

TEOLLISUUSPUTKISTOALAN LAATUVAATIMUKSET

Henriikka Angerias

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

2017

Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Henriikka Angerias	Vuosi	2017
Ohjaaja	DI Ari Pikkarainen		
Toimeksiantaja	Viafin Process Piping Oy Janne Jauhola		
Työn nimi	Teollisuusputkistoalan laatuvaatimukset		
Sivu- ja liitesivumäärä	40+1		

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli teollisuusputkistoalalla toimiva Viafin Process Piping Oy. Standardit ja painelaitedirektiivi ohjaavat hyvin pitkälti alan työskentelyä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä näihin standardeihin siltä osin, kun ne liittyvät laatuasioihin ja etenkin NDT-tarkastuksia ohjaaviin määräyksiin, koska osana opinnäytetyötä oli laatia yrityksen käyttöön apuväline NDT-tarkastusten seurantaan.

Työn teoriaosuudessa käytiin läpi yrityksen käytössä olevat sertifioidut standardit ja hitsaukseen liittyviä laatuasioita. Tietoa hankittiin niin alan standardeista ja kirjallisuudesta, painelaitedirektiivistä kuin keskusteluista yrityksen myyntijohtajan ja hitsauskoordinaattorin kanssa.

Opinnäytetyön tärkeimpänä tuloksena luotiin Excel-tiedosto, jonka avulla voidaan seurata NDT-tarkastusten tarkastuslaajuutta ajantasaisesti. Excel-tiedosto tul-
laan ottamaan yrityksen käyttöön tulevaisuudessa.

Technology, Communication and Transport
Mechanical and Production Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Henriikka Angerias	Year	2017
Supervisor	Ari Pikkarainen, M.Sc.		
Commissioned by	Viafin Process Piping Oy Janne Jauhola		
Subject of thesis	Quality Requirements in the Field of Industrial Piping		
Number of pages	40+1		

This thesis was carried out for Viafin Process Piping Oy, which operates in the field of industrial piping. The standards and pressure equipment directive mainly control working in this field. The goal of this thesis was to gain more knowledge about requirements that the standards set for quality. The focus was especially on quality requirements for NDT inspections because part of the thesis was to make tool for monitoring NDT inspections.

The theoretical part of the thesis includes the certified standards of Viafin Process Piping Oy and the quality aspects of welding. Information was obtained from standards and literature, pressure equipment directive and conversations with the company's sales director and welding coordinator.

The most important result of the thesis was the creation of an Excel file. The purpose of the Excel file is to make it easier to keep track of NDT inspections. It will be implemented for the use of company in the future.

Key words

quality, welding, piping

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 VIAFIN PROCESS PIPING OY	8
2.1 Viafin-konserni	8
2.2 Viafin Process Piping Oy	9
3 LAATU	11
3.1 Kokonaisvaltainen laadunhallinta	11
3.2 Standardit	12
3.3 PED	14
3.4 Maakaasuasetus	18
4 HITS AUS	19
4.1 Hitsiluokat	19
4.2 Hitsausmenetelmät	19
4.3 Materiaaliryhmät	22
4.4 WPQR	24
4.5 WPS	25
4.6 Hitsaajan pätevyyskoe	25
4.7 NDT-tarkastukset	26
4.8 Paine kokeet	28
4.9 Dokumentointi	29
5 LAADUN VARMISTAMINEN	31
5.1 Töiden aloitus	31
5.2 NDT	31
5.3 Virheet	35
5.4 Laatuohjeiden päivitys	36
6 POHDINTA	37
LÄHTEET	38
LIITTEET	40

ALKUSANAT

Haluan kiittää Viafin Process Piping Oy:stä Janne Jauholaa ja Timo Jyllilää opinnäytetyön aiheesta sekä vinkeistä ja kannustuksesta opinnäytetyöprosessin aikana. Kiitos kuuluu myös työn ohjaajalle Ari Pikkaraiselle.

Lopuksi haluan kiittää perhettäni ja ystäviäni tuesta opinnäytetyötä tehdessäni.

Kemissä 26.11.2017

Henriikka Angerias

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

MT	magneettijauhetarkastus (Magnetic Particle Testing)
NDT	rikkomaton aineenkoetus (Non-Destructive Testing)
PED	painelaitedirektiivi (Pressure Equipment Directive)
PT	tunkeumanestetarkastus (Penetrant Testing)
pWPS	alustava hitsausohje (Preliminary Welding Procedure Specification)
RT	röntgentarkastus (Radiographic Testing)
TQM	kokonaisvaltainen laadunhallinta (Total Quality Management)
TUKES	Turvatekniikan keskus
VT	silmämääräinen tarkastus (Visual Testing)
WPQR	hitsauksen menetelmäkoepöytäkirja (Welding Procedure Qualification Records)
WPS	vahvistettu hitsausohje (Welding Procedure Specification)

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on prosessiputkistoalalla toimiva Viafin Process Piping Oy. Teollisuusputkistoalalla työskentelyä ohjaavat hyvin pitkälti eri standardit sekä lait ja asetukset. Lisäksi paineenalaisia putkistoja valmistettaessa painelaitedirektiivi asettaa omat määräyksensä.

Aihe tälle opinnäytetyölle muodostui kesätöiden aikana, kun työtehtäviini kuului paljon laatuasioihin liittyvää työmaan dokumentointia, muun muassa hitsauslokiin päivitystä ja painekoepöytäkirjojen luomista. Toimeksiantajan suunnalta tuli toive, että perehtyisin alan laatuasioita ohjaaviin standardeihin ja määräyksiin. Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa valmiuksia työskennellä itsenäisesti putkistojen valmistuksen laatuasioiden parissa sekä oppia, mistä tarvittava tieto löytyy. Etenkin NDT-tarkastusten tarkastusseurantaan perehtyminen on tärkeässä osassa tämän opinnäytetyön tavoitteissa.

Opinnäytetyö rajattiin koskemaan vain yrityksen sertifioituja standardeja sekä hitsauksen laatuun oleellisesti liittyviä standardeja sekä painelaitedirektiiviä.

Työn tuloksena on tarkoitus luoda yrityksen käyttöön työkalu, jonka avulla voidaan helposti seurata NDT-tarkastusten etenemistä kaikissa projekteissa, joissa NDT-tarkastuksia täytyy tehdä.

2 VIAFIN PROCESS PIPING OY

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli teollisuusputkistoalalla toimiva Viafin Process Piping. Yritys on osa Viafin-konsernia, jonka asiakkaita ovat esimerkiksi energia-, metsä- ja kaivosteollisuus.

2.1 Viafin-konserni

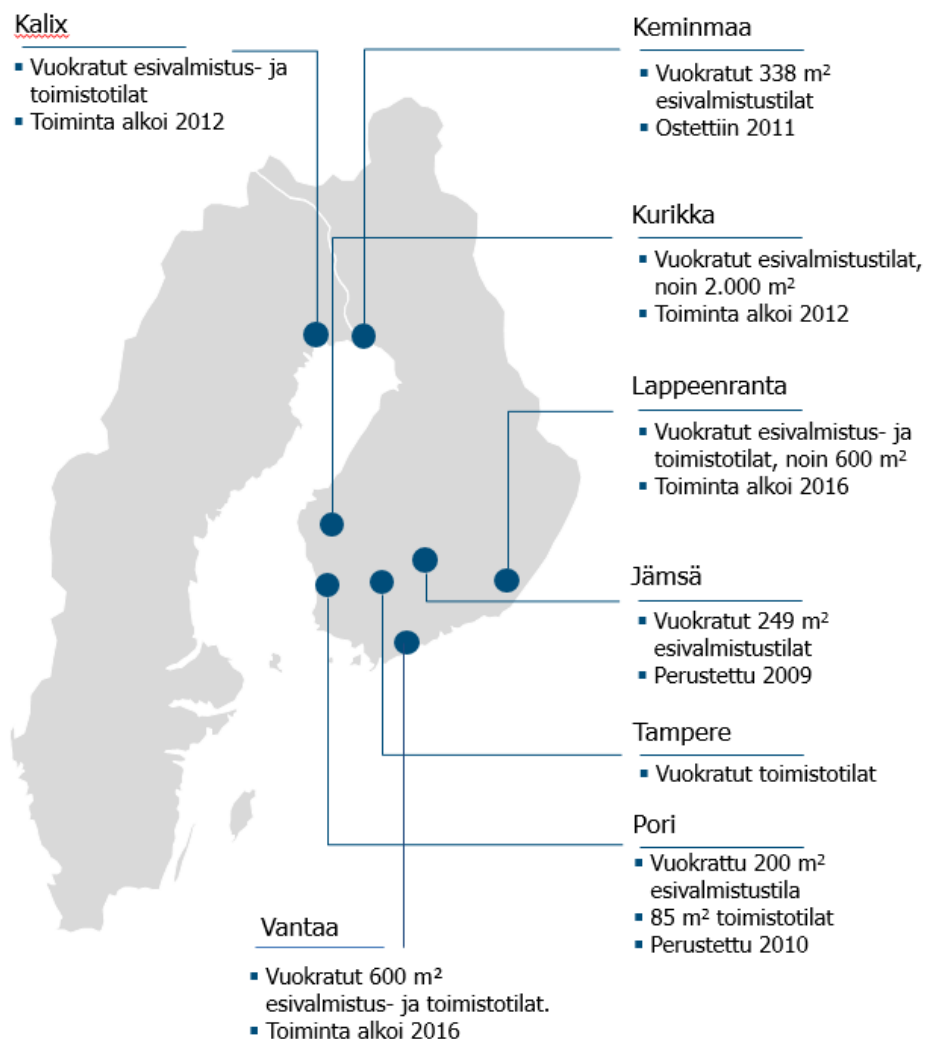
Viafin-konserni koostuu Process Pipingin lisäksi Viafin Terästornista, Viafin West Weldingistä ja Viafin Estoniasta. Terästorni on erikoistunut massatornien valmistukseen muun muassa paperi- ja selluteollisuuden käyttöön ja se toimii Lappeenrannassa. West Weldingin tuotteisiin puolestaan kuuluvat erilaiset paineastiat päätoimipaikan sijaitessa Teuvalla. Konsernilla on työntekijöitä yhteensä noin 300. Kuvassa 1 on konsernikaavio. (Viafin Process Piping 2017.)

Viafin-konserni			
	Viafin Terästorni	Viafin West Welding	Viafin Process Piping
Markkina-asema	Globaali markkinajohtaja massatorneissa ja keittimissä	Pohjoismaiden johtava vaativien paineastioiden valmistaja	Teollisuuden prosessiputkistot ja laiteasennukset, luotettava pohjoismainen toimija
Liikevaihto 07/2016	21 M€	17 M€	25 M€
Työntekijät (2016)	54	42	140
Tuotteet			
VIAFIN			

Kuva 1. Viafin-konserni (Viafin Process Piping 2017)

2.2 Viafin Process Piping Oy

Putkistourakointi toimi pitkään West Weldingin yhteydessä Teuvalla, kunnes vuonna 2008 se päätettiin erkauttaa omaksi liiketoiminta-alueeksi. Varsinaisesti Process Piping perustettiin vuonna 2011 ja samana vuonna se osti Keminmaalla sijainneen Kalse Piping Oy:n. Vuonna 2012 Process Pipingin tuotteiden esivalmistus siirtyi West Weldingin tiloista Kurikkaan, joka toimii yhtiön päätoimipaikkana. Kurikan ja Keminmaan lisäksi Process Pipingilla on toimitilat Lappeenrannassa, Jämsässä, Tampereella, Porissa ja Vantaalla. Lisäksi Ruotsin Kalixissa on toimipiste, jotta pystytään vastaamaan paremmin Ruotsin kaivosteollisuuden tarpeisiin. Kuvassa 2 näkyvät yrityksen toimipaikat kartalla. (Viafin Process Piping 2017.)



