



Timo Suominen

Standardien ja direktiivien mukaiset erikoisputkistojen asennukset projektissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

22.4.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Timo Suominen
Otsikko:	Standardien ja direktiivien mukaiset erikoisputkistojen asennukset projektissa
Sivumäärä:	31 sivua
Aika:	22.4.2023
Tutkinto:	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	talotekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto:	LVI-urakointi
Ohjaajat:	lehtori Markku Leino

laatupäällikkö Pauli Jokipii

Työn aiheena oli tarkastella standardin SFS EN 13480 käyttöä erikoisputkistojen asennusprojektissa ja luoda ohjeita tuleviin projekteihin valmistajan ja asentajan käyttöön. Työ tehtiin Kotekman Oy:n erikoisputkisto projektin yhteydessä. Projektissa valmistettiin huoltohalleihin paineilma- ja erilaisia kemikaalien siirtoputkistoja hitsaamalla RST- ja HST-putkista korjaamon tarpeisiin.

Kotekman Oy on kotkalainen teollisuuden kunnossapitoa, putkistoja ja metallirakenteita valmistava yhtiö, joka työllistää noin 120 henkilöä ja arvioitu liikevaihto on vuonna 2023 noin 25 milj. euroa.

Standardissa SFS EN 13480 Metalliset teollisuusputkistot määritetään vaatimukset ja ohjeet putkistojen suunnittelulle, materiaaleille, valmistukselle ja testauksille sekä tarkastuksille.

Tuloksena syntyi lista tärkeimmistä huomioista standardin vaatimuksista ja ohjeista, joita projektin aikana haivattiin vaativan eniten huomiota. Tätä huomio listaa voidaan käyttää tulevien projektien aikana, jotta saadaan ennakkoon varmistettua tässä projektissa havaittuja ongelmia pois tulevista projekteista.

Avainsanat: SFS EN 13480

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author:	Timo Suominen
Title:	Special Pipelines Installation According to Standards and Directives
Number of Pages:	31 pages
Date:	22 April 2023
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Building Services Engineering
Specialisation option:	HVAC Contracting
Instructors:	Markku Leino, Senior Lecturer Pauli Jokipii, Quality Manager

The aim of the final year project was to study the European standard SFS EN 13480 for metallic industrial piping and develop a check list for a manufacturer and contractor to follow in future projects. The project aimed to make a review of the main points of the standard. The review was mostly done from the manufacturer and contractors' point of view.

The standard covers many parties of a project, including design, production, inspections and final user. Thus, the standard was very complicated, all parts referred to each other or various European standards or directives.

Part of this final year project was to find out the problems and needs, depending on standard, in ongoing contractors project. As a result of the bachelor's thesis, a list of notifications and instructions was created.

The purpose of the Standard SFS EN 13480 is to define all parties of the project the same methods and ways to work in different projects. By following the results of this thesis, the manufacturer and contractor can perform more efficiently in their future projects.

Keywords: SFS EN 13480

Standardien ja direktiivien mukaiset erikoisputkistojen asennukset projektissa

1	Johdanto	1
2	Kotekman Oy	2
3	Standardi SFS EN 13480 Metalliset teollisuusputkistot	3
3.1	Suunnittelu ja materiaalit	4
3.2	Asennus ja valmistus	5
3.3	Tarkastus ja testaus	7
4	Vuorokausihuolto- ja raskashuoltohallien erikoisputkistoprojekti	14
4.1	Erikoisputkijärjestelmien suunnittelu ja materiaalit	14
4.2	Urakoitsijan ja asentajan vastuut ja vaatimukset	17
4.3	Hitsaus	17
4.4	Esivalmistus ja esivalmisteiden testaus	18
4.4.1	Esivalmistus	18
4.4.2	Esivalmisteiden tarkastus ja testaus	19
4.5	Asennukset työmaalla	19
4.6	Testaus ja tarkastus	20
4.7	Loppudokumentaatio	21
5	Lopputulos	21
5.1	Ennen projektin aloitusta	22
5.1.1	Suunnitelmat ja muut projektin dokumentit	22
5.1.2	Henkilöstö ja työkalut	23
5.1.3	Työvälineet ja ohjelmistot	24
5.2	Projektin aikana	25
5.2.1	Organisaatio ja henkilöstön pätevyydet	25
5.2.2	Projektin tarvikkeet ja laitteet	25
5.2.3	Esivalmistus	26
5.2.4	Hitsit	27
5.2.5	Testaus ja tarkastus	27
5.2.6	Loppudokumentaatio	28
5.3	Kokonaisuus	28
6	Pohdinta	30

1 Johdanto

Opinnäytetyössä tutkitaan erikoisputkijärjestelmien asennuksessa sovellettavia standardissa SFS EN 13480 Metalliset teollisuusputkistot määritettyjä urakoitsijan vastuita, omaa valvontaa, testausta ja tarvittavia huomioita projektissa.

Opinnäytetyössä ei tutkita muuta kuin valmistukseen, asennukseen ja asennusliikkeeltä huomioita vaativiin standardin kohtia, määräyksiä ja ohjeita. Esimerkiksi suunnittelun ja muiden vastuualueiden määräyksiä ja ohjeita ei tarkastella kuin niiltä osin, miten ne vaikuttavat urakoitsijalta vaadittuihin osa-alueisiin. Kuitenkin standardin mukaisten vaatimusten täyttyminen koko järjestelmän osalta vaatii kaikkien projektin osapuolien ja osien täyttävän standardissa määritetyt vaatimukset, ja tämä jätetään tässä opinnäytetyössä huomiotta.

Tästä opinnäytetyöstä saadaan lopputuloksena urakoitsijalle toimenpide- ja huomiolista vaadittavista huomioista ja toimenpiteistä ennen projektia, sen aikana ja sen loppuun saattamiseksi, jotta valmistuksen ja asennuksien osalta täytetään standardin SFS EN 13480 vaatimukset.

Opinnäytetyö tehtiin Kotekman Oy:n projektista, jossa julkisen liikenteen vuoro-kausihuolto- ja raskashuoltohalleihin tehtiin paineilmaputkisto ja erilaisten kemikaalien siirtoputkistoja kemikaalivarastosta hyödykepisteille. Urakkaan kuuluvat putkistot, niihin kuuluvat osat, niiden valmistus ja asennus. Käyttölaitteet, pumput, kompressorit ja muut laitteiston osat on määritelty eri urakoitsijoiden toimitukseen ja asennukseen ja niiden tarkastelu jätetään huomiotta siltä osin kuin, ne eivät vaikuta valmistukseen, asennukseen ja näiden osien tarkastukseen ja testaukseen.

2 Kotekman Oy

Kotekman Oy on vuodesta 1987 alkaen toiminut kotkalainen yritys, jonka toimialaan kuuluvat teollisuuden koneasennukset, putkistotyöt ja kunnossapito sekä erilaisten teräsrakenteiden valmistus ja asennus. Palveluihin kuuluu myös suunnittelu ja teollisuuden koneiden ja laitteistojen sekä tuotantolinjojen mittauspalvelut. Toimintaa on laajennettu viimeisten vuosien aikana myös yritysostoilla, joilla on saatu laajennettua teollisuudelle suunnattuja palveluja kokonaisvaltaisemmiksi. Nämä yrityskaupoilla hankitut yritykset ovat jatkaneet toimintaa omina yhtiönään, Kotekman-konsernissa sen tytäryhtiöinä. Kotekman-konserniin kuuluu Kymenlaakson Hallipojat, jonka erikoisosaamista ovat erilaiset teräsrakenteet ja QM Installation Oy, joka toimii teollisuuden sähkö- ja automaatio töiden osaajana. (1.)

Kotekman Oy:n asiakkaina on suuria paperiteollisuuden toimijoita ja niiden tuotantolaitokset joka puolella maailmaa sekä energiayhtiöitä ja niiden voimalaitoksia, ydinvoimaloista pienempiä lämpöpumppu- ja polttolaitoksiin. Myös erilaisia kemianteollisuuden ja muiden alojen yrityksiä ja tuotantolaitoksia kuuluu Kotekman Oy:n asiakkaisiin. Rakennusteollisuuden suuret toimijat ovat myös suurena osana Kotekman Oy:n tilauskantaa. (1.)

Kotekman Oy työllistää noin 120 henkilöä, ja yrityksen liikevaihdon arvioidaan olevan noin 25 miljoonaa euroa vuonna 2023. Kotekman Oy:n vahvuuksia on luotettavuus, halu kehittää sen toimintaa ja henkilöstöä sekä pitää yrityksen kalusto ajan mukaisena teknologian huipulla. Näillä toimintaperiaatteilla on saatu luotua pitkiä ja kestäviä asiakassuhteita, jotka toimivat yrityksen toiminnan runkona. (1.)

