



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Perttu Penninkangas

TYÖMAADOKUMENTAATION KEHIT- TÄMINEN

Tekniikka
2019

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Perttu Penninkangas
Opinnäytetyön nimi	Työmaadokumentaation kehittäminen
Vuosi	2019
Kieli	suomi
Sivumäärä	38 + 1 liitettä
Ohjaaja	Jukka Hautala

Opinnäytetyön tarkoitus on laatia tarkastus- ja testaussuunnitelmapöytäkirja Kpa Unicon Oy:n kattilalaitosprojektien putkistoasennuksia varten. Pöytäkirjan tarkoitus on varmistaa putkistoasennusten toiminnallisuus, laatu sekä saada hyväksyntä asennukselle tilaajalta ja kolmannelta osapuolelta (NoBo), jonka jälkeen putkisto voidaan luovuttaa seuraavalle asiakkaalle.

Teollisuusputkistojen ja paineenalaisten laitteiden asennuksesta ja valmistuksesta on säädetty painelaitelaissa 1144/2016 ja ohjeistetaan lukuisissa standardeissa. Laki ja standardit asettavat vaatimukset asennusten ja valmistuksen dokumentoinnille. Pöytäkirjan kohdat perustuvat eurooppalaisiin ISO-standardeihin ja painelaitelakiin. Pöytäkirja laadittiin kehitystyönä tiiviissä yhteistyössä Kpa Uniconin työmaatoiminnoissa mukana olevien henkilöiden kanssa. Opinnäytetyön tiedonkeruun menetelminä käytettiin työmaatoiminnoissa mukana olevien henkilöiden haastatteluja ja omia havaintoja aiheeseen liittyen.

Laadittu pöytäkirja ottaa kantaa putkistoasennusten tärkeimpiin vaiheisiin toiminnallisuuden sekä lain ja standardien asettamien vaatimusten täyttämisen kannalta. Pöytäkirjaa ei päästy testaamaan käytännössä opinnäytetyön teon aikana, joten palaute siltä osin jäi dokumentoimatta.

ABSTRACT

Author	Perttu Penninkangas
Title	Development of Site Documentation
Year	2019
Language	Finnish
Pages	38 + 1 Appendix
Name of Supervisor	Jukka Hautala

The purpose of this thesis was to devise an inspection and test plan for piping installations in Kpa Unicon's boiler plant projects. The need for inspection and test plan in piping installations is to ensure the functionality and quality of installed piping and to get the approval for installed section from the purchaser and the third party (NoBo). The approval is the condition for handing out the piping section to the customer whether it is the final customer or inner customer of company, for example the commissioning of plant.

About the provisions regarding the installation and manufacture of pressure equipment and industrial piping installations are laid down in the Pressure Equipment Act 1144/2016 and instructed by number of standards. The act and the standards set the requirements for documentation to perform when manufacturing and installing pressure equipment or industrial piping. Inspection and test plan drawn for piping installation is based on European ISO-standards and Pressure Equipment Act. Inspection and test plan was devised as a development work in close cooperation with the persons in charge of Kpa Unicon's field services. Interviews of persons in charge of Kpa Unicon's field services and my own observations on the topic was used as a data collection method in thesis.

The inspection and test plan for piping installations focuses on the main tasks to be made in order to meet the requirements set in the Act and standards. The inspection and test plan could not be tested in practice during the final thesis, so the feedback was not documented.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	9
2	TARKASTUS- JA TESTAUSSUUNNITELMAPÖYTÄKIRJA	10
3	TARKASTUS- JA TESTAUSSUUNNITELMAPÖYTÄKIRJAN TOTEUTUS.....	11
3.1	Pöytäkirjojen jako järjestelmittäin.....	11
3.2	Tarkastus- ja testauspöytäkirjojen rakenne.....	12
3.3	Putkiasennusten tarkastus ja testaus suunnitelman kohdat.....	15
3.3.1	Checking of cutting work dimensions	18
3.3.2	Checking of material certificates and re-stamping marks and transferred material markings (Hard stamp).....	18
3.3.3	Checking of bending instructions before production.....	19
3.3.4	Checking of bended sample	20
3.3.5	Checking of bending during manufacturing	21
3.3.6	Checking of welders' certificates	22
3.3.7	Checking of welding instructions	23
3.3.8	Checking of secondary and primary supports.....	25
3.3.9	Checking supports thermal movements (if applicable)	29
3.3.10	Pipe supported correctly against stress for connected equipment.....	31
3.3.11	Measure checking of finished segment.....	31
3.3.12	NDT-checking	32
3.3.13	Checking inner and external cleansing	32
3.3.14	Pressure test for system according plan.....	33
4	POHDINTA JA ARVIOINTI	34

LIITTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Esimerkki putken taivutuksen pöytäkirjasta. /1/	22
Kuva 2. Hitsausohje. /1/	24
Kuva 3. Esimerkki jäykästä putkikannakkeesta. /14, s. 138/	25
Kuva 4. Esimerkki joustavasta putkikannakkeesta. /14 s. 139/	26
Kuva 5. Esimerkki välituki eli sekundäärirakenteesta sekä jäykästä putkikannakkeesta. /14, s. 140/	27
Kuva 6. Kevyt kynsiohjain. /15, s. 228–231/	29
Kuva 7. Raskas kynsiohjain. /15, s. 228–231/	30
Kuva 8. Estopala A. /15, s. 234–237/	30
Kuva 9. Estopala B. /15, s. 234–237/	31
Taulukko 1. Putkijärjestelmien litterajako	11
Taulukko 2. Painelaitteen luokat /7/	15
Taulukko 3. Arviointimenettelyn jakautuminen paineluokittain /7/	16
Taulukko 4. Kannattimien luokittelu. /14, s. 136/	28

LIITELUETTELO

LIITE 1. Inspection and test plan – 650 Pipes – Piilotettu toimeksiantajan pyynnöstä