Kuva 2. Viafin Process Piping toimipaikat (Viafin Process Piping 2017)

Viafin Process Pipingin toiminta-ajatuksena on olla teollisuuden prosessiputkistojen asennuksiin, kunnossapitoon ja mekaanisiin laiteasennuksiin erikoistunut yhtiö, joka tuottaa palveluja kotimaassa ja ulkomailla. Työskentely ja toiminta jakautuvat kahteen osaan. Alueyksiköistä käsin johdetaan pieniä alueellisia projekteja sekä vastataan alueen teollisuuden huolto- ja kunnossapitotarpeisiin. Suuremmat projektit kuuluvat erilliselle projektiorganisaatiolle. Henkilöstö työskentelee niin alueyksiköissä kuin työmailla ympäri Suomen. Asiakkaita ovat esimerkiksi Stora Enso, SSAB, Wärtsilä ja Kemira. (Viafin Process Piping 2017.)

3 LAATU

Laatu on kaiken perusta liiketoiminnassa. Laatu on monien eri tekijöiden summa. Se lähtee liikkeelle jo ennen varsinaisten töiden aloittamista. Yleisellä tasolla sertifioidut laadunhallintastandardit ohjaavat kaikkea tekemistä. Laadukas työskentely ja sitä myöten laadukkaat tuotteet tarkoittavat tyytyväisiä asiakkaita. Jokainen voi siis omalla työpanoksellaan vaikuttaa laatuun.

3.1 Kokonaisvaltainen laadunhallinta

Laatu voidaan määritellä monella eri tavalla näkökulmasta riippuen. On olemassa seuraavat tunnetut laadun määritelmät:

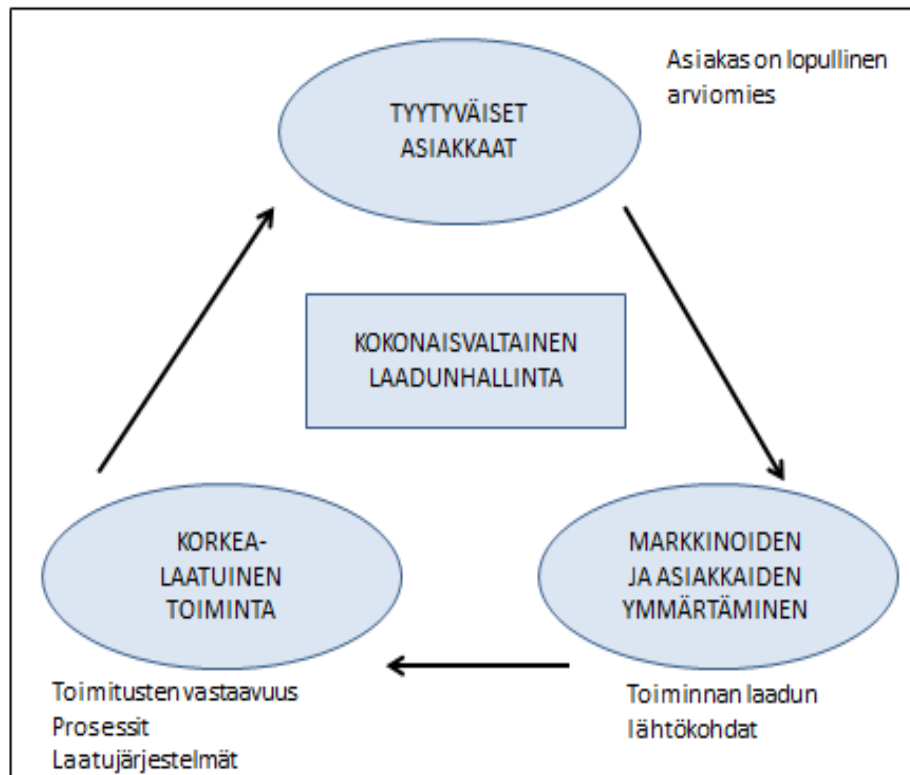
- *Laatu on sopivuutta käyttötarkoitukseen (Joseph M. Juran).*
- *Laatu on kykyä tyydyttää asiakkaan tarpeet (George D. Edwards).*
- *Laatu on tyytyväisyyttä ja rahaa (Mikel Harry). (Lecklin & Laine 2009, 15.)*

Kokonaisvaltaisessa laadunhallinnassa eli TQM:ssa laadun mittari ei ole pelkästään jokin tietty yksittäinen asia, vaan se on monen eri tekijän summa. TQM:n historia ulottuu 1950-luvun alkupuoliskon Japaniin, kun Japani tarvitsi amerikkalaisten apua parantaakseen tuotteidensa kilpailukykyä ja laatua. Näin sai alkunsa kokonaisvaltainen laadunhallinta, jossa keskityttiin muun muassa laatuvirheiden ennakolta ehkäisyyn ja parannettiin koko yrityksen toimintaa. (Lumijärvi & Jylhäsaari 2000, 20 – 21.)

Yksi tärkeimmistä laadun mittareista on asiakkaat. Tyytyväiset asiakkaat tarkoittavat hyvin tehtyä työtä. Samalla asiakkailta saadaan palautetta tehdystä työstä, minkä avulla työskentelyä voidaan kehittää edelleen paremmaksi ja laadukkaammaksi yrityksen kannalta parhaalla tavalla. Toisin sanoen liian hyvää ei kannata tehdä vaan pitää löytää optimaalinen kannattavuuden ja asiakastyytyväisyyden yhdistelmä. Laadun kannalta on tärkeämpää tehdä oikeita asioita kuin tehdä asiat oikein heti ensimmäisellä kerralla. (Lecklin 2006, 18 – 21.)

Koko toiminnan laatu johtamisesta tuotteiden valmistukseen ja markkinointiin on osa kokonaisvaltaista laadunhallintaa. Henkilöstö on tärkeässä asemassa laadun

tekemisessä. Laatu näkökulma otetaan huomioon kaikessa toiminnassa ja eri prosesseissa, jotta päästäisiin määritelmään, jossa laatu tarkoittaa liiketoiminnan suorituskyvyn erinomaisuutta. Kuvassa 3 on kaavio TQM:n toiminta-ajatuksista. (Lecklin 2006, 21 – 22.)



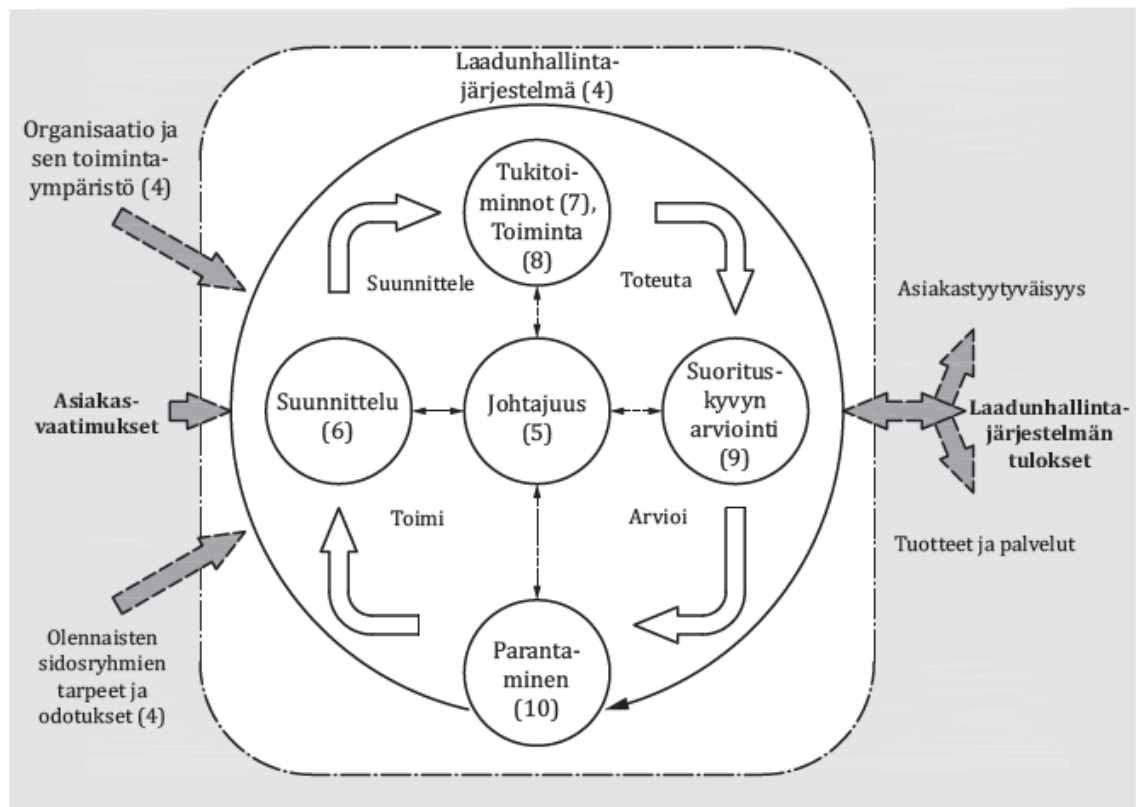
Kuvio 1. Kokonaisvaltaisen laadunhallinnan kaavio. (Lecklin 2006, 19)

3.2 Standardit

Viafin Process Pipingin toimintajärjestelmä on laadittu sertifioitujen standardien ISO 9001, ISO 14001, EN 1090, OHSAS 18001 sekä ISO 3834-2 vaatimusten mukaisesti. Kaikki nämä standardit ohjaavat yrityksen laatuasioita omalta osaltaan.

ISO 9000 on laadunhallintastandardi, joka kuvaa vaatimuksia standardin mukaiselle laatujohtamiselle ja täten tarjoaa yritykselle keinoja kokonaisvaltaisen laadunhallinnan parantamiseen. Näihin vaatimuksiin kuuluvat muun muassa johdon sitoutuminen laadunhallintajärjestelmän eri osa-alueisiin, laatutavoitteiden asettaminen ja niiden saavuttaminen sekä henkilöstön riittävä pätevyys toimimaan

laadunhallintajärjestelmän mukaisesti. Standardin mukaisesti yrityksen on ylläpidettävä laatukäsikirjaa, josta tulee esille yrityksen tarpeet oman laatutoimintansa suhteen. Standardissa noudatetaan prosessimaista PDCA-toimintamallia, josta kuvio 2 on esimerkkinä. Prosessimaisen toimintamallin tarkoituksena on saada aikaan halutut tulokset tehokkuutta ja suorituskykyä parantamalla. Tämä onnistuu ymmärtämällä, miten eri prosessit liittyvät toisiinsa. (SFS-EN ISO 9001 2015, 6, 13 – 16.)