Kotekman Oy:lle on myönnetty useita sertifikaatteja todistamaan osaamista standardien ja direktiivien alaisten töiden suorittamisesta ja organisaation toiminnasta. (1)

3 Standardi SFS EN 13480 Metalliset teollisuusputkistot

Eurooppalaisessa standardissa SFS EN 13480 määritellään vaatimukset turvallisen käytön varmistamiseksi teollisuuden putkistojärjestelmille ja niiden kannakoinneille, jotka on valmistettu metallimateriaaleista (2, s. 5). Standardin tarkoituksena on saada mahdollisimman yhteneväiset toimintatavat erilaisten projektien, niiden eri vaiheiden ja toimijoiden välille, joita standardi koskee ja velvoittaa. Tällä saavutetaan kaikille projektien osapuolille selvät, yksinkertaisemmat ja yhtenevät toimintamallit, selkeämpi läpinäkyvyys ja lopputuloksena turvallinen ja toimiva järjestelmä, jota on helpompi huoltaa ja pitää kunnossa. Standardin osat 1–5 ovat useimmin määrittäviä valmistajalle, muut osat standardista ovat teoreettisia ja määrittävät enemmän suunnittelua ja muita hankkeen toimijoita.

Seuraavana lainaus standardin SFS EN 13480 sisällöstä ja sen osista (2, s. 3.):

Standardi koostuu kahdeksasta toisistaan riippuvasta ja ei irrotettavasta osasta:

Osa 1: Yleistä

Osa 2: Materiaalit

Osa 3: Suunnittelu ja laskenta

Osa 4: Valmistus ja asennus

Osa 5: Tarkastus ja testaus

Osa 6: Lisävaatimukset maahan upotetuille putkille

CEN/TR 13480-7: Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyjen käyttöä koskevat ohjeet

Osa 8: Lisävaatimukset alumiinisille- ja alumiiniseosputkille

Myös seuraaviin asiakirjoihin viitataan yleisesti standardissa SFS EN 13480, kokonaan tai osittain, ja ne ovat välttämättömiä sen soveltamisen kannalta:

EN 764-1:2015+A1:2016 Painelaitteet - osa 1: Sanasto

EN 764-2:2012 Painelaitteet - osa 2: Määrät, symbolit ja yksiköt

EN 764-7:2002 Painelaitteet – osa 7: Turvajärjestelmät liekittömille painelaitteille

EN 16668:2016+A1:2018 Teollisuusventtiilit – vaatimukset ja testaus metallista valmistetuille venttiileille painevarusteina

3.1 Suunnittelu ja materiaalit

Suunnittelun tehtävänä on määritellä putkistoissa kuljetettavan aineen kemiallisten ominaisuuksien, sen lämpötilan ja paineen mukaan putkiston ja sen kannakoinnin materiaalit ja ainevahvuudet. Materiaalien määrittelyyn vaikuttavat myös putken ympäristön lämpötila, kemialliset ja mekaaniset olosuhteet. Myös putkistojen valmistuksen, kuljetuksen, testausten, käyttöönoton olosuhteet pitää huomioida määriteltäessä materiaaleja. Käytettyjen tuotteiden pitää olla hyväksytty niiden käyttötarkoituksen mukaan, ja niissä pitää olla merkinnät, joiden avulla pystytään toteamaan tuotteen valmistus, tarkastuspaikka ja ajankohta. (3, s. 15 ja 18.)

Suunnittelussa laaditaan putkistojen liitostapojen, valmistusten, asennusten, käytön suunnitelmat, ohjeet ja vaatimukset, putkiston käyttö-, testaus-, huuhtelu ja puhdistusolo-suhteisiin. Määritetyt olosuhteet ja vaatimukset sekä jokaisen komponentin kuormitus ja mahdolliset häiriötilanteet tulee huomioida putkiston suunnittelussa. Suunnittelussa voi myös tulla eteen tapauksia, joihin ei löydy mitoitusohjetta tai sääntöä standardista, ja näiden tapauksien osalta on suunnittelijan vastuulla löytää ja käyttää oikeata yleisesti käytettyä tai kokeellista toimivaa tapaa mitoittamaan putkistot ja materiaalit. (4, s. 14–15.) Kaikki standardissa vaaditut suunnitelmat pitää olla tehty, hyväksytty ja suunnittelijan laatima vakuutus

suunnittelun vastaamisesta standardin vaatimuksista valmistajan ja urakoitsijan saatavilla, ennen kuin putkistojen valmistus voidaan aloittaa (5, s. 7).

Valittujen putkistomateriaalien on sovelluttava putkessa siirrettävään aineeseen, ulkopuolisiin olosuhteisiin sekä käytettäviin valmistusmenetelmiin. Paineenalais-ten osien merkinnässä pitää olla näkyvissä vähintään materiaalispesifikaatio, valmistajan nimi tai merkki sekä tarkastajan leima. Toimituseräkohtaisen tarkastuksen materiaalin merkinnän ja ainetodistuksen välisen yhteyden pitää olla näkyvissä. Painelaiteteräksien on ryhmitelty kymmeneen eri ryhmään niiden valmistuksen, kemiallisen koostumuksen ja hitsauksen jälkilämpökäsittelyiden mukaan. (4, s. 15,18.)

Suunnittelun tehtävänä on antaa mahdollisimman tarkat ja selvät ohjeet valmistajalle työn suorittamiseksi. Standardissa määritettyjä ohjeita ja vaatimuksia noudattamalla saadaan jokaiseen projektiin samanlaiset ja tasoiset suunnitelmat ja ohjeet, jolloin työn toteuttaminen ja laadun säilyminen jokaisessa projektissa on mahdollista pitää samalla tasolla.

3.2 Asennus ja valmistus

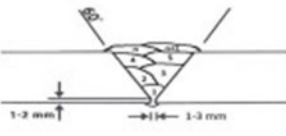
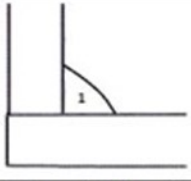
Standardissa esitetään valmistajan ja urakoitsijoiden vastuut ja vaatimukset, sekä myös oikeudet ja edellä mainittujen laajuudet projektissa. Asennuksille ja valmistukselle on määritetty ohjeet ja vaatimukset putkistojen leikkaamis- ja liitostavoista, taivutuksesta ja materiaalien käsittelystä. Asennusten ja laitteistojen merkinnästä, tarkastuksista ja testauksista, sekä näiden dokumentoinnista esitetään myös ohjeet ja vaatimukset. (6, s. 8–36.) Näillä varmistetaan, että putkistojen työstössä käytetyt työtavat ja menetelmät ovat hyväksytyjä ja joka kerta samanlaisia, kuin merkinnät, tarkastukset, testausmenetelmät ja dokumentaatio samanlaisia riippumatta valmistajasta tai urakoitsijasta.

Urakoitsijan henkilöstön ja töiden valvojien pätevyys sekä käytössä oleville työvälineille, materiaaleille ja tarvikkeille on määritetty ohjeet ja vaatimukset, jotka koskevat myös urakoitsijan tekemiä testauksia ja tarkastuksia. Hitsaustöiden

suorittajilla pitää olla standardin EN ISO 9606-1:2013 mukainen pätevyys. Hitsauksen laadun on täytettävä vähintään hitsiluokalle C asetetut standardin EN ISO 5817 vaatimukset. Virumis- tai väsytyssovellutuksen ollessa kyseessä on pintavirheiden täytettävä hitsiluokalle B asetetut vaatimukset. (6, s. 8 ja 22.)

Valmistajan tai urakoitsijan on laadittava hitsausohjeet kaikille painetta kantavien osien välisille hitseille, sekä asennuspaikassa että konepajalla tehtäville hitseille. Hitsauskoordinoija tekee hitsausohjeen, ja se voi sisältää myös tietoa rikkomattomasta aineenkoetuksesta. (6, s. 22)

Kuvassa 1 on esimerkki hitsausohjeesta, jossa määritetään hitsauksien eri toteutustavat ja -mallit sekä annetaan kaikki tarvittava tieto hitsauksen toteuttamiseksi.

KOTEKMAN INDUSTRIAL SERVICES		Welding Procedure Specification EN ISO 15614-1:2004/A2:2012 EN 13480 EN 13445 WPS acc. to ISO 15609-1		WPS no: T10_8					
WPQR no: P-22-051* P-22-052** P-22-053***		Welding position: All, except PG and J-L045		Method of preparation and cleaning: Grinding, if applicable					
Manufacturer: Kotekman Oy Weld type: BW/FW ml Weaving: No		Type of joint: ss (bs) Preheat temperature (°C): ≥10 °C Tungsten electrode: WTh 20 1,6-2,4 mm		Throat thickness (mm): Full penetration Interpass Temperature (°C): 150 °C Temperature measurement: Thermometer					
Heat treatment: - PWHT: -									
Identification of parent material									
Parent material	Group EN ISO 15608	Range of thickness (mm)		Range of outside diameter (mm)					
10 / 8	10.1 / 8.1	≤1 BW 1,4...2,6 / FW 1,4...4,0 ml BW / FW 3,0...10,0		≥ 10,65 ≤1 ≥ 24,15 ml					
Weld preparation details									
Joint preparation according to drawing and ISO 9692-1 BW ml. All positions except PG and J-L045		single layer 		multi layer 					
Joint preparation according to drawing and ISO 9692-1 FW ml. All positions except PG and J-L045									
Welding parameters									
Pass no	Welding Process	Size of filler material d	Current I (A)	Voltage U (V)	Type of current/polarity DC-/DC+/AC	Travel speed v (mm/min)	Heat input Q (kJ/mm)	Remarks	
1...	141	1,6...2,0	44-47	11-12	DC-	40...47	0,35...0,51	* d= 10,65...42,6	
1...	141	1,6...2,0	40-53	10-12	DC-	42...45	0,32...0,55	**sl / d ≥ 25,0	
1...	141	1,6...2,0	60-75	11-12,5	DC-	42...50	0,48...0,8	***ml / d ≥ 25,0	
EN ISO 14343-A: W 22 9 3 NL			All brands acc		* See filler material manufacturer's instructions				
Identification of shielding gas									
Standard		Trade name		Group	Shielding gas flow rate (l/min)				
EN ISO 14175		Argon		I1-Ar	6-12				
Identification of purging gas									
Standard		Trade name		Group	Purging gas flow rate (l/min)				
EN ISO 14175		Argon		I1-Ar	6-8				
Other information									
* All brands acceptable according to ISO						Date: _____ Approver: _____			

Kuva 1. Kuva hitsausohjeesta (7).

