



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Petri Hakkola

HITSAUSOHJEEN HYVÄKSYTTÄMIS- PROSESSI

Tekniikka ja liikenne
2013

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Petri Hakkola
Opinnäytetyön nimi	Hitsausohjeen hyväksyttämisprosessi
Vuosi	2013
Kieli	suomi
Sivumäärä	36 + 21 liitettä
Ohjaaja	Timo Gröndahl

Opinnäytetyön aiheena on käydä läpi prosessi alustavan hitsausohjeen laatimisesta ja hyväksymistavoista hitsausohjeeksi. Työ tehdään Vaasan aikuiskoulutuskeskuksen hitsausosastolle.

Tavoitteena on laatia alustavia ohjeita useille prosesseille ja materiaaleille sekä tehdä ainakin yksi menetelmäkoe, jota käytetään hyväksyttämistapana. Alustavat ohjeet laaditaan käyttäen aikaisempaa hitsauskokemusta ja -tietoutta. Menetelmäkoe tai -kokeet hitsataan itse ja lähetetään tarkastuslaitokselle testaukseen.

Tuloksena saatiin laadittua lähes sata alustavaa ohjetta ja kaksi menetelmäkoetta, jotka täyttivät tarkastusten vaatimukset. Niillä hyväksyttiin osa alustavista ohjeista hitsausohjeiksi.

ABSTRACT

Author	Petri Hakkola
Title	The qualification process of welding procedure specification
Year	2013
Language	Finnish
Pages	36 + 21 Appendices
Name of Supervisor	Timo Gröndahl

The thesis subject is to describe the process of making preliminary welding procedure specification and the ways of qualification to welding procedure specification. The task is made for the welding department of Vaasa adult educational center.

The target is to make preliminary specifications to several welding processes and materials and to run at least one welding procedure test which is used by qualification method. Preliminary specifications are developed by using previous welding experience and knowledge. Welding procedure tests are weld by myself and sent to an inspection institution for testing.

The result is almost a hundred pieces of preliminary welding procedure specifications and two welding procedure tests which met the requirements of testing. Some of the pWPS was approved to WPS by the welding procedure tests.

Keywords	Vaasa adult educational center, welding procedure specification, welding procedure test
----------	---

TERMI- JA LYHENNELUETTELO

111	puikkohitsauksen prosessitunnus	s.8
135	MAG-umpilankahitsauksen prosessitunnus	s.8
IIW	International Institute of Welding, kansainvälinen hitsausyhdistys	s.6
MAG	Metal Arc active Gas, kaarihitsaus aktiivisella suoja-kaasulla	s.8
pWPS	preliminary Welding Procedure Specification, alustava hitsausohje	s.7
SHY	Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys	s.6
WPQR	Welding Procedure Qualification Record, menetelmäkokeen pöytäkirja	s.7
WPS	Welding Procedure Specification, hitsausohje	s.7
NDT	Non-Destructive Testing, rikkomaton aineenkoetus	s.13
DT	Destructive Testing, rikkova aineenkoetus	s.13
a-mitta	pienahitsissä sauman koko	s.21
ssnb	single side without backing, yhdeltä puolelta ilman juuritukea	s.23
BW	Butt Weld, päittäisliitos	s.24
TIG	Tungsten Inert Gas, Tig-hitsaus	s.25
MIG	Metal Arc Inert Gas, kaarihitsaus inertillä suojakaasulla	s.26

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

TERMI- JA LYHENNELUETTELO

1	JOHDANTO.....	3
2	VAASAN AIKUISKOULUTUSKESKUS.....	4
3	HITSAUSOHJE	5
	3.1 Mikä on hitsausohje?	5
	3.2 Hitsausohjeen tekninen sisältö.....	5
	3.3 Hitsausohjeen hyväksyminen.....	8
	3.3.1 Testatut hitsausaineet	9
	3.3.2 Aikaisempi hitsauskokemus.....	9
	3.3.3 Standardimenetelmä.....	9
	3.3.4 Esituotannollinen koe.....	10
	3.3.5 Menetelmäkoe	10
4	MENETELMÄKOE.....	11
	4.1 Koekappale	11
	4.2 Koekappaleen testaus.....	11
	4.2.1 Testauksen laajuus	11
	4.2.2 Poikittainen vetokoe.....	13
	4.2.3 Poikittainen taivutuskoe.....	13
	4.2.4 Makrohietutkimus	15
	4.2.5 Iskukoe	17
	4.2.6 Kovuuskoe	18
	4.2.7 Silmämääräinen tarkastus.....	19
	4.2.8 Radiografia ja ultraäänitarkastus.....	19
	4.2.9 Pintahalkeamatarkastus	19
	4.2.10 Testauksen uusinta	21
	4.3 Pätevyysalue	21
5	ALUSTAVIEN HITSAUSOHJEIDEN LAATIMINEN	22
	5.1 Alustus	22

5.2	Puikkohitsaus 111	23
5.3	MAG 135	25
5.4	MAG 136	25
5.5	TIG 141	26
5.6	MIG 131	27
6	ALUSTAVIEN HITSAUSOHJEIDEN HYVÄKSYTTÄMINEN	29
6.1	Hyväksyttämismenetelmän valinta	29
6.2	Materiaalin ja koekappaleiden valinta	29
6.3	Koekappaleiden hitsaus	31
7	KOEKAPPALEIDEN TESTAUS	34
8	YHTEENVETO	35
9	LÄHTEET	36
LIITTEET		

1 JOHDANTO

Tämä työ tehdään Vaasan aikuiskoulutuskeskuksen tekniikan yksikköön hitsausosastolle. Osastolla on tutkinnonanto-oikeus perus-, ammatti- ja erikoisammattitutkintoihin sekä tarjoaa räätälöityjä täydennys- ja pätevöintikoulutuksia yrityksille ja yksittäisille henkilöille.