Kuvio 2. PDCA-toimintamallin kuvaus (SFS-EN ISO 9001 2015, 7)

ISO 14001 on standardi ympäristöjärjestelmien vaatimuksista. Sitoutuminen jatkuvaan parantamiseen sekä lakisääteisten vaatimusten noudattamiseen ovat sen peruseriaatteita. Standardin hyödyntäminen edistää kestävästä kehitystä vähentämällä raaka-aineiden tarvetta sekä energiankulutusta ja tehostamalla käytettäviä prosesseja. Sertifioitu ympäristöstandardi luo myös asiakastyytyväisyyttä, koska se osoittaa yrityksen ottavan ympäristöasiat vakavasti. Standardin mukaisesti yrityksen on seurattava ympäristötavoitteita ja asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi on oltava resursseja sekä riittävän pätevyyden omaavia työntekijöitä. (Lecklin & Laine 2009, 251 – 252; SFS-EN ISO 14001 2015, 14.)

OHSAS 18001 on johtamisjärjestelmä, joka sisältää työterveys- ja turvallisuusjärjestelmää (TTT) koskevat vaatimukset. Standardin avulla yritys pystyy parantamaan työturvallisuusjärjestelmäänsä, ennaltaehkäisemään tapaturmia ja parantamaan henkilöstön tietoisuutta työsuojeluasioista. (OHSAS 18001:fi 2007, 10.)

EN 1090 on standardi teräs- ja alumiinirakenteiden toteutusta varten. Standardi käsittää rakenteellisten hitsattujen teräs- ja alumiinikokoonpanojen ja tuotejärjestelmien suunnittelun ja valmistuksen. Se koostuu kolmesta osasta, jotka ovat seuraavat:

- Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin.
- Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset.
- Osa 3. Alumiinirakenteita koskevat tekniset vaatimukset. (SFS-EN 1090-1 2012, 10.)

SFS-EN ISO 3834 on laadunhallintastandardi metallien sulahitsauksen suhteen. SFS-EN ISO 3834-2 asettaa kattavat laatuvaatimukset sulahitsauksen osalta. Siinä on määritelty valmistajalle asetetut vaatimukset niin hitsauksen teknisten ominaisuuksien kuin tarvittavien asiakirjojen suhteen. Dokumenttien tulee sisältää tarvittavat tiedot, jotta tunnistettavuus ja jäljitettävyys säilyvät läpi valmistusprosessin. Laatudokumentteja tulee säilyttää vähintään 5 vuotta. SFS-EN ISO 3834-5 standardissa on listattu kaikki standardit, joita tarvitaan hitsauksen laatuvaatimusten osoittamiseksi. (SFS-EN ISO 3834-2 2006, 8,20,22; SFS-EN ISO 3834-5 2015, 5.)

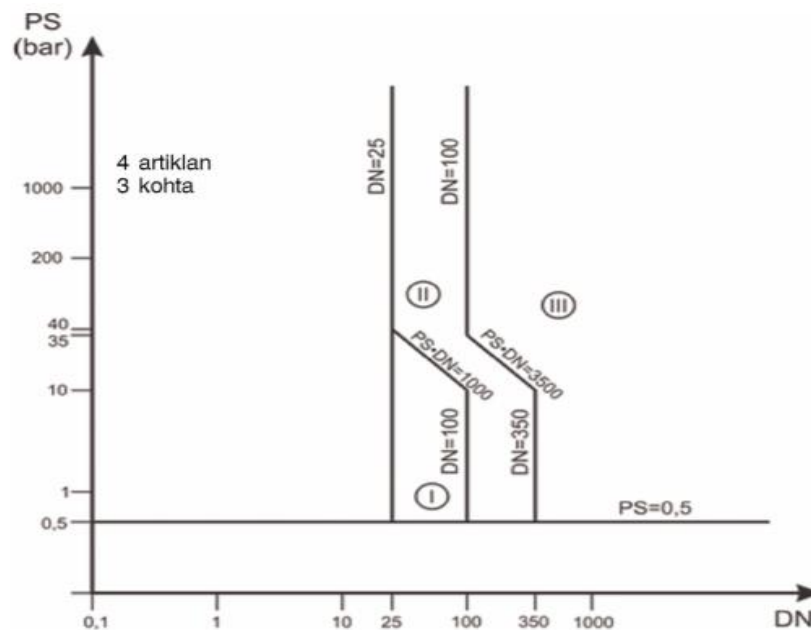
3.3 PED

Painelaitedirektiivi ohjaa suunnittelua, valmistusta ja vaatimustenmukaisuuden arviointia painelaitteille, joiden käyttöpaine on yli 0,5 baria. Painelaitedirektiivin mukaisesti teollisuusputkistot jaetaan eri ryhmiin niiden sisältämän aineen vaarallisuuden sekä olomuodon mukaan. Olomuotoja ovat kaasu ja neste. Vaarallisuuden mukaan sisältö jaetaan ryhmiin 1 ja 2. Ryhmä 1 sisältää vaarallisimmat kemikaalit ja seokset ryhmän 2 sisältäessä muut. Näin ollen on neljä erilaista

vaatimustenmukaisuuden arviointitaulukkoa. (Painelaitedirektiivi 2014/68/EU 2014, 189/165; Purje 2017.)

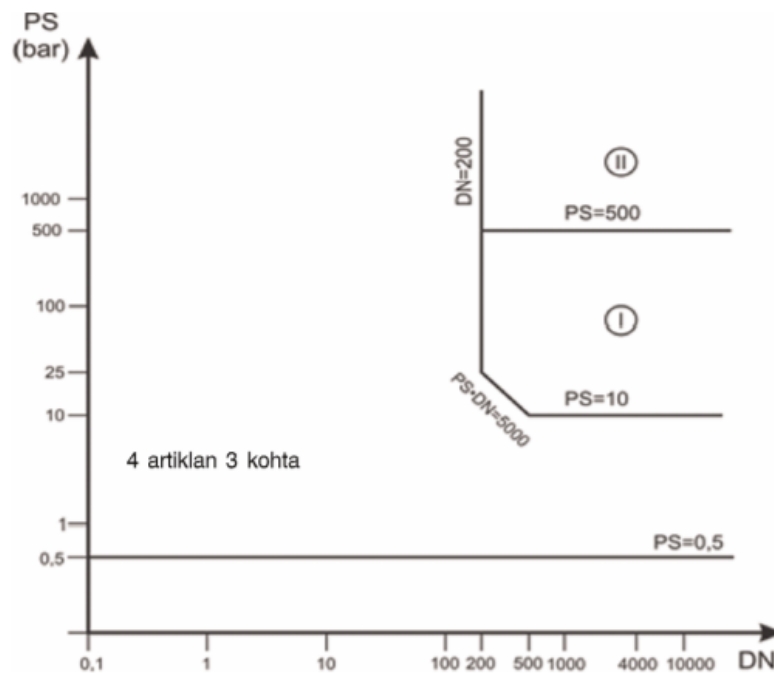
Painelaitedirektiivin mukaisesti putkistot luokitellaan luokkiin I-III sekä hyvän konepajakäytännön (SEP) mukaisiin putkistoihin. Luokan III putkistot ovat vaarallimpia ja asettavat eniten vaatimuksia tarkastusten osalta. Kuvioissa 3 ja 4 on esitetty arviointitaulukot tapauksissa, kun sisältö on kaasumainen ryhmän 1 kemikaali ja nestemäinen ryhmän 2 kemikaali. Kaikki arviointitaulukot löytyvät painelaitedirektiivistä. Kuvioista nähdään, että sekä putkiston nimellissuuruus (DN) että suurin sallittu käyttöpaine (PN) vaikuttavat putkistojen luokitukseen sisällön lisäksi. Tämä luokitus määrää putkiston vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 12–14.) On huomattava, että kemikaaliturvallisuusohjeiden mukaisesti ”kemikaaliputkistoihin sovelletaan vähintään painelaitesäädösten tarkoittaman luokan I vaatimuksia, vaikka putkistot eivät painelaitesäädösten mukaan kuuluisikaan luokan I vaatimusten piiriin” (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 3).

Kuviossa 3 on arviointitaulukko putkistoille, joiden sisältö on ryhmän 1 mukainen kaasu. SEP-luokitus on alue, jossa lukee 4 artiklan 3 kohta.



Kuvio 3. Kaasumainen ryhmän 1 sisältö (Painelaitedirektiivi 2014/68/EU; 189/218)

Kuviossa 4 on tilanne, jossa putkiston sisältö on ryhmään 2 kuuluvaa ja neste-mäistä.



Kuvio 4. Nestemäinen ryhmän 2 sisältö (Painelaitedirektiivi 2014/68/EU, 189/219)

Kun putkiston luokitus on saatu selville näiden arviointitaulukoiden avulla, tiedetään, minkä taulukon 1 mukaisen moduulin mukaan putkistojen vaatimustenmukaisuus määritetään. Moduuleista selviää, mitkä ovat valmistajan vastuut ja mitkä ilmoitetun laitoksen. Ilmoitetut laitokset vastaavat EU-säädösten asettamien vaatimustenmukaisuusarviointien hoitamisesta. Putkiston valmistaja merkitsee putkistot CE-merkinnällä. On tärkeää huomata, että SEP-luokan putkistoille ei saa laatia CE-merkintää. Putkiston valmistajan on laadittava vaatimustenmukaisuustodistus eli valmistaja ottaa vastuun koko putkistosta. (FINAS 2016; Purje 2017.)

Taulukko 1. Vaatimustenmukaisuuden arviointitaulukot (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 31)

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

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-tyypitarkastus - tuotantotyyppi	Ilmoitettu laitos tarkastaa tyypin vaatimustenmukaisuuden
	EU-tyypitarkastus - suunnittelutyyppi	Ilmoitettu laitos tarkastaa suunnitelman vaatimustenmukaisuuden
C2	Sisäiseen tuotannonvalvontaan perustuva tyypinmukaisuus ja satunnaisin väliajoin suoritettavat valvotut painelaitetarkastukset	Valmistaja tekee loppuarvioinnin, jota ilmoitettu laitos valvoo
D	Tuotantoprosessin laadunvarmistukseen perustuva tyypinmukaisuus	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 tyypinmukaisuus	Valmistaja soveltaa testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
E1	Painelaitteiden lopputarkastuksen ja testauksen laadunvarmistus	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat sekä soveltaa testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
F	Painelaitteen tarkastukseen perustuva tyypinmukaisuus	Ilmoitettu laitos tekee tuotekohtaisen loppuarvioinnin
G	Yksikkökohtaiseen tarkastukseen perustuva vaatimustenmukaisuus	Ilmoitettu laitos tekee tuotteen suunnitelma- ja loppuarvioinnin
H	Täydelliseen laadunvarmistukseen perustuva vaatimustenmukaisuus	Valmistaja soveltaa suunnittelussa, valmistuksessa, testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
H1	Täydelliseen laadunvarmistukseen ja suunnittelun tarkastukseen perustuva vaatimustenmukaisuus	Valmistaja soveltaa suunnittelussa, valmistuksessa, testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos. Lisäksi ilmoitettu tekee suunnitelmataarkastuksen ja valvoo loppuarviointia

Viafin Process Piping Oy käyttää seuraavia moduuleja putkiston valmistajana toimiessaan:

- luokan I putkistoille moduuli A
- luokan II putkistoille moduuli A2
- luokan III putkistoille moduuli G (Jauhola 2017).