3.3 Tarkastus ja testaus

Suunnittelussa määritettyjen putkiston luokkien mukaan määrittävät valmistuksen ja asennuksen tarkastukset ja testaukset. Suunnittelijan standardin mukaan

määrittämät tarkastukset ja testaukset koskevat valmistuksessa ja asennuksessa ennen, niiden aikana ja jälkeen tehtäviä tarkastuksia ja testauksia. Urakoitsija on vastuussa tarkastusten ja testauksen toteuttamisesta. Ennen tarkastuksia ja testauksia on kaikkien tarkastukseen ja testaukseen tarvittavien ja liittyvien kirjallisten menettelyohjeiden oltava tarkastusta suorittavien ja muiden tarkastajien ja valvontaa suorittavien henkilöiden saatavilla. (5, s. 7–8.)

Hitsien pintatarkastusmenetelminä käytetään magneettijauhe- tai tunkeumanestetarkastusta ja volumetrinen tarkastuksen menetelminä radiograafiista- tai ultraäänitarkastusta. Hitsien volumetrisiä tarkastuksia tehdään satunnaistarkastuksina tai koko putkijärjestelmän osalta. Tarkastusten laajuus määräytyy standardissa suunnittelijan määrittelemien putkiluokkien mukaan, 0–100 %:n hitseistä. (5, s. 18.)

Ainetta rikkomattomilla koestuksilla varmistetaan hitsien eheys, niiden tiiveys ja myös hitsaajan ammattitaito tehdä vaadittuja hitsejä.

Kuvassa 2 on esimerkki radiograafisen kuvauksen tarkastuspöytäkirja. Pöytäkirjassa on tarkastuksen tehneen hyväksytyn tarkastuslaitoksen, tarkastuksen tehneen henkilön ja laitteiston tiedot ja hyväksynnät. Myös hitsin tekijöiden tiedot, hitsien sijainti/seurantanimero ja materiaalien laadut ja vahvuudet on merkitty pöytäkirjaan.

Pöytäkirja Nro UU1		Sivu Page 1/8	
Tilauksen viite / Contractor's reference			
Valmistajan viite / Manufacturer's reference			

RADIOGRAFINEN TARKASTUSPÖYTÄKIRJA

RADIOGRAPHIC INSPECTION REPORT

Tilauksen / Contractor		Valmistaja / Manufacturer		Tarkastuspaikka / Place of inspection	
Kotekman Oy		Kotekman Oy			
Tarkastuskohde / Inspection object					
Tuoteputkistot					
Esivalmistehitsit					
Piirustus Nro / Drawing No.		Rev		Nimellismitat / Nominal dimensions	
		1.4307		Kts. Kuvaustekniikka	
Kehitystapa / Processing technique		Hitsausprosessi / Welding process		Liitosmuoto / Joint type	
Automaattinen 28 °C		141		BW	
Tarkastusohje / Inspection procedure		Laatuvaatimus / Quality requirement		Hyv. raja / Acc. Lev.	
SFS EN ISO 17636-1		SFS-EN ISO 10675-1		2	
Säteilylähde / Radiation source		Laitteen / Device No.		Tarkastuslaajuus / Extent of inspection	
Andrex Smart 300		3,0mm		5 %	
Indikaattori / Indicator		Polttopisteen koko / Size of focal spot		Indikaattori / Indicator	
13 FE EN		3,0mm		13 FE EN	
Filmi + vahvistuslevy / Film + Int. Scr.		Kuvaukluokka / X-ray class		Filmi koko & lukumäärä / Film size & quantity	
INDUSTREX T200 + 0,027 Pb		B		10x24 Cm 242 Kpl	
Kuvaustekniikka		Kuvauksen laatu / Wall thickness		Kuvauksen laatu / Wall thickness	
Exm. Tech		Diameter		Exposure	
Nro / No.		mm		min : s	
1		40,0		1 Min	
2		33,7		1 Min	
3		60,3		1 Min	
4		42,4		1 Min	
5					

ISO 6520 mukaiset tunnukset

Kuvauksen / Photo: 2011-2014		Laitteen / Slag of focus: 401		Kuvauksen / Undercut: 5011		Säteilysäiliö / Starting defects: 001	
Kuvauksen / Where taken: 2015, 2016		Laitteen / Undercut: 402		Kuvauksen / Undercut: 2024		Halkaistus / Grooving defects: 004	
Kuvauksen / Where taken: 2017		Laitteen / Undercut: 403		Kuvauksen / Undercut: 2025		Laitteen / Grooving defects: 005	
Kuvauksen / Where taken: 2018		Laitteen / Undercut: 404		Kuvauksen / Undercut: 2026		Laitteen / Grooving defects: 006	
Kuvauksen / Where taken: 2019		Laitteen / Undercut: 405		Kuvauksen / Undercut: 2027		Laitteen / Grooving defects: 007	
Kuvauksen / Where taken: 2020		Laitteen / Undercut: 406		Kuvauksen / Undercut: 2028		Laitteen / Grooving defects: 008	
Kuvauksen / Where taken: 2021		Laitteen / Undercut: 407		Kuvauksen / Undercut: 2029		Laitteen / Grooving defects: 009	
Kuvauksen / Where taken: 2022		Laitteen / Undercut: 408		Kuvauksen / Undercut: 2030		Laitteen / Grooving defects: 010	
Kuvauksen / Where taken: 2023		Laitteen / Undercut: 409		Kuvauksen / Undercut: 2031		Laitteen / Grooving defects: 011	
Kuvauksen / Where taken: 2024		Laitteen / Undercut: 410		Kuvauksen / Undercut: 2032		Laitteen / Grooving defects: 012	
Kuvauksen / Where taken: 2025		Laitteen / Undercut: 411		Kuvauksen / Undercut: 2033		Laitteen / Grooving defects: 013	
Kuvauksen / Where taken: 2026		Laitteen / Undercut: 412		Kuvauksen / Undercut: 2034		Laitteen / Grooving defects: 014	
Kuvauksen / Where taken: 2027		Laitteen / Undercut: 413		Kuvauksen / Undercut: 2035		Laitteen / Grooving defects: 015	
Kuvauksen / Where taken: 2028		Laitteen / Undercut: 414		Kuvauksen / Undercut: 2036		Laitteen / Grooving defects: 016	
Kuvauksen / Where taken: 2029		Laitteen / Undercut: 415		Kuvauksen / Undercut: 2037		Laitteen / Grooving defects: 017	
Kuvauksen / Where taken: 2030		Laitteen / Undercut: 416		Kuvauksen / Undercut: 2038		Laitteen / Grooving defects: 018	
Kuvauksen / Where taken: 2031		Laitteen / Undercut: 417		Kuvauksen / Undercut: 2039		Laitteen / Grooving defects: 019	
Kuvauksen / Where taken: 2032		Laitteen / Undercut: 418		Kuvauksen / Undercut: 2040		Laitteen / Grooving defects: 020	
Kuvauksen / Where taken: 2033		Laitteen / Undercut: 419		Kuvauksen / Undercut: 2041		Laitteen / Grooving defects: 021	
Kuvauksen / Where taken: 2034		Laitteen / Undercut: 420		Kuvauksen / Undercut: 2042		Laitteen / Grooving defects: 022	
Kuvauksen / Where taken: 2035		Laitteen / Undercut: 421		Kuvauksen / Undercut: 2043		Laitteen / Grooving defects: 023	
Kuvauksen / Where taken: 2036		Laitteen / Undercut: 422		Kuvauksen / Undercut: 2044		Laitteen / Grooving defects: 024	
Kuvauksen / Where taken: 2037		Laitteen / Undercut: 423		Kuvauksen / Undercut: 2045		Laitteen / Grooving defects: 025	
Kuvauksen / Where taken: 2038		Laitteen / Undercut: 424		Kuvauksen / Undercut: 2046		Laitteen / Grooving defects: 026	
Kuvauksen / Where taken: 2039		Laitteen / Undercut: 425		Kuvauksen / Undercut: 2047		Laitteen / Grooving defects: 027	
Kuvauksen / Where taken: 2040		Laitteen / Undercut: 426		Kuvauksen / Undercut: 2048		Laitteen / Grooving defects: 028	
Kuvauksen / Where taken: 2041		Laitteen / Undercut: 427		Kuvauksen / Undercut: 2049		Laitteen / Grooving defects: 029	
Kuvauksen / Where taken: 2042		Laitteen / Undercut: 428		Kuvauksen / Undercut: 2050		Laitteen / Grooving defects: 030	
Kuvauksen / Where taken: 2043		Laitteen / Undercut: 429		Kuvauksen / Undercut: 2051		Laitteen / Grooving defects: 031</	

Kuva 2. Kuva radiograafisen tarkastuksen pöytäkirjasta (7).

