

Toni Aro

HITSAUKSEN LAADUNVALVONNAN AUTOMATISOINTI SPAR-  
RUNKOPUTKEN VALMISTUKSESSA

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
2014

## HITSAUKSEN LAADUNVALVONNAN AUTOMATISOINTI SPAR- RUNKOPUTKEN VALMISTUKSESSA

Aro, Toni  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2014  
Ohjaaja: Juuso, Jarmo  
Sivumäärä: 31  
Liitteitä: 7

Asiasanat: Hitsaus, laadunhallinta, laadunvalvonta, offshore, ArcQ, spar

---

*Opinnäytetyön aiheena oli selvittää Kemppi Oy:n kehittämän Kemppi Arc System 2.0 –ArcQuality- hitsaustietojärjestelmän soveltuvuus offshore tuotantoon. Kohteena oli Technip Offshore Finland Oy ja sen päätuote eli SPAR- tyyppisten tuotantolauttojen runkoputken hitsaus.*

*Teoriaosassa käydään läpi laadunhallintaa ja –valvontaa sekä hitsausta offshore tuotannossa.*

*Todettiin ArcQ:n tuovan tiettyjä etuja laadunhallintaan, lähinnä hitsaajien pätevyyksien valvontaan. Ainoaksi hitsauksen laadunhallinta työkaluksi siitä ei tämän kaltaiseen tuotteeseen vielä nykyisellään ole.*

# THE AUTOMATISATION OF QUALITY CONTROL IN THE PRODUCTION OF SPAR TYPE HULL

Aro, Toni

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and production engineering

May 2014

Supervisor: Juuso, Jarmo

Number of pages: 31

Appendices: 7

Keywords: Welding, quality management, quality control, offshore, ArcQ, spar

---

*The purpose of this thesis was to explore the possibility of using Kemppi Oy's developed Kemppi Arc System 2.0 –ArcQuality welding quality program in the offshore production. Target was to use it in Technip Offshore Finland Oy and on the welding of its main product a SPAR type production platform hull.*

*Theoretical part goes thru quality management and -control and also welding in offshore production.*

*It was concluded that ArcQ brought certain benefits to quality control, mainly in the area of welders qualifications. As the sole welding quality program, it is not suitable as of yet in the product that's in question.*

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	YRITYSESITTELYT .....	6
2.1	Technip- konserni .....	6
2.2	Technip offshore Finland Oy .....	6
2.3	Spar- valmistus Porissa.....	9
2.4	Kemppi Oy.....	9
3	HITSAUKSEN LAADUNHALLINTA.....	11
3.1	Hitsauksen laadunhallinta Technip offshore Finlandissa .....	12
3.1.1	Hitsauksen toimintaohjeet.....	13
3.1.2	Tarkastusosaston toiminta ja yleisohjeet hitsauksen osalta.....	15
3.1.3	NDT- tarkastukset .....	16
3.1.4	Parametrimittaukset tuotannossa.....	17
3.1.5	Hitsausvirheiden havaitseminen ja niihin puuttuminen .....	17
3.1.6	Loppuraportointi projektin päätyttyä hitsauksen osalta .....	18
3.2	Kemppi Arc System 2.0 ArcQuality.....	18
3.3	Optu .....	20
4	TOF:LLA KÄYTETTÄVÄT HITSAUSMENETELMÄT JA LISÄAINEKULUTUS .....	22
4.1	MIG/MAG- hitsaus.....	23
4.2	Jauhekaarihitsaus .....	24
4.3	Puikkohitsaus ja TIG- hitsaus .....	24
4.3.1	Puikkohitsaus .....	24
4.3.2	TIG- hitsaus.....	24
5	MAHDOLLISIA HAASTEITA ARCQ:N KÄYTTÖÖNOTTOON TOF:LLA.....	26
6	ARCQ:N MAHDOLLISUUDET TOF:LLA .....	28
6.1	ArcQ:n käyttöönotto käytännössä.....	28
6.2	Yhteenveto .....	29
	LÄHTEET .....	31
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena selvittää hitsauksen laadunhallintaa ja -valvontaa Technip Offshore Finland Oy:ssä ja selvittää Kemppi Oy:n kehittämän hitsaustietojärjestelmän Arc System 2.0 –ArcQualityn soveltuvuus offshore-tuotantoon ja tarkemmin ottaen SPAR- tuotantolautan runkoputken hitsaamiseen.

Offshore tuotannossa laatuvaatimukset ovat hyvin korkealla tasolla ja ainoastaan ydinvoimapuolella vaaditaan enemmän ja tarkempaa seurantaa ja raportointia tuotannon aikaisesta työstä. Työn oikea ja laadukas suorittaminen vaatii tarkkaa annettujen ohjeiden seurantaa ja toteuttamista.

Hitsauksen ollessa tärkeimpiä tuotannon työvaiheita, se on aina ollut erityisessä asemassa laadunvalvonnan suhteen. Hitsaajien taidot ja tiedot tehtävään työhön pyritään testaamaan ennen työhön ryhtymistä kokein, mutta varsinainen työsuorituksen aikainen valvonta kustannustehokkaasti on ollut hyvin vaikeaa. Tähän tarpeeseen on kehitelty jo 80- luvulla ensimmäisiä ratkaisuja hitsauksen laadunvalvontaan. Hitsauksen laadukkaaseen suorittamiseen liittyy useita muuttujia ja yksikään ratkaisu ei ole pystynyt kaikkia tarvittavia muuttujia seuraamaan. Erityisesti lämmöntuonnin oikea varmistaminen työn aikana on hyvin vaikeaa, koska täytyy seurata niin jännitettä, virtaa kuin hitsausnopeuttakin. Jännitteen ja virran näkee nykyaikaisista hitsauskoneista suoraan paneelista, mutta hitsausnopeuden mittaaminen tuotanto-olosuhteissa ei onnistu muuten kuin mittaamalla matka ja kellottamalla matkan hitsaamiseen kulunut aika. Tähän tehtävään on erillisiä parametrimitaajia, joiden työhön kuuluu arvojen seuraaminen ja ylöskirjaaminen.

## 2 YRITYSESITTELYT

### 2.1 Technip- konserni

Technip on maailmanlaajuinen konserni jonka energiateollisuuden palveluita tuottava toiminta niin projektien suunnittelun, projektien hallinnan kuin valmistuksenkin saralla on nostanut sen maailman johtavien alansa toimijoiden joukkoon. Technipillä on toimipisteitä 48 eri maassa kaikissa maanosissa ja henkilöstöä yli 36000. Päätoimisto sijaitsee Pariisissa. Vuoden 2012 liikevaihto oli n.8 miljardia euroa. Liiketoiminta-alueita Technipillä ovat subsea(meren pinnan alla tapahtuvat toiminnot), offshore(meren pinnan pääliset toiminnot) ja onshore(maalla tapahtuvat toiminnot). Subsean osuus toiminnasta on 49% ja onshoren ja offshoreen yhteenlaskettu osuus 51%. Pääasiassa liiketoiminta-alueiden toiminnot liittyvät kaasun ja/tai öljyn tuotantoon josta koostuukin 97% yrityksen liikevaihdosta. (<http://www.technip.com/en/about-us/company-profile/technip-glance>)

### 2.2 Technip offshore Finland Oy

Porin Mäntyluodossa sijaitseva Technip konsernin konepaja, jatkossa TOF, on osa Technip konsernia. TOF kuuluu Technipin offshore-liiketoimintayksikköön ja on Technipin ainoa tuotantotalakka maailmassa. Työntekijöitä TOF:lla oli 2013 noin 850 henkilöä, joista noin 325 toimihenkilöitä. Alihankkijoiden palveluksessa olevaa henkilöstöä oli noin 300. TOF:in liikevaihto on noin 8 miljoonaa euroa.

Mäntyluodossa toiminta käynnistyi vuonna 1972. Tarkoituksena tuolloin oli ryhtyä valmistamaan ydinvoimalaitosten komponentteja, mutta tilauskannan heikentymisen vuoksi päätuotteeksi muodostuivat öljynporauslautat. Useiden omistaja vaihdosten jälkeen Technip on ollut omistajana vuodesta 2003. Nykyisin päätuotteena ovat SPAR-tyyppiset öljyn- ja kaasuntuotannon tuotantolauttojen runkoputket. (kuva 1). Lisäksi valmistetaan muita öljyn- ja kaasuntuotantoon tarvittavia komponentteja (kuva 2), painelaitteita (kuva 3), maailmalla öljyonnettomuuksien vuoksi lisääntyneitä turva- ja suojalaitteita(kuva 4) sekä mm. ydinvoima-alalle komponentteja. Pääasiakkaita ovat ulkomaiset ja kotimaiset öljy-yhtiöt. Mäntyluodon

syväväyläsatama mahdollistaa myös suurten tuotteiden lastaukset suoraan telakalta maailmalle. (<http://www.technip.com/en/entities/finland/about-technip-pori>)

Suomessa öljyn- ja kaasuntuotantoon liittyviä rakenteita alettiin valmistamaan 70-luvun alussa silloisen Rauma-Repola Porin Mäntyluodon telakalla. 90-luvun puolivälissä telakalla alettiin valmistamaan SPAR-tuotantolauttoja. Maailmassa valmistetuista kahdeksastatoista(18) SPAR tuotantolautasta Technip edeltäjiineen on valmistanut 15. Näistä 13 on rakennettu Porissa. Näiden lisäksi tällä hetkellä SPAR-tuotantolauttoja on rakenteilla maailmalla muutamia. (Hitsaustekniikkapäivät 25.4.2013 esitelmä Marko Pennanen)



Kuva 1



Kuva 2



Kuva 3



Kuva 4



### 2.3 Spar- valmistus Porissa

SPAR(Single Point Anchor Reservoir)- tyyppiset kelluvat öljyn- ja kaasun tuotantolautat on suunniteltu ja tarkoitettu syvänmeren öljyn- ja kaasuntuotantoon. Operointisyvyys on tyypillisesti 1,5-3 km. Tuotannon siirryttyä yhä syvempiin vesiin, syystä että ”matalat” ja ”helpot” kohteet on jo hyödynnetty, SPAR-tuotantolautat ovat kasvattaneet suosiotaan.

SPAR-tyyppisistä tuotantolautoista on menossa kolmas sukupolvi. Mallit ovat olleet classic-, truss- ja cell-SPAR. SPAR-rakenteen etuja ovat mm. stabiilius, suuri hyötykuorma ja erityisesti pieni tuotantolautan liikehdintä vaikeissakin tuotantolosuhteissa. Nämä ominaisuudet ovat syvämeren öljyn- ja kaasuntuotannossa erittäin tärkeitä tuotantolinjojen väsymiskuormitusten takia. SPAR-valmistuksen vaatimukset niin työturvallisuuden, laadun kuin toimitusvarmuudenkin osalta ovat erittäin korkeat. Tämä on tyypillistä koko toimialalle.

TOFin telakalla Porissa SPAR- valmistus ja projektien toteutus tapahtuu soveltaen ns. ”concurrent engineering- periaatetta”. Tämä tarkoittaa sitä, että suunnittelu ja valmistus tapahtuu osittain samanaikaisesti. Tämä toimintatapa aiheuttaa sen, että tuotteeseen tulee jonkin verran muutoksia valmistusaikana. Toimintatapa vaatii tuotannolta jatkuvaa seurantaa jotta käytössä ovat aina uusimmat revisiot. Toisaalta valittu toimintatapa mahdollistaa lyhyemmän kokonaisprojektiajan, koska valmistus saadaan käyntiin huomattavan nopeasti suunnittelun alkamisesta.

### 2.4 Kemppi Oy

Kemppi Oy on vuonna 1949 Lahdessa perustettu suomalainen hitsausalan yritys. Henkilöstöä Kempillä on noin 630. Liikevaihto on 120 miljoonaa euroa josta noin 90% tulee kansainvälisiltä markkinoilta. Toimipisteitä on 15 maassa ja säännöllistä vientiä noin 70 maahan.

Kemppi on maailman johtavia kaarihitsauslaittevalmistajia ja tuottavan hitsauksen ratkaisuntarjoajia. Kempin hitsauslaitteet ja alan uusinta tekniikkaa edustavat ratkaisut ovat maailmanlaajuisesti arvostettuja ja moninkertaisesti palkittuja.

Yhtiö on historiansa aikana tuonut markkinoille useita uusia innovaatioita ja toiminut suunnannäyttäjänä sekä hitsauslaiteteknologiassa että tuottavien hitsausratkaisujen kehittäjänä. Myös tulevaisuudessa Kemppi panostaa jatkuvaan tutkimukseen ja tuotekehitykseen, jossa pääpaino on tuotteiden teknisen laadun lisäksi käytettävyydellä ja muotoilulla. Tähän tuotekehitykseen kuuluu olennaisesti vuonna 2012 lanseerattu hitsauksen laadunhallintajärjestelmä Kemppi Arc System 2.0 ArcQuality. (<http://www.kemppi.com/fi>)

### 3 HITSUKSEN LAADUNHALLINTA

Hitsaus on konepajatoiminnassa ylivoimaisesti merkittävin tekijä mitä tulee laatuun ja lopputuotteen oikeanmukaisuuteen, olettaen että materiaalit, suunnittelu ym. on oikein valittu ja tehty. Kärjistetysti voidaan sanoa että hitsausvaiheessa kappale vasta valmistuu vaikka sitä ennen on jo tehty paljon alustavaa työtä. Tällöin on myös tuote helppo ”pilata” hitsausvaiheessa tekemällä työ ohjeiden ja hyvien käytäntöjen vastaisesti. Hitsatuissa rakenteissa hitseille asetetaan laatuvaatimuksia, jotta saavutetaan esimerkiksi riittävä lujuus ja korroosionkestävyys. Käytävissä on yhdenmukaistetut hitsien laatuvaatimukset, jotka on porrastettu kolmeen hitsiluokkaan; B, C ja D (vaativin on B). Nämä luokat on määritelty SFS-EN ISO 5817 standardissa.

Hitsausohjeen eli WPS:n oikean käytön varmentava seuraaminen ja valvonta on hitsauksen laadun kannalta ensiarvoisen tärkeä asia. Hitsausohjeen yleisohjeet metalleille on ilmoitettu standardissa SFS-EN ISO 15607.

Hitsaajan taidon testaamisella on suuri merkitys varmistettaessa tuotteen laatua. Hitsaajien on oltava pätevoidettyjä ja näitä varten on omat standardinsa esim. teräksen hitsaukseen SFS-EN287-1:Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa1: Teräkset. Hitsien ulkonäöstä on vaikeaa päätellä, onko hitsaustyössä käytetty hyväksytyjä parametreja ja lisäaineita ja onko hitsaajalla ollut tarvittava pätevyys työn suorittamiseen.

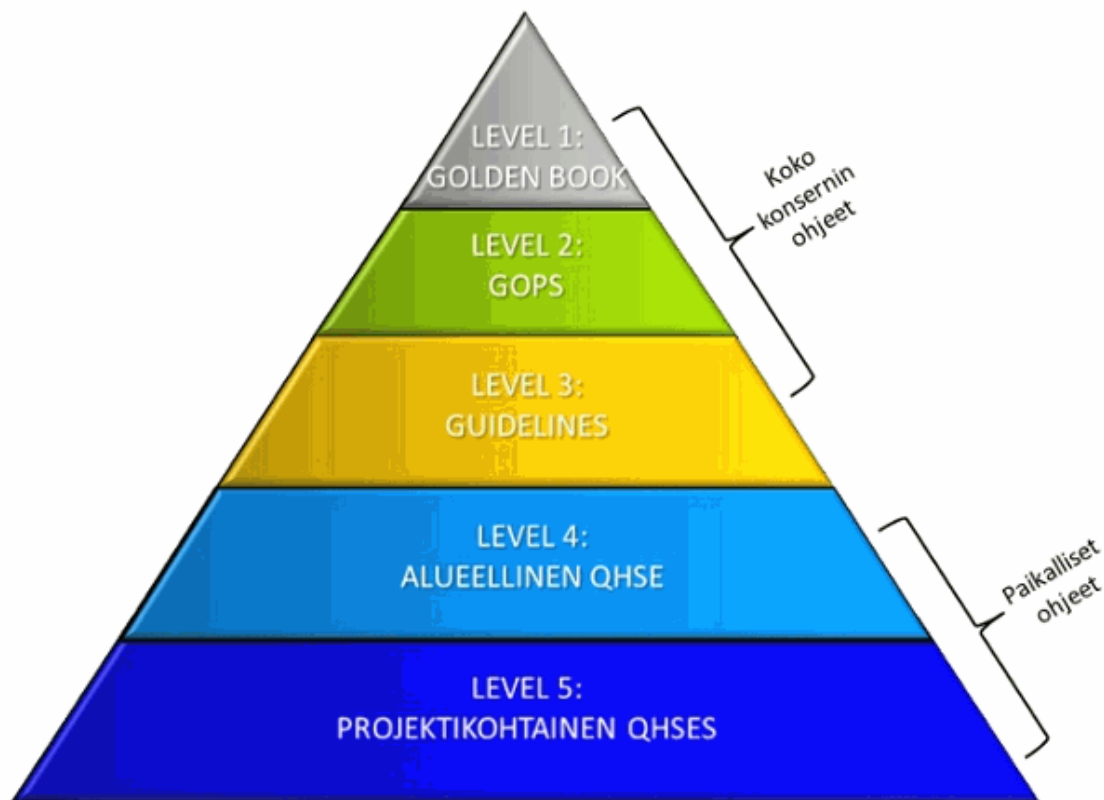
Sulahitsauksen laadukasta valmistamista varten on olemassa standardit EN ISO 3834, joka jakaantuu vielä viiteen osaan. Standardi ei kuitenkaan ole laadunohjausjärjestelmä, jotenka se ei korvaa standardia ISO 9001:2000. Mutta standardi EN ISO 3834 on hyvä työkalu, kun valmistaja soveltaa standardia ISO 9001:2000. Standardi EN ISO 3834 tunnistaa eri tilanteisiin sopivia asioita. Niitä voidaan soveltaa erityisesti seuraavissa tilanteissa: sopimustilanne (hitsauksen laatuvaatimusten määrittäminen), valmistaja (hitsauksen laatuvaatimusten toteuttaminen ja ylläpito), komiteat jotka laativat valmistuskoodeja tai sovellustusstandardeja (hitsauksen laatuvaatimusten määrittäminen) ja organisaatiot

jotka arvioivat hitsauksen laatutoimintoja (kolmas osapuoli, asiakkaat tai valmistaja).(SFS-käsikirja 66-1)

### 3.1 Hitsauksen laadunhallinta Technip offshore Finlandissa

TOF:lle sertifikaatteja myöntäneitä luokituslaitoksia ovat DNV, TÜV Nord, Lloyds', NBBI, Finas, Achilles ja Total. Näistä esimerkiksi TÜV Nord (DIN EN ISO 3834-2) on offshore tuotantoon suoraan liittyvä sertifikaatti, muiden ollessa niin tuotantoon kuin esimerkiksi turvallisuuteen ja ympäristöön liittyviä. Luokituslaitosten säännöllisillä auditoinneilla pidetään huoli siitä että tekemisen taso säilyy jatkuvasti korkealla tasolla.