Ammatti- ja erikoisammattitutkinnot järjestetään Suomen Hitsausteknillisen Yhdistyksen (SHY) valtuuttamana kansainvälisen hitsausyhdistyksen (IIW) säädösten mukaan. Näissä säädöksissä vaaditaan hitsausohjeet kaikille hitsauksille, jotka kuuluvat tutkintoihin.

Hitsausosastolla tehdään hitsaajan pätevyyskokeita, joita kertyy vuoden aikana kymmenistä satoihin. Yritykset maksavat näistä ja osa liittyy opiskelijoiden koulutuksiin. Standardissa sanotaan, että pätevyyskokeessa käytetään alustavaa hitsausohjetta tai hitsausohjetta. /5/

Joitakin alustavia hitsausohjeita on laadittu tarpeen mukaan, mutta yllämainitut vaatimukset eivät täyty. Tästä johtuen nähtiin tarpeelliseksi laatia kaikki vaadittavat alustavat hitsausohjeet, joista osa hyväksytetään hitsausohjeiksi.

Tavoitteena on laatia alustavat hitsausohjeet viidelle hitsausprosessille, jotka kattavat pienahitsaukset sekä levyn ja putken päittäishitsaukset eri asennoissa yleisesti käytössä oleville ainevahvuuksille ja materiaaleille.

Kustannusten vuoksi alustavista hitsausohjeista hyväksytetään ulkopuolisen tarkastuslaitoksen toimesta varsinaisiksi hitsausohjeiksi vain yhdelle hitsausprosessille ja sellaiselle materiaalille ja ainevahvuudelle, joilla on mahdollisimman suuri kattavuusalue.

2 VAASAN AIKUISKOULUTUSKESKUS

Vaasan ammatillinen kurssikeskus perustettiin vuonna 1972. Se aloitti toimintansa seuraavana vuonna Tiklas-kiinteistössä, joka sijaitsee nykyistä pääkirjastoa vastapäätä. Aluksi oli kolme eri koulutusala: sähkö-, metalli- ja palveluala. Tilat osoittautuivat pian riittämättömiksi ja alettiin suunnitella uusia tiloja kurssikeskusta varten.

Vuonna 1980 muutettiin Runsoriin, jonne oli rakennettu uudet toimitilat kurssikeskusta varten. 80-luvun puolivälissä alkoivat lyhytkoulutukset ja oppisopimus-koulutukset. Myös uusia osastojakoja tehtiin. Vuonna 1990 alkoi maahanmuuttajakoulutus ja samana vuonna nimeksi vaihdettiin Vaasan ammatillinen aikuiskoulutuskeskus. 1991 Vakk:lle myönnettiin todistuksenanto-oikeus 14:lle eri perustutkinnolle. Vuosina 1994 - 1997 Vakk:n tiloissa toimi maan ainoa siviilipalvelukeskus. Vuodesta 2007 nimi on ollut Vaasan aikuiskoulutuskeskus.

RunSORIN toimitilat palvelivat aikuiskoulutuskeskusta aina vuoteen 2011 saakka. Hyvinvointi- ja tukipalvelut olivat muuttaneet jo aiemmin entiseen Silveriaan ja kauppaoppilaitokseen, jotka tunnetaan nykyään Hansa-kampuksena. Näihin toimialoihin kuuluvat kielet ja monikulttuurisuus, sosiaali- ja terveystila sekä matkailu-, ravitsemis- ja puhtausala. Tekniikka oli viimeinen toimiala RunSORissa. Siihen kuuluu sähkö ja rakentaminen sekä metalliosasto. Ammattiopiston yhteyteen Sepänkyläntielle rakennettiin uudet hallit sähkö- ja metalliosastolle. Niihin muutettiin 2011. Rakennusosasto muutti vuoden päästä saneerattuihin tiloihin samalle tontille. Tämä alue sai nimeksi Sampo-kampus.

Vakk:n koulutukseen kuuluu perus-, ammatti- ja erikoisammattitutkinnot, lyhytkurssit, lupakortit, pätevyyskoulutukset, valmentava koulutus sekä asiakaslähteisesti suunnitellut lyhytkoulutukset. Asiakkaita ovat alueen yritykset, TE-keskus ja yksityishenkilöt. Vuonna 2010 liikevaihto oli 12,7 miljoonaa euroa. Opiskelijoita oli 4622 ja henkilökuntaa 172, joista kouluttajia 152.