Neste- tai kaasupainekoe on tehtävä eheyden osoittamiseksi kaikille standardin mukaan rakennetuille putkistoille. riippuen putkistossa kulkevasta aineesta.

Nestepainekoe voidaan korvata kaasupainekokeella esimerkiksi, jos nestepainekoe jäljiltä jäävät vesijäänteet ovat haitallisia valmiille putkistolle, laitteistolle tai siinä käytössä siirrettävälle materiaalille. Myös vesipainon aiheuttama vaurioriski laitteistolle ja putkistolle on hyväksytty syy kaasupainekokeen tekemiselle. Neste- tai kaasupainekoe voidaan jättää pois, ainoastaan tekemällä hitsille sovelias NDT (esimerkiksi RT tai UT 100 % ja PT tai MT 100 %). (5, s. 22, 24.)

Painekokeella varmistetaan putkiston eheys ja tiiveys ennen putkiston käyttöönottoa.

Kuvassa 3 on esimerkkinä painekoepöytäkirja, johon merkitään kaikki tarvittavat tiedot tehdystä painekokeesta ja suorittajan sekä tarkastajan allekirjoitukset. Pöytäkirjaan on merkitty myös painekokeessa käytetty aine ja sen kesto.

PAINEKOEPOYTÄKIRJA

Kohde:	Tilaaaja:
Osoite:	Projekti:

pvm.	
Koepaine	bar
Koeaine neste:	kaasu:
Koekaika	min
Suunnittelupaine	bar

Piirustusnumero	Putkinumero	Rajat: mistä - mihin

Silmämääräinen tarkastus suoritettu ennen painekoetta ☐
 Silmämääräinen tarkastus suoritettu painekokeen jälkeen ☐

Paikka ja aika: Läsnäolijat:	
Allekirjoitukset:	
Suorittaja:	Tarkastaja:
Nimen selvennys	Nimen selvennys

Kuva 3. Kuva koepainepöytäkirjasta (7).

Valmistajan on koottava suunnittelun ja valmistuksen dokumentaatio sekä käyttäjää varten käyttöohjeet. Dokumentaatiosta on pystyttävä arvioimaan putkiston valmistus ja suunnittelun standardin vaatimusten ja hyväksytyn suunnitelman mukaan. Käyttöohjeisiin on sisällytettävä kaikki välttämätön tieto järjestelmän

käyttöön otosta, käytöstä, suositellusta kunnossapidosta ja käytön aikaisista tarkastuksista. (5, s. 25)

Valmistajan on annettava putkistosta vakuutus, että se on standardin SFS EN 13480 mukainen, tai jos putkisto kuuluu luokkiin 1, 2 tai 3 ja sen markkinoille saattamisen maassa sovelletaan PEDiä, vakuutus korvataan EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksella. (5, s. 25)

Kuvassa 4 on esimerkki valmistajan antamasta EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta. Vakuutuksessa käy ilmi sen antaja, kohde ja standardi jota se koskee.

EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus

1. Tuotteen tunnistenumero: Malli/tyyppi/erä/sarjanumero

2. Valmistajan tai sen valtuutetun edustajan nimi ja osoite:

Yrityksen nimi

Postiosoite

Postinumero ja -toimipaikka

Puhelinnumero

Sähköpostiosoite

3. Tämä vaatimustenmukaisuusvakuutus on annettu valmistajan yksinomaisella vastuulla.

4. Vakuutuksen kohde:

Tuote: Tuotteen nimi/kuvaus

Tuotemerkki: Tuotemerkki

Malli/tyyppi: Malli/tyyppi

Muut kuvaustiedot, esim. kuva

5. Edellä kuvattu vakuutuksen kohde on asiaa koskevan unionin yhdenmukaistamislainsäädännön vaatimusten mukainen:

Luettele tässä kaikki direktiivit ja asetukset, jotka koskevat laitetta.

6. Viittaus niihin asiaankuuluviin yhdenmukaistettuihin standardeihin, joita on käytetty, tai viittaus muihin teknisiin eritelmiin, joiden perusteella vaatimustenmukaisuusvakuutus on annettu:

Säädös

xxx

Täytä tähän käytettyjen standardien tai teknisten eritelmiin (kuten kansalliset tekniset standardit ja eritelmät) tarkat, täydelliset ja selkeät tiedot, mukaan lukien standardin versio tai päiväys

7. [Tarvittaessa] Ilmoitettu laitos [yksilöinti] suoritti [toimenpiteen kuvaus] ja antoi todistuksen:

Ilmoitetun laitoksen

nimi ja tunnusnumero

xxx

Toimenpide,

moduuli

xxx

Ilmoitetun laitoksen myöntämän todistuksen tai

päätöksen viitetiedot

Täytä tähän mahdollisen EU-tyyppitarkastustodistuksen,

EU-vaatimustenmukaisuustodistuksen tai

arviointipäätöksen viitetiedot

8. Lisätietoja

[Valmistajan] puolesta allekirjoittanut:

Paikka ja aika

Valmistaja / Valtuutettu edustaja: (valitse vaihtoehto, jota edustat)

Yrityksen nimi

Allekirjoittajan nimi ja titteli

Kuva 4. Kuva vaatimuksenmukaisuusvakuutuksesta putkiston valmistukseen ja asennukselle (7).

4 Vuorokausihuolto- ja raskashuoltohallien erikoisputkistoprojekti

Projektissa rakennetaan julkisen liikenteen huoltohallia. Huoltohalleissa siivotaan, pestään, huolletaan ja korjataan julkisen liikenteen kulkuneuvoja. Erikoisputkisto urakkaan sisältyy paineilma ja erilaisten kemikaalien siirtoputkistoja. Putkistoissa siirretään hyödykepisteille voiteluöljyä, jäteöljyä, lasinpesunestettä, pesuvettä, lämmönsiirtonestettä, paineilmaa ja painepesurin paineellista vettä. Urakkaan kuuluu ainoastaan putkistojen rakentaminen, tarkastus ja testaus. Järjestelmän käyttöönotto ja toiminnan testaus, sekä kemikaalien säiliöt, siirtopumput, kompressorit ja hyödykepisteet kuuluvat toisen urakoitsijan urakkaan. Urakoitsijan on oltava mukana käyttöönotossa ja toiminnan testauksessa, vaikka itse työn tekee toinen urakoitsija. (1.)

4.1 Erikoisputkijärjestelmien suunnittelu ja materiaalit

Tämän projektin suunnittelussa ei ole vaadittu standardin SFS EN 13480 noudattamista, eikä erikoisputkistojen järjestelmiä ole suunniteltu standardin SFS EN 13480 mukaan. Erikoisputkistojen suunnittelun on tehnyt kohteen LVI-suunnittelija LVI-suunnitelmien yhteydessä. Tilaajan, suunnittelijan, pääurakoitsijan ja urakoitsijan yhdessä käymissä neuvotteluissa kuitenkin päätettiin toteuttaa putkistot mukaillen asennuksen ja testauksen osalta standardia SFS EN 13480. Vaikka tätä ei standardissa vaaditakaan, urakoitsijalle on myös myönnetty ISO 9001:2015 Sertifikaatti, joka varmentaa urakoitsijan organisaation täyttävän standardin vaatimukset. (1.) Suunnittelija täydensi erikoisputkistojen suunnitelmia tarvittavilta osin, että asennuksessa ja testauksessa päästään standardin SFS EN 13480 määrittelemälle tasolle. Koska erikoisputkiston koko toteutuksessa ei noudateta kokonaan standardin SFS EN 13480 määritelmiä, esimerkiksi suunnittelun ja laskennan osalta, järjestelmä ei täytä kaikkia standardissa määriteltyjä vaatimuksia. Kemikaali- ja paineastialainsäädännössä on kuitenkin asetettu vaatimuksia putkistoissa kulkevien kemikaalien, paineilma- ja painepesurilinjojen suhteen, jotka täyttyvät valitulla toteutustavalla. (8.)