TOF:lla laadunhallintaa ohjaavat niin koko konsernin ohjeet kuin paikallisetkin ohjeet.(kuva5). Konsernin ohjeet antavat suuntaviivat joiden mukaan tehdään paikalliset toimintaohjeet ottaen huomioon paikalliset vaatimukset tai erityispiirteet. Suomessa on esimerkiksi laatukäsikirjassa pakkasiin liittyviä ohjeita joita ei muissa Technipin toimipisteissä ole. Lisäksi projektikohtaisesti on omat ohjeensa jotka usein lähtevät asiakkaan vaatimuksista tai projektien erityispiirteistä. Hitsaukseen suoranaisesti liittyviä toimintaohjeita löytyy alueellisten ohjeiden alla olevat hitsauksen (GEN-WLD) ja tarkastusten (GEN-INS) yleisohjeet, joita noudatetaan pääsääntöisesti kaikissa projekteissa. Lisäksi suuri paino kaikessa tekemisessä on turvallisuus- eli HSES- ohjeilla (Health, Safety, Enviroment ja Security), jotka osaltaan ohjaavat hitsausta suojavälineiden, turvallisten työtapojen ym. kautta.



Kuva 5

### 3.1.1 Hitsauksen toimintaohjeet

Hitsauksen toimintaohjeet (GEN-WLD) on kerätty antamaan yhteiset säännöt toiminnalle tuotannon eri vaiheissa lisäainemateriaalien saapumisesta aina valmiiseen tuotteeseen saakka.(taulukko1). Ohjeiden laadinnassa on pyritty siihen, että ne pätisivät pääsääntöisesti missä tahansa projektissa. Ohjeita seurataan suunnittelussa, tuotannossa ja tarkastusosastolla tuottamaan yhdenmukaista ja laadukasta tuotetta. Ohjeilla varmistetaan pääasiassa sitä, että kaikki osa-alueet tekevät tietyt asiat samalla tavalla. Suunnittelua SPAR- runkoputkeen tehdään niin Mäntyluodossa oman henkilöstön toimesta kuin alihankintana niin Suomessa kuin ulkomaillakin. Ohjeilla saadaan helposti annettua suuntaviivat joita tulee noudattaa projektin alusta loppuun saakka.

TECHNIP OFFSHORE FINLAND OY

Level 4 Procedures

WLD

Sanna Wiksten

12.11.13

Update 42

HITSAUS  
WELDINGKANSION SISÄLTÖ, REVISIOTILANNE JA VASTUUHENKILÖT  
FILE INDEX, REVISION STATUS AND RESPONSIBLE PERSONS

Part	No GEN-	Nimi	Title	Rev	Date	Resp
1	<a href="#">WLD-001</a>	<i>Lisäaineiden hankinta, vastaanotto, säilytys ja jakelu</i>	<i>Supply, receiving, storing and handling of welding consumables</i>	13	12.11.13	AA
2	<a href="#">WLD-002</a>	<i>Menetelmä-, työ- ja CTOD-kokeiden suoritus</i>	<i>Execution of WPQ, production and CTOD tests</i>	9	12.11.13	AA
3	<a href="#">WLD-003</a>	<i>Hitsaajien pätevöittäminen ja pätevyyksien seuranta</i>	<i>Qualification of welders and prolongation of qualifications</i>	12	12.11.13	AA
4	<a href="#">WLD-004</a>	Hitsausohjeen laatiminen	Preparing of WPS	7	23.4.12	AA
5	<a href="#">WLD-005</a>	Liekkioikaisu	Flame straightening	5	22.06.10	AJ
6	<a href="#">WLD-006</a>	Korjaushitsaus	Repair welding	5	22.06.10	AJ
7	<a href="#">WLD-007</a>	Hitsin esilämmitys ja lämpökäsittely	Preheating and postweld heat treatment	9	22.06.10	AA
8	<a href="#">WLD-008</a>	Silloitus	Tack welding	9	22.06.10	AJ
9	<a href="#">WLD-009</a>	Täyttöhitsaus	Buttering	9	22.06.10	AJ
10	<a href="#">WLD-010</a>	Railostandardi	Groove configuration standard	5	22.06.10	AJ
11	<a href="#">WLD-011</a>	Hitsauksen koordinointi	Welding coordination	8	22.06.10	AJ
12	<a href="#">WLD-012</a>	Silloitus asennusportaalilla	Tack welding with stiffener mounting portal	5	22.06.10	AJ
13	<a href="#">WLD-013</a>	Suunnittelun, hitsausosaston ja tuotannon välinen tiedonkulku	Communication lines between engineering, welding department and production	0	27.2.12	AA

Taulukko 1

Hitsaajien pätevöinneistä ja pätevyyksien seurannasta on olemassa omat toimintaohjeensa, joiden mukaan toimitaan. Näihinkin on silti nykyisin tavallista, että ohjeisiin tulee asiakkaasta tai noudatettavasta standardista johtuvia projektikohtaisia muutoksia. Ohjeet on pääasiallisesti tehty noudattamalla SFS-EN standardia, mutta nykyään AWS- standardin käyttö on yleistynyt offshore alalla. Tämä on huomattu standardien laatijoidenkin toimesta, ja onkin aloitettu toiminnot jotta saataisiin tulevaisuudessa yhdistettyä SFS-EN ja AWS- standardeja. Nykyäänkin ne lainaavat jo paljon toisiltaan mikä aiheuttaa välillä epäselvyyksiä niin asiakkaiden kuin toimittajienkin puolelta sopimusneuvotteluissa.

Lisäksi tuotannossa on projektikohtaisia tuotantotiedotteita joilla annetaan yksityiskohtaisia ohjeita liittyen hitsaukseen projektissa. Jos käytössä esimerkiksi on normaalista poikkeavaa tarkastustoimintaa hitsaukseen liittyen, siitä tehdään

hitsausinsinöörin toimesta erillinen tuotantotiedote. Ilmestyessään tämä tiedote ohjaa tuotantoa ja tarvittaessa ohittaa tai laajentaa toimintaohjetta. Kaikki nämä ohjeet ja tiedotteet ovat yleisessä jakelussa ja kaikkien tuotannossa toimivien pitäisi ne käydä läpi ennen uuden projektin alkua. Usein pidetäänkin osastokohtaisia aloituspalavereja joissa käydään läpi kaikki ohjeet mitä omaan tekemiseen kussakin projektissa liittyy. Tuotannossa on tapana käydä jokaisen vuoron alussa ns. toolbox- palaveri, jossa työnjohtaja jakaa työt ja samalla varmistaa että kaikki ovat tietoisia mahdollisista töitä koskevista erityispiirteistä tai – ohjeista. Näillä toimilla pyritään siihen, että tehtävä työ on laadukasta ja toimitaan ohjeiden mukaan tavoitteena hyvä lopputuote.

### 3.1.2 Tarkastusosaston toiminta ja yleisohjeet hitsauksen osalta

Tarkastusten toimintaohjeista (GEN-INS) useat sivuavat monelta kohtaa hitsausta, koska valmiiden hitsien tarkastaminen ja hitsaustietojen kerääminen tapahtuu tarkastusosaston yleisohjeiden pohjalta.

Tarkastuksista NDT- tarkastukset eli ainetta rikkomattomat tarkastukset (ultraääni-, magneettijauhe-, radiografinen- ja visuaalitarkastukset) ja niiden suoritus vaikuttavat suoraan tuotantoon ja sen sujuvuuteen. Nykyisin toimitaan siten, että tarkastusosaston saatua tiedon työnjohdolta valmistuneista hitsisaumoista he mennevät tekemään määrätty tarkastukset. Tämä toiminta aiheuttaa ongelmia siinä, että koska tieto ei kulje reaaliajassa tarkastusosastolle, viive tarkastusten aloittamisessa voi kasvaa suureksikin. Tämä aiheuttaa pahimmillaan tuotannossa viivästyksiä, koska seuraava työvaihetta ei voida aloittaa ennen kuin edelliset hitsaukset on tarkistettu. ArcQ:n toimiessa se antaisi tiedon tarkastusosastolle valmistuneesta saumasta heti kun työ on saatu valmiiksi. Tällöin viive tuotannon ja tarkistusten välillä kaventuisi minimiin.

Valmistuneiden hitsisaumojen keräys ja raportointi TOF:lla tapahtuu nykyisin tuotannossa kiertävien kerääjien toimesta. Suunnittelusta saadun piirustuskohtaisen listauksen avulla, johon on kerätty kaikki hitsinumerot joita piirustuksessa on.(liite1). Tätä listausta hyväksikäyttäen täytetään listaa valmistuneista ja tarkastetuista hitseistä.(liite2). Listan täytettyä tiedot siirretään OPTU- järjestelmään.

Järjestelmästä saadaan ulos listaus, josta näkee kaikki piirustuksen hitsisaumat hitsausajankohtineen hitsaajakohteisesti, käytetty hitsausohje, lisääine ja kaikki tehdyt tarkastukset tarkastusaikoinen.(liite3). Nämä syntyneet listat liitetään kaikkien piirustusten osalta loppudokumentaatioon. Kaikkien piirustusten osalta kaikki saumat tulee olla ylöskirjattuina projektin lopussa.

### 3.1.3 NDT- tarkastukset

NDT- tarkastukset eli ainetta rikkomattomat tarkastukset, ovat peruspilareita laatuosaston toiminnassa. Tarkoituksena on selvittää rakenteiden ja tuotteiden ominaisuuksia tarkastuskohdetta rikkomatta ja verrata niitä ennalta asetettuihin arvoihin. Hitsauksen osalta virheet ja hyväksytyt rajat on standardisoitu eri tarkastumenetelmin, joka helpottaa havaintojen arvostelua. TOF:lla pääasiassa käytettäviin tarkastuksiin kuuluvat visuaali eli silmämääräinen tarkastus(VT), tunkeumanestetarkastus (PT), magneettijauhetarkastus (MT), radiografinen tarkastus (RT) ja ultraäänitarkastus (UT). Näillä menetelmillä varmistetaan tuotteen laatu läpi tuotannon. Kaikki tarkastetut saumat raportoidaan ja kerätään yhteen loppuraporttiin. Tarkastusmetrejä SPAR-tuotantolautan runkoputkeen tulee oheisen taulukon mukaan.(taulukko2). Taulukossa olevien lisäksi silmämääräinen tarkastus tehdään 100 prosenttisesti.

LUCIUS	NDT -tarkastettuja saumametrejä
Magneettijauhetarkastus MT	36 549
Radiografinen tarkastus RT	1 035
Ultraäänitarkastus UT	14 388

Taulukko 2



### 3.1.4 Parametrimittaukset tuotannossa

Tuotannossa hitsauksien oikeaa suoritusta valvoo laatuosaston kirjoilla olevat parametrimittajat. Kulloinenkin projekti määrittää määrät miten usein mittauksia on tehtävä. Parametrimittajat kulkevat tuotannossa ja pistokoemaisesti mittaavat käytettyjä hitsausarvoja ja esilämmityksiä. Saaduista arvoista lasketaan lämmöntuonti. Saadut tiedot täytetään raporttiin, joka toimitetaan projektin hitsausinsinöörille.(liite4). Mittausten aikana parametrimittaja puuttuu hitsauksen suoritukseen jos hän havainoi virheellistä toimintaa esim. arvojen ylityksiä tai alituksia. Lämmöntuonnin ylitykseen on parametrimittajan vaikea puuttua hitsauksen aikana, koska vasta hitsauksen päätettyä saadaan laskettua tarkka arvo. Tämä saa aikaan sen, että valmistunut hitsi on mahdollisesti hitsausohjeessa annettujen rajojen ulkopuolella, ja se todetaan vasta laskettaessa lämmöntuontia. Tähän ongelmaan auttaisi järjestelmä joka kokoajan mittaa arvoja jolloin ylityksiä ei pääsisi tulemaan. Tätä ei kuitenkaan mikään järjestelmä toistaiseksi saa aikaan. Lämmöntuonnin ollessa oleellinen muuttuja eikä hitsausnopeutta saada automaattisesti mitattua jää lämmöntuonti selviämättä. Parametrimittajat eivät ota kantaa hitsaajien pätevyyksien riittävyyteen kulloisessakin hitsattavassa työkohteessa. Tämä tieto on oltava työnjohdolla, tai kysyttäessä tiedon saa hitsausneuvojilta tai hitsausinsinööreiltä. Tähän ArcQ toisi huomattavan hyödyn ja varmuuden pätevyyksien seurantaan, koska hitsari itsensä tiettyyn työhön kuitatessaan saa järjestelmästä heti tiedon saako hän hitsata kyseistä saumaa.

### 3.1.5 Hitsausvirheiden havaitseminen ja niihin puuttuminen

Parametriseurannan kautta tuotannossa havaitun virheen korjaus on nykykäytännön kautta hidasta, koska virhe voi tulla ilmi vasta kun lämmöntuonti lasketaan. Tämä voi pahimmillaan johtaa siihen, että kappale on tuotannossa jo siirtynyt eteenpäin niin paljon, että pienenkin korjauksen tekeminen on hankalaa. Tapauskohtaisesti hitsausinsinööri päättää onko korjaus suoritettava, vai voidaanko poikkeaminen arvoista hyväksyä. Tähän päätöksen vaikuttaa mm. materiaalilaatu mitä on hitsattu.

Hitsausvirheet jotka tulevat esiin vasta NDT- tarkastuksissa, eli ainetta rikkomattomissa tarkastuksissa, ovat pääsääntöisesti jo tuotannossa edenneet niin pitkälle että aiheuttavat usein mm. ylimääräisiä telineiden tekoja. Osasyynä tarkastusten myöhäiseen ajankohtaan, on se koska laatuosasto saa tiedon valmistuneesta saumasta. Nykymallissa työnjohtaja ilmoittaa valmistuneet saumat laatuosastolle, jolloin suurikin viive on mahdollista hitsauksen valmistumisesta tarkastuksiin. Tällöin hitsaajat ovat jo voineet siirtyä seuraaviin kohteisiin. ArcQ antaisi tiedon heti kun hitsaaja on kuitannut sauman valmiiksi. Tällöin laatuosasto tietää reaaliajassa kaikki valmistuneet saumat, kuten myös työn alla olevat, joten he pystyvät paremmin ennakoimaan tarkastustarpeita.

Hitsausten tarkastuksissa, poislukien silmäraisetarkastukset, havaittavat virheet raportoidaan OPTUun. OPTUsta saadaan ajettua raportti, josta ilmenee projektin hitsauksen kokonaisvirheprosentti sekä tarvittaessa jokaisen virheen tekijä eriteltynä. Perinteisesti TOF:lla on virheprosentti offshore- tuotteissa ollut noin 1-2%, joka on tuotteisiin ja niihin kohdistuneisiin vaatimuksiin nähden hyvin pieni.

### 3.1.6 Loppuraportointi projektin päätyttyä hitsauksen osalta

Laatuosaston tehtävänä on projektin päätyttyä kerätä yhteen kaikki materiaalit asiakasta varten mitä on sopimuksessa määritelty. Hitsaajien listat pätevytystodistuksineen ovat yksi oleellinen kohta, samoin kuin listaukset mistä nähdään kuka minkäkin hitsauksen on suorittanut.

## 3.2 Kemppi Arc System 2.0 ArcQuality

Kemppi on kehittänyt Arc System 2.0 Arcqualityn, jatkossa ArcQ, valvomaan hitsauksen laatua ohjeiden noudattamisen kautta. ArcQ:n avulla kontrolloidaan helposti ja kattavasti hitsauksen suorittamista ohjeiden mukaisesti sekä hitsaajien pätevyyksien voimassaoloa ja kattavuutta. ArcQ havaitsee poikkeamat WPS:n noudattamisessa ja valvoo hitsauksen laatua. ArcQ mittaa ja tallentaa hitsausparametri- hitsausainetietoja ja vertaa kerättyjä tietoja hyväksytyyn WPS:ään. Näin se tarjoaa mahdollisuuden määrittää ja varmistaa hitsauksen laatutaso

ja välttää poikkeamat, jotka saattaisivat toteutuessaan johtaa vakaviin laatuongelmiin. Järjestelmä myös ennakoii konehuollot ja lukulaite kerää tarvittaessa laatudokumentaatiota hitsikohtaista jäljitettävyyttä varten. ArcQ on kehitetty hitsauksen laadunhallintastandardien, kuten EN 3834- standardin vaatimusten pohjalta. Kemppi onkin ensimmäinen hitsauslaitevalmistaja maailmassa joka on sertifioinut ISO 3834-2- standardin osaksi laatujärjestelmää. (Hitsaustekniikka 6/2013, 17) Järjestelmä voidaan integroida yrityksen käytössä olevaan ohjelmistoon. Tällöin järjestelmien välille rakennetaan rajapinta, jonka kautta pätevyys- ja hitsausohjetietojen tiedustelut tehdään. Järjestelmä koostuu hitsauskoneisiin liitettävistä lukulaitteista, joissa on käyttöliittymä, wlan-verkosta sekä www-pohjaisesta raportointiohjelmasta. (kuva 6) Järjestelmään voidaan liittää minkä tahansa valmistajan Mig/Mag tai Tig-hitsauslaite käyttämällä erillistä kaarianturia.