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Ilmoitettu laitos	Suomen viranomaisen nimeämä ja Euroopan komissiolle ilmoitettu Suomeen sijoittautunut laitos, jonka tehtävä on tarjota tuotteiden vaatimustenmukaisuuden arviointipalveluja sovellettaessa unionin yhdenmukaistamislainsäädäntöön perustuvaa kansallista lainsäädäntöä. /2/
	Finlex: 278/ 2016. Laki eräitä tuoteryhmiä koskevista ilmoitetuista laitoksista. 3 §, Määritelmät.
Painelaite	Painelaitteella tarkoitetaan säiliöitä, putkistoja, varolaitteita ja paineenalaisia lisälaitteita, mukaan lukien tarvittaessa paineenalaisiin osiin kiinnitetyt osat, kuten laipat, yhteen, liittimet, kannattimet ja nostokorvakkeet /3, s. 173/
Putkisto	putkistoilla tarkoitetaan sisältöjen siirtämiseen tarkoitettuja putkiston osia, jotka on liitetty toisiinsa painejärjestelmään yhdistämistä varten; putkistoihin kuuluu erityisesti putki tai putkiverkko, putkijohto, putkiston lisäosat, paljetasaimet, letkut ja muut asiaankuuluvat paineenkestävät osat; ilman jäähdyttämiseen tai lämmittämiseen tarkoitetut putkista muodostuvat lämmönvaihtimet vastaavat putkistoja. /3, s. 173/
NDT	Non-destructive testing, Materiaalien ja aineiden rikkomaton aineenkoetus
PED	Pressure equipment directive, painelaitedirektiivi
MT	Magnetic particle testing, magneettijauh tarkastus
PT	Penetrant testing, tunkeumanestetarkastus
RT	Radiograph testing, radiografinen tarkastus, röntgenkuvaus
UT	Ultrasonic testing, ultraäänitarkastus
VT	Visual testing, silmämääräinen tarkastus
PWHT	Post-weld heat treatment, Jälkilämpökäsittely
ITP	Inspection and test plan, Asennus- ja tarkastuspöytäkirja

NOBO	Notified body, Ilmoitettu laitos. Ilmoitetut laitokset ovat arviointilaitoksia, jotka on nimetty hoitamaan EU:n säädöksiin perustuvia vaatimustenmukaisuuden arviointitehtäviä.
Littera	Järjestyskirjain tai -numero

1 JOHDANTO

KPA Unicon on vuonna 1990 perustettu kattilalaitosten toimituksiin ja elinkaari- ja operointipalvelujen tarjoamiseen erikoistunut suomalainen perheyhtiö. Yhtiön päätoimipaikka on Pieksämäellä ja se työllistää noin 250 henkeä kuudessa eri maassa.

Yhtiö toimittaa biomassalla, maakaasulla, kevyellä ja raskaalla öljyllä sekä jätteellä toimivia kaukolämpö- ja höyrykattilalaitoksia. Elinkaaripalveluina yhtiö tarjoaa korjaus- ja kunnossapitopalvelua sekä tarjoaa varaosia. Digitaalisena palveluna yhtiö tarjoaa Plantsys-palvelualustansa laitosten etäkäyttöön, joka pitää sisällään raportoinnin, operoinnin, materiaalivirtojen hallinnan sekä kunnossapidon valvonnan. /1/

Kpa Uniconilla ei ollut putkiasennusten tarkastus- ja testaussuunnitelmapöytäkirjaa työmaalla suoritettavia asennuksia varten ennen opinnäytetyön aloitusta lainkaan. Tarkastukset suoritettiin ennen joko käyttäen putkistoasennuksista huolehtivan urakoitsijan omien pöytäkirjojen avulla tai ilman pöytäkirjaa. Putkistoasennusten tarkastukseen laadittavan pöytäkirjan tarkoitus on varmistaa putkistoasennusten laatu ja huolehtia siitä, että asennukset on hyväksytty tilaajan, urakoitsijan ja kolmannen osapuolen taholta, jolloin putkisto voidaan luovuttaa seuraavalle vaiheelle, mikä voi olla esimerkiksi eristys tai koekäyttö.

Putkistoasennusten tarkastus- ja testaussuunnitelmassa käydään läpi teollisuusputkistojen asennukseen sekä kattilalaitoksen putkistoasennuksiin liittyvät seikat, jotka ovat lain ja soveltuvien standardien asettamia sekä seikat, jotka ovat putkiston toiminnallisuuden kannalta tärkeitä.

Kattilalaitoksen rakentamiseen liittyvistä putkiasennuksista ja siihen liittyvistä prosesseista on säädetty esimerkiksi painelaitelaissa (1144/2016 Painelaitelaki) johon muun muassa järjestelmissä käytettävistä suurista paineista sekä laitosten roolista yhteiskunnan infrastruktuurin osana.

2 TARKASTUS- JA TESTAUSSUUNNITELMAPÖYTÄ-KIRJA

Tarkastus- ja testaussuunnitelmapöytäkirjan tarkoitus on varmistaa yhdessä urakoitsijan, tilaajan edustajan ja tilanteesta riippuen kolmannen osapuolen kanssa, että työ täyttää tilaajan laadulliset vaatimukset sekä lain ja asetusten asettamat vaatimukset. Kolmas osapuoli voi olla joko viranomaistaho tai yksityinen ilmoitettu laitos (NoBo). Tarkastus- ja testaussuunnitelmapöytäkirja toimii myös urakoitsijan omana laadunvalvontatyökaluna, jonka avulla asennukset luovutetaan joko sisäiselle asiakkaalle eli koekäytölle tai ulkoiselle asiakkaalle eli loppukäyttäjälle. /4/

Tarkastus- ja testaussuunnitelmapöytäkirjojen laadinnassa tulee miettiä kronologista asennusjärjestystä, tarkastusten järkevää laajuutta sekä tutkia soveltuvia standardeja, jotka määrittävät tarkastuksissa ja testauksissa käytettävät vertailuarvot. Pöytäkirjan avulla käydään läpi putkiston toiminnallisuuteen liittyvät seikat, kuten lämpöliikkeet, liitännät muihin laitteisiin ja mahdollinen huollettavuus. Putkistoasennusten tarkastus- ja testauspöytäkirjan kohdat perustuvat eurooppalaisiin standardeihin.

Paineenalaisille putkistoille suoritettava tarkastus- ja testaussuunnitelmapöytäkirjan mukainen tarkastus on tae putkiston turvallisuudesta.

” Markkinoille saatettava painelaite on suunniteltava, valmistettava, tarkastettava, varustettava ja asennettava siten, että sen turvallisuus pystytään takaamaan, jos painelaitetta käytetään valmistajan ohjeiden mukaisesti tavallisissa ja kohtuudella ennakoitavissa olevissa käyttöolosuhteissa. ” /5/

3 TARKASTUS- JA TESTAUSSUUNNITELMAPÖYTÄKIRJAN TOTEUTUS

3.1 Pöytäkirjojen jako järjestelmittäin

Laadittu tarkastus- ja testauspöytäkirja laadittiin Kpa Uniconin käytössä olevan sisäisen littera- eli järjestysnumerojärjestelmän mukaan. Litteroinnilla on jaettu voimalaitoksen rakentamiseen liittyvät osa-alueet, siten että, jokainen osa-alue on oman kolminumeroisen koodin alla. Koodin ensimmäinen numero kertoo mihin järjestelmään, tai osa-alueeseen asia liittyy, toinen numero tarkoittaa mihin laitekokonaisuuteen asia liittyy, kolmas numero tarkoittaa, mistä laitteesta tai linjasta on kyse. Laatomalla pöytäkirja yksittäistä laitekokonaisuutta kohden, voidaan samaa pöytäkirjaa käyttää kaikille kyseisen laitekokonaisuuden laitteille. Putkistojen litterajako on esitetty taulukossa 1. Putkijärjestelmien litterajako.