Kaikki projektin putkistot on suunniteltu ja toteutetaan hitsatuista ruostumattomasta teräksestä EN 1.4307 ja valmistusstandardin EN 10217-7 mukaan tehdasvalmistetuista putkista ja osista. Osissa ja venttiileissä voidaan käyttää myös haponkestävästä teräksestä 1.4404:n mukaisia tarvikkeita, niiden paremman saatavuuden takia. Molemmat materiaalit ovat yhteensopivia keskenään, ja niitä voidaan liittää hitsaamalla toisiinsa. Putkistot toteutetaan kokonaisuudessaan hitsausliitoksia. Hyödykepisteiden huolto- ja sulkuventtiileiksi suunnittelija on valinnut IMI TA500 Globo venttiilit. Tiivistysmateriaaleina venttiilin pallossa on PTFE-tiiviste ja venttiilin karassa EPDM-kumitiivisteet; nämä tiivisteet toimivat kaikkien projektin erikoisputkistojen järjestelmien kemikaalien kanssa. (9, s. 2.)

Erikoisjärjestelmien putkistot ovat pääosin kemikaalien siirtoputkistoja, joiden käyttöpaine on pieni. Putkistoissa siirretään kemikaalit huoltohallin kemikaalivaraston säiliöistä hyödykepisteille, joissa on letkukelat kemikaalien jakelua varten. Kemikaali- ja paineilmaputkistojen valmistuksessa käyttöpaine on sovittu tilaajan ja suunnittelijan päätöksellä toteutettavaksi pn16-luokkaan. Painepesuri-putkistossa todellinen käyttöpaine on suurempi, noin 200 bar, ja sen toteutus tehdään 300 bar paineen mukaan. Projektin LVI-suunnittelija määrittä painepesurin putkiston seinämävahvuudet standardin SFS EN 13480 suunnittelu- ja laskentaosan ohjeiden ja määräysten mukaan hitsillä tehtävillä liitoksilla. (1.)

Taulukossa 1 on esitetty projektin eri järjestelmien materiaalien tiedot ja seinävahvuudet, sekä putkessa virtaavan aineen ja paineen tiedot.

Taulukko 1. Taulukko erikoisjärjestelmien putkistojen materiaalien koosta, ainevahvuudesta, paineista ja virtaavista aineista (8).

Järjestelmä ja putkimateriaali	Putken koko (mm)	Seinäämä vahvuus (mm)	Paine (bar)	Virtaava aine
Paineilma 1.4307 RST	33,7	1,6	12	ilma
Paineilma 1.4307 RST	114,3	2,0	12	ilma
Lasinpesuneste 1.4307 RST	60,3	1,6	1	etanoli
Pesuvesi 1.4307 RST	33,7	1,6	1	etanoli, D-glukosidi heksyyli
Painepesuri 1.4404 HST	21,3	2,6	200	vesi
Painepesuri 1.4404 HST	26,9	3,2	200	vesi
Voiteluöljy 1.4307 RST	26,9	1,6	1	voiteluöljy
Jäteöljy 1.4307 RST	26,9	1,6	1	käytetty, suodatettu voiteluöljy
Lämmönsiirto 1.4307 RST	33,7	1,6	1	glykoli

Huoltohalleissa pestään, ajetaan sisään ja ulos kalustoa suurista ovista, jolloin lämpötila ja kosteus vaihtelut voivat olla hetkellisesti suuria. Putkistojen kannakointijärjestelmä on suunniteltu toteutettavaksi kuumasinkitystä teräksestä, jolloin se kestää olosuhteiden rasituksia paremmin, kuin yleisesti käytetty sähkösinkitystä teräksestä valmistettu kannakointijärjestelmä. Kannakointiin urakoitsija halusi vaihtaa tilaajan ja suunnittelijan hyväksynnällä HST-kannakejärjestelmän. Tähän oli syynä HST-tarvikkeiden parempi saatavuus ja työstettävyyttä (1).

4.2 Urakoitsijan ja asentajan vastuut ja vaatimukset

Urakoitsija on vastuussa erikoisputkistojen fyysisestä valmistuksesta ja asennuksesta. Tähän kuuluvat erikoisputkistojen kaikki osat, mukaan lukien kannakointijärjestelmät, esivalmisteiden varastointi, oikea kuljetus, asennus ja tarkastukset. Vastuulliset valvojat, työntekijöiden riittävä ammattitaito ja sopivat työvälineet asennuksiin ja testaukseen on määritetty standardissa urakoitsijan vastuulle. (6, s. 8.)

4.3 Hitsaus

Hitsaustöiden suorittajien tulee olla pätevöityjä standardin EN ISO 9606-1:2013 mukaisesti suunniteltuihin hitsausprosesseihin, materiaalityyppeihin ja kokoalueille. Hitsaajilla tulee olla voimassa oleva EN ISO 9606-1:2013, liitteen A mukainen pätevyystodistus. Standardin EN ISO 14731 mukaisten tehtävien ja vastuiden mukaisen hitsauskoordinoijan on seurattava hitsaustyötä. Laaditut hitsausohjeet pitää hyväksyttää ulkopuolisella, hyväksytyllä ja vastuullisella tarkastuslaitoksella. (6, s. 22 ja 23.)

Ennen hitsaustöiden aloittamista tarkistetaan, että materiaalit ovat suunnitelmien mukaiset ja yhteen sopivat. Käytetyt hitsausmenetelmät, suojakaasut ja lisäaineet ovat oikeat ja suunnitelmien mukaiset. Putkistoille ja osille tehdään silmäääräinen tarkastus ja tarkistetaan, että putkiston mittatarkkuus ja seinämävahvuudet ovat suunnitelmien mukaiset ja vaadituissa toleransseissa. Kun hitsaus on valmis, tarkistetaan, että kappale vastaa suunniteltua ja hitsaaja merkitsee hitsaamansa sauman niin, jotta sauman hitsaajan tiedot ovat tunnistettavissa ja jäljitettävissä. Hitsaajien hitsaamista saumoista tehdään listaus järjestelmien ja alueiden mukaan, jotta jäljitettävyys saadaan dokumentoitua ja NDT-tarkastusten laajuuden vaatimusten täyttymistä pystytään seuraamaan. (5, s. 12–13.)

Projektin putkistot hitsataan TIG-hitsaamalla, suojakaasuna argon ja putken sisällä hitsaussauman juuren suojakaasuna argon tai formier 10 %. Hitsauksessa

käytettävät elektrodit ja hitsauslangat on dokumentoitava testausselesteeseen. Hitsattavien osien sisä- ja ulkopintojen tulee olla puhtaita, ettei hitsi tai perusaine pääse kuumentuessaan heikkenemään. Hitsauksen jälkeen saumat puhdistetaan ja kiillotetaan teräsharjalla tai kiillotuslaikalla hitsauksesta syntyvän ja korroosiota aiheuttavan oksidikerroksen poistamiseksi. Saumojen happopuhdistusta tai peittausta ei ole tässä projektissa vaadittu. (6, s. 23 ja 24; 7.)

4.4 Esivalmistus ja esivalmisteiden testaus

Putkistoja esivalmistetaan urakoitsijan konepajalla, jotta asentaminen työmaalla olisi nopeampaa ja osa tarvittavista testauksista saataisiin suoritettua esivalmistuksen yhteydessä konepajalla. Standardin SFS EN 13480 mukaisten radiograafisten testausten suorittaminen työmaalla on hankalaa ja kallista. Jos radiograafisia kuvauksia suoritetaan työmaalla, pitää kaikki muut työntekijät poistaa kuvauksien ajaksi työmaalta, jotta työntekijät eivät altistuisi kuvauksista syntyvälle säteilylle (8).

4.4.1 Esivalmistus

Projektin esivalmisteista ei ole suunnitelmissa erillistä listausta tai konepajapiirustuksia. Urakoitsijan työnjohtaja tekee excel-pohjaisen esivalmistelistan erikoisputkijärjestelmien LVI-suunnitelmien pohjakuvia ja 3D-yhdistelmämallia hyväksikäyttäen. Esivalmistelistassa määritetään valmistettava putkistojärjestelmä, osien sijainti, putkien koot, pituudet, niiden päihin hitsattavat osat sekä niiden suunnat. Esivalmistuksessa hitsattavat osat ovat haaroja, venttiileitä ja käyriä. Esivalmistettuihin putkistoihin merkitään putkistojärjestelmä ja sen sijainti, jotta esivalmistetut putkistot saadaan työmaalla asennettua oikeaan järjestelmään ja paikkaan. Kyseisessä kohteessa on paljon muuta tekniikkaa ja erilaisia muuttujia, minkä takia putkiasennelmien laajempi valmistaminen esivalmistuksessa on vaikeaa ja kannattamatonta. Esimerkiksi holvin kuorilaattaan rakennesuunnittelijan antamat kannakointien kiinnityspisteet voivat siirtää putkistolinjoja ja toisten urakoitsijoiden tekemät muutokset, tai poikkeamat 3D-yhdistelmämallista voivat aiheuttaa liian monimutkaisiin esivalmisteisiin työmaalla

tehtäviä muutoksia. Tämän projektin putkistojen hitsauksista pystytään tekemään esivalmisteena noin 30–40 %. (1.)