ArcQ:n toimintaperiaate on yksinkertainen ja suoraviivainen. Hitsaajan ensimmäinen tehtävä on tunnistaustua järjestelmään lukulaitteen avulla henkilökorttiaan käyttäen. Tällöin tarkistetaan hitsaajan pätevyudet. Kun seuraavaksi luetaan WPS:n viivakoodi, varmistetaan hitsaajan pätevyyksien riittävyys ja niiden voimassaolo. Lisäaineen ja suojakaasun oikeellisuus varmistetaan viivakoodeilla, jotka on kiinnitetty hitsauslisäainekeloihin ja kaasuverkoston ulostuloihin. WPS:n noudattamiset ja poikkeamat näkyvät ArcQ:n lukulaitteen näytössä. (kuva 7) Näin varmistetaan, että hitsaaja on tietoinen poikkeamista ja voi tarvittaessa korjata ne ennen työn aloittamista. Laadunvalvontaosaston on mahdollista tarkkailla hitsaustoimintoja ja WPS:n noudattamista kaikissa järjestelmään kuuluvissa työpisteissä ja tarvittaessa puuttua työn suorittamiseen. ArcQ seuraa myös hitsaustuotannon tehokkuutta kaariaikasuhteen kautta. Kaariaikasuhte tarkoittaa kaariajan ja hitsaustyöhön käytetyn ajan välistä suhdetta. Kaariaikasuhte on tärkeä tuottavuusmittari, mutta koska järjestelmä ei tunnista muiden hitsaustyöhön vaikuttavien aikojen, kuten asetus- odotus- ja häiriöaikojen osuuksia ja syitä, se ei anna täysin oikeaa kuvaa hitsaustyön sujuvuudesta. (Hitsaustekniikka 4/2012, 14-16), (Kempin ArcQ esite)



Kuva 6



Kuva 7

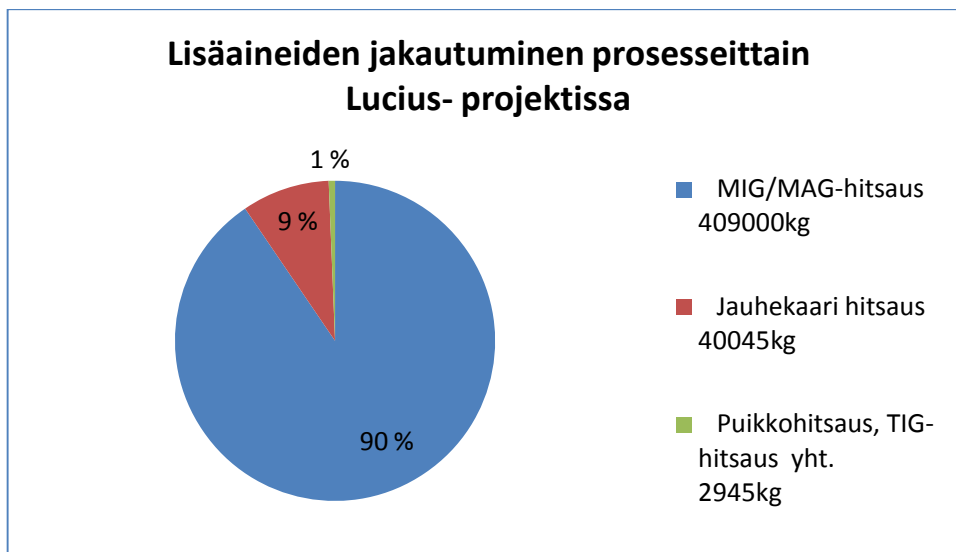
### 3.3 Optu

OPTU on Mäntyluodon telakalla IT-osastolla kehitetty kaikenkattava tietopankki joka pitää sisällään niin hitsareiden pätevyudet, laatuosaston tarkastustiedot kuin jokaisen tuotteeseen tulevan ja tarkastettavan hitsisauman numeroinnin. OPTU sinänsä on hyvä tuote hitsaukseen ja laadunvalvontaan. OPTU:n suurin ”ongelma”

on, että kaikki tiedot tulee syöttää sinne käsin. Tämän vuoksi verstaalla kiertää parametrimiehiä keräämässä paperille valmistuneiden hitsien tiedot, jotka sitten syötetään yksitellen järjestelmään. Lucius- SPAR-projektissa, joka toimitettiin asiakkaalle vuonna 2013, hitsattavaa saumaa oli noin 318 kilometriä ja kerättyjä saumatietoja noin 44700 kpl. Tietojen keruutyön automatisoiminen auttaisi hitsaustietojen viemisessä reaaliajassa järjestelmään. Reaaliaikainen tieto hitsauksista nopeuttaisi mahdollisiin virheisiin puuttumisen. Optu ja ArcQ on mahdollista saada toimimaan yhdessä siten että osa tiedoista tulisi ArcQ järjestelmästä Optuun ja päinvastoin.

#### 4 TOF:LLA KÄYTETTÄVÄT HITSAUSMENETELMÄT JA LISÄAINEKULUTUS

Esimerkkinä TOF:lla projektiin kuluvista lisäaineista eri prosesseilla on alla taulukko joka kuvaa prosessien jakautumista sekä projekteihin kuluneita lisäainemääriä.(taulukko3)



Taulukko 3

Esimerkkinä käytetään toukokuussa 2013 valmistunutta SPAR- runkoputki Luciusta, jonka rungon pituus on 184,4m, halkaisija 33,5m sekä paino noin 20000 tonnia.(kuva 8). Lisäaineiden yhteenlasketun määrän ollessa noin 45 tonnia on niiden osuus valmiin tuotteen painosta noin 2,26 prosenttia.



Kuva 8

#### 4.1 MIG/MAG- hitsaus

MIG/MAG-hitsaus eli metallikaasukaarihitsaus on kaarihitsausprosessi jossa valokaari palaa suojakaasun ympäröimänä hitsauslangan ja työkappaleen välillä. Sula metalli siirtyy pisaroina langan kärjestä hitsisulaan. Suojakaasu voi olla aktiivinen(mag) tai inerttinen kaasu(mig). Aktiivinen suojakaasu reagoi sulassa olevien aineiden kanssa, inerttinen kaasu ei reagoi. Pääsääntö on, että terästen hitsaus on mag-hitsausta ja ei-rautametallien hitsaus on mig-hitsausta. TOF:lla käytössä on MAG-hitsaus jonka kaasuna on argonin ja hiilidioksidin sekoitus. Hitsauksen lisäaineena SPAR-projekteissa käytössä on pääasiassa täytelanka sekä metallitäytelanka. (Lukkari 2002, 159).

MIG/MAG- hitsauksessa hitsaajan tarkkuus tehtävään työhön korostuu, koska koko prosessi on loppukädessä hänen vastuullaan. Kuitenkin ennen työn aloitusta hitsaajan on tiedettävä mitä hän on alkamassa hitsaamaan. Mikä materiaali, aineenvahvuus, putken halkaisija ym. Näiden perusteella valitaan oikea WPS jota lähdetään

noudattamaan. Lisäksi samalla täytyy tietää riittävätkö hitsaajan pätevyydet kyseessä olevan kohteen hitsaamiseen.

## 4.2 Jauhekaarihitsaus

Jauhekaarihitsaus on metallikaarihitsausprosessi, jossa valokaari palaa hitsauslangan ja työkappaleen välillä hitsausjauheen alla. Jauhe suojaa hitsaustapahtumaa ympäröivältä ilmalta. Osa jauheesta sulaa muodostaen sulan kuonakerroksen, mikä myöhemmin jähmettyy kiinteäksi kuonakerrokseksi hitsin päälle. Osa jauheesta jää irtonaiseksi jauhekerrokseksi hitsaustapahtuman ja hitsin päälle. Jauhekaarihitsaus on pääosin mekanisoitua hitsausta käyttäen umpilankaa. Hitsauksen ollessa mekanisoitua myös laatu on yleensä tasainen ja hyvä. Jauhekaarihitsaukselle ominaista on suuri hitsausvirta jonka ansiosta prosessilla on suuri lisäainetuotto ja tunkeuma. (Lukkari 2002, 121,131)

## 4.3 Puikkohitsaus ja TIG- hitsaus

### 4.3.1 Puikkohitsaus

Puikkohitsaus on metallikaarihitsausta hitsauspuikon avulla. Valokaari palaa puikon pään ja työkappaleen välillä. Sydänlanka sulaa ja sula metalli siirtyy sulan kuonan ympäröimänä metallipisaroina hitsisulaan. Puikon päällysteestä muodostuvat kaasut ja sula kuona suojaavat hitsaustapahtumaa. Kuona jähmetty hitsipalon päälle kuonakerrokseksi mikä poistetaan jälkepäin. Puikkohitsauksen osuus tuotannossa on vähentynyt huomattavasti MAG-hitsauksen lisääntyttyä, mutta prosessi on edelleen käytössä mm. putkistojen hitsauksissa sekä asennustöissä. (Lukkari 2002,88,90)

### 4.3.2 TIG- hitsaus

TIG-hitsaus eli volframi-inerttikaasukaarihitsaus on kaasukaarihitsausprosessi jossa valokaari palaa sulamattoman voframielektrodin ja työkappaleen välillä suojakaasun



ympäröimänä. Hitsaustapahtumaa suojaa inertti suojakaasu, argon tai heliumi. Kaasu suojaa samalla kuumen elektrodin kärkeä hapettumiselta. Valokaaren lämpö sulattaa työkappaletta, johon muodostuu hitsisula mihin voidaan erikseen tuoda lisäainetta. TIG-hitsauksen tärkeimpiä ominaispiirteitä on sulan ja tunkeuman hyvä hallinta. Tästä syystä TOF:llakin TIG-hitsauksen pääasiallinen käyttö on putkien juuripalkojen hitsauksessa. Hitsauksessa on osaavissa käsissä saatavissa erinomainen laatu, joka ei vaadi jälkikäsittelyä. Putkien hitsaamisessa jälkikäsittelyn vaikeus moninkertaistuu, joten kerralla valmiiksi saatu säästää aikaa ja rahaa (Lukkari 2002,249)

## 5 MAHDOLLISIA HAASTEITA ARCQ:N KÄYTTÖÖNOTTOON TOF:LLA

Hitsattavien saumojen ja tuotannossa olevien piirustusten suuri lukumäärä on jo itsessään asia, joka aiheuttaa sen, että kaikkialla tuotannossa järjestelmää ei voida nyky menetelleyllä ottaa käyttöön. Jokainen sauma on erikseen numeroitu piirustukseen ja yhdessä piirustuksessa saumojia voi olla kymmeniä. Tämä aiheuttaa sen, että jokaisen piirustuksen yhteydessä olisi kymmeniä viivakoodeja, joista hitsaajan tulisi löytää kulloinkin työn alla olevaan saumaan liittyvät. Ajatuksena tämä ei välttämättä tunnu hankalalta, mutta käytännössä toteuttaminen olisi kokonaisvaltaisesti ajatellen lähes mahdoton tehtävä. Esimerkkinä voidaan ajatella tilanne jossa hitsaaja leimaa itsensä vahingossa väärään saumaan tai epähuomiossa jättää vaihtamatta koodia siirtyessään seuraavaan saumaan. Kaikki näin syntyneet virheet aiheuttavat melkoisen määrän ylimääräistä ja ”turhaa” työtä, jotta saadaan selville kuka ja milloin sauman on todellisuudessa hitsannut ja millä arvoilla. Alihankkijoiden runsas käyttäminen tuo tullessaan omat ongelmansa. Alihankkijoiden hitsaajat, erityisesti ulkomaalaiset, eivät ole tottuneet kuvien lukuun vaan hitsaavat mitä käsketään. Tällöin tietojen siirto oikein järjestelmään vaarantuu, jos luotetaan siihen että oikeat saumat ja viivakoodit kohtaavat.

Itse hitsaustapahtuman seurantaan ArcQ:n suurena puutteena on se, että se ei tiedä hitsausnopeutta. Nopeustiedon puuttuminen aiheuttaa sen, että myöskään lämmöntuontia  $Q$  (kJ/mm) ei saada selville. Tämä on kaarihitsauksen yhteydessä hitsiin tuotu lämpömäärä, joka yleensä ilmoitetaan hitsin pituusyksikköä kohti.

$$Q = \frac{U * I * 60}{v * 1000} * \eta$$

jossa  $U$  = kaarijännite (voltti)

$I$  = hitsausvirta (ampeeri)

$v$  = hitsausnopeus (mm/min)

$\eta$  = hitsausmenetelmän hyötysuhde (MIG/MAG- hitsauksessa 0,8)

Lämmöntuonnin ollessa usein kriittisin seurattava muuttuja hitsauksessa, ei järjestelmää voida tällaisenaan ottaa suoraan korvaamaan parametrimittajia.

## 6 ARCQ:N MAHDOLLISUUDET TOF:LLA

Ensivaiheessa järjestelmä kannattaisi ottaa käyttöön siten että sillä seurattaisiin hitsaajien pätevyyksien riittämistä ko. työhön ja tuotannon valmistumista saumakohtaisesti. Koska järjestelmä ei tiedä hitsausnopeutta siitä ei myöskään saada ulos lämmöntuontia mikä on merkittävä tekijä hitsauksessa. Tämän vuoksi tuotannossa tarvitaan edelleen parametrimitaajia, jotka seuraavat pistokokein hitsaajien käyttämiä arvoja ja esilämmityksiä. Järjestelmän mahdollisesti kehittyessä ArcQ mahdollistaisi myös sen, että parametriseuranta olisi reaaliaikaista, jolloin virheelliseen työn suorittamiseen voitaisiin puuttua nykyistä nopeammin.

Tuotannosta löytyy useita kohteita joissa järjestelmän käyttöönotto saataisiin sujumaan ilman suurempia ongelmia. Esimerkiksi putkien hitsaus on pääsääntöisesti isoissa projekteissa keskitetty yhteen paikkaan/halliin joka mahdollistaisi tarkemman seurannan ArcQ:n käyttöönottovaiheessa. Lisäksi saumojen määrä on pienempi ja ne ovat putkisaumoissa helposti eriteltävissä jolloin hitsaajan on mahdollista pysyä itsekin ”kartalla” työtä tehdessään. Yleistämällä voidaan myös sanoa että näissä kohteissa hitsaajien kuvienlukutaito on parempi kuin muualla tuotannossa. Työtuotannon suunnitteluun helpotusta toisi se, että saatavilla oleva reaaliaikainen tuotannon eteneminen nähdään heti ja kyetään helpommin varautumaan muutoksiin tai toteuttamaan niitä. Tarkastusosastolle järjestelmä luo mahdollisuudet siihen, että saadaan heti tieto milloin sauma on hitsattu ja onko vaadittu aika hitsauksen lopettamisesta tarkastuksen alkuun jo kulunut. Kun tämä tieto saadaan suoraan järjestelmästä niin ei tarvitse mennä fyysisesti paikalle tarkistamaan hitsauksen tilannetta. Asiakkaalle tämä ohjelma antaa mahdollisuuden halutessaan seurata tuotantoa selkeämmin, mutta asiakkaan ei tule antaa määrätä järjestelmää käyttöönotettavaksi kaikkialla tuotannossa.

### 6.1 ArcQ:n käyttöönotto käytännössä

Toimiakseen täytyy ensin tarkkaan määritellä mitä tuotannon osa-aluetta aletaan seurata. Esimerkiksi öljy- ja kaasulinjan hitsaus on selkeä yksittäinen kohde järjestelmän sisäänajoon.(liite5). Kyseessä on putkihitsaus käyttäen TIG- ja

MIG/MAG- prosesseja. ArcQ:n toimiessa yhdessä OPTUn kanssa sieltä saadaan hitsaajien tiedot ja hitsien saumanumerot, jotka on lisätty kuvien yhteyteen viivakoodin ArcQ:ta varten.(liite6). Hitsausohjetta varten tehdään uusi pohja, jossa lisänä perinteiseen ohjeeseen on generaattorilla luotu viivakoodi, jonka ArcQ ymmärtää.(liite7) Lisäainetta ja suojakaasua varten tulostetaan myös omat yksilölliset viivakoodit.

Järjestelmän vaatimien muutosten vuoksi pitäisi kouluttaa niin suunnittelijoita, työkuviin ja -korttien laatijoita, työnjohtoa sekä ennen kaikkea hitsaajia. Tässä toiminnassa Kempiltä saatava apu toiminnan käynnistämiseen on erittäin tarpeellista, siksi onkin hyvä että tässä vaiheessa Kemppi lupautuu auttamaan järjestelmän käyttöönotossa kaikin tavoin. Ehdoton vaatimus tällaisen järjestelmän toimivuuteen on kaikkien yhtiön työntekijöiden, asemasta huolimatta, ehdoton sitoutuminen käyttöön.

## 6.2 Yhteenveto

Laatuvaatimusten ollessa offshore alalla niin kovat kuin mitä ne ovat, aiheuttaa se suuria haasteita hitsaukselle. Koska kaikkia hitsaukseen liittyviä parametrejä pitäisi pystyä seuraamaan lähes reaaliajassa, tällä hetkellä ei ole olemassa tuotetta joka olisi riittävän laaja tähän tarkoitukseen. TOF:lla käytössä oleva Optu on hyvä ohjelma hitsaajien pätevyyksien seurantaan, sekä hitsisaumojen rekisteröintiin. Kempin ohjelma ArcQ puolestaan tarjoaa tällä hetkellä mahdollisuuden tuotannossa varmistaa että hitsaaja on pätevoitetty ja että työtä aletaan tekemään hitsausohjeessa olevien tietojen mukaisesti. Lisäksi ArcQ:sta saadaan ulos muutamia parametrejä, mutta ne eivät vielä riitä siihen toimintaan että voitaisiin luopua tuotannossa kulkevista ja parametrejä seuraavista parametrimitaajista.

Kemppi suunnittelee yhteistyössä Weld Industryn, norjalaisen hitsauksen parametriseuranta- ohjelmistoja tekevän yhtiön, kanssa järjestelmää laajentaakseen ja täydentääkseen palvelujensa kattavuutta. Heidän tuleva yhteistyönsä tähtää siihen, että kaikki hitsauksen laadunhallinta olisi yhdellä ohjelmalla hallittavissa. TOF on ilmaissut halukkuutensa olla mukana järjestelmän kehittämisessä alusta asti. Tämä

uusi järjestelmä korvaisi tulevaisuudessa kokonaan Optun. Järjestelmässä olisi edelleen tärkeänä työkaluna ArcQ, joka toimisi pohjana uudelle ratkaisulle. Tämän järjestelmän myötä on toiveita siihen, että tulevaisuudessa TOF:n hitsauksen laadunhallintajärjestelmä saataisiin toimivaksi ja helppokäyttöiseksi.

Hitsauksen laadunhallinta ei tulevaisuudessakaan tule ainakaan vähentymään, joten se yritys mikä ensimmäisenä saa markkinoille kaikenkattavan ja toimivan järjestelmän saa suuret markkinat tuotteelleen.

## LÄHTEET

Technip www-sivut 2014. <http://www.technip.com/en/about-us/company-profile/technip-glance>

Technip ww-sivut.2014. <http://www.technip.com/en/entities/finland/about-technip-pori>

Kemppi Oy:n www-sivut <http://www.kemppi.com/fi>

SFS- käsikirja 66-1. Hitsaus. Osa1: Hitsauksen laadunhallinta. 9. painos. Suomen Standarsoimisliitto SFS. Helsinki 2009

Uusitalo, J. Hitsaustekniikka- lehti 6/2013. Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys ry.

Järnstöm, P. Hitsaustekniikka- lehti 4/2012. Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys ry.

Kemppi Arc System 2.0- ArcQuality: Hitsauksen laadunhallinta- esite. 2013

Lukkari J.,Hitsaustekniikka: Perusteet ja kaarihitsaus. 4. painos. Helsinki 2002. Edita Prima Oy

TECHNIP OFFSHORE FINLAND	WELDS PER DRAWING	Page	1 (3)
TRO-65	CONSTITUTION	Date	22.07.2004

Given Drawing No: 65-S-H4-407-221-1

Showing all welds

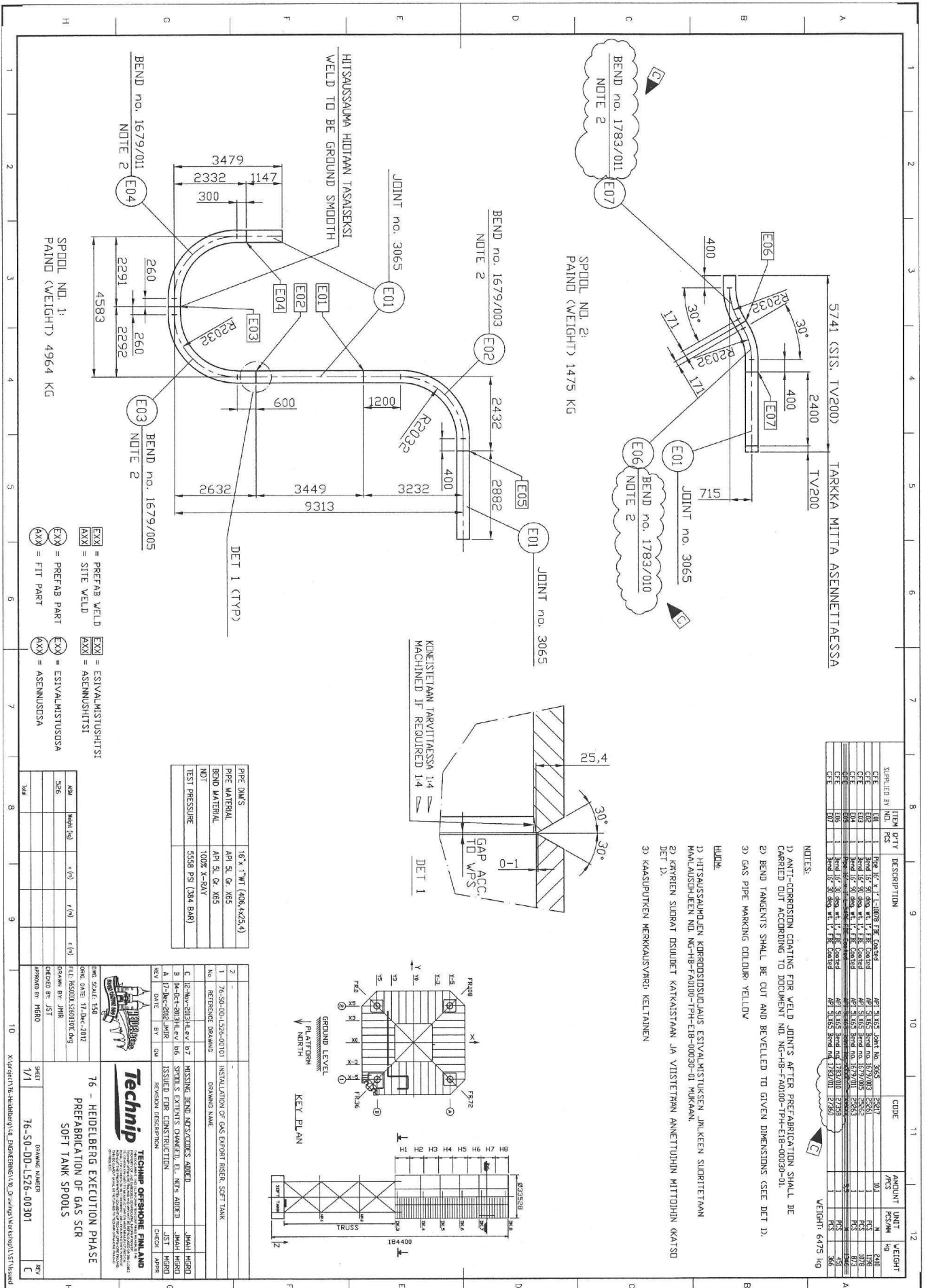
Drawing Number	65-S-H4-407-221-1		Rev.	D	Drawing Section			
Weld No	Fab. pl.	Weld Type	Length	Rev.	I.C.	PWHT	Visual Ok	
001	HALLI	BBZ-20	9784	A	B1B		_____	
002	HALLI	BBZ-20	10009	A	B1B		_____	
003	HALLI	BBZ-20	9549	A	B1B		_____	
004	HALLI	BBL-20	7725	A	B1		_____	
010	HALLI	BBL-20	7385	A	B1		_____	
015	HALLI	BBL-20	1725	A	B1		_____	
016	HALLI	BBL-20	5558	A	B1		_____	
020	HALLI	BBV-12	250	A	C1		_____	
022	HALLI	BBL-20	7855	A	B1		_____	
026	HALLI	TPK-9	54276	A	C4		_____	
027	HALLI	TBK-38	1962	A	C2		_____	
028	HALLI	BBL-20	1800	A	C1		_____	
029	HALLI	BBL-20	1800	A	C1		_____	
030	HALLI	TBK-38	1677	A	C2		_____	
031	HALLI	BBL-20	1800	A	C1		_____	
032	HALLI	TBK-38	1977	A	C2		_____	
033	HALLI	BBL-20	1800	A	C1		_____	
034	HALLI	TBK-38	2016	A	C2		_____	
035	HALLI	BBL-20	1800	A	C1		_____	
036	HALLI	BBL-38	1800	A	C1		_____	
037	HALLI	TPK-9	12900	A	C4		_____	
038	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
039	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
040	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
041	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
042	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
043	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
044	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
045	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
046	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
047	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
048	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
049	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
050	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
051	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
052	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
053	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
054	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
055	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
056	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
057	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
058	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
059	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
060	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
061	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
062	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
063	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
064	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	
065	HALLI	BBL-20	248	A	C1		_____	





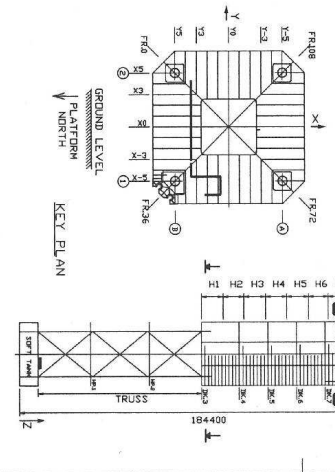
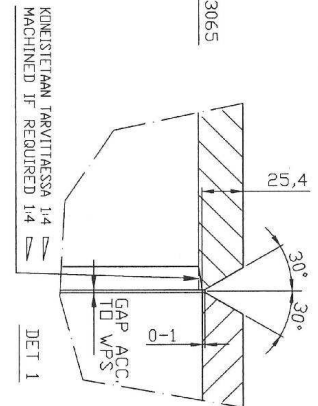


Technip Offshore Finland		Checklist for welding parameters Hitsauksen parametrientarkastuslista			
Project: PROJEKTI:					
Drawing no: Piirustus nro:			Area/section/weld no: alue/lohko/sauma nro:		
Object: KOHDE:	OK OK	NO EI	Comments: HUOMIOT:		
WPS NO: WPS NRO:					
Fit-up, joint geometry FIT-UP, RAILOGEOMETRIA					
Handling of welding consumables: LISÄAINEENKÄSITTELY:					
Cleaning of weld cap/area: HITSAUSALUEEN PUHTAUS:					
Welder's qualification for WPS: HITSAAJAN PÄTEVYYS WPS:LLE:					
Calibration of welding equipment: HITSAUSLAITTEEN KALIBROINTI:					
Welding process HITSAUSMENETELMÄ					
Preheat method: ESILÄMMITYSMENETELMÄ:					
Temp. control method: LÄMPÖTILAN MITTAUS:					
Preheat or interpass temperature: ESILÄMPÖ TAI PALKOJEN VÄLINEN LÄMPÖTILA:					
Welding position: HITSAUSASENTO:					
Root, filling or capping: JUURI-, TÄYTTÖ- VAI PINTAPALKO					
Gouging method AVAUSMENETELMÄ:					
Gas and/or flux: KAASU JA JAUHE:					
Etc.: MUUTA:					
	Current: VIRTA:	Voltage: JÄNNITE:	Welding speed: HITSAUSNOPEUS:	Heat input: LÄMMÖNTUONTI:	
Welding parameters: HITSAUSPARAMETRI:					
Welder's I.D.: HITSARIN NRO:					
Welding inspector: HITSAUKSEN TARKASTAJA:					
Date: PÄIVÄYS:			Sign: Allekirjoitus:		



ITEM NO	DESCRIPTION	CODE	AMOUNT	UNIT	WEIGHT
E01	PIPE JOINT NO. 3065	3065	10.0	PCS	240
E02	BEND NO. 1679/003	1679/003	1.0	PCS	1475
E03	BEND NO. 1679/005	1679/005	1.0	PCS	4964
E04	BEND NO. 1679/011	1679/011	1.0	PCS	4964
E05	BEND NO. 1679/003	1679/003	1.0	PCS	1475
E06	BEND NO. 1783/010	1783/010	1.0	PCS	4964
E07	BEND NO. 1783/011	1783/011	1.0	PCS	4964
TOTAL					6475 kg

- INDEX:
- 1) ANTI-CORROSION COATING FOR WELD JOINTS AFTER PREFABRICATION SHALL BE CARRIED OUT ACCORDING TO DOCUMENT NO. NG-HB-T-A0100-TPH-EI8-00030-01.
  - 2) BEND TANGENTS SHALL BE CUT AND BEVELLED TO GIVEN DIMENSIONS (SEE DET 1).
  - 3) GAS PIPE MARKING COLOUR: YELLOW.
- NOTE:
- 1) HITSAUSSAUNOJEN KORROSIOSUOJAUS ESTIVALMISTUKSEN JÄRKEEN SUORITETTAVAN MAALAUSSUOJELUN NO. NG-HB-T-A0100-TPH-EI8-00030-01 NUKKAN.
  - 2) KÄYREIEN SUIKAT OSAUDET KATKASTAAN JA VIISTETÄN ANNETTUJUN MITTOJHN KKAISO DET 1.
  - 3) KAASUPIIREN MERKKAUSVÄRI: Keltainen.



- LEGEND:
- EXX = PREFAB WELD
  - AXX = SITE WELD
  - EXX = ESTIVALMISTUSHITSI
  - AXX = ASENNUSHITSI
  - EXX = PREFAB PART
  - AXX = FIT PART
  - EXX = ESTIVALMISTUSOSA
  - AXX = ASENNUSOSA

PIPE DIMS	16" x 1" WT (406.4x25.4)
PIPE MATERIAL	API 5L Gr. X65
BEND MATERIAL	API 5L Gr. X65
NOT	100% X-RAY
TEST PRESSURE	5558 PSI (384 BAR)

NO.	REVISION	DATE	BY	CHK	APPR
1	INSTALLATION OF GAS EXPORT RISER, SOFT TANK	11-Dec-2012	JST	JST	JST
2	MISSING BEND AND CODES ADDED	11-Dec-2012	JST	JST	JST
3	SPOOL'S EXTENTS CHANGED, E.I. NITS ADDED	11-Dec-2012	JST	JST	JST
4	ISSUED FOR CONSTRUCTION	11-Dec-2012	JST	JST	JST

**Technip** TECHNIP OSEPPORFIE FINLAND

76 - HEIDELBERG EXECUTION PHASE  
PREFABRICATION OF GAS SCR  
SOFT TANK SPOOLS

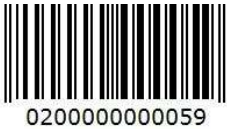
DRAWING NUMBER: 76-50-00-1526-00301

DATE: 1/1

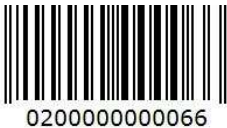
# HITSISAUMAT ArcQ

76-S0-DD-L526-00301 rev.C

E01



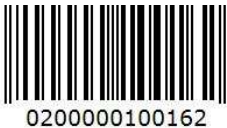
E02



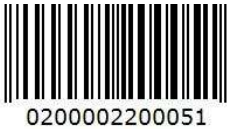
E03



E04



E05



E06



E07



TECHNIP OFFSHORE FINLAND		HITSAUSOHJE (WPS)						WPS No. 76/A12		
		WELDING PROCEDURE SPECIFICATION						Sivu Page 1(1)		
Projekti no. Project no.	TOF-76	Projekt specification API 1104				WPQR ref. 75/A22, 75/A23				
Hittausprosessi Welding process		1) GTAW		2) FCAW		3)			4)	
Palkko no. Pass no.	Hittaus asento/ suunta Welding pos./ dir	Lisäainetyyppi Wire/rod type	Hiokaisija Dia mm	Suojakaasu Shield gas l/min	AC DC- DC+	Virta Current A	Jännite Voltage V	Hittausnopeus Welding speed mm/min	Lämmönlähti Heat input kJ/mm	Vapeelanka Stick-out mm
1 - 2	ALL KAIKKI	ELGATIG 162	2.4	12 - 15	DC-	110 - 150	10 - 14	38 - 61	1.9 - 3.1	-
3 - n	ALL KAIKKI	TM 881-K2	1.2	16 - 20	DC+	160 - 230	25 - 30	145 - 245	0.9 - 2.2	15 - 20
1 ja 2 palkkojen välinen aika Max. 1tunti			2 ja 3 palkkojen välinen aika Max. 24 tuntia							
Maximum time between 1 and 2 passes 1 hour			Maximum time between 2 and 3 passes 24 hours							
Perusaine A Material A	ASTM	Grade	A 694 F65		CE max	N/A	PCM max	N/A	C max	N/A
Perusaine B Material B	API 5L	Grade	X-65		CE max	N/A	PCM max	N/A	C max	N/A
Liitostyyppi Joint type	PÄITT BUTT	Rallotyyppi Groove type	V		Yksikaksipuolinen Single/Double sided	YKSI SINGLE		Juurituki (kyllä/ei) Backing (yes/no)	EI NO	
Siltituksen toimintaohje no. Tack weld, see procedure no.	WLD-008		Levitysliike (kyllä/ei) Weaving (yes/no)		KYLLÄ YES		Levitysliike maksimi (elektrodiin lähe) Weaving max. (rod pos.)		10 mm	
Ilmanka Root gap	3 - 6	mm	Juuripinta Root face	0 - 1	mm	Rallokulma A Groove A	50 - 70	Rallokulma B Groove B	N/A	-
Yhökulma min-max Stub angle min-max	N/A		Pienen a-mitta yksipalkko Thr. thick, single-pass		N/A		mm	Pienen a-mitta monipalkko Thr. thick, multi-pass	N/A mm	
Ulkohalkaisija putki A O.D.Pipe A	≥ 323,9		mm							
Ulkohalkaisija putki B O.D.Pipe B	≥ 323,9		mm							
Aineenvah. A Thick plate A	≥ 19.1		mm							
Aineenvah. B Thick plate B	≥ 19.1		mm							
Avausmenetelmä Gouging method	HIILIKAARI + HIONTA TARVITTAESSA CARBON ARC+GRINDING IF NEEDED									
Esilämmitysmenet. Preheat method	PROPAANI/ VASTUS PROPANE / ELECTRIC HEATER									
Lämpötilan valvonta Temp control	LIITU/ PINTALÄMPÖMITT. TEMP. CRAYON/ DIGIT.METER									
Esilämm. Lämpötila min. Preheat temp. min.	50		°C							
Työlämpötila max. Interpass temp.max.	205		°C							
Lämpökäsittelyohje PWHT procedure	N/A									
Hit. Lisäaino-erittely Filer metal specification	AWS A5.28, A5.29									
Hit. Lisäaino käsittely ohje Filer metal treatment	WLD-001									
AWS luokitus AWS class	ER 80S-NI1, E 81T1-K2									
Suojakaasu Shield gas	99,9 Ar, 75% Ar + 25% CO2									
Juurikaasu Purge gas	N/A									
Materiaalin EN 287-1 lunnus Material EN 287-1 code	N/A									
Asennon EN lunnus Position EN code	N/A									
Prosessin EN lunnus Process EN code	141, 136									
ArcQ		0200033330055								
Rev	Päivitys Date	Muutos Revision	Allekirj. TOF Signed for TOF	Allekirj. TOF QA Signed for TOF QA	Päivitys Date	Lukit./Lähtö CVA			Päivitys Date	
0	2.9.2013								2.9-13	
TECHNIP OFFSHORE FINLAND OY Jani Koskenranta Welding Engineer IWE FI 00330				JANNE TAMMIKSEN 2.9-13						