpeelliseksi. Varmistuksen tarve kasvaa etenkin suurissa huoltokorjauksissa, ja seisokeissa, jolloin korjaustöihin osallistuu huomattava määrä ennalta tuntemattomia asentajia. Laatu poikkeama voi aiheuttaa suuria tuotannonmenetyksiä vuodon seurauksena. Jopa yhdessä kriittisessä kohdassa olevan pantaliitoksen vuoto voi aiheuttaa koko tuotantolinjan prosessipysäytyksen, mikä voi maksaa yhtiölle useita satojatushansia euroja. Tämän insinööriyön tuotos toimii yhtenä työkaluna pätevyyden varmistuksessa ja on hyödyllinen ottaa käyttöön lähitulevaisuudessa. Aiemmin osaamisen varmistaminen ennen suuria huoltopysäytyksiä on vienyt aikaa ja resursseja huomattavasti enemmän. Pätevyys on pitänyt varmistaa erittäin perusteellisesti kenttävarmennuksen avulla. Nyt laippaliitoskoulutus ja testausmoduuli mahdollistavat laajemman ja jaetumman koulutuskokonaisuuden.

Neste on ensimmäisiä yrityksiä Suomessa, joka on ottanut pakolliseksi standardin SFS-EN 1591-4. Standardin käyttöönotto mahdollistaa ja lisää turvallisuutta teollisuudessa. Tulokset tulevat näkymään turvallisuus ja käytettävyyssmittareissa.

Työn aikana olen päässyt syventymään ruuviliitoksiin ja erityisesti pantaliitosasentamiseen ja siihen liittyvään toimintaan. Tutkimusympäristönä on toiminut tuotantolinja 4, jossa pääsin tutkimaan asennettuja ja asentamattomia pantaliitoksia. Lisäksi pääsin keskustelemaan usean pantaliitoksen parissa työskentelevän henkilön kanssa, jotka toivat esiin omia näkökulmiaan ja haasteita asennustyöhön liittyen. Uskon, että tekemäni moduuli otetaan käyttöön lähitulevaisuudessa.

## LÄHTEET

Aulén, J. 2016. Sisäinen koneistusmateriaali.

Blom, S., Lahtinen, P., Nuutio, E., Pekkola, K., Pyy, S., Rautiainen, H., Sampo, A., Seppänen, P. & Suosara, E. 1997. Koneen elimet ja mekanismit. 2.painos. Helsinki: Oy Edita Ab. Opetushallitus.

Grayloc Product. 2002. Grayloc Product Catalog. Saatavissa: [https://www.woodcousa.com/Grayloc%20Catalog%20\(GLOC-105%20-%2011-09%20-%205M\).pdf](https://www.woodcousa.com/Grayloc%20Catalog%20(GLOC-105%20-%2011-09%20-%205M).pdf). Viitattu 20.5.2017.

Martikainen, J. 2007. Hitsauksen laadunvarmistus. Luentomateriaali. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Moilanen, V. 2016. Kunnossapitostrategia. Nesteen sisäinen esitysmateriaali. Viitattu 1.5.2017

Neste. 2015. Grayloc-kenttävarmennus. Esitysmateriaali.

Neste. 2016. Sisäinen spesifikaatio. F-101.

Neste. Juuremme. Saatavissa: <https://www.neste.com/fi/fi/konserni/tietoa-meist%C3%A4/juuremme>. Viitattu 1.4.2017.

Neste. Porvoon laitokset - Euroopan kehittyneimpien joukossa. Viitattu 1.4.2017

Nurminen, M-P. 2017. Kunnossapitomestarin haastattelu. 1.4.2017. Neste Oyj.

Painelaitedirektiivi. 2014/68/EU. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Painelaitteet/Painelaitteet---saadokset-ja-direktiivit/>

Parhamaa, P. 2015. Mekaanisten laitteiden eheydenhallinta öljynjalostamolla. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Konetekniikka. Diplomityö.

Parhamaa, P. 2017. Kunnossapitoinsinöörin haastattelu 1.5.2017. Neste Oyj.

Parhamaa, P. 2017. Kunnossapitoinsinöörin haastattelu 1.6.2017. Neste Oyj

SFS-EN 1591-4. Henkilön pätevyysvaatimus kriittisten ruuviliitoksien asennustyöhön, painestetussa järjestelmässä. 2013. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

Techlok. 2016. Techlok Product Catalog. Esitysmateriaali.