4.4.2 Esivalmisteiden tarkastus ja testaus

Esivalmistuksen yhteydessä valmistajan on järjestettävä riittävä töiden valvonta, jolla varmistetaan järjestelmän rakenteellinen eheys valmiina. NDT-pöytäkirjat on laadittava osoittamaan vaadittujen testausten suorittamisesta ja hyväksymisestä. Valmiit esivalmisteet tarkastetaan ja testataan ulkopuolisen hyväksytyn tarkastuslaitoksen toimesta urakoitsijan konepajalla. Paineilmalinjan luokituksesta johtuen siihen ei ole vaadittu radiograafisia tarkastuksia. Hitsausseamien satunnaistarkastukset on määritetty tehtäväksi radiografisena tarkastuksena. Viisi prosenttia erikoisputkistojen kemikaali- ja painepesuriputkistojen hitsiseamien tarkistetaan. Jos hitsiseamien löytyy virheitä, tutkitaan jokaista virhettä kohti kaksi uutta hitsiä. Virheelliset hitsit on korjattava ja tutkittava uudelleen. (8.)

Esivalmistetut putkiston osat toimitetaan tarkastusten ja testausten jälkeen tulppattuna ja suojattuna työmaalle. (6, s. 8)

4.5 Asennukset työmaalla

Työmaalla putkistot asennetaan suunnitteluvaatimusten mukaisesti. Putkistojen kannakoinnissa pitää huomioida linjaus, niin ettei putkistoa jouduta vääntämällä pakottamaan liittämistä varten ja näin aiheuteta mahdollisia haitallisia kuormituksia putkiston eri osiin (6, s. 19). Kaikki putkenpää ja osat suojataan putkistojen puhtauden säilyttämiseksi ja suojaus saa poistaa vasta, kun osia aletaan liittää toisiinsa (6, s. 22). Putkia katkaistaan ja viistetään työmaalla koneellisesti, ja kaikki mahdollisesti putken pinnalle ja sisälle tulleet epäpuhtaudet poistetaan (8).

Hitsaustyöt suoritetaan saman hitsaustyöohjeen mukaan kuin esivalmisteet urakoitsijan konepajalla (7). Urakoitsija tekee ja toimittaa LVI-suunnittelijalle lopul-

listen ja toteutuneiden suunnitelmien tekemistä varten niin sanotut punakynä-versiot suunnitelmista, joihin on merkitty muutokset alkuperäisistä suunnitelmista (8).

4.6 Testaus ja tarkastus

Urakoitsijan henkilöstön, joka suorittaa tarkastukset ja testit sekä laatii NDT-tarkastuspöytäkirjat, on oltava pätevyitettyä ja perehdytettyä vaadittujen menettelyohjeiden mukaan. Silmämääräisessä tarkastuksessa havainnoidaan putkiston osien, kannakkeiden, liitosten ja rakenneosien suunnitelmien ja standardin vaatimustenmukaisuutta. (5, s. 8.)

Volumetrinen tarkastus tehdään radiografisena kuvauksena ja siinä tutkitaan hitsisaumojen sisäisiä virheitä. Radiografisessa tarkastuksesta saadaan pysyvä tallenne hitsisaumasta. Radiografisen testauksen suorittajan täytyy olla ulkopuolinen ja hyväksytty laitos. (5, s. 18; 7.)

Paineilmaputkistolle tehdään silmämääräinen tarkastus, mutta hitseille ei volumetristä NDT-testausta. Lasinpesuneste-, pesuvesi-, voiteluöljy-, jäteöljy-, lämmönsiirtoneste- ja painepesurilinoille tehdään silmämääräinen tarkastus ja satunnaistarkastuksella hitsien volumetrinen NDT-testaus. Volumetrinen testaus tehdään radiografisena tarkastuksena ja putkistojen hitseistä tarkastetaan viisi prosenttia (8).

Lopputarkastuksessa tehdään silmämääräinen tarkastus ennen ja jälkeen painekokeen, sekä tarkastetaan valmistusdokumentit (8).

Nestepainekokeesta putkistoon mahdollisesti syntyviä vesijäänteitä ei voida järjestelmissä sallia, ja koska näitä vesijäämiä ei voida luotettavasti järjestelmien putkistoista poistaa, suoritetaan painekoe paineilmalla. Koepaineena käytetään arvoa 1,1 kertaa järjestelmän suurin sallittu käyttöpaine. Ennen putkiston tarkastusta lasketaan paine suurimpaan sallittuun käyttöpaineeseen. Paineekokeesta tehdään koepöytäkirja, jossa näkyvät kokeen tulokset ja koeväliaine sekä testauksen kesto. (5, s. 16, 22 ja 24)

Putkistojen käyttöönoton yhteydessä suoritetaan vielä silmämääräinen tarkistus kaikille putkistojen osille. Kaikista tarkastus-, testaus- ja koestustoiminnasta tulee laatia hyväksytty pöytäkirja (8).

4.7 Loppudokumentaatio

Loppudokumentaatioissa tulee olla kaikki toteutuksesta, testauksesta ja tarkastuksista tulleet asiakirjat ja sen pitää vähintään sisältää seuraavat asiakirjat (5, s. 24):

- PI-kaavio
- putkistojen sijoituspiirustukset
- putkiston rakenneosien osaluettelot
- perusmateriaalien ja hitsauslisäaineiden ainestodistukset
- dokumentit venttiileille ja putkistojen materiaaleille
- hitsausdokumentit
- NDT-dokumentit
- painekokeiden dokumentit
- tunnistemerkintätiedot
- vaatimustenmukaisuusvakuutus putkiston asennukselle ja valmistukselle
- käyttöohjeet

Loppudokumentaatio jää tilaajan ja käyttäjän käytettäväksi putkiston käyttöön, huoltoon ja mahdollisesti tuleviin muutoksiin, antamaan tarkennettua tietoa järjestelmästä ja sen valmistuksesta. Myös järjestelmän käytöstäpoistossa ja purussa dokumentaatiota voidaan käyttää hyödyksi.

5 Lopputulos

Projektissa standardi SFS EN 13480 on yksi urakoitsijan työkalu, ja sen määräykset ja ohjeet vaikuttavat suurelta osin päivittäin jokaiseen työvaiheeseen. Standardissa määritetään paljon asioita, jotka urakoitsijan pitää huomioida ja valmistella, vaikkei varsinaista projektia vielä olisikaan. Urakoitsijalla pitää olla

riittävä määrä oikein koulutettuja ja perehdytettyjä työntekijöitä johtamaan, valvomaan ja tekemään standardissa määritettyjä tehtäviä. Myös ohjelmistojen ja työvälineiden pitää olla oikeat ja ajallaan päivitetty, kalibroitu ja tarkastettu. Kun nämä asiat ovat kunnossa, on urakoitsijalla mahdollisuus alkaa urakoimaan kohteita, joissa tehdään standardin SFS EN 13480 mukaisia putkistojärjestelmiä. (8.) Tämän projektin ja opinnäytetyön aikana tehtyjä huomioita ja tarpeita tulevien projektien läpiviennin varmistamiseksi ja helpottamiseksi käydään seuraavissa osissa läpi.

5.1 Ennen projektin aloitusta

Projektin kaikki tiedot, aikataulu ja sen toteutuskelpoisuus on tarkistettava ennen projektiin ryhtymistä. On myös varmistettava, että urakoitsijalla on riittävät resurssit ja työvälineet projektin läpi viemiseen.

5.1.1 Suunnitelmat ja muut projektin dokumentit

Ennen projektin aloitusta urakoitsijan pitää varmistua, että se on saanut käyttöönsä kaikki projektissa tarvittavat päivitettyt suunnitelmat, massa- ja materiaalliluettelo, työ-, turvallisuus-, testaus- ja hitsausvaatimukset niin, että toteutus, tarkastukset ja testaukset on mahdollista suorittaa standardin mukaisesti. Projektin läpivientiin tarvitaan myös kaikkien projektin osapuolien yhteystiedot.

Suunnitelmista urakoitsijalla pitää olla käytössään työselostus, pohjapiirustukset, tietomalli, isometriset kuvat (tarvittaessa), detaljit putkistosta ja kannakoinneista ja massa- ja materiaalliluettelo. Lisäksi pitää olla testausten ja tarkastusten menettelyohjeet, sekä myös standardi SFS EN 13480 ja tarvittaessa painelaitedirektiivi ja kemikaalilainsäädännön tarpeelliset osat tukemaan muita suunnitelmia.

Kaikki tiedot loppudokumentaation laajuudesta pitää olla tiedossa. Myös suunnittelijan vakuutus suunnittelun standardin mukaisesta noudattamisesta on saatava ennen projektin aloitusta.

Kuvassa 5 on suunnittelijan antama vakuutus suunnittelun vastaavuudesta Standardiin 13480, josta käyvät ilmi projektin tiedot ja laajuus, suunnittelijan tiedot ja myös tilaaja tai käyttäjä, kenelle vakuutus on annettu.

Liite A
(opastava)
Vakuutus vastaavuudesta standardiin EN 13480 (EN)

A.1 Vakuutus suunnittelusta (EN)

[Kuvassa A.1](#) esitetään malli suunnittelun vakuutuksesta, jota voidaan käyttää, kun suunnittelijaa vaaditaan vakuuttamaan toiselle osapuolelle suunnittelun olevan standardin EN 13480 mukainen.

VAKUUTUS SUUNNITTELUN VASTAAVUUDESTA		
Putkiston kuvaus		
Tunnistusnumero/piirustusnumero		
suunnitellut		
<i>(yritys)</i>		
kenelle		
<i>(tehdas/ostaja/tarkoitus)</i>		
Suunnitteluolosuhteet:		
PS [bar]		
TS [°C]		
luokka		
Vakuutamme, että edellä mainittu putkisto on suunniteltu standardin EN 13480 mukaisesti.		
_____	_____	_____
Yritys	Paikka ja aika	Allekirjoitus

Kuva A.1 Vakuutus suunnittelun vastaavuudesta

Kuva 5. Kuva suunnittelijan antamasta vakuutuksesta suunnittelun olevan standardin EN13480 mukainen (7).

Valmistajan tai urakoitsijan hitsauskoordinaattori tekee ja hyväksyy hitsausohjeet projektin osapuolilla ennen töiden aloittamista.

5.1.2 Henkilöstö ja työkalut

Urakoitsijan pitää huolehtia, että projektiin valittu henkilöstö on oikein koulutettua ja perehdytetty standardin sisältöön, vaatimuksiin ja projektin lähtötietoihin.

Näin saadaan vähennettyä projektin aloituksessa ja aikana mahdollisesti tulevia epäselvyyksiä ja ongelmatilanteita ja nopeutettua niiden ratkaisua.

Työmaalla toimivilla työnjohtajilla ja työntekijöillä tulee olla voimassa oleva työturvallisuuskortti, tarvittaessa tulityökortti ja kuvallinen valttikortti, josta näkyvät henkilötiedot, veronumero ja palkan maksava yritys. Ensiapukoulutus on myös suositeltavaa olla suoritettuna.

Hitsareiden EN ISO 9606-1:2013 mukaisten pätevyyksien ja todistuksien pitää olla kunnossa ja tarkastettu. Hitsarit ja asentajat perehdytetään hitsausohjeisiin ja muihin projektissa mahdollisesti oleviin erityisvaatimuksiin ennen töiden aloitusta

Työkalujen ja koneiden huollot, kalibroinnit, tarkastukset ja testaukset tulee olla kunnossa, ja ne pitää tarkistaa ja hoitaa kuntoon ennen projektia. Tällä vältetään esimerkiksi koneiden kalibroinnilta ja tarkastuksilta projektin aikana. Hitsauskoneet ja mittalaitteet ovat näistä tärkeimpiä.

5.1.3 Työvälineet ja ohjelmistot

Projektinjohtajien ja työnjohdon ohjelmistojen, tietokoneiden ja muiden työvälineiden tulee olla päivitettyinä ja lisenssit kunnossa. Tietomallien ja isometristen kuvien, sekä tarvittavien seuranta- ja tarkastusdokumentointien tekoon tarvittavien ohjelmistojen pitää myös olla työmaalla ja tuotannossa käytössä, jotta asentajat, hitsarit ja tarkastajat pääsevät tutkimaan ja täyttämään edellä mainittuja dokumentteja. Lähes kaikki suunnitelmat ja kuvat ovat nykyään sähköisessä muodossa, ja suunnitelmien päivitykset tulevat nopeammin ja varmemmin työmaan ja tuotannon käyttöön, kun kaikilla on käytössä tietotekniset laitteet ja järjestelmät, joista suunnitelmia käytetään. Esimerkiksi työmaalla on hyvä olla käytössä tablettitietokone, josta voidaan tarkastella tietomallia ja muita suunnitelmia.

5.2 Projektin aikana

Projektin aikana tehdään paljon tarkastuksia, seuranta- ja muuta dokumentaatiota, jotka täytyy olla osana projektin loppudokumentaatiota. Näiden tietojen ja dokumenttien ylläpito projektin aikana on erittäin tärkeää, jotta projektin lopussa kaikki tiedot ja dokumentit ovat tallessa ja helposti löydettävissä.

NDT-tarkastuspöytäkirjat ja hitsien seuranta- ja jäljitettävyysspöytäkirjat pidetään ajan tasalla projektin edetessä, jolloin varmistetaan niiden koostaminen loppudokumentaatioon.

5.2.1 Organisaatio ja henkilöstön pätevyydet

Projektissa ja standardissa määritetyt vaatimukset urakoitsijan organisaation ja henkilöstön koulutuksesta, ammattitaidosta ja perehdytyksestä tulee toimittaa projektin organisaatiolle tarkastettavaksi ja liittää loppudokumentaatioon. Tähän kuuluvat esimerkiksi hitsareiden todistukset pätevyydestä ja urakoitsijan projektin johtajan koulutuksesta.

Työmaalla työskentelevien henkilöiden työturvallisuus-, tilityö- ja valttikorttien voimassa olo pitää tarkistaa ja tarvittaessa hoitaa kuntoon ennen työmaalla aloitettavia töitä. Ensiapukoulutus on myös hyvä järjestää ennen projektin aloitusta, jos edellinen koulutus ei ole voimassa tai voimassaolo on loppumassa.

Todistus urakoitsijan työntekijöiden työmaalla käytettävien henkilönostimien käyttökoulutuksesta ja urakoitsijan myöntämä lupa henkilönostimien käytöstä pitää toimittaa projektin turvallisuusorganisaatiolle. Myös nostotöissä olevien työntekijöiden todistus taakankiinnittäjän koulutuksesta ja urakoitsijan myöntämä lupa taakankiinnittäjän työhön pitää toimittaa samalle organisaatiolle.

5.2.2 Projektin tarvikkeet ja laitteet

Ennen tarviketilauksia, projektin tilaajalle, suunnittelijalle, valvojalle ja muille projektissa määritetyille vaadituille osapuolille toimitetaan kaikista käytettävistä

materiaaleista ja laitteista hyväksynnät ja todistukset hyväksytettäväksi. Kun kaikille materiaaleille ja laitteille on saatu projektiorganisaatiolta hyväksyntä, voidaan aloittaa tarvikkeiden laitteiden tilaukset. Kaikkien toimitettujen ja asennettujen tarvikkeiden, esimerkiksi putkien valmistustodistukset pitää liittää loppudokumentaatioon. Tilatessa esimerkiksi putkia pitää pyytää tavarantoimittajaa toimittamaan nämä todistukset. Putkissa on merkinnät, joiden avulla pystytään toteamaan tuotteen valmistus- ja tarkastuspaikka ja ajankohta, näistä tavarantoimittajalta saaduista dokumenteista.

Hitsaustarvikkeista, kuten hitsauslisäaineita, hitsauskoneen elektrodeista ja muista mahdollisista hitsaukseen liittyvistä aineista ja tarvikkeista, pitää myös olla materiaali- ja valmistustodistukset. Todistukset pitää pyytää hankintojen yhteydessä, jotta ne saadaan liitettyä loppudokumentaatioon.

Laitteet ja tarvikkeet on määritelty standardin SFS EN 13480 mukaisissa suunnitelmissa tarkasti, ja näistä poikkeaminen ei ole yleistä. Siksi usein hyväksyttämisiä ei projekteissa suoriteta, mutta tämä on tärkeä varmistaa ennen tilausten ja hankintojen tekoa. (8.)

5.2.3 Esivalmistus

Hyvällä esivalmistuksen suunnittelulla on mahdollista saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä ja voidaan päästä tilanteeseen, jossa joitakin työmaalla normaalisti tehtäviä työvaiheita voidaan jättää siellä tekemättä. Esimerkiksi pajalla tehdään painekokeita soveltuvien osien esivalmistettuihin osakokonaisuuksiin ja työmaalla hitsattavat liitossaumat tarkastetaan NDT- menetelmin (RT tai UT), tällöin painekoetta koko järjestelmälle ei enää vaadita. Suunnittelija tekee esivalmisteista isometriset suunnitelmat, joissa on tarkemmit, kohdistukset ja detaljikuvat esivalmistettavista putkiston osista ja niiden sijainneista valmiissa putkistossa (8.). Tässä opinnäytetyössä ei tarkastella tarkemmin esivalmistuksen hyötyjä hankkeissa.

5.2.4 Hitsit

Hitsaukset, niiden tarkastukset ja testaukset sekä kaikkien näiden tekijät ja ajankohdat pitää dokumentoida, niin että ne pystytään myöhemmin tunnistamaan ja jäljittämään. Myös hitsauksessa käytetyt koneet, lisäaineet ja suojakaasut pitää dokumentoida tunnistettavasti. Tämän kaiken dokumentointi, valmistuksen ja työmaan aikana on erittäin tärkeää, jotta saadaan kaikki oikea tieto loppudokumentaatioon. Työnjohtajien, hitsareiden ja asentajien yhteistyö on tärkeässä roolissa, että dokumentointi tehdään oikeaan aikaan ja saadaan kaikki tarvittava tieto dokumentoitua.

5.2.5 Testaus ja tarkastus

Valmistuksen, hitsauksen ja asennuksen aikana pitää tehdä paljon erilaisia tarkastuksia ja testauksia, joista osa on valmistuksessa ja työmaalla toimivien työntekijöiden vastuulla. Tässä korostuu työnjohdon ja työntekijöiden välinen kommunikaatio ja tarkastusten yhteneväinen dokumentaatio tapa. Työnjohdon ja työntekijöiden on tärkeää käydä nämä asiat ennen töiden aloitusta tarkasti läpi, jotta kaikki tietävät tarvittavat toimenpiteet työvaiheiden aikana eikä pääse syntymään yllätyksiä projektin aikana.