3.4 Maakaasuasetus

Maakaasulla tarkoitetaan kaasuseosta, joka sisältää pääosin metaania ja muita kevyitä hiilivetyjä. Sitä saadaan maaperästä. Valtioneuvosto on vuonna 2009 säätänyt asetuksen maakaasun käsittelyn turvallisuudesta. Asetuksen piiriin kuuluvat kaikki putkistot ja laitteistot, jotka on tarkoitettu maakaasun jakeluun, siirtoon, käyttöön ja ajoneuvojen tankkaukseen. Asetus asettaa rajoitteita maakaasuputkistojen rakentamisesta sekä käytöstä, jotka suurelta osin ovat luvanvaraista toimintaa. Luvat maakaasuputkistojen rakentamiselle myöntää Turvatekniikan keskus. Asennustyön tekijälle on asetettu vaatimuksia, jotka tulee täyttää. Lisäksi asennusliikkeen on oltava Turvatekniikan keskuksen hyväksytyjen liikkeiden rekisterissä. Maakaasuputkistoille tulee tehdä ennen käyttöönottoa painekokeen sisältävä käyttöönottotarkastus. Lisäksi on tehtävä määräaikaistarkastuksia. Viafin Process Piping Oy on Tukesin hyväksymä kaasuasennusliike. (Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta 551/2009, 1. luku 1,4; 2. luku 6 – 8; 3. luku 10, 4; luku 16,18.)

4 HITS AUS

Hitsaus on ”*valmistusmenetelmä, jolla osia liitetään tai päällystetään käyttämällä hyväksi lämpöä ja/tai puristusta siten, että osat muodostavat jatkuvan yhteyden. Hitsauksessa voidaan käyttää lisäainetta, jonka sulamispiste on suunnilleen sama kuin perusaineen*” (SFS 3052 1995, 2). Standardit ohjaavat työskentelyä myös hitsauksessa, jotta saavutettaisiin vaadittu laadun taso.

4.1 Hitsiluokat

Standardi SFS 3052 (1995, 45) määrittelee hitsiluokan ”hitsin laatua kuvaavaksi tunnuksesi”. Hitsiluokat vaikuttavat tuotannon laatuun. Hitsit voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan standardin SFS-EN ISO 5817 sen mukaan, mitä hitsausvirheitä ne sallivat. Nämä hitsiluokat ovat D eli tyydyttävä, C eli hyvä ja B eli vaativa. C-luokka on yleisin käytössä oleva hitsiluokka. (SFS-EN ISO 5817 2014, 10.)

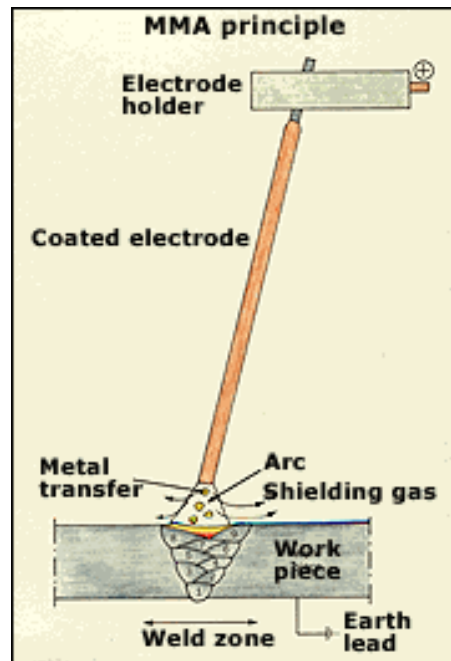
4.2 Hitsausmenetelmät

Hitsausmenetelmät muodostavat kaksi pääryhmää, jotka ovat sulahitsaus ja puristushitsaus. Sulahitsauksessa hitsi muodostuu, kun liitettävien osien pinnat sulatetaan. Sulan jäähtyessä muodostuu liitos osien välille. Yleisin sulahitsauksen muoto on kaarihitsaus. Kaarihitsauksen tärkeimpiä hitsausmenetelmiä ovat puikkohitsaus, MIG/MAG-hitsaus sekä TIG-hitsaus. Puristushitsauksen periaate on nimensä mukaisesti liitettävien kappaleiden puristamista yhteen. Puristushitsauksen tärkein hitsausmenetelmä on vastushitsaus. (Lukkari 1997, 20 – 23.)

Eri hitsausmenetelmille on annettu jokaiselle oma numerotunnuksensa standardin SFS-EN ISO 24063 mukaan. Näitä hitsausmenetelmien numeroita käytetään hitsausohjeissa ja hitsaajien pätevyystodistuksissa. (Kyröläinen & Lukkari 2002, 263.)

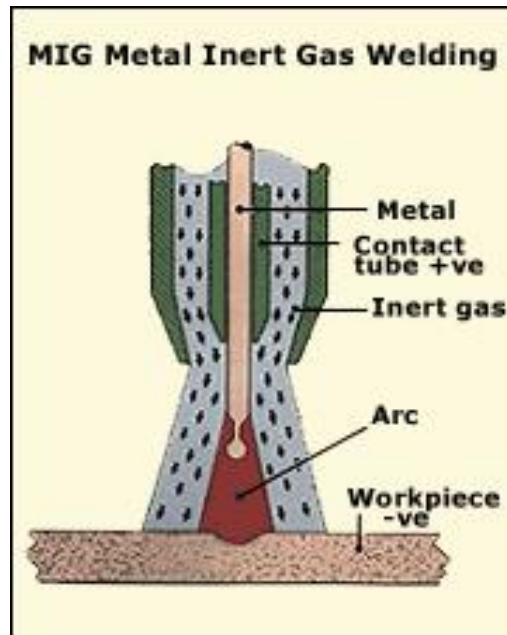
Puikkohitsaus (111) on metallikaarihitsausmenetelmä, jota voidaan käyttää kaikkialla. Sen käyttökohteita ovat muun muassa putkistot, korjaushitsaukset sekä painelaitteet. Puikkohitsauksen etuihin voidaan lukea mahdollisuus hitsata kaikissa asennoissa, aikaansaattava hyvä hitsin laatu sekä joustavuus erilaisissa hitsauskohteissa. Puikkohitsauksessa hitsausaineena toimii itse hitsauspuikko,

joka koostuu sydänlangasta sekä sitä ympäröivästä päällysteestä. Näiden materiaalit vaikuttavat hitsauspuikon ominaisuuksiin ja käyttökohteeseen. Puikkohitsauksessa hitsattavan kappaleen ja puikon välille syntyy valokaari, joka sulattaa sydänlangaa ja sulaa metallia pääsee siirtymään hitsattavan kappaleen metallisulaan. Kuvassa 3 on havainnollistava kuva hitsausprosessista. (Lukkari 1997,88; Kyröläinen & Lukkari 2002, 268.)



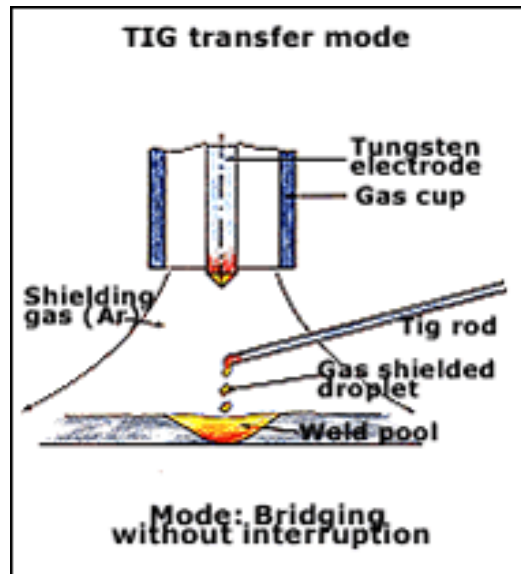
Kuva 3. Puikkohitsaus (ESAB 2017a)

MIG-hitsaus (131) ja MAG-hitsaus (135) ovat kaarikaasuhitsausmenetelmiä, joissa hitsauslangan ja hitsattavan työkappaleen välillä palava valokaari on suojakaasun ympäröimä. Hitsauslangasta sulava metalli siirtyy hitsisulaan. Kuvassa 4 on MIG-hitsauksen prosessi. MIG- ja MAG-menetelmät eroavat toisistaan niiden käyttämän suojakaasun mukaan. MIG-hitsauksessa suojakaasu on inertti eli se ei reagoi hitsisulassa olevien aineiden kanssa. MAG-hitsauksessa suojakaasu on aktiivinen eli se reagoi. Hitsauslangan materiaali sekä suojakaasu valitaan tapauskohtaisesti hitsattavan kappaleen mukaan. MIG/MAG-hitsausta voidaan käyttää kaikkialla, mutta etenkin ohutlevyjä hitsattaessa sitä käytetään paljon. MIG-MAG-hitsauksen etuja ovat esimerkiksi lisäaineen jatkuva syöttö ja hitsaus kaikissa asennoissa. (Lukkari 1997, 159, 175 – 177; Kyröläinen & Lukkari 2002, 283.)



Kuva 4. MIG-hitsaus. (ESAB 2017b)

TIG-hitsaus (141) on kaasukaarihitsausmenetelmä, jossa sulamattoman volframi-elektroodin ja hitsattavan kappaleen välille muodostuu valokaari suojakaasun ympäröidessä sitä. Suojakaasuna käytetään inerttiä kaasua. Käsinhitsauksessa mahdollinen lisäaine on hitsauslankana, joka tuodaan käsin hitsisulaan. Kuvassa 5 on TIG-hitsauksen periaate. TIG-hitsauksen käyttökohteet ovat monipuoliset korjaushitsauksista tuotantohitsauksiin. Erityisesti sitä käytetään vaativien putkistojen hitsauksessa. Yksi TIG-hitsauksen menetelmistä on orbitaalihitsaus, joka on kapearailohitsausmenetelmä. (Lukkari 1997, 255; Kyröläinen & Lukkari 2002, 350 – 351.)



Kuva 5. TIG-hitsaus (ESAB 2017c)

4.3 Materiaaliryhmät

Teräkset voidaan luokitella yhteentoista eri pääluokkaan riippuen niiden ominaisuuksista. Lisäksi näillä pääluokilla on alaluokkia, joissa ominaisuudet vielä tarkentuvat. Taulukossa 2 on esitetty terästen luokittelu. Yleisimpiä putkistoalalla ovat ryhmään 1 kuuluvat hiiliteräokset, ryhmään 8 kuuluvat ruostumattomat austeniittiset teräokset sekä ryhmään 10 kuuluvat duplex-teräokset. Paineenalaisille osille on esitetty vaatimuksia standardissa SFS-EN 13480-2:2013 muun muassa murtovenymän, aineodistusten ja kemiallisten koostumusten osalta. Terästen ryhmät vaikuttavat NDT-tarkastuksiin. (SFS-EN 13480-2:2013, 12 – 14,22.)