Taulukko 1. Putkijärjestelmien litterajako.

650 - Pipes	
651	Water pipes
652	Steam Pipes
653	Condensate Pipes
654	Oil Pipes
655	Gas Pipes
656	Pres. air Pipes
657	Precis. Stl. Pipes
658	Primary Supports

3.2 Tarkastus- ja testauspöytäkirjojen rakenne

Tarkastus- ja testauspöytäkirjapohjan ulkoasu oli Kpa Uniconilla jo valmiiksi laadittu aloittaessani pöytäkirjojen laadinnan. Tarkastus- ja testauspöytäkirja laaditaan yrityksen omilla konepajoilla valmistettavista laitteista painelaitelain 1144/2016 mukaisesti. Pöytäkirjapohjaa täytyi kuitenkin muokata uusia pohjia varten, sillä ne tehtiin käyttäen Kpa Uniconilla käytössä olevaa omaa numeropohjaista litterajakoa. Pöytäkirjan yläviitteeseen merkittiin laitekokonaisuus käyttäen litteranumeroa ja laitekokonaisuuden nimeä. Pöytäkirjan yläosaan merkittiin laitteet ja linjat sekä litteranumerolla että nimellä, jonka viereen jätettiin tyhjä solu, johon voi merkata järjestelmän, jota tarkastus koskee.

Tarkastus- ja testaussuunnitelmapöytäkirja laadittiin englanninkieliseksi mikä mahdollistaa saman pöytäkirjan käytön myös ulkomailla toimittaessa. Tarkastuspöytäkirjan kielestä johtuen myös opinnäytetyössä esitetyt pöytäkirjan kohdat on otsikoitu englanninkielellä.

”Valmistajan on suoritettava painelaitteelle soveltuvat vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt. Vaatimustenmukaisuuden arvioinnissa on käytettävä ilmoitettua laitosta, jos painelaitteeseen sovellettava vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely sitä edellyttää.” /5/

Tarkastus- ja testauspöytäkirja rakentuu tarkastettavien kohteiden mukaan seuraavalla tavalla:

1) Kohteen numero

- Tarkastus- ja testauspöytäkirjan kohdat on numeroitu käyttäen ylä- ja alaotsikointia. Numerointi helpottaa tarkastusraporttien teossa tarkastuskohteisiin viittaamisessa, etenkin, mikäli kohtia on useita.

2) Tarkastuksen kohde

- Lyhyt ja ytimekäs kirjallinen kuvaus tarkastuksen tai testin kohteesta. Kirjallinen kuvaus tulee laatia huolellisesti siten, että kaikki tarvittava tulee tarkastettua ja päällekkäisyydet vältetään.

3) Hyväksymisperuste

- Kertoo mihin ohjeeseen ja lakiin tai standardiin tarkastus- tai testaus perustetaan. Tähän sarakkeeseen voidaan lisätä esimerkiksi valmistuspiirustuksia, standardeja, hitsausohjeita, hitsaussuunnitelmia, lämpökäsittelysuunnitelmia, PI-kaavioita tai painelaitedirektiivin asettamia vaatimuksia.

4) Tarkastusten laajuus

- Tarkastusten laajuus ilmoittaa, kuinka suurelle osalle laitteita tai järjestelmää tarkastus suoritetaan.

5) Todentava dokumentti

- Materiaalitodistus, hitsaajan pätevyystodistus, valmistuksen laatutodistus tai valmistuksen yhteydessä tuotettu dokumentti

6) Huomiot ja lisätiedot

- Vapaa kenttä mahdollisille lisätiedoille tai huomioon otettaville seikoille

- 7) Toiminnon tuottaja, vaadittavat toimenpiteet sekä kuittaus ja päivämäärä
- Tarkastus- ja testauspöytäkirjassa esitetyt toiminnot koskevat yhtä tai useampaa neljästä osapuolesta: Kpa Uniconia, urakoitsijaa, joka asennukset suorittaa, asiakasta tai loppukäyttäjää ja ilmoitettua laitosta.
 - Vaadittavia toimenpiteitä on neljä:
 - (H) Hold point, pysäytyspiste, jonka jälkeen ei saa jatkaa ennen kuin vastuussa oleva osapuoli on suorittanut tarkastuksen ja antanut luvan
 - (W) Witness point, asiakas tai asiakkaan edustaja läsnä todistamassa toimenpidettä
 - (R) Review, dokumenttien tarkastuspiste, kohdan 5 dokumenttien olemassaolon ja kelvollisuuden varmistaminen
 - (S) Random inspection, kolmannen osapuolen suorittama satunnaistarkastus
 - Kuittaus ja päivämäärä merkitään samaan sarakkeeseen alemmalle riville.
- 8) Tarkastus- ja testauspöytäkirja kuitataan pöytäkirjan loppuun Kpa Uniconin edustajan, asiakkaan, urakoitsijan ja ilmoitetun laitoksen toimesta. /6/

3.3 Putkiasennusten tarkastus ja testaussuunnitelman kohdat

Putkiasennusten tarkastus- ja testaussuunnitelmassa on 12 kohtaa. Näissä kohdissa käydään läpi putkiasennuksiin liittyvät työvaiheet alkaen materiaalin leikkaamisesta ja päättyen painekokeeseen niihin soveltuvin osin. Osa kohdista ei sovellu esimerkiksi putkistokannakkeille, jolloin ne jätetään tarkastuksessa huomioimatta.

Painelaitteet luokitellaan vaaran suuruuden mukaan luokkiin. Paineluokka, johon laite tai laitteisto kuuluu, määrittää tarkastuslaajuuden ja -tavan sekä toimenpiteet, jotka painelaitteiden valmistajan tulee suorittaa. Painelaitteen luokkamoduuli tai moduuliyhdistelmä on esitetty taulukossa 2. Arviointimenettelyn jakautuminen paineluokittain on esitetty taulukossa 3. /5/

Taulukko 2. Painelaitteen luokat. /7/

Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt Painelaitteen luokka- moduuli tai moduuliyhdistelmä			
LUOKKA I	LUOKKA II	LUOKKA III	LUOKKA IV
A	A2	B (suunnittelu- tyyppi) + D	B (tuotantotyyppi) + D
	D1	B (suunnittelu- tyyppi) + F	B (tuotantotyyppi) + F
	E1	B (tuotantotyyppi) + E	G
		B (tuotantotyyppi) + C2	H1
		H	

Taulukko 3. Arviointimenettelyn jakautuminen paineluokittain. /7/

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 tyyppinmukaisuus ja satunnaisin väliajoin suoritettavat valvotut painelaitetarkastukset	Valmistaja tekee loppuarvioinnin, jota ilmoitettu laitos valvoo
D	Tuotantoprosessin laadunvarmistukseen perustuva tyyppinmukaisuus	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 tyyppinmukaisuus	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, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
F	Painelaitteen tarkastukseen perustuva tyyppinmukaisuus	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 laitos tekee suunnitelmatarkastuksen ja valvoo loppuarviointia

3.3.1 Checking of cutting work dimensions

Ensimmäinen kohta putkiasennusten tarkastus- ja testauspöytäkirjassa, jonka tarkoituksena on varmistaa mahdolliset virheet piirustuksissa. Kpa Uniconin vastuulla on suorittaa piirustuksille katselmus ennen niiden luovutusta valmistukseen. Voimalaitoksen putkistot kasataan joko muualla valmistetuista esivalmisteista, jotka liitetään työmaalla toisiinsa tai paikan päällä valmistetuista esivalmisteista. Putkistot voivat olla raskaita, monimutkaisia muodoiltaan ja muutosten teko työmaalla voi olla työlästä johtuen esimerkiksi putken suuresta halkaisijasta ja seinämävahvuudesta, joka kasvattaa hitsaustyön määrää.

3.3.2 Checking of material certificates and re-stamping marks and transferred material markings (Hard stamp)

Materiaalitodistuksista metallisten materiaalien osalta on säädetty standardissa *SFS-EN 764-5 Painelaitteet. Osa 5: Metallisten materiaalien vaatimustenmukaisuuden osoittaminen ja aineistodistukset*.

”Painelaitteen valmistajan on varmistettava kaikkien luokkien painelaitteiden paineenalaisissa osissa käytettävien materiaalien ja niihin suoraan hitsattujen osien (esim. tukijalat, nostokorvat, välilevyt, putkien tuet, jäykistysrenkaat) vaatimustenmukaisuus materiaalinvalmistajan antamalla vaatimustenmukaisuusvakuutuksella, jonka on oltava jäljitettävissä materiaaliin kohtien 3.2...3.5 mukaisesti.

Kohtien 3.2...3.5 mukaisten aineistodistusten antaminen on materiaalinvalmistajan vakuutus siitä, että toimitetut tuotteet täyttävät spesifikaation ja tilauksen vaatimukset (ks. standardi EN 10204).”

Painelaitedirektiivin lisäksi paineenalaisissa järjestelmissä käytettävien materiaalien jäljitettävyydestä on säädetty standardissa *SFS-EN 13480-2 Metalliset teollisuusputkistot. Osa 2: Materiaalit* seuraavasti: *”Tuotteet tai toimituserät on merkitävä siten, että niiden ja aineistodistusten välinen jäljitettävyyys säilyy.”* Putkiston valmistuksen aikana, materiaalitodistusleima siirretään asianmukaisella tussilla tai öljypohjaisella rengasliidulla. Huolellisuus leimansiirrosta on tärkeää etenkin esi-

valmisteiden teossa, jolloin putkia leikataan osiksi ja riski leimansiirron unohduksesta on suurempi. Energialaitostyömaalla suoritettavan esivalmistuksen aikana riski materiaalien sekoittumisesta on alati läsnä johtuen jatkuvasti muuttuvasta toimintaympäristöstä.

Painelaitedirektiivin soveltamisohjeessa *Painelaitedirektiivin 2014/68/EU (PED) soveltamisohjeet* sanotaan käytettävän jäljitettävyyssjärjestelmän valinnasta seuraavalla tavalla: ”Jäljitettävyyssjärjestelmän pitäisi olla oikeassa suhteessa siihen, missä määrin eri materiaalit ovat vaarassa sekaantua valmistusprosessin aikana. Ellei vaaraa ole, saattavat pelkät hallinnolliset keinot olla riittäviä.” Tämä soveltamisohje vahvistaa edellä kappaleessa esille tuotua huolellisuuden tärkeyttä leimojen siirrossa. /8, 9, 10/

3.3.3 Checking of bending instructions before production

Putkien taivuttamisesta paineen alaiseen järjestelmään on säädetty standardin *SFS-EN 12952-5 Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 5: Paineellisten osien valmistus liitteissä A1-A4*. Standardissa on eritelty putkitaivutukset kolmeen ryhmään putken ulkohalkaisijan ja muovausprosessin perusteella:

- Liite A2: Kuuma- ja kylmämuovatut putken taivutukset ulkohalkaisijan ollessa enintään 142 mm.
- Liite A3: Kylmämuovatut putken taivutukset ulkohalkaisijan ollessa yli 142 mm.
- Liite A4: Kuumamuovatut putken taivutukset ulkohalkaisijan ollessa yli 142 mm.

Näille kolmelle ryhmälle on standardissa määritelty menetelmäkokeet, joissa käydään läpi seuraavat osiot:

- Sallitut taivutusprosessit
- Lämpökäsittely taivutuksen jälkeen (PBHT)
- Kokeiden pätevyysalue
- Koevaatimukset.

Menetelmäkokeen tulosten perusteella voidaan taivutettujen putkien valmistus aloittaa, mikäli kokeen tulokset sen sallivat. Standardi määrää valmistajan varmistamaan, että käytetyllä materiaaliyhdistelmällä, taivutusprosessilla ja valitulla taivutusmuodolla aikaansaadaan käyriä, jotka täyttävät standardin vaatimukset. Mikäli vaatimuksia ei täytetä, tulee valmistajan tarkistaa suunnitelmaa siten, että vaatimukset täytetään. /11/

3.3.4 Checking of bended sample

Putkien taivuttamisesta paineen alaiseen järjestelmään on säädetty standardin *SFS-EN 12952-5 Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 5: Paineellisten osien valmistus. Kohta 7.3 Putkikäyrien muovaus*. Kappaleessa on määritelty putkitaivutusprosessissa syntyneiden käyrien mittatarkkuusvaatimukset. Menetelmäkokeessa syntynyt käyrä tarkastetaan tämän kappaleen määrittämiltä osilta:

- Käyrän ulkosyrjän oheneminen
- Sisäsyrjän paksuuntuminen
- Poikkeamiset ympyrämuodossa.

Tarkastuksen tuotos on Measuring log sheet, asiakirja, josta käy ilmi taivutettuun osaan syntyneet muodonmuutokset. Tämä asiakirja toimii todisteena myös myöhemmin suoritettaviin kyseisen testiyhdistelmän soveltamisalueen taivutuksille.

3.3.5 Checking of bending during manufacturing

Taivutettavien käyrien laadun varmistamiseksi, suoritetaan taivutusprosessin aikana standardin *SFS-EN 12952-5 Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 5: Paineellisten osien valmistus*. mukainen menetelmäkoe.

Menetelmäkokeen laajuus on riippuvainen putken halkaisijasta

- Alle 80 mm ulkomitta
 - 2 % taivutuksista
 - ulkosyrjän oheneminen
 - poikkeama ympyrämuodossa
- ulkomitan halkaisija 80–142 mm
 - 2 % taivutuksista
 - ulkosyrjän oheneminen
 - poikkeama ympyrämuodossa
 - sisäsyрjän paksuuntuminen
- ulkomitan halkaisija yli 142 mm
 - kaikki taivutukset
 - ulkosyrjän oheneminen
 - poikkeama ympyrämuodossa
 - sisäsyрjän paksuuntuminen.

Tarkastuksen tulokset kirjataan Tube bending record -pöytäkirjaan, joka on esitetty kuvassa 1. /11/

Hitsaajan pätevyys eri pätevyysalueille on jaettu hitsauksen kannalta oleellisten muuttujien mukaan. Oleellisia muuttujia on

- hitsausprosessi
- tuotemuoto (levy ja putki)
- hitsilaji (päittäishitsi ja pienahitsi)
- lisäaineryhmä
- lisäainetyyppi
- mitat (ainepaksuus ja putken ulkohalkaisija)
- hitsausasento
- hitsin yksityiskohdat (kiinteä juurituki, kaasujuurituki, yms.). /12/

3.3.7 Checking of welding instructions

Hitsausohjeet esitetään valmistuskuvien yhteydessä, koska ne laaditaan aina osat tai linjakohtaisesti. Hitsausohjeen sisällöstä ohjeistetaan standardissa *SFS-EN ISO 15609-1 Specification and qualification of welding procedures for metallic material. Welding procedure specification. Part 1: Arc welding*. Standardin mukaan hitsausohjeesta tulee löytyä seuraavat asiat:

- Hitsin tunnus (numero tai muu koodi, jonka avulla hitsi on jäljitettävissä)
- liitosmateriaali tai -materiaalit
- hitsausprosessi
- materiaalin mitat (putken halkaisija ja seinämävahvuus)
- liitoksen tyyppi
- käytettävät lisäaineet
- käytettävä suojakaasu
- esi- ja jälkilämmitystiedot sekä työskentelylämpötila
- esilämmityksen pitoaika ja jäähtymisen maksiminopeus
- tarkastukseen liittyvät tiedot.

Esimerkki hitsausohjeesta on esitetty kuvassa 2. /13/

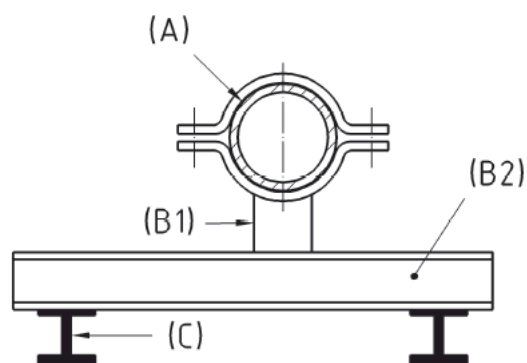
WELDING AND INSPECTION PLAN																
WELDING METHOD ABBREVIATIONS:							INSPECTIONS:					1) SCOPE OF INSPECTION (%) FROM NUMBER OF WELDS WHEN Du≤89mm OR FROM TOTAL LENGTH WHEN Du>89mm. 2) INITIAL COOLING IN OVEN TO 300°C. FINAL COOLING MAY BE IN THE AIR.				
TIG = 141		TIG-WELDING		SW =	STUD WELDING 786	RT = RADIOGRAPHIC EXAMINATION		PT = LIQUID PENETRANT EXAM.								
TIGM-MIGM =		AUTOM. TIG-MIG-BUTT WELDING		FW =	FLASH WELDING 24	UT = ULTRASONIC EXAMINATION		VT = VISUAL EXAMINATION								
BW =		BUTT WELD		SAW =	SUBMERGED ARC WELDING 121	MT = MAGNETIC PARTICLE EXAM.		S = ACCORDING TO SPECIAL INSTRUCTIONS								
E = 111		METAL-ARC WELDING WITH COV. ELEKTRODE		G =	OXY-ACETYLENE WELDING											
n-LETTER IN WELD QUANTITY COLUMN MEANS: TOTAL NUMBER OF BUTTWELDS WILL BE DETERMINED ACC. TO DELIVERY LENGTH OF TUBES.																
SHOP WELD NO	SITE WELD NO	QUANTITY	WELD	DIMENSIONS	MATERIALS	WELDING METHOD / FILLER METAL		HEAT TREATMENT					NOTES	INSPECTION		
						ROOT	SURFACE	PREHEATING (°C)	POSTWELD HEAT TREATMENT		TEMPERATURE (°C)	HEAT RATE (max. °C/h)		HOLD TIME (h)	COOL RATE (max. °C/h)	METHOD
	2	1+n	BW	323.9x7.1	P235GH										MT/PT	100
				323.9x7.1	P235GH										RT/UT	10
	3	1+n	BW	323.9x7.1	P235GH										MT/PT	100
				323.9x7.1	P235GH										RT/UT	10
	6	1+n	BW	323.9x7.1	P235GH										MT/PT	100
				323.9x7.1	P245GH										RT/UT	10
	11	1	N6	323.9x7.1	P235GH										MT/PT	10
				60.3x6.3	P235GH											

Kuva 2. Hitsausohje. /1/

3.3.8 Checking of secondary and primary supports

Energialaitoksen putkistojen kannakoinnista ohjeistetaan standardin *SFS-EN 13480-3 Metalliset teollisuusputkistot. Osa 3: Suunnittelu ja laskenta* kohdassa 13, Putkikannattimet. Esimerkkejä putkikannattimista on esitetty kuvissa 3, 4 ja 5. Standardin mukaan kannattimet on jaettu kolmeen osaan:

- jäykät kannattimet



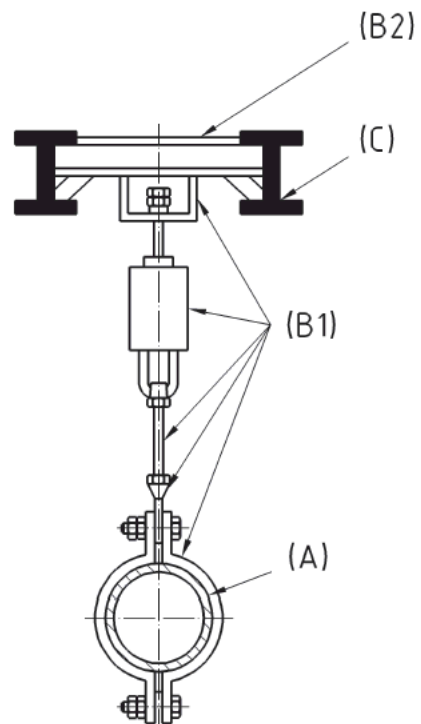
Standardiosista valmistettu putkikannatin

Selite

- (A) putki
- (B) putkikannattimet
- (B1) kantava elementti (esim. sankajalka)
- (B2) kantava elementti (esim. välitukirakenne)
- (C) kantava rakenne

Kuva 3. Esimerkki jäykästä putkikannakkeesta. /14, s. 138/

- joustavat kannattimet

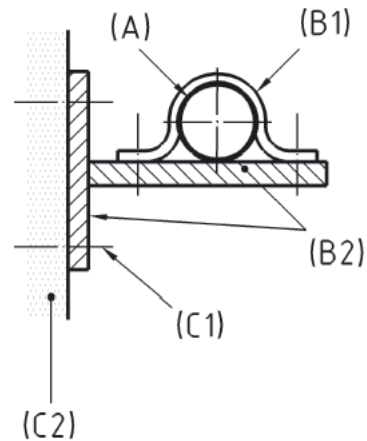


Selite

- (A) putki
- (B1) kantava elementti (esim. putkisanka, ripustusjousi, kierretanko, liitososat)
- (B2) kantava elementti (esim. välituki- (sekundääri-) rakenne)
- (C) kantava rakenne

Kuva 4. Esimerkki joustavasta putkikannakkeesta. /14 s. 139/

- välituki (sekundääri-) rakenteet.



Selite

- (A) putki
- (B1) kantava elementti (esim. putkisanka)
- (B2) kantava elementti (esim. välitukirakenne)
- (C1) ruuvit osana kantavaa rakennetta
- (C2) kantava rakenne

Kuva 5. Esimerkki välituki eli sekundäärirakenteesta sekä jäykästä putkikannakkeesta.

/14, s. 140/

Putkistokannakkeen tarkoitus on

- kannattaa putkiston ja kaikkien siihen kiinnitettyjen laitteiden paino
- ohjata putkiston liikkeitä
- ohjata ja siirtää putkesta tulevat staattiset (tai mahdolliset dynaamiset) kuormat ympäröiviin rakenteisiin.

Putkiston kannakointiin vaikuttaa kyseisen putkiston PED-luokka (painelaitteen luokka, ks. taulukko 2: Painelaitteen luokat) Painelaitteet luokitellaan vaaran suuruuden mukaan luokkiin. Putkiston PED-luokittelun vaikutus kannakointiluokkaan on esitetty taulukossa 4. /5/

Taulukko 4. Kannattimien luokittelu. /14, s. 136/

Putkiston PED-luokittelu	Kannakointiluokka
III	S 3
II	S 2
I / ei luokiteltu *	S 1
* Sisältää jäsenvaltion käyttämän hyvän konepajakäytännön (PED-artikla 4.3)	

Putkistokannattimien tarkistus suoritetaan em. standardin mukaisesti. Tarkastuksessa arvioidaan muun muassa kannakketyyppien valintaa ja niiden sijoittelua.

Kannakkeen valintaan vaikuttaa seuraavat asiat:

- putkiston lämpöliikkeiden suuruus ja niiden suunta sekä lämpölaajeneminen yleisesti
- putkiston massa
- putkistoon kohdistuvat ympäristön aiheuttamat kuormitukset, kuten tuuli, jää- ja lumikuormat
- muiden ulkoisten vaikutusten (tärinä, värinä, rakenteiden siirtymät, maaperän liike, jne.) aiheuttamat kuormitukset, jotka voivat aiheutua esimerkiksi venttiilin sulkeutumisesta
- mahdollisten nestepainekokeiden aiheuttamat kuormitukset.

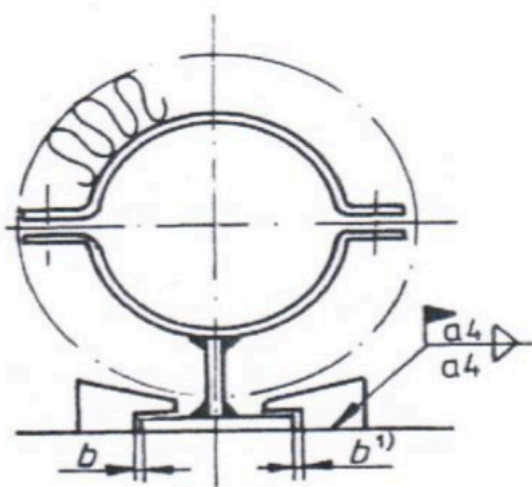
Putkistokannakkeet sijoitetaan putkiston joustavuusanalyysin tulosten sekä arvioitujen tuettavien kuormien perusteella. Putkiston kannakoinnin suunnittelussa tulee myös huomioida mahdollisten kiinnityskohtien saatavuus ympäröivistä rakenteista.

/5, 14/

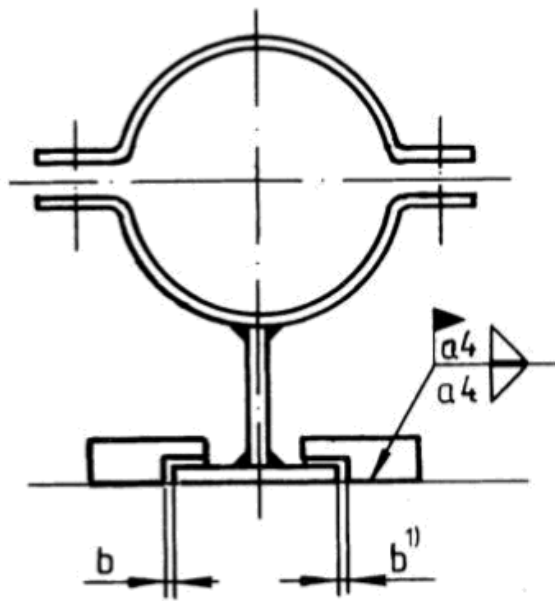
3.3.9 Checking supports thermal movements (if applicable)

Tarkastukseen sovelletaan edellisessä luvussa sovelletun standardin 13480-3 kohta 13, putkikannattimet. Putkistojen ja putkistoon kiinnitettyjen laitteiden lämpöliikkeitä varten on kehitetty vakiovoimakannattimia, jotka sallivat putkiston liikkeitä. Vakiovoimakannakkeet hankitaan putkiston joustavuusanalyysin tulosten pohjalta, joka määrää kannatinten esiasennusasetuksen, mutta niitä on myös mahdollista hieman säätää asennuksen jälkeen. Putkiston liikkeen esto on mahdollista toteuttaa kannattimen pysäytysmekanismilla tai erityisellä pysäyttimellä. Liukukannakkeet ja liukukannakkeiden estopalojen asentamisen tulee sallia ja ohjata putkiston liikkeitä haluttuihin suuntiin.

Alla esitettynä putkiston ohjaukseen sekä liikkeiden estoon käytettäviä komponentteja kuvissa 6, 7, 8 ja 9. /14/



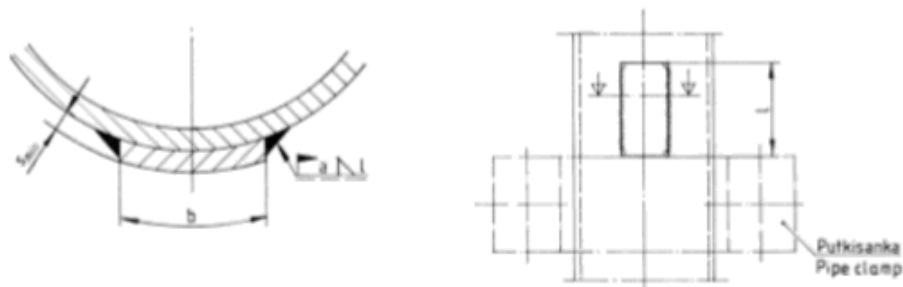
Kuva 6. Kevyt kynsiohjain. /15, s. 228–231/



Kuva 7. Raskas kynsiohjain. /15, s. 228–231/



Kuva 8. Estopala A. /15, s. 234–237/



Kuva 9. Estopala B. /15, s. 234–237/

3.3.10 Pipe supported correctly against stress for connected equipment

Energialaitoksen putkistojen kannakoinnista ohjeistetaan standardin *SFS-EN 13480-3 Metalliset teollisuusputkistot. Osa 3: Suunnittelu ja laskenta* kohdassa 13, Putkikannattimet. Kannattimien tarkoitus on kannattaa putkiston ja kaikkien siihen kiinnitettyjen laitteiden paino. Tämä tarkoittaa sitä, että putkistoa ei saa kannakoida putkistoon liitettävien laitteiden yhteistä, jolloin putkisto aiheuttaisi kuormitusta laitteen yhteille. /14/

3.3.11 Measure checking of finished segment

Valmiin putkiston osan tarkastusta ohjaa valmistuspiirustukset. Mikäli kyseessä on pienelle alueelle sijoittuva putkisto, tarkastus voidaan suorittaa kerralla koko putkistolle. Putkiston tarkastuksessa tarkastetaan asennettujen venttiilien sijainti, lämpötila- ja virtausmittausinstrumenttien sijainti sekä putkiston yleinen mittatarkkuus. Tarkastuksen yhteydessä suunnitelmiin merkataan putkistoon valmistuksen ja asennuksen yhteydessä tehdyt muutokset. Putkistosuunnitelmista joudutaan poikkeamaan, mikäli valmistuksen tai asennuksen yhteydessä huomataan törmäyksiä esimerkiksi runkorakenteisiin.

3.3.12 NDT-checking

Rikkomaton aineenkoetus suoritetaan standardin *SFS-EN ISO 13480-5 Metalliset teollisuusputkistot. Osa 5: Tarkastus ja testaus* mukaan. Standardin kohta 8 Hitsien rikkomaton aineenkoetus ohjeistaa tarkastusta edeltävistä toimenpiteistä, satunnais-tarkastuksista, testausmenetelmän valinnasta ja tekniikasta sekä eri hitseihin sovellettavista tarkastuksista ja tarkastuslaajuudesta. Hitsien tarkastuksesta on esitetty taulukot standardissa 13480-5 sivuilla 15–17.

Kehänsuuntaisten päittäis-, yhde-, piena-, ja tiiveyshitsien tarkastuslaajuus on riippuvainen materiaalityypistä, seinämäpaksuudesta ja paineluokasta (PED). Pitkitäishitsien tarkastuslaajuus ja menetelmä määräytyy liitoksen lujuuskertoimen mukaan. /16/

3.3.13 Checking inner and external cleansing

Standardi *SFS-EN ISO 13480-4. Metalliset teollisuusputkistot. Osa 4: Valmistus ja asennus* ohjeistaa putkistoasennusten yhteydessä tehtävästä puhdistuksesta, mikäli se on suunnittelijan toimesta määritetty. Puhdistus voidaan suorittaa mekaanisesti tai kemiallisesti.

Mekaanisesti

- teräsharjalla
- raepuhalluksella.

Kemiallisesti

- esimerkiksi peittaamalla inhibointihapolla.

Mikäli esivalmisteita täytyy varastoida ennen asennusta, on puhdistetut pinnat suojattava likaantumiselta tai ruostumiselta. /17, s. 35–36/

3.3.14 Pressure test for system according plan

Painekokeesta teollisuusputkistoille ohjeistetaan standardissa *SFS-EN ISO 13480-5 Metalliset teollisuusputkistot. Osa 5: Tarkastus ja testaus. Kohta 9.3 Painekoe*.

Painekoe jaetaan nestepainekokeeseen ja kaasupainekokeeseen käytettävän koeväliaineen perusteella. On olemassa myös muita testauksia, joiden perusteella järjestelmä voidaan testata. Painekoe suoritetaan ensisijaisesti nestepainekokeena, ellei se ole haitallinen tai epäkäytännöllinen. Mikäli nestepainekoe havaitaan soveltumattomaksi, kyseeseen tulee kaasupainekoe tai muut testaukset. Muilla testauksilla tarkoitetaan tarkastukseen soveltuvaa rikkomatonta aineenkoetustestiä, joka suoritetaan kaikille hitseille. Painekokeesta laaditaan painekoepöytäkirja eli pressure test log sheet. /16, s. 20–24/

4 POHDINTA JA ARVIOINTI

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää työmaalla tapahtuvaa dokumentaatiota. Putkistoasennusten tarkastus- ja testaus suunnitelmaa ei päästy testaamaan opinnäytetyön aikana, joten sen toimivuudesta käytännössä ei ole kokemusta. Pöytäkirja on laadittu yhdessä Kpa Uniconin työmaatoiminnoista vastaavien henkilöiden kanssa tiiviissä yhteistyössä, joten pöytäkirjaan on päätynyt tarkoin valittuja ja asennuksen kannalta keskeisiä asioita.

Dokumentaation kehityksen haasteena tarkastus- ja testauspöytäsuunnitelmapöytäkirjan osalta oli pöytäkirjan laajuuden rajaaminen. Aloitin pöytäkirjan laatimisen kattilaosien valmistuksessa käytettävän tarkastus- ja testaus suunnitelmapöytäkirjan pohjalta, joka on yksityiskohtaisesti laadittu. Tein ensimmäisen pöytäkirjapohjan samalla tarkkuudella ja yksityiskohtaisuudella. Ensimmäinen versio osoittautui liian yksityiskohtaiseksi käytettäväksi työmaaolosuhteissa, jonka vuoksi pöytäkirjaa piti tiivistää. Lukuisien versioiden jälkeen pöytäkirjaan jäi ainoastaan toiminnallisuuden kannalta merkitykselliset kohdat sekä lain ja standardien asettamat kohdat.

Pöytäkirjan supistumisen myötä, siihen jääneet kohdat korostuvat ja ovat myös työmaaolosuhteissa toteutettavissa. Pöytäkirjaan jääneet kohdat ovat putkistoasennusten kannalta merkityksellisiä toiminnallisuuden sekä lain ja standardien vaatimusten täyttämisen kannalta.

Työskentelin opinnäytetyön teon aikana työmaakoordinaattorina kattilalaitoksen rakennustyömaalla. Päivittäinen työmaalla toimiminen auttoi jäsentelemään omia ajatuksia siitä, mitä pöytäkirjassa tulisi olla sen käytettävyyden sekä tarkastuskohdrien järkevyyden kannalta. Putkistoasennusten etenemisen seuraaminen ja niihin liittyvät vaiheet, kuten esivalmistaminen, kannakointi ja koeponnistus ovat seikkoja, joita on hankala hahmottaa ilman, että on niitä paikan päällä todistamassa. Teoreettisen viitekehyksen rakentaminen tässä opinnäytetyössä perustui suurelta osin standardeihin ja painelaitelakiin ja -direktiiviin. Standardien, lain ja direktiivin

tutkiminen työtä varten osoittautui varsin antoisaksi työvaiheeksi, sillä se tarjosi paljon vastauksia työskentelyssä heränneisiin kysymyksiin.

Opinnäytetyön teko tästä aiheesta kasvatti osaamistani kattilalaitosten rakentamiseen ja painelaitteiden valmistamiseen liittyvistä seikoista. Minulla ei ollut ennen opinnäytetyön tekoa juurikaan kokemusta painelaitteiden tai teollisuusputkien valmistukseen ja asennuksiin liittyvistä asioista, joten oppimistapahtumana arvioituna tätä työtä voi pitää varsin onnistuneena. Painelaitelainsäädännön ja standardien tunteminen on edellytys menestyksekkäälle kattilalaitosprojekteissa työskentelylle.

Pöytäkirjojen laadinta myös muille kattilalaitoksen päälaitteille ja asennuksille, kuten tulipesän, eristysten ja kanavien asennukselle suoritetaan putkiasennusten pöytäkirjan jälkeen. Pöytäkirjan käytössä jalostumisen myötä ja muille kattilalaitoksen päälaitteille laadittujen tarkastus- ja testauspöytäkirjojen valmistumisen jälkeen pöytäkirjojen käytön siirto sähköiseen muotoon, esimerkiksi tabletilla käytettäväksi olisi järkevää sillä tarkastuksen yhteydessä syntyisi valmis sähköinen dokumentti. Ennen sähköisen version laatimista ja käyttöönottoa tulee pöytäkirjojen sisältö saada toimivaksi kokonaisuudeksi, mikä onnistuu parhaiten pöytäkirjojen käytöstä saadun palautteen myötä.

LÄHTEET

- /1/ Tietoa Kpa Unicon Oy:stä. Viitattu 11.9.2019 <https://www.kpaunicon.com>
- /2/ 278/2016. Laki eräitä tuoteryhmiä koskevista ilmoitetuista laitoksista. 3§ Määritelmät. Valtion säädöstietopankki Finlex, ajantasainen lainsäädäntö. Viitattu 25.10.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20160278>.
- /3/ Euroopan parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2014/68/EU: Painelaitedirektiivi. Euroopan unionin virallinen lehti. Viitattu 25.10.2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0068&from=EN>
- /4/ Battikha, M. 2002. Quality management practice in highway construction. International Journal of Quality & Reliability Management, vol. 20 no. 5, s. 547. Viitattu 25.10.2019.
- /5/ 1144/2016 Painelaitelaki. Viitattu 30.10.2019. Valtion säädöstietopankki Finlex, alkuperäinen säädös. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161144>.
- /6/ Works Information Volume 2B – Part 20 – Quality Management. Crossrail ltd. Viitattu 25.10.2019. <https://learninglegacy.crossrail.co.uk/wp-content/uploads/2018/07/2A-005-Works-Information-Vol-2B.pdf>
- /7/ Painelaitteen suunnittelu ja valmistus. Tukes. Viitattu 31.10.2019. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/painelaitteet/painelaitteen-suunnittelu-ja-valmistus>.
- /8/ SFS-EN 764-5. Painelaitteet. Osa 5: Metallisten materiaalien vaatimustenmukaisuuden osoittaminen ja aineistodistukset. 2. painos. Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2014. Viitattu 25.10.2019.
- /9/ SFS-EN 13480-2. Metalliset teollisuusputkistot. Osa 2: Materiaalit. 5. painos. + A1:2018 + A2:2018 + A3:2018. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2017. Viitattu 25.10.2019.
- /10/ Painelaitedirektiivin 2014/68/EU (PED) soveltamisohjeet. Euroopan komissio. 2018. Viitattu 25.10.2019 <https://tukes.fi/documents/5470659/6372817/Painelaitedirektiivin+soveltamisohjeet/f503f680-7e9b-40ff-80a0-4b81f5f193bd/Painelaitedirektiivin+soveltamisohjeet.pdf>
- /11/ SFS-EN 12952-5. Water-tube boilers and auxiliarity installations. Part 5: Workmanship and construction of pressure parts of the boiler. Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2011. Viitattu 29.10.2019.
- /12/ SFS-EN 9606-1. Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 1: Teräkset. 2. painos. Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2017. Viitattu 29.10.2019.

- /13/ SFS-EN 15609-1. Specification and qualification of welding procedures for metallic materials. Welding procedure specification. Part 1: Arc welding. 2. issue. Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2019 Viitattu 29.10.2019.
- /14/ SFS-EN 13480-3. Metalliset teollisuusputkistot. Osa 3: Suunnittelu ja laskenta. 1. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2017 Viitattu 29.10.2019.
- /15/ PSK-käsikirja 8. 2. painos. Helsinki. PSK Standardisointiyhdistys ry. 2019. Viitattu 31.10.2019.
- /16/ SFS-EN 13480-5. Metalliset teollisuusputkistot. Osa 5: Tarkastus ja testaus. 3. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2017. Viitattu 31.10.2019.
- /17/ SFS-EN 13480-4. Metalliset teollisuusputkistot. Osa 4: Valmistus ja asennus. 3. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2017. Viitattu 31.10.2019.
- /18/ Euroopan parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2014/68/EU: Painelaitedirektiivi. Euroopan unionin virallinen lehti. Viitattu 25.10.2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0068&from=EN>
- /19/ SFS-EN 15609-1. Specification and qualification of welding procedures for metallic materials. Welding procedure specification. Part 1: Arc welding. 2. issue. Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2019. Viitattu 31.10.2019.
- /20/ /20/ Euroopan parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2014/68/EU: Painelaitedirektiivi. Euroopan unionin virallinen lehti. Viitattu 25.10.2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0068&from=EN>