Ulkopuolisten tarkastajien ja testaajien tekemät testit ja niiden ajoitus tulee suunnitella huolella ja hyvissä ajoin, jotta kaikki työvaiheet pääsevät etenemään omalla ja oikealla paikallaan. Projektin aikataulun tarkentuessa on kommunikoidava näiden ulkopuolisten tarkastajien ja testaajien kanssa hyvissä ajoin ja riittävän usein, jotta muutokset ja mahdolliset ongelmatilanteet saadaan ratkaistua ajoissa, niiden vaikuttamatta projektin aikatauluun. Saadut tarkastuspöytäkirjat, dokumentit, kuvat ja lausunnot arkistoidaan järjestyksessä, jotta liittäminen loppudokumentaatioon olisi helpompaa.

Painekokeen suunnittelu ja toteutus pitää järjestää niin, jotta häiritään muiden projektin osapuolien työskentelyä mahdollisimman vähän. Myös kaikkien kohteessa työskentelevien henkilöiden turvallisuus pitää huomioida painekoetta

suoritettaessa. Paineekokeiden dokumentaatio tehdään painekokeen yhteydessä ja liitetään loppudokumentaatioon.

5.2.6 Loppudokumentaatio

Loppudokumentaatioissa on paljon projektin aikana tulleita materiaalitodistuksia, tarkastuspöytäkirjoja ja muita dokumentteja, ja niiden ylläpito projektin aikana on erittäin tärkeää. Myös mahdolliset muutokset suunnitelmien ja toteutuksen välillä pitää dokumentoida tarkasti ja toimittaa suunnittelijalle, joka siirtää muutokset projektin loppukuviiin. Suunnittelijalta saadut loppukuvat siirretään loppudokumentaatioon.

Kaikki loppudokumentaatioon vaaditut asiakirjat on helpompi koostaa, jos projektin aikana on tehty järkevästi ja suunnitelmallisesti dokumentaatioiden ylläpito ja hallinta.

Loppudokumentaation tulee sisältää vähintään standardissa SFS EN 13480 määritetyt asiakirjat.

5.3 Kokonaisuus

Standardi SFS EN 13480 on työkalu projektin osapuolille, ja se määrittää projektin kaikille osapuolille paljon erilaisia vastuita ja suoritteita sekä niiden dokumentointia. On tärkeää, että kaikki projektin osapuolet tietävät ja tuntevat omat vastuunsa ja velvollisuutensa projektissa. Standardissa on myös paljon asioita ja velvoitteita, jotka jokaisen standardia käyttävän pitää pystyä täyttämään jo ennen kuin osallistuu projektiin. Kaikista näistä vastuista pitää myös osata pitää kiinni ja tarvittaessa osata vaatia muilta projektin osapuolilta heille kuuluvia velvoitteita. Yhteistyö kaikkien projektissa osapuolina ja mukana olevien henkilöiden välillä on erittäin tärkeää, jotta päästään lopputuloksena standardin vaatimiin ja osoittamiin tavoitteisiin.

Standardin tavoitteena on saada jokainen projekti ja niiden käytännöt ja vastuut samanlaisiksi, jotta paljonkin erilaiset ja kokoiset projektit menisivät samaa kaavaa noudattaen kaikkien projektin osapuolten osalta läpi. Suunnitelmat ja kaikki projektien dokumentaatio pysyy myös mahdollisimman yhtenevänä. Tällä saavutetaan järjestelmän tai laitoksen käytön, kunnossapidon, huollon, korjausten ja myös järjestelmän purun mahdollisimman helppo, varma ja turvallinen toiminta ja valmistaminen.

Urakoitsijalle tärkeää on tuntea standardissa esitetyt vastuut ja vaatimukset ja niissä pysyminen. Suunnitelmallinen ja ennakoiva toiminta standardin vaatimusten ja ohjeiden noudattamiseksi, varmistavat urakoitsijalle hyvän ja turvallisen tavan toimia ja antaa asiakkaille ja muille standardin alla toimiville osapuolille hyvän ja ammattimaisen kuvan urakoitsijan toiminnasta. Standardissa tarkasti määritetyt vastuut turvaavat myös urakoitsijan ja muidenkin osapuolten toimintaa sekä takaavat laadun ja varmistavat niiden toiminnan laitosten ja järjestelmien rakentajille. Standardin, painelaiteasetusten ja kemikaalilainsäädännön yhteisellä käytöllä saadaan myös mahdollisten ympäristö- ja henkilövahinkojen määrää pienemmäksi.

Standardin ohjeiden ja vaatimusten noudattaminen, ja siitä saatava sertifiointi, vaatii urakoitsijalta panostuksia ja jatkuvaa ylläpitoa sekä toimintojen kehittämistä. Näillä panostuksilla saavutettu laatu ja työntekijöiden ammattitaitoinen toiminta, kuitenkin vähentää mahdollisten virheiden ja ongelmien syntymistä. Laatu poistaa reklamaatioiden ja takuukorjausten määrää, joka pienentää kustannuksia ja nostaa urakoitsijan haluttavuutta markkinoilla tilaajien näkökulmasta. Urakoitsijan toiminnan kehittämällä saavutetaan standardin normeista jokapäiväistä toimintaa, jolloin panostukset saavuttavat niihin tarkoitetun toiminnan tason.

6 Pohdinta

Standardin SFS EN 13480 käsittely opinnäytetyössä oli haastava kokonaisuus. Standardin laajuus ja sen monimuotoisuus materiaalien, suunnittelun, valmistuksen sekä testauksien ja tarkastusten osalta on laaja ja monialainen kokonaisuus, jonka perehtymiseen piti käyttää paljon aikaa. Standardissa käytettyjen viittausten, sen sisällä ja toisiin standardeihin, johti siihen, että yhteen osa-alueeseen perehtyminen oli käytännössä mahdotonta. Perehtyminen piti tehdä koko standardiin kerralla ja asioiden ymmärtämisen takia joutui standardin eri osien välillä liikkumaan edestakaisin monta kertaa, jotta toisessa osiossa viitattuun asiaan pääsi kiinni. Standardin kaikki osat on tiukasti sidottu toisiinsa ja muihin alan standardeihin, vaikkakin ne ovat omat irralliset osionsa. Suurin työ tässä opinnäytetyössä oli ymmärtää koko standardin tarkoitus, minkä jälkeen pystyi ymmärtämään sen erillisiä osia ja etsiä niistä tietoa, joista sai kasattua kokonaisuuksia.

Opinnäytetyön aikana opin ymmärtämään standardin määrittämän yhtenevyyden ja kaikille samojen työskentelytapojen käyttämisen ja sen hyödyt. Oli kyseessä hitsaaja tai suunnittelija ja minkä tahansa yrityksen tai projektin toimija, on heillä kaikilla standardia käytettäessä samat työtavat, dokumentaatio ja työkalut käytössään sekä tieto ja ymmärrys muiden projektin osapuolien toimintatavoista. Saavutettuna hyötynä ja etuna jokaisessa projektissa tavat ovat kaikilla samat, ja kuka tahansa projektissa mukana oleva osapuoli voi ja osaa vaatia oikeita ja tarvittavia asioita muilta projektin toimijoilta.

Työelämässä minun on nyt helpompi lähteä mukaan projekteihin, joissa käytetään standardia SFS EN 13480, koska ymmärrän sen perustarkoituksen. Standardi on niin laaja kokonaisuus, että sen kokonaan oppiminen ei ehkä ikinä tule olemaan mahdollista, mutta sieltä tietojen etsiminen ja sen apuna käyttäminen työelämässä on nyt paljon helpompaa.

Lähteet

- 1 Kananen, Miika. 2023. Toimitusjohtaja, Kotekman Oy, Kotka. Haastattelu 7.3.2023.
- 2 SFS 2017. SFS-EN 13480-1:2017. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry 4.8.2017.
- 3 SFS 2017. SFS-EN 13480-2:2017 + A1:2018 + A2:2018 + A3:2018 + A7:2020 + A8:2021. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry 15.10.2021.
- 4 SFS 2017. SFS-EN 13480-3:2017 + A1:2021 + A2:2020 + A3:2020 + A4:2021. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry 1.10.2021.
- 5 SFS 2017. SFS-EN 13480-5:2017 + A1:2019 + A2:2021. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry 22.10.2022.
- 6 SFS 2017. SFS-EN 13480-4:2017. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry 4.8.2017.
- 7 Kotekman Oy. 2023. Kotekman Oy arkisto, Kotekman Oy, Kotka. 20.2.2023
- 8 Jokipii, Pauli. 2023. Laatupäällikkö, Kotekman Oy, Kotka. Haastattelu 9.3. ja 4.4.2023
- 9 IMI Hydronic engineering. 2019. Tuote-esite TA 500 Globo. Vantaa: IMI Hydronic Engineering