3 HITSASUOHJE

3.1 Mikä on hitsausohje?

Hitsausohjeessa esitetään yksityiskohtaisesti vaadittavat muuttujat toistettavuuden varmistamiseksi. Sen avulla voidaan varmistaa hitsauksen laatu hitsaajasta riippumatta, kunhan ohjetta noudatetaan. Hitsausohjetta on syytä käyttää aina, vaikka sitä ei suoraan aina vaadita. Yleensä vaatimus tulee hitsaustyön tilaajalta, viranomaisilta, tuotestandardista tai yrityksen omaan laatujärjestelmään perustuen. Alustava hitsausohje (pWPS) ei kelpaa, vaan se täytyy hyväksyttää hitsausohjeeksi (WPS).

Alustava hitsausohje laaditaan käyttäen aikaisempaa hitsauskokemusta ja yleistä hitsaustietoutta. On myös varmistettava, että alustavaa hitsausohjetta voidaan soveltaa varsinaisessa tuotannossa. Kappaleessa 2.3. käsitellään tapoja, joilla alustava hitsausohje voidaan hyväksyttää hitsausohjeeksi. /7/

”Hitsausohjeita tarvitaan hitsauksen aikana hitsaustöiden suunnittelun perustaksi sekä laadunvalvontaan. Hitsaus katsotaan laatujärjestelmästandardien terminologiassa erikoisprosessiksi. Laatujärjestelmästandardit edellyttävät yleensä, että erikoisprosessien suorituksessa noudatetaan kirjallisia menettelyohjeita.

Hitsausohjeen laatiminen luo perustan sille, että hitsi täyttää asetetut vaatimukset, mutta ei sinänsä vielä takaa sitä. Joitakin poikkeavuuksia, kuten hitsausvirheitä ja muodonmuutoksia, voidaan tutkia valmiista tuotteesta rikkomattomilla aineenkoetusmenetelmillä.” /6/

3.2 Hitsausohjeen tekninen sisältö

Hitsausohjeen sisällön määrää ei ole määritelty. Kuitenkin kaikki tarpeellinen tieto tulee ilmetä siinä. Hitsausohjeen lisäksi voidaan laatia työohjeita. Ne voivat olla tarpeen, etenkin jos hitsausohje on suppea. Seuraavissa kappaleissa käsitellään standardin antama määritelmä hitsausohjeen sisällölle.

Valmistajakohtaisissa tiedoissa on näkyvillä hitsausohjeen ja sen valmistajan tunnistustiedot sekä viittaus hitsausmenetelmän hyväksymispöytäkirjaan (WPQR), jota käsitellään kappaleessa 3.4, tai muihin vaadittaviin asiakirjoihin.

Perusaineella tarkoitetaan hitsattavaa materiaalia, joka merkitään hitsausohjeeseen numerotunnuksella. Terästen ryhmittely perustuu sulatusanalyysiin tai seosainepitoisuuksiin. Sama hitsausohje voi kattaa useampia materiaaliryhmiä.

Mittoihin on merkitty hitsausliitoksen aineenpaksuusalueet tai jos kyseessä on putki, putken ulkohalkaisija-alueet. Hitsausliitoksen aineenpaksuus voi tarkoittaa joko levyn paksuutta tai putken seinämänvahvuutta.

Hitsausprosesseilla on myös oma standardisoitu numerotunnus. Prosessilla voidaan tarkoittaa esimerkiksi puikko- (111) tai MAG-hitsausta (135).

Hitsausliitoksen rakenne esitetään kuvalla, jossa on liitoksen yksityiskohdat ja mitat sekä palkojärjestys, mikäli sillä on vaikutusta hitsin ominaisuuksiin. Palkojärjestyksellä tarkoitetaan missä järjestyksessä hitsisaumat hitsataan, mikäli liitos on liian suuri kerralla hitsattavaksi.

Hitsauksen suoritustekniikan kannalta on oleellista missä asennossa se tehdään. Hitsausohjeeseen merkitään käytettävät hitsausasennot.

Railomuoto on hitsiliitoksen sivuprofiilin muoto. Hitsausohjeeseen tulee railonvalmistusmenetelmät, puhdistus, rasvanpoisto ja niissä käytettävät menetelmät. Tärkeää on myös, millä hitsattavat kappaleet kiinnitetään toisiinsa sekä kappaleiden silloitus. Silloitus tarkoittaa siltahitsejä, jotka pitävät kappaleet paikallaan hitsauksen aikana.

Hitsauksen suoritustekniikasta mainitaan suurin sallittu sivuttaisliike tarvittaessa, hitsin enimmäisleveys sekä hitsaimen, pistoolin, puikon tai langan kallistuskulma hitsattavaan kappaleeseen nähden.

Juuren avauksessa käytettävä menetelmä ja uran syvyys ja muoto ilmoitetaan. Juuri on hitsattavan pinnan vastapuoli. Jossain tapauksissa levy hitsataan molemmilta puolilta ja juuren puoli voidaan avata ennen sen hitsaamista.

Jos juuritukea käytetään, tai voidaan käyttää, sen tapa, tyyppi, materiaalit ja mitat mainitaan hitsausohjeessa. Juurituki voi olla esimerkiksi keraaminen tai kiinteä,

samaa materiaalia oleva kuin hitsattava kappale. Se asetetaan hitsin vastapuolelle helpottamaan ja tukemaan juurisaumaa ja sen hitsaamista.