Taulukko 2. Terästen ryhmittely (CEN ISO/TR 15608:2017:fi, 6 – 7)

Ryhmä	Alaryhmä	Teräslaji
1		Teräkset, joiden ohjeellinen pienin myötöraja $R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ ja analyysipitoisuudet ovat %
		$C \leq 0,25$
		$Si \leq 0,60$
		$Mn \leq 1,8$
		$Mo \leq 0,70^b$
		$S \leq 0,045$
		$P \leq 0,045$
		$Cu \leq 0,40^b$
		$Ni \leq 0,5^b$
		$Cr \leq 0,3$ (0,4 valuille) ^b
		$Nb \leq 0,06$
		$V \leq 0,1^b$
		$Ti \leq 0,05$
	1.1	Teräkset, joiden ohjeellinen pienin myötöraja $R_{eH} \leq 275 \text{ N/mm}^2$
	1.2	Teräkset, joiden ohjeellinen pienin myötöraja $275 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$
	1.3	Normalisoidut hienoraeteräkset, joiden ohjeellinen pienin myötöraja $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ *
	1.4	Säänkestävät teräkset, joiden analyysipitoisuudet saattavat ylittää annetut pitoisuudet ryhmän 1 seosaineille
2		Termomekaanisesti valssatut hienoraeteräkset ja valuteräkset, joiden ohjeellinen pienin myötöraja $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	2.1	Termomekaanisesti valssatut hienoraeteräkset ja valuteräkset, joiden ohjeellinen pienin myötöraja $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$
	2.2	Termomekaanisesti valssatut hienoraeteräkset ja valuteräkset, joiden ohjeellinen pienin myötöraja $R_{eH} > 460 \text{ N/mm}^2$
3		Nuorrutusteräkset ja erkautuskarkenevat teräkset, paitsi ruostumattomat teräkset, joiden ohjeellinen pienin myötöraja $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	3.1	Nuorrutusteräkset, joiden ohjeellinen pienin myötöraja $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 690 \text{ N/mm}^2$
	3.2	Nuorrutusteräkset, joiden ohjeellinen pienin myötöraja $R_{eH} > 690 \text{ N/mm}^2$
	3.3	Erkautuskarkenevat teräkset, paitsi ruostumattomat teräkset
4		Niukasti vanadiinilla seostetut Cr-Mo-(Ni)-teräkset, joissa $Mo \leq 0,7 \%$ ja $V \leq 0,1 \%$
	4.1	Teräkset, joissa $Cr \leq 0,3 \%$ and $Ni \leq 0,7 \%$
	4.2	Teräkset, joissa $Cr \leq 0,7 \%$ and $Ni \leq 1,5 \%$
5		Vanadiinia sisältämättömät Cr-Mo-teräkset, joissa $C \leq 0,35 \%$
	5.1	Teräkset, joissa $0,75 \% \leq Cr \leq 1,5 \%$ ja $Mo \leq 0,7 \%$
	5.2	Teräkset, joissa $1,5 \% < Cr \leq 3,5 \%$ ja $0,7 \% < Mo \leq 1,2 \%$
	5.3	Teräkset, joissa $3,5 \% < Cr \leq 7,0 \%$ ja $0,4 \% < Mo \leq 0,7 \%$
	5.4	Teräkset, joissa $7,0 \% < Cr \leq 10,0 \%$ ja $0,7 \% < Mo \leq 1,2 \%$
* Suom. huom. Tämä ilmaisutapa on selventävä toimituksellinen muutos.		

Ryhmä	Alaryhmä	Teräslaji
6		Runsaasti vanadiinilla seostetut Cr-Mo-(Ni)-teräkset
	6.1	Teräkset, joissa $0,3 \% \leq \text{Cr} \leq 0,75 \%$, $\text{Mo} \leq 0,7 \%$ ja $\text{V} \leq 0,35 \%$
	6.2	Teräkset, joissa $0,75 \% < \text{Cr} \leq 3,5 \%$, $0,7 \% < \text{Mo} \leq 1,2 \%$ ja $\text{V} \leq 0,35 \%$
	6.3	Teräkset, joissa $3,5 \% < \text{Cr} \leq 7,0 \%$, $\text{Mo} \leq 0,7 \%$ ja $0,45 \% \leq \text{V} \leq 0,55 \%$
	6.4	Teräkset, joissa $7,0 \% < \text{Cr} \leq 12,5 \%$, $0,7 \% < \text{Mo} \leq 1,2 \%$ ja $\text{V} \leq 0,35 \%$
7		Ferriittiset, martensiittiset tai erkautuskarkenevat ruostumattomat teräkset, joissa $\text{C} \leq 0,35 \%$ ja $10,5 \% \leq \text{Cr} \leq 30 \%$
	7.1	Ferriittiset ruostumattomat teräkset
	7.2	Martensiittiset ruostumattomat teräkset
	7.3	Erkautuskarkenevat ruostumattomat teräkset
8		Austeniittiset ruostumattomat teräkset, $\text{Ni} \leq 35 \%$
	8.1	Austeniittiset ruostumattomat teräkset, joissa $\text{Cr} \leq 19 \%$
	8.2	Austeniittiset ruostumattomat teräkset, joissa $\text{Cr} > 19 \%$
	8.3	Mangaaniseosteiset austeniittiset ruostumattomat teräkset, joissa $4 \% < \text{Mn} \leq 12 \%$
9		Nikkeliseostetut teräkset, joissa $\text{Ni} \leq 10,0 \%$
	9.1	Nikkeliseostetut teräkset, joissa $\text{Ni} \leq 3,0 \%$
	9.2	Nikkeliseostetut teräkset, joissa $3,0 \% < \text{Ni} \leq 8,0 \%$
	9.3	Nikkeliseostetut teräkset, joissa $8,0 \% < \text{Ni} \leq 10,0 \%$
10		Austeniittis-ferriittiset teräkset (duplex-teräkset)
	10.1	Austeniittis-ferriittiset teräkset, joissa $\text{Cr} \leq 24 \%$ ja $\text{Ni} > 4 \%$
	10.2	Austeniittis-ferriittiset teräkset, joissa $\text{Cr} > 24 \%$ ja $\text{Ni} > 4 \%$
	10.3	Austeniittis-ferriittiset teräkset, joissa $\text{Ni} \leq 4 \%$
11		Teräkset, jotka kuuluvat ryhmään 1 ^c paitsi $0,30 \% < \text{C} \leq 0,85 \%$
	11.1	Ryhmän 11 teräkset, joissa $0,30 \% < \text{C} \leq 0,35 \%$
	11.2	Ryhmän 11 teräkset, joissa $0,35 \% < \text{C} \leq 0,5 \%$
	11.3	Ryhmän 11 teräkset, joissa $0,5 \% < \text{C} \leq 0,85 \%$
Kappaleanalyysin perusteella voidaan katsoa ryhmän 2 terästen kuuluvan ryhmään 1.		
Jos materiaalilla on paksuudesta riippuvia erilaisia ohjeellisia pienimpiä myötölujuuksia, alaryhmän määrittämiseen käytetään suurinta myötölujuutta.		
a	Terästen tuotestandardien spesifikaation mukaan R_{eH} voidaan korvata arvoilla $R_{p0,2}$ tai $R_{t0,5}$.	
b	Korkeampi arvo sallitaan, edellyttäen $\text{Cr} + \text{Mo} + \text{Ni} + \text{Cu} + \text{V} \leq 0,75 \%$.	
c	Korkeampi arvo sallitaan, edellyttäen $\text{Cr} + \text{Mo} + \text{Ni} + \text{Cu} + \text{V} \leq 1 \%$.	

4.4 WPQR

WPQR:llä tarkoitetaan hitsausmenetelmän hyväksymispöytäkirjaa, jonka avulla pystytään osoittamaan hitsausmenetelmän toteuttavan vaadittavat mekaaniset ominaisuudet. Menetelmäkokeen tekeminen voi olla vaatimuksena esimerkiksi tuotestandardissa tai työn tilaaja voi vaatia sitä. Jokaisesta käytetystä hitsausmenetelmästä laaditaan alustava hitsausohje pWPS, joka täytyy vahvistaa ja hyväksyä menetelmäkokeella. Mikäli menetelmäkoe hyväksytään, voidaan laatia varsinainen hitsausohje WPS. (SFS-EN ISO 15614-1 2017, 6 – 9.)

Menetelmäkokeet suoritetaan standardin SFS-EN ISO 15614 mukaisesti ilmoitetun laitoksen/ luokituslaitoksen valvonnassa. Menetelmäkokeessa hitsataan

standardikoelempale tuotantoa vastaavalla hitsausliitoksella. Hitsatulle kappaleelle tehdään sekä rikkomattomia aineenkoetuksia että rikkovia aineenkoetuksia. WPQR kattaa laajasti vaatimukset muun muassa tietyn hitsausmenetelmän, materiaalityhmän ja hitsausasentojen suhteen. (SFS-EN ISO 15614-1 2017, 18, 21 – 27.)

4.5 WPS

WPS tarkoittaa hyväksyttyä hitsausohjetta. Se sisältää kaiken tarvittavan tiedon hitsaukseen liittyen, jotta hitsaus voidaan suorittaa ja se on toistettavissa. WPS ohjaa omalta osaltaan siten hitsauksen laatua. Standardissa SFS-EN ISO 15609-1 on esitetty, mitä kaikkea kaarihitsausmenetelmien hitsausohjeiden tulee sisältää. Näitä tietoja ovat esimerkiksi hitsausmenetelmä, perusaine, railomuoto, hitsausasento ja hitsausparametrit. Hitsausohjeesta löytyy aina viittaus sen hyväksymiseen käytettyyn menetelmäkoepöytäkirjaan eli WPQR:ään. WPS on tärkeä osa laadun varmistamista, koska noudatettaessa WPS:ää voidaan olettaa hitsin olevan vaatimusten mukainen. (Kyröläinen & Lukkari 2002, 249; SFS-EN ISO 15609-1 2004, 8 – 10.)

4.6 Hitsaajan pätevyyskoe

Laatuun liittyy olennaisena osana hitsaajien taito sekä hitsausprosessin suorittamiseen että ohjeiden noudattamiseen. Hitsaajan pätevyys käsin tehtävään sula- hitsaukseen voidaan todentaa standardin SFS-EN ISO 9606-1 mukaan. (Kyröläinen & Lukkari 2002, 249.)

Hitsauksessa on paljon oleellisia muuttujia, joille kaikille on määritelty pätevyysalue. *Nämä oleelliset muuttujat ovat seuraavat:*

- *hitsausprosessi*
- *tuotemuoto*
- *hitsilaji*
- *lisäaineryhmä*
- *lisäainetyyppi*

- *hitsattavan kappaleen mitat*
- *hitsausasento*
- *hitsin yksityiskohdat.* (SFS-EN ISO 9606-1 2017, 11 – 12.)

Hitsaajan pätevyyskoe pätevöittää tiettyyn pätevyysalueeseen näiden muuttujien suhteen. Tarkemmat määritelmät jokaisesta muuttujasta on standardissa. Mikäli hitsaajan täytyy työskennellä näiden pätevyysalueiden ulkopuolella, täytyy hänen suorittaa uusi pätevyyskoe. (SFS-EN ISO 9606-1 2017, 11 – 12.)

Pätevyyskoetta hitsattaessa hitsaaja noudattaa pWPS:ää tai WPS:ää valvojan läsnä ollessa ja hitsattu kappale testataan standardin mukaisesti. Mikäli testitulokset ovat hyväksyttäviä, saa hitsaaja pätevyystodistuksen. Se on vahvistettava puolen vuoden välein sekä jatkettava määräajoin, jotta pätevyystodistuksen voimassaolo säilyy. Suorittaessaan pätevyyskokeen hyväksytysti hitsaajalla on pätevyys hitsata myös pätevyyskoetta helpompia hitsejä. (SFS-EN ISO 9606-1 2017, 23, 29 – 30.)

4.7 NDT-tarkastukset

Rikkomaton aineenkoetus eli NDT-testaus (Non-Destructive Testing) on tarkastusmenetelmä, jolla saadaan selville hitsien mahdollisia virheitä rikkomatta hitsattua kappaletta. NDT-testauksen avulla varmistutaan hitsauksen laadusta.

Käytetyt NDT-tarkastukset ovat silmämääräinen tarkastus (VT), pintatarkastusmenetelmiin lukeutuvat tunkeumanestetarkastus (PT) ja magneettijauhetarkastus (MT) sekä volumetriset menetelmät eli radiografinen tarkastus (RT) ja ultraäänitarkastus (UT). Silmämääräinen tarkastus tehdään aina ennen muita tarkastuksia. Siinä tarkastellaan, täyttääkö hitsi vaatimukset päällisin puolin. Silmämääräisen tarkastuksen saa suorittaa henkilö, jolla on riittävä kokemus ja tietotaito siihen. Tunkeumanestetarkastuksessa käytetään avuksi tunkeumanestettä, joka imeytyy hitsin pintaan ulottuviin virheisiin. Magneettijauhetarkastusta voidaan käyttää ferromagneettisille materiaaleille. Tässä tarkastusmenetelmässä magneettijauhe kerääntyy hitsipinnan läheisyydessä oleviin virheisiin. Radiografiassa tarkastuksessa hitsit kuvataan ionisoivan säteilyn avulla. Etenkin kolmiulot-

teisten virheiden havaitseminen onnistuu hyvin radiografisella tarkastuksella. Ultraäänitarkastuksessa hitsiin kohdistetaan ääniaaltoja, jotka heijastuvat mahdollisista hitsausvirheistä. PT-, MT-, RT- ja UT-tarkastukset saa suorittaa vain tarkastuksiin pätevöitynyt henkilö. Kaikista tehdyistä NDT-tarkastuksista on laadittava raportit. (Lukkari 1997, 38 – 39; SFS-EN 13480-5 2017, 7,17 – 18.)

Taulukossa 3 on esitetty standardin SFS-EN 13480-5 taulukko eri hitsien tarkastuslaajuudesta. Tarkastuslaajuuteen vaikuttavat niin hitsattava materiaali, putkiston luokitus kuin hitsityyppi. Lisäksi painekokeen suoritustavalla on vaikutusta. Mikäli kyseessä on eripariliitos, eli hitsataan yhteen eri materiaaleista olevat osat, NDT-tarkastukset tehdään korkeamman tarkastuslaajuuden omaavan materiaalityypin mukaan. (SFS-EN 13480-5 2017, 15 – 17.)

Taulukko 3. NDT-testausten tarkastuslaajuudet (SFS-EN 13480-5 2017, 15)

Materiaaliryhmä ^{a)}	Luokka	Kaikki hitsit	Kehähitsit			Yhdehitsit						Hitsit porrastetuissa liitoksissa/ pienahitsit		Tiivistyshitsit	
			Pintatarkastus		Volumetrinen tarkastus ^{b)}	Pintatarkastus		Volumetrinen tarkastus ^{b),k)}		RT/UT	e _n	MT/PT	e _n	MT/PT	Pintatarkastus
			VT	e _n	RT/UT	Yhteen halkaisija	e _n ^{b)}	Yhteen halkaisija ^{j)}	e _n ^{b)}						
			%	mm	%	mm	mm	mm	mm	%	mm	%	mm	%	mm
1.1, 1.2, 8.1	I	100	0	(5) ^{f)} g)	5	Kaikki	0	All	0	0	Kaikki	0	Kaikki	0	0
	II				(10) ^{g)}		(5) ^{f)} g)								
	III				10		10								
1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 8.2, 8.3, 9.1, 9.2, 9.3, 10.1, 10.2	I	100	≤ 30	5	10	Kaikki ^{e)}	10	Kaikki	0	0	Kaikki ^{e)}	10	Kaikki ^{e)}	5	
			> 30	10	10										
	II		≤ 30	5	10										
			> 30	10	10	Kaikki	10	> DN 100	> 15	10	Kaikki	25	Kaikki	25	
	III		≤ 30	5	10										
			> 30	10	(25) ^{d)} f)										
3.1, 3.2, 3.3, 5.3, 5.4, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.1, 7.2	I	100	≤ 30	10	25	Kaikki	25	> DN 100	> 15	25	Kaikki	25	Kaikki	10	
			> 30	25	25										
	II		≤ 30	25	25										
			> 30	25	25	100	100			100		100		100	
	III		≤ 30	100	25										
			> 30	100	25										

^{a)} Materiaaliryhmä, katso CEN ISO/TR 15608.
^{b)} Asianmukaisen NDT-menetelmän valitseminen volumetriseen tarkastukseen, katso kohta 8.4.4.3.
^{c)} Katso kohta 8.4.4.2.
^{d)} Lisätarkastus hitsin poikkittaisille virheille hitsin pinnassa (ks. EN ISO 17640:2010, tarkastustaso C).
^{e)} Vain jos jälkilämpökäsittely on tehty.
^{f)} Suluissa oleva arvo käytetään putkistoille, joissa viruminen tai väsyminen on määräävä tekijä suunnittelussa.
^{g)} Suluissa oleva arvo käytetään putkistoille, joille tehdään kaasupainekoe paineella, joka on 1,1-kertaa suurin sallittu käyttöpain.
^{h)} e_n on yhdeputken nimellishalkaisija hitsin kohdalla (ks. W3, W3.1 ja W6 standardin EN 13480-4:2012 kuvissa 9.14.4-1 ja 9.14.4-2).
ⁱ⁾ Osille ilman DN-merkintää voidaan DN > 100 sijasta käyttää d_i > 120 mm.
^{j)} Jos molemmat ehdot (yhdehalkaisija ja nimellispaksuus) täyttyvät, vaaditaan volumetrinen tarkastus.

Mikäli tarkastettavissa hitseistä löytyy hitsausvirheitä, ne on korjattava käytössä olevien hitsausohjeiden mukaisesti ja on tehtävä lisätarkastuksia seuraavan lisätauksen mukaan:

a) Samasta hitsiryhmästä tarkastetaan kaksi lisähitsiä samalla menetelmällä tai menetelmillä.

b) Jos nämä lisähitsit ovat hyväksyttäviä, alkuperäinen hitsi on korjattava tai uusittava ja tutkittava uudelleen alkuperäisellä menetelmällä tai menetelmillä.

c) Jos yhdessäkin näistä kohdassa a) vaadituissa lisähitseissä löytyy hylkäykseen johtava virhe, tutkitaan samasta hitsiryhmästä vielä kaksi lisähitsiä samalla menetelmällä tai menetelmillä.

d) Jos nämä kohdassa c) vaaditut kaksi lisähitsiä ovat hyväksyttäviä, on alkuperäinen hitsi ja hitsi(t), jotka kohdan c) mukaan on tutkittu ja todettu hylätyiksi, korjattava tai korvattava tai uusittava sekä tutkittava uudelleen alkuperäisellä menetelmällä tai menetelmillä.

e) Jos yhdessäkin näistä kohdassa c) vaadituissa lisähitseistä löytyy hylkäykseen johtava virhe, on kaikki tuon hitsiryhmän hitsit tutkittava ja tarvittaessa korjattava tai uusittava sekä tutkittava uudelleen. (SFS-EN 13480-5 2017, 13.)

4.8 Painekokeet

Kun putkistot ovat valmiit ja niille on suoritettu tarvittavat testaukset, on niille tehtävä painekoe. Painekekokeessa putkistot ovat paineenalaisia, joten se tulee tehdä turvallisuusasiat huomioon ottaen valvotuissa olosuhteissa. Painekoe voidaan tehdä joko nestepainekekokeena tai kaasupainekekokeena. Standardissa SFS-EN 13480-5 on ohjeet ja vaatimukset molempien painekokeiden suorittamiseksi. Standardissa on myös määritetty, että kaasupainekekokeen saa tehdä vain tilanteissa, joissa nestepainekoe ei ole mahdollinen esimerkiksi putkiston vaatimusten vuoksi. Kaasupainekekokeessa putkiston paine on 1,1-kertainen suunnittelupaineeseen verrattuna, kun nestepainekekokeessa kerroin on 1,43. Kaasupainekoe asettaa aiempien NDT-tarkastustajuuksien lisäksi lisävaatimuksia, jotka on esitetty taulukossa 4. Ennen painekokeen suorittamista tulee olla tehtynä putkiston tarkastus, jotta kaikki on kunnossa ja painekokeen ulkopuolelle jäävät instrumentit ja putkiston osat on irrotettu tai erotettu paineistettavasta alueesta. Suoritetusta painekokeesta laaditaan painekoepöytäkirja. (SFS-EN 13480-5 2017, 20 – 24.)

Taulukko 4. NDT-lisätarkastustaajuus kaasupainekokeessa (SFS-EN 13480-5 2017, 50)

Hitsilaji	NDT-tarkastuslaajuus
Kehähitsit, yhteet ja haarat $DN \geq 100$	10 % ^{a)} RT tai UT, pituushitsien risteyskohdat on sisällytettävä
Yhde- ja haarahitsit, kun $DN < 100$ sekä hitsit porrastetuissa liitoksissa	Materiaaliryhmät 1.1, 1.2, 8.1 5 % PT tai MT Muut materiaaliryhmät 5 % PT tai MT
Pituus- ja kierresaumahitsit, ellei niille ole tehty NDT:tä tai painekoetta putken/osan valmistajan toimesta	100 % RT tai UT
^{a)} Kun $DN \leq 600$, tarkastetaan 10 % hitseistä 100 %. Kun $DN > 600$, tarkastetaan 10 % hitsien kokonaispituudesta.	

4.9 Dokumentointi

Dokumentointi on tärkeässä osassa laadunhallintaa. Putkiston luokitus vaikuttaa vaadittaviin dokumentteihin. Taulukossa 5 on esitetty standardin SFS-EN 13480-5 mukaisesti, mitä dokumentteja loppudokumentaatio vaatii miltäkin putkistoluokalta. (SFS-EN 13480-5 2017, 24 – 25.)

"x" tarkoittaa, että asiakirja on oltava mukana loppudokumentaatiossa.

HUOM. Katso PED liite VII, jossa esitetään vaatimustenmukaisuusvaakuutus, jonka on oltava saatavilla, jos putkisto kuuluu luokkiin I, II ja III ja se on saatettu markkinoille maassa, jossa PEDiä sovelletaan.

a) Riippuu valmistajan päätöksestä.

b) Ellei sisälly laitoksen tai kokoonpanon käyttöohjeisiin.

5 LAADUN VARMISTAMINEN

Teollisuusputkistoalalla voidaan varmistua työskentelyn ja tuotteen laadusta seuraamalla yleisiä laatustandardeja sekä hitsausta ohjaavien standardien että painelaitedirektiivin asettamia vaatimuksia.

5.1 Töiden aloitus

Ennen töiden aloittamista on varmistettava hitsaajien pätevyydet ja pätevyystodistusten voimassaolo. Työntekijöillä on oltava oikeanlaiset WPS:t käytettävissä työkohteessa.

Valmistettavasta putkistosta pitää tietää, onko se painelaitedirektiivin alaista. Jos on, täytyy tietää mihin PED-luokkaan mikäkin putki kuuluu, koska luokitus vaikuttaa omalta osaltaan NDT-tarkastuksiin.

Asiakkaan kanssa on yhdessä päätettävä, miten hitsiryhmä määritellään. Tämä määrittely vaikuttaa NDT-tarkastuksiin. Yleinen määrittelytapa hitsiryhmille tehdään painekoekokonaisuuksien mukaan. Tällöin jokainen painekoeryhmä on oma hitsiryhmänsä. Lisäksi on tärkeää huomata, että yksi tällainen hitsiryhmä voi sisältää sekä konepajahitsejä että asennustyömaalla tapahtuvia hitsauksia. Tällöin on tärkeää, että sekä konepajasaumoista että asennussaumoista tulee tarkastettua sovittu riittävä määrä saumoja. Tästä voidaan huolehtia esimerkiksi jakamalla konepajasaumat ja asennussaumat vielä omiksi ryhmikseen.

5.2 NDT

NDT-tarkastukset ovat suuressa roolissa hitsauksen laadunvarmistuksessa. Tarkastusten tekeminen on tärkeää aloittaa heti töiden alusta alkaen ja jokaiselta hitsaajalta tulee tarkastaa ensimmäiset hitsit. Näin päästään tekemään korjaavat toimenpiteet välittömästi, mikäli hitsausvirheitä löytyy. Kaikille hitseille tulee tehdä silmämääräinen tarkastus ennen muita tarkastuksia. Pinta- ja volumetriset tarkastukset tehdään standardin SFS-EN 13480-5 mukaisesti. Näitä tarkastuksia varten pitää tietää seuraavat asiat:

- painekokeen tyyppi (kaasu/vesi)

Sitä mukaa, kun hitsauslokiin on täytetty hitsisaumat ja niiden NDT-tarkastuksia, voidaan pivot-aulukon avulla laskea toteutunut tarkastuslaajuus hitsiryhmä/hitsaaja/WPS-kohtaisesti. Taulukossa 7 on esimerkki pivot-aulukosta. Pivot-aulukko hakee automaattisesti hitsauslokin tiedot, jolloin saadaan määrällinen tieto jokaisen hitsaajan hitsaamista saumoista hitsiryhmä/WPS-kohtaisesti. Taulukosta nähdään, että se laskee hitsauslokin tietojen perusteella toteutuneen tarkastustoteutuman RT- ja PT/MT –tarkastuksille.

Taulukko 7. Pivot-aulukko

Arvot				Toteutuneet tarkastus %			
Koeponnistuspake	WPS	Hitsaaja	Määrä / Hitsauspvm.	Määrä / RT	Määrä / PT/MT	RT	PT/MT
Kaikki yhteensä							

Taulukossa 8 on esimerkkitaulukko täytetystä hitsauslokista. Tässä esimerkissä on piirustusnumerot ja hitsinumerot merkattu pelkillä x-kirjaimilla. Oikeassa käytössä näihin kohtiin merkitään oikeat tiedot putkistoisometreistä. Samoin VT-tarkastukset on tässä merkitty pelkästään x-kirjaimella, sekä RT- ja PT/MT-kohdat merkattu vain tehdyiksi. Oikeassa käytössä näihin kohtiin tulee merkata tarkastuspöytäkirjojen numerot. Tässä erimerkissä on kaksi hitsaajaa, AA ja BB. Käytössä on kolme eri WPS:ää, pienahitsille WPS 3, päittäishitsille WPS 1 ja istutushitsauksille WPS 2.

Taulukko 8. Täytetty hitsausloki

Koeponnistuspaketti	Piirustus-numero	Hitsi nro	Hitsin tyyppi (Päittäis / Istutus / Piena)	Halkaisija	WPS	Hitsaaja	Hitsauspvm.	VT	RT	PT/MT	REP	SAKKO
1 xxxx	x		Piena			3 AA	1.1.2018	x		tehty		
1 xxxx	x		Piena			3 BB	1.1.2018	x				
1 xxxx	x		Piena			3 BB	1.1.2018	x		tehty		
1 xxxx	x		Piena			3 BB	1.1.2018	x				
1 xxxx	x		Piena			3 BB	1.1.2018	x				
1 xxxx	x		Istutus	50	2 BB	1.1.2018	x			tehty		
1 xxxx	x		Istutus	50	2 AA	2.1.2018	x					
1 xxxx	x		Istutus	50	2 BB	1.1.2018	x					
1 xxxx	x		Päittäis	50	1 AA	1.1.2018	x					
1 xxxx	x		Päittäis	50	1 AA	1.1.2018	x					
1 xxxx	x		Piena		3 AA	1.1.2018	x					
1 xxxx	x		Istutus	50	2 AA	2.1.2018	x					
1 xxxx	x		Piena		3 BB	1.1.2018	x					
1 xxxx	x		Piena		3 BB	1.1.2018	x					
1 xxxx	x		Istutus	50	2 AA	2.1.2018	x					
1 xxxx	x		Istutus	50	2 AA	2.1.2018	x					
1 xxxx	x		Istutus	50	2 AA	2.1.2018	x					
1 xxxx	x		Päittäis	50	1 BB	1.1.2018	x		tehty			
1 xxxx	x		Päittäis	50	1 BB	1.1.2018	x					
1 xxxx	x		Päittäis	50	1 AA	1.1.2018	x					
1 xxxx	x		Päittäis	50	1 AA	1.1.2018	x		tehty	tehty		
1 xxxx	x		Päittäis	50	1 AA	1.1.2018	x					
1 xxxx	x		Päittäis	50	1 AA	1.1.2018	x					
1 xxxx	x		Istutus	50	2 AA	2.1.2018	x					

Kun hitsausloki on täytetty ja siihen on merkattu tehdyt tarkastukset, pivot-taulukon avulla saadaan laskettua toteutuneet tarkastustajuuudet. Tästä esimerkkinä on taulukko 9. Taulukosta nähdään, kuinka paljon prosentuaalisesti hitseistä on tehty RT- ja PT/MT-tarkastuksia hitsiryhmä/WPS/hitsaajakohtaisesti. Tässä esimerkissä nähdään, että hitsaaja BB:n WPS 1:llä hitsatuille hitseille ei ole tehty yhtään PT/MT-tarkastusta. Samoin hitsaaja AA:n WPS 2:lla hitsatuille hitseille ei ole tehty mitään tarkastuksia.

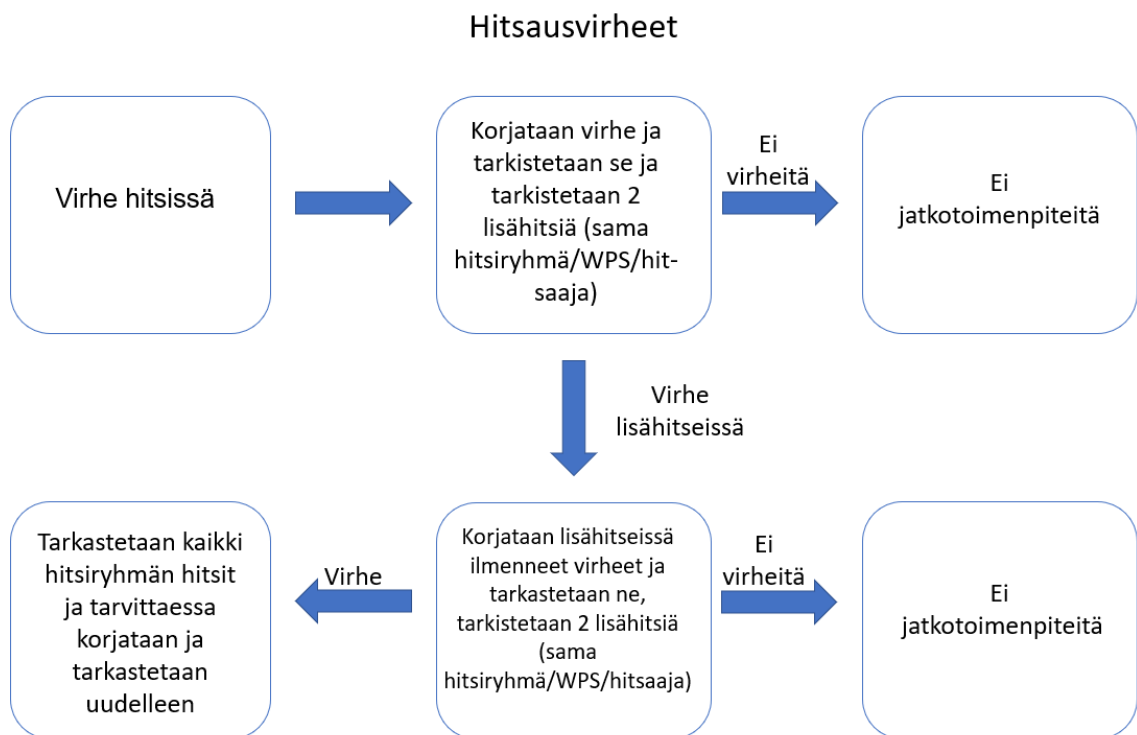
Taulukko 9. Esimerkin pivot-taulukko

Arvot				Toteutuneet tarkastus %			
Koeponnistuspaketti	WPS	Hitsaaja	Määrä / Hitsauspvm.	Määrä / RT	Määrä / PT/MT	RT	PT/MT
1	3	AA	2		1	0 %	50 %
		BB	6		1	0 %	17 %
	1	AA	6	1	1	17 %	17 %
		BB	2	1		50 %	0 %
	2	AA	6			0 %	0 %
		BB	2		1	0 %	50 %
Kaikki yhteensä			24	2	4	8 %	17 %

Pivot-taulukkoa olisi hyvä päivittää jatkuvasti sitä mukaa, kun hitsausloki päivittyy. Näin pysytään koko ajan tietoisina NDT-tarkastusten tilanteesta ja pystytään reagoimaan nopeasti, mikäli joltain hitsaajalta puuttuu tarkastuksia.

5.3 Virheet

Mikäli NDT-tarkastuksissa ilmenee virheitä, on toimittava standardin SFS-EN 13480-5 mukaisesti. Standardissa toimintaohje on sanallisessa muodossa. Jotta toimintamalli olisi helpommin ymmärrettävissä, tästä ohjeesta tehtiin kaavio. Kuviossa 5 on esitetty vuokaavion muodossa toimintamalli hitsausvirheiden esiintyessä. Virheitä korjattaessa on muistettava, että yhden sauman saa korjata kaksi kertaa. Tämän jälkeen koko sauma on katkaistava ja hitsattava uudelleen.



Kuvio 5. Hitsausvirheet

5.4 Laatuohjeiden päivitys

Viafin Process Pipingilla on käytössään toimintajärjestelmä, joka sisältää muun muassa toimintakäsikirjan ja työohjeita. Osana opinnäytetyötä tutustuin laatuasi-oihin liittyviin työohjeisiin. Laatuun liittyviä työohjeita on useita, esimerkiksi työoh-jeet menetelmäkokeista, hitsaajien pätevöinnistä ja painelaitedokumentoinnista. Yksi työohjeista käsittelee NDT-tarkastuksia. Osana tätä opinnäytetyötä kyseinen työohje päivitettiin. Työohjeeseen lisättiin kohta tarkastuslaajuuden toteutumisen seurannasta ja edellä ollut Excel-taulukko lisättiin osaksi tätä kohtaa. Kyseinen päivitetty työohje on luonnosvaiheessa ja odottaa yrityksen johtoryhmän hyväk-syntää.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen mutta haastava siinä mielessä, että iso osa lähdemateriaalista oli standardeja. Tavoitteena olleet alan laatuvaatimuksiin ja työskentelyä ohjaaviin standardeihin perehtyminen ja niiden kokoaminen yhteen onnistui hyvin ja oma tietämys ja sitä myöten ammattitaito laatuasioista kasvoi. Ulkoa näitä asioita ei tarvitse osata, mutta tulevaisuudessa osaan etsiä tarvittavan tiedon standardeista.

Koska opinnäytetyön yksi tavoitteita oli perehtyä alan standardeihin, varsinaisia tuloksia tämän tavoitteen myötä ei syntynyt, vaan standardeja on käyty läpi teoriaosuudessa. Työn tuloksiin kirjattiin kuitenkin ylös muutamia laadun kannalta tärkeitä asioita, joita tulee ottaa huomioon aina ennen uuden projektin alkua.

Opinnäytetyön tärkeimpänä tuloksena syntynyt Excel-taulukko tulee jatkossa olemaan apuväline kaikissa yrityksen projekteissa, joissa NDT-tarkastuslaajuutta tulee seurata. Haasteena on varmasti saada kaikki käyttämään kyseistä Exceliä, koska käytössä on ollut useita eri tyyplejä tarkastuslaajuuden seuraamiseen. Excelin avulla toivottavasti saadaan yhdenmukaistettua ja helpotettua tarkastuslaajuuksien seuraamista.

Rajallisen ajan takia tässä opinnäytetyössä ei ehditty Exceliä ottamaan käyttöön yrityksen projekteissa. Excelin toimivuutta ei siis päästy seuraamaan ja sitä myötä saamaan mahdollisia kehitysideoita sen suhteen. Excelin käyttöönotto ja sen käytön seuranta on mahdollinen jatkokehityksen kohde.

LÄHTEET

- CEN ISO/TR 15608:2017:fi. 2017. Metallisten materiaalien ryhmittely. Helsinki: SFS. Viitattu 16.11.2017. www.sfs.fi
- ESAB. 2017a. Puikkohitsaus. Viitattu 8.11.2017. <http://www.esab.fi/fi/fi/education/blog/puikkohitsaus.cfm>
- ESAB 2017b. MIG/MAG-hitsaus. Viitattu 8.11.2017. <http://www.esab.fi/fi/fi/education/blog/mig-mag-hitsaus.cfm>
- ESAB. 2017c. TIG-hitsaus. Viitattu 8.11.2017. <http://www.esab.fi/fi/fi/education/blog/tig-hitsaus.cfm>
- FINAS. 2016. Ilmoitettu laitos. Viitattu 25.11.2017. <https://www.finas.fi/akkreditointi/Akkreditointialueet/Sivut/Ilmoitettujen-laitosten-toiminta.aspx>
- Jauhola, J. 2017. Viafin Process Piping Oy. Myyntijohtajan haastattelu. 20.10.2017.
- Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset. 2017. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Viitattu 27.9.2017. https://tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Kemikaaliputkistojen_turvallisuusvaatimukset.pdf
- Kyröläinen, A. & Lukkari, J. 2002. Ruostumattomat teräkset ja niiden hitsaus. 2. painos. Tampere: MET.
- Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. uudistettu painos. Helsinki: Talentum.
- Lecklin, O. & Laine, R. 2009. Laadunkehittäjän työkalupakki. Innovatiivisen johtamisjärjestelmän rakentaminen. Helsinki: Talentum.
- Lukkari, J. 1997. Hitsaustekniikka. Perusteet ja kaarihitsaus. Helsinki: Opetushallitus.
- Lumijärvi, I. & Jylhäsaari, J. 2000. Laatujohtaminen ja julkinen sektori. Laadun ja tuloksen tasapaino johtamishaasteena. 2. painos. Helsinki: Gaudeamus.
- OHSAS 18001:fi 2007. Työterveys- ja työturvallisuusjohtamisjärjestelmät. Vaatimukset. Helsinki: SFS. Viitattu 28.10.2017. www.sfs.fi
- Painelaitedirektiivi 2014/68/EU. 2014. Viitattu 15.9.2017. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0068&from=fi>
- Purje, J. 2017. Inspecta. Johtavan asiantuntijan luento. Uusi painelaitedirektiivi. Tampere 30.3.2017.
- SFS 3052. 1995. Hitsaussanasto. Yleistermi. Helsinki: SFS. Viitattu 14.11.2017. www.sfs.fi

SFS-EN 1090. 2012. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Helsinki: SFS. Viitattu 2.11.2017. www.sfs.fi

SFS-EN 13480-2. 2016. Metalliset teollisuusputkistot. Osa 2: Materiaalit. Helsinki: SFS. Viitattu 14.10.2017. www.sfs.fi

SFS-EN 13480-5. 2017. Metalliset teollisuusputkistot. Osa 5: Tarkastus ja testaus. Helsinki: SFS. Viitattu 2.11.2017. www.sfs.fi

SFS-EN ISO 14001. 2015. Ympäristöjärjestelmät. Vaatimuksen ja niiden soveltamisohjeita. Helsinki: SFS. Viitattu 22.9.2017. www.sfs.fi

SFS-EN ISO 15164-1. 2017. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hyväksyntä menetelmäkokeella. Osa 1. Terästen kaari- ja kaasuhitsaus sekä nikkelin ja nikkeliseosten kaarihitsaus. Helsinki: SFS. Viitattu 12.11.2017. www.sfs.fi

SFS-EN ISO 15609-1. 2004. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hitsausohjeet. Osa 1: Kaarihitsaus. Helsinki: SFS. Viitattu 14.11.2017. www.sfs.fi

SFS-EN ISO 3834-2. 2006. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset Osa 2. Kattavat laatuvaatimukset. Helsinki: SFS. Viitattu 12.10.2017. www.sfs.fi

SFS-EN ISO 3834-5. 2015. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 5: Tarvittavat asiakirjat standardin ISO 3834-2, ISO 3834-3 ja ISO 3834-4 mukaisen vaatimusten osoittamiseksi. Helsinki: SFS. Viitattu 2.11.2017. www.sfs.fi

SFS-EN ISO 5817. 2014. Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsiluokat. Helsinki: SFS. Viitattu 26.11.2017. www.sfs.fi

SFS-EN ISO 9001. 2015. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Helsinki: SFS. Viitattu 30.9.2017. www.sfs.fi

SFS-EN ISO 9606. 2017. Hitsaajan pätevyyskoe. Helsinki: SFS. Viitattu 25.9.2017. www.sfs.fi

Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta 551/2009. Viitattu 28.10.2017. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090551>

Viafin Process Piping. 2017. Yritysesittely.

LIITTEET

Liite 1. Excel-taulukon käyttöohje.

LIITE 1

1. Lisää hitsisaumat huolellisesti hitsauslokiin esimerkin mukaisesti sitä mukaa kun niitä valmistuu.
2. Lokiin tulee merkitä hitsiryhmä, piirustusnumero, hitsin numero, hitsin tyyppi, halkaisija, käytetty WPS, hitsaajan tunnus sekä hitsauspäivämäärä. Hitsiryhmä on määriteltävä projektin alussa, esim. koeponnistuskohteisesti.
3. Kaikki merkinnät tulee tehdä samalla tyyllillä.

HITSAUSLOKI								Tarkastukset				
Hitsiryhmä	Piirustus-numero	Hitsi nro	Hitsin tyyppi (Päittäis / Istutus / Piena)	Halkaisija	WPS	Hitsaaja	Hitsauspvm.	VT	RT	PT/MT	REP	SAKKO
1	12345	1	Päittäis	50	VF00001	AA	1.1.2018					

4. Kun tarkastuksia on tehty, tarkastusten pöytäkirjojen numerot lisätään hitsauslokiin oikeiden hitsien kohdalle.

HITSAUSLOKI								Tarkastukset				
Hitsiryhmä	Piirustus-numero	Hitsi nro	Hitsin tyyppi (Päittäis / Istutus / Piena)	Halkaisija	WPS	Hitsaaja	Hitsauspvm.	VT	RT	PT/MT	REP	SAKKO
1	12345	1	Päittäis	50	VF00001	AA	1.1.2018	123	456	789		

5. Välilehdeltä "seuranta" löytyy pivot taulukko. Klikkaamalla taulukkoa excelin ylälaitaan ilmestyy valikko pivot-tilaukkotyökaluista.
6. Painamalla analysoi-valikkoa, ilmestyy näkyviin päivitys-näppäin. Painamalla näppäintä pivot-tilaukko päivittyy.

The screenshot shows the Excel interface with the 'Analysoi' button in the 'Pivot-tilaukkotyökalut' ribbon circled in red. Below the ribbon, the PivotTable 'Arvot' is displayed with the following data:

Hitsiryhmä	WPS	Hitsaaja	Määrä / Hitsauspvm.	Määrä / RT	Määrä / PT/MT	Toteutuneet tarkastus %
Kaikki yhteensä						

7. Päivityksen jälkeen pivot-tilaukosta nähdään, kuinka paljon hitsejä on prosentuaalisesti tarkastettu hitsiryhmä/WPS/hitsaaja-kohteisesti.

The screenshot shows the Excel interface with the 'Pivot-tilaukkotyökalut' ribbon. The 'Päivitys' button is circled in red. Below the ribbon, the PivotTable 'Arvot' is displayed with the following data:

Hitsiryhmä	WPS	Hitsaaja	Määrä / Hitsauspvm.	Määrä / RT	Määrä / PT/MT	Toteutuneet tarkastus %
1	VF00001	AA	1	1	1	100 %
Kaikki yhteensä			1	1	1	