Hitsauslisäaineita ovat muun muassa hitsauslanka tai –puikko. Niistä merkitään mitat (koko), luokittelumerkintä, kaupp nimi ja käsittely, joka kattaa kuivauksen ja altistuksen ympäristöolosuhteille. Jos lisäaine on kostunut, se kuivatetaan uudelleen määrätty aika oikeassa lämpötilassa. Nämä ilmoitetaan lisäaineluettelossa tai pakkausetiketissä.

Hitsausarvot käsittävät virtalajin (vaihtovirta tai tasavirta) ja napaisuuden, jos käytetään tasavirtaa. Napaisuus ilmoitetaan hitsauspistoolin tai hitsaimen mukaan. Pulssihitsauksen yksityiskohdat (koneen asetusarvot, ohjelman valinta) mainitaan tarvittaessa. Myös hitsausvirran ala- ja ylärajat ovat hitsausohjeessa.

Jos hitsaustapahtuma mekanisoidaan tai automatisoidaan, kuljetusnopeusalue ja langan tai nauhan syöttönopeusalue kerrotaan.

Tietyt materiaalit tai ainevahvuudet vaativat esikuumennuksen ennen hitsausta. Esikuumennuslämpötilalla tarkoitetaan vähimmäislämpötilaa hitsauksen alkaessa ja sen aikana. Jos esikuumennusta ei tarvita, ilmoitetaan työkappaleen alin sallittu lämpötila ennen hitsausta.

Välipalkolämpötila merkitään jos materiaalin kannalta on tärkeää, ettei lämpötila nouse hitsauksen aikana liian suureksi. Tarvittaessa käytetään vähimmäislämpötilaa. Ylläpitolämpötila on hitsausvyöhykkeen vähimmäislämpötila, joka ylläpidetään hitsauksen keskeytyessä.

Jos hitsattavasta kappaleesta poistetaan vety hehkuttamalla, mainitaan hitsausohjeessa lämpötila-alue ja vähimmäispitoaika. Hitsauksen jälkeisessä lämpökäsittelyssä menetellään samoin.

Suojakaasu on kaasu, jolla suojataan hitsisula ja sen ympäristö ilmassa olevan hapen ja typen vaikutuksilta hitsauksen aikana. Hitsausohjeeseen kirjataan suojakaasun tunnus ja tarvittaessa koostumus, valmistaja ja kaupp nimi.

Jos lämmöntuontialue on määritelty, se ilmoitetaan. Hitsausohjeeseen voidaan näiden edellä mainittujen lisäksi merkitä hitsausprosessikohtaisia arvoja, kuten langansyöttönopeus tai suojakaasun virtausnopeus. /7/

3.3 Hitsausohjeen hyväksyminen

Hitsausohjeen hyväksyntä suoritetaan ennen varsinaista tuotantohitsausta. Hyväksymistapa määritetään sovellutus- tai tuotestandardeissa tai osapuolten välisessä sopimuksessa. Hitsausohje laaditaan hyväksymispöytäkirjan mukaan, joka perustuu hyväksymistavasta riippuen dokumentaatioon tai suoritettuihin koehitsauksiin testauksineen. Jos hyväksyminen edellyttää koekappaleiden hitsausta, tehdään se alustavan hitsausohjeen mukaisesti. /6/, /4/

Hyväksymispöytäkirjan pohjalta voidaan laatia useampia hyväksytyjä hitsausohjeita, kunhan muuttujat ovat pätevyysalueiden sisällä. Hitsausohjeen allekirjoittaa yrityksen hitsauksesta vastaava henkilö, yleensä hitsauskoordinoija. /4/

Taulukossa 1 esitetään hitsausohjeen eri vaiheiden tulokset ja osapuolet. Liitteessä 1 on hitsausohjeen hyväksymisprosessi kaaviomuodossa.

Taulukko 1. Hitsausohjeen vaiheistus.

Toiminto	Tulos	Osapuoli
Hitsausohjeen laatiminen	pWPS	Valmistaja
Hitsausohjeen hyväksyminen	WPQR mukaan lukien voimassaoloaika asianmukaiseen hyväksymistapa-standardiin perustuen	Valmistaja ja tarvittaessa kokeen valvoja/ tarkastusorganisaatio
Hitsausohjeen viimeistely	WPS kyseiseen WPQR:ään perustuen	Valmistaja
Hyväksyminen käytettäväksi tuotannossa	WPS:n kopio tai työohje	Valmistaja

3.3.1 Testatut hitsausaineet

Tämä hyväksymistapa edellyttää että hitsauslisäaineet ovat asianmukaisesti testattu ja niitä voidaan käyttää, jos ei ole erityistä kokemusta hitsauksesta, eikä hitseille ole asetettu erityisiä vaatimuksia. /4/

”Standardi on rajattu perusaineille, joiden muutosvyöhykkeeseen syntyy hyväksytyjä mikrorakenteita ja ominaisuuksia, jotka eivät merkittävästi huonone tuotteen käytön aikana.

Standardi ei sovellu tapauksissa, jolloin hitsausliitokselle on annettu kovuus- tai iskutikeysvaatimuksia, esikuumennusta, kontrolloitua lämmöntuontia, palkojen välisen lämpötilan määrittämistä tai hitsauksen jälkeistä lämpökäsittelyä.” /8/

3.3.2 Aikaisempi hitsauskokemus

Oleellisia kohtia hyväksynnälle ovat alustava hitsausohje ja kirjallinen todistus aikaisemmasta hitsauskokemuksesta. Siinä on selvitys ja/tai testaustuloksia sekä yhteenveto hitsaavasta tuotannosta tai tyydyttävästä käyttösuorituksesta.

Käyttösuoritukseen sisältyy dokumentaatio tuotteen oleellisista ominaisuuksista ja hitsauskokeista sekä yhteenveto vähintään vuoden hitsaavasta tuotannosta tiettyinä ajanjaksona.

Toinen vaihtoehto on tarkastella hitsien soveltuvuutta käytössä tiettyinä ajanjaksona. Standardin mukaan viiden vuoden ajanjakso voidaan katsoa sopivaksi, ellei toisin määritetä. /9/

Toisin sanoen alustava hitsausohje voidaan viiden vuoden käytön jälkeen hyväksyä hitsausohjeeksi, kunhan on olemassa dokumentteja hitsien soveltuvuudessa tuotannossa.

3.3.3 Standardimenetelmä

Standardimenetelmässä käytetään muiden yritysten hitsausohjeita edellyttäen, että ne ovat hyväksytyt menetelmäkokein. Edellytyksenä on myös, että yrityksellä on nimetty hitsauskoordinoija ja että noudatetaan Standardin EN-ISO 3834 mukaisia laatuvaatimuksia. /4/

3.3.4 Esituotannollinen koe

Esituotannollisessa kokeessa esivalmistelu ja hitsaus suoritetaan tuotanto-olosuhteissa ja käytetään todellisia työkappaleita. Tarkastuslaajuus on soveltuvin osin menetelmäkokeen mukainen, mutta ainakin seuraavat kokeet on pyrittävä tekemään: 100 % silmämääräinen tarkastus, pintahalkeamatarkastus, kovuuskokeet ja makrohietutkimus. Nämä käsitellään tarkemmin kappaleessa 3.2. /4/

3.3.5 Menetelmäkoe

”Kun hitsit ovat hitsattavan rakenteen kannalta kriittisiä, saattaa olla syytä hyväksyä hitsausohjeet menetelmäkokeella. Menetelmäkokeella voidaan testata, että hitsi täyttää sille asetetut mekaaniset vaatimukset. Menetelmäkoestandardeissa EN-ISO-15614 hitsataan standardisoituja koekappaleita ja tehdään niille tietyt kokeet.

Hyväksytyllä menetelmäkokeella on pätevyysalue, joka tarkoittaa, että yhden menetelmäkokeen perusteella voi laatia kuinka monta hitsausohjetta tahansa, kunhan ne ovat menetelmäkokeen pätevyysalueen sisällä.” /4/

4 MENETELMÄKOE

4.1 Koekappale

Menetelmäkokeessa käytettävät koekappaleet tehdään aina tuotantoa vastaaviksi. Koekappaleiden pituus ja lukumäärä on oltava riittäviä vaadittujen testien suorittamista varten. Ylimääräisiä koesauvoja tai uusintakokeita tehtäessä voidaan käyttää vähimmäiskokoa pitempiä koekappaleita.

Kaikissa liitosmuodoissa railon valmistus ja sovitus tehdään alustavan hitsausohjeen mukaan. Liitosmuodolla tarkoitetaan, onko kyseessä päittäis- vai pienaliitos. Koekappaleiden ainevahvuuksien on oltava yhtä suuret, paitsi putken haaraliitoksilla ja pienahitseillä. Aineenvahvuus valitaan siten, että sen pätevyysalue kattaa tuotannon olosuhteet.

Levyn läpihitsattavan päittäisliitoksen sekä t-liitoksen koekappaleiden leveyden ja pituuden vähimmäismitat ovat 150 ja 350 mm. Putken päittäisliitoksessa putkien vähimmäispituus on 150 mm. Ulkohalkaisija määräytyy samoin kuin aineenvahvuus. Putken haaraliitoksessa putkien väliseksi kulmaksi valitaan pienin tuotannossa käytettävä kulma. /10/

”Koekappaleiden esivalmistelu ja hitsaus suoritetaan alustavan hitsausohjeen mukaan tuotantohitsausta vastaavissa olosuhteissa. Koekappaleen hitsausasentojen sekä kaltevuus- ja kiertymiskulmien toleranssien tulee olla standardin EN-ISO 6947 mukaiset. Jos tuotantokappaleiden hitsauksessa siltahitsit sulatetaan lopulliseen hitsiin, toimitaan niin myös koekappaleen suhteen.

Koekappaleen hitsauksen ja testauksen tulee tapahtua valvojan valvonnassa.” /10/

4.2 Koekappaleen testaus

4.2.1 Testauksen laajuus

Koekappaleiden testaus käsittää rikkomattoman (NDT) ja rikkovan (DT) aineen-koetuksen taulukon 2 mukaan. Jos tuotestandardit, erityinen käyttö, materiaalit tai

valmistusolosuhteet vaativat laajempaa testausta, uutta menetelmäkoetta ei tarvitse tehdä, vaan suoritetaan pelkästään lisätietojen vaatimat lisäkoeket. /10/

Taulukko 2. Koekappaleiden testaus.

Koekappale	Testaus	Testauksen laajuus
Läpihitsattu päittäisliitos	Silmämääräinen tarkastus Radiografia tai ultraäänitarkastus Pintahalkeamatarkastus Poikittainen vetokoe Poikittainen taivutuskoe Iskukoe Kovuuskoe Makrohietutkimus	100 % 100 % 100 % 2 koesauvaa 4 koesauvaa 2 sarjaa vaadittu 1 hie
Läpihitsattu T-liitos Läpihitsattu putken haaliitos	Silmämääräinen tarkastus Radiografia tai ultraäänitarkastus Pintahalkeamatarkastus Kovuuskoe Makrohietutkimus	100 % 100 % 100 % vaadittu 2 hiettä
Pienahitsit	Silmämääräinen tarkastus Pintahalkeamatarkastus Kovuuskoe Makrohietutkimus	100 % 100 % vaadittu 2 hiettä

Koesauvat voidaan irrottaa, kun ainetta rikkomattomat testaukset on suoritettu ja testauksien hyväksymiskriteerit täytetty. Irrotusmenetelmän valinnassa on huomioitava, että materiaalin lujuus muuttuu lämmitessä sekä välttää alueita, joissa on NDT-menetelmällä hyväksytyjä hitsausvirheitä. /10/

4.2.2 Poikittainen vetokoe

Kaksi koesauvaa irrotetaan poikittain hitsiin nähden läheltä kappaleen päätyjä. Koesauvat ja testaus tehdään standardin EN 895 mukaan laitteella, joka mittaa koesauvojen murtolujuuden. Sen tulee täyttää perusaineelle asetettu vähimmäisvaatimus, ellei toisin ole määritetty. Eripariliitoksessa tarkastellaan alemman murtolujuuden omaavaa perusainetta.

Putken ulkohalkaisijan ollessa yli 50 mm, hitsin kuvut hiotaan pinnan tasolle koesauvan molemmin puolin. Sisäpuolisen kuvun voi jättää hiomatta, jos ulkohalkaisija on enintään 50 mm ja vetokoe tehdään koko putken poikkipinnalle. Kuvasa 1 vetokoesauvan keskellä on hitsisauma, jonka oikealta puolelta sauva on katkennut. /10/



Kuva 1. Vetokoesauva.

4.2.3 Poikittainen taivutuskoe

Taivutuskokeen koesauvat ja testaus tehdään standardin EN 910 mukaan. Kun ainevahvuus on enimmillään kaksitoista millimetriä, testataan kaksi juuri- ja kaksi pintataivutussauvaa. Ne suositellaan korvattavaksi neljällä sivutaivutussauvalla, jos ainevahvuus on kaksitoista millimetriä tai yli. Juuri- ja pintataivutuksen ero on taivutussuunnalla.

Neljä poikittaista taivutuskoetta voidaan korvata yhdellä pitkittäisellä juuri- ja pintataivutuskokeella kun hitsiaine poikkeaa perusaineesta tai on kyseessä eripari-liitos. Hitsisauma on taivutuskohdan keskellä, kuten kuvassa 2. /10/

”Taivutuskulma on 180 °. Taivutintelan tai sisemmän rullan halkaisija on 4 t, kun perusaineen murtovenymä $A \geq 20$ %. Kun perusaineen murtovenymä $A < 20$ % lasketaan halkaisija seuraavasta kaavasta:

$$d = \frac{(100 \times t_s)}{A} - t_s \quad (1)$$

jossa

d on taivutintelan tai sisemmän rullan halkaisija

t_s taivutuskoesauvan paksuus

A on materiaalispesifikaatiossa vaadittu vähimmäismurtovenymä.

Kokeen aikana koeksuoihin ei saa syntyä missään suunnassa yli 3 mm suuruisia avoimia vikoja. Taivutuskoesauvan nurkissa olevia virheitä ei tarvitse ottaa huomioon arvostelussa.” /10/

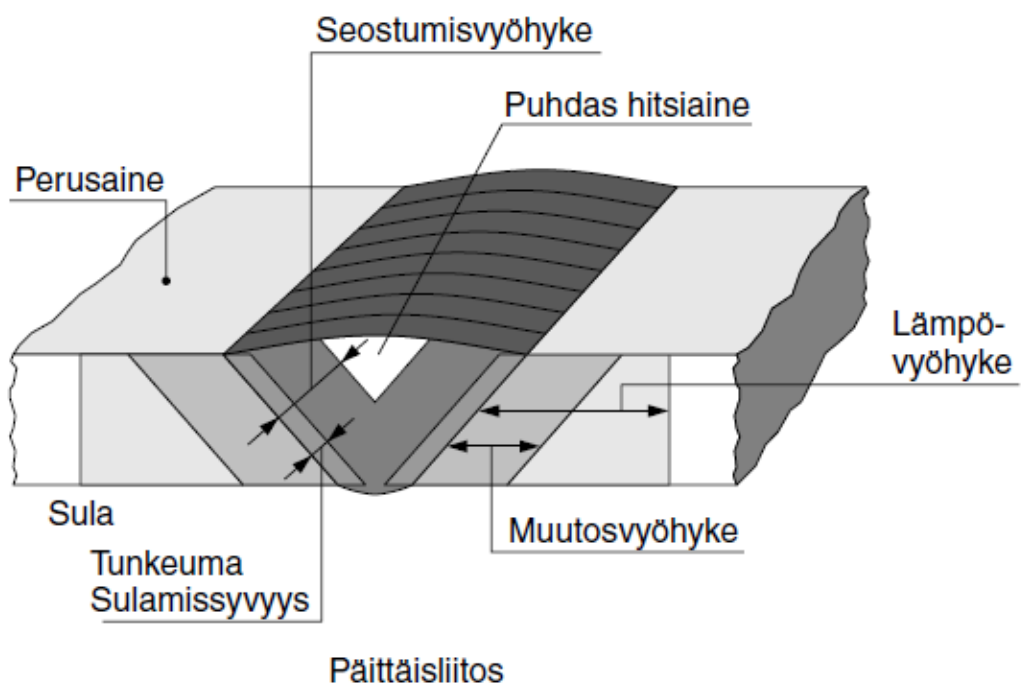


Kuva 2. Taivutuskoesauva.

4.2.4 Makrohietutkimus

Hitsatusta koekappaleesta sahataan irti koesauva tai -pala, joka hiotaan tasaiseksi ja syövytetään hapolla standardin EN 1321 mukaisesti (kts. kuva 4). Syövyttämällä koepalasta saadaan näkyviin sularaja, muutosvyöhyke ja palkorakenne. Kuvassa 3 näkyy eri vyöhykkeet ja sularaja, joka on muutos- ja seostumisvyöhykkeen välissä. Makrohieen koosta standardissa sanotaan, että sen tulee sisältää perusainetta muutosvyöhykkeen ulkopuolelta.

Kovuusmittaukset voidaan tehdä makrohieelle, koska niiden tarkastelu tehdään samalla suurennoslaitteella kuin makrohieen silmämääräinen tarkastus. Kuvassa 4 näkyy kovuusmittaukset pisteenmuotoisina jälkinä. Silmämääräisen tarkastuksen hyväksymisrajat ilmenevät kappaleessa 3.2.7. /10/



Kuva 3. Hitsisauman vyöhykkeet. /3/



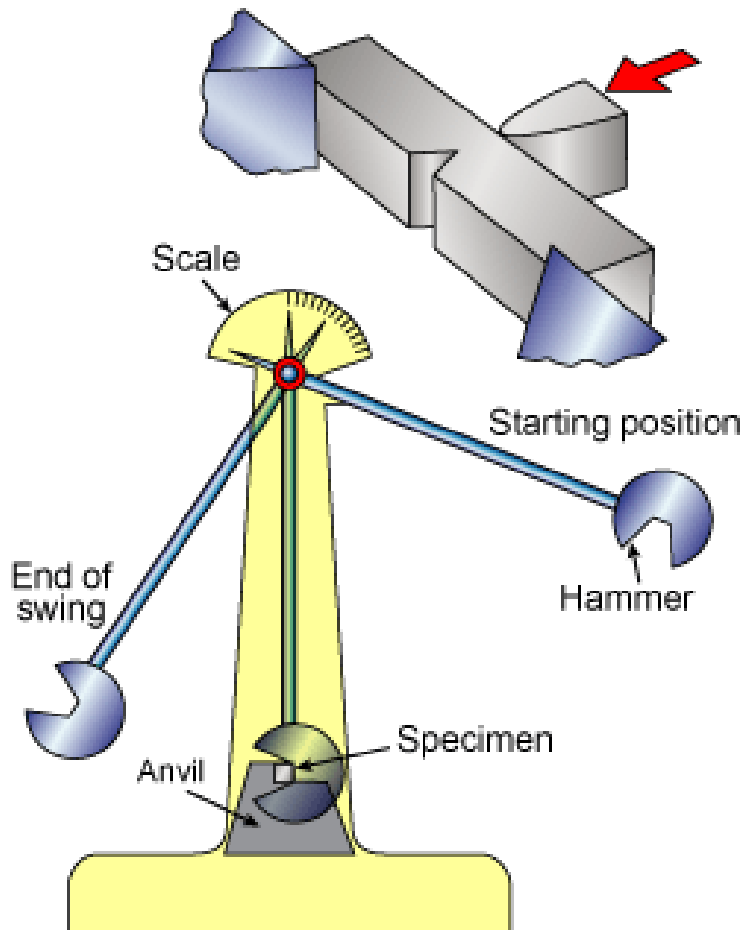
Kuva 4. Makrohieet T- ja päittäisliitoksesta.

4.2.5 Iskukoe

Iskukoessaiuvojen mitoitus ja kokeen suoritus tehdään standardin EN 875 mukaan. Niitä tehdään kaksi kolmen sauvan sarjaa eri vyöhykkeiltä. Aineenvahvuuden ollessa yli 50 mm, otetaan kaksi ylimääräistä sarjaa.

Iskut tehdään Charpy-vasaralla. Kuvassa 5 on periaatekuva charpy-vasarasta ja koesauvasta. Iskuenergia tulee olla materiaalistandardin mukainen, ellei tuotestandardissa toisin määrätä. Koesauvasarjasta lasketaan iskuenergian keskiarvo. Yksittäinen arvo saa olla alle annetun vähimmäiskeskiarvon, kunhan se ei ole pienempi kuin 70 % tästä keskiarvosta. Materiaalin iskusitkeys muuttuu eri lämpötiloissa. Testauslämpötilan valitsee valmistaja, joka ottaa huomioon sovellutuksen

tai tuotestandardin. Testauslämpötilan ei tarvitse olla alempi kuin materiaalispesifikaatiossa. /10/



Kuva 5. Charpy-vasara. /1/

4.2.6 Kovuuskoe

”Kovuuskokeet tehdään standardin EN 1043-1 mukaisesti käyttäen Vickerskoetta HV10. Kovuusmittaukset tehdään hitsistä, muutosvyöhykkeeltä ja perusaineesta tavoitteena arvioida hitsausliitoksen kovuusarvojen vaihtelualue.” /10/

Aineenpaksuus määrää käytetäänkö yhtä vai kahta mittauspisteen riviä. Kussakin rivissä tulee olla vähintään kolme yksittäistä mittauspistettä kaikilla mitattavilla alueilla. Kuvassa 4 näkyy mittauspisteistä muodostuvia rivejä eri vyöhykkeillä.

Standardissa SFS-EN ISO 15614-1 on taulukko, jossa on annettu suurimmat sallitut kovuusarvot eri materiaaliryhmille. Jos arvo ylittyy, menetelmäkoe hylätään. Kovuusmittausta ei tarvitse suorittaa tietyille materiaaleille. /10/

4.2.7 Silmämääräinen tarkastus

Silmämääräinen tarkistus tehdään standardin ISO 5817 mukaan. Siinä on annettu hitsausvirheiden raja-arvot eri hitsiluokille (B, C ja D). Koekappaleen tulee täyttää hitsiluokan B vaatimukset, lukuun ottamatta korkeata kupua (pienahitsi), ylisuurta a-mittaa, korkeaa juuren kupua ja jyrkkää liittymistä, joille vaatimus on hitsiluokka C. Reunahaava saa olla enintään 0,5 mm syvä. Kulmapoikkeamaa ei sovelleta menetelmäkokeessa. /10/

Silmämääräisessä tarkistuksessa voidaan havaita vain pinnassa olevia virheitä ja se tehdään ensimmäisenä koekappaleen hitsauksen jälkeen. Seuraavaksi muut ainetta rikkomattomat testaukset ja viimeisenä rikkovat testaukset.

4.2.8 Radiografia ja ultraäänitarkastus

Radiografialla ja ultraäänitarkastuksella etsitään aineen sisäisiä virheitä, kuten halkeamat, säröt, liitosvirheet, huokokset ja erilaiset sulkeumat. Nämä tarkastusmenetelmät ovat ainetta rikkomattomia. Molemmat menetelmät vaativat kokeneen ja pätevoitetyn tarkastajan.

Ultraäänitarkastusta ei suoriteta perusaineryhmille 8, 10 ja 41-48, tai kun aineenpaksuus on alle 8 mm. Menetelmä soveltuu hyvin paksuille aineille, koska siinä selviää virheen syvyys, toisin kuin radiografiassa. Myös levynsuuntaiset halkeamat eivät välttämättä näy radiografiassa, mutta ultraäänellä ne voidaan erottaa. Muuten radiografia on herkempi löytämään pieniä vikoja. /10/

4.2.9 Pintahalkeamatarkastus

Pintahalkeamatarkastus tehdään tunkeumanesteellä tai magneettijauheella. Tunkeumanesteitä on värillisiä tai fluoresoivia. Erilaisia sovelluksia on myös magneettijauhetarkastuksesta. Menetelmän valintaan vaikuttaa kappaleen muoto, pin-

nanlaatu ja olosuhteet. Esimerkiksi magneettijauhetarkastus voidaan tehdä vain ferromagneettisille metalleille.

Pintahalkeamatarkastuksessa etsitään sellaisia pintavirheitä mitä silmällä ei voi havaita. Tällä menetelmällä voidaan havaita säröjä, halkeamia ja pintaan avautuvia huokosia.

Kuvassa 6 on tehty värillinen tunkeumanestetarkastus. Keskellä näkyy punaisella lineaarinen näyttämä, jonka voi tulkita halkeamaksi. Tämän kaltainen koekappale hylättäisiin menetelmäkokeessa.



Kuva 6. Tunkeumanestetarkastus. /2/

4.2.10 Testauksen uusinta

Jos silmämääräisen tai muun NDT-menetelmän vaatimukset eivät täyty koekappaleessa, hitsataan uusi kappale ja tehdään samat testaukset. Kokeen saa uusian keran. Jos vaatimukset eivät vielääkään täyty, menetelmäkoe hylätään.

Jos koesauvat eivät täytä vaatimuksia, jokainen korvataan kahdella uudella sauvalla, joille tehdään samat testaukset. Lisäkoesauvat otetaan samasta koekappaleesta, jos mahdollista. Muuten hitsataan uusi koekappale. Kaikkien uusien sauvojen on täytettävä vaatimukset tai menetelmäkoe hylätään.

Kovuuskokeessa voidaan uusintatarkastus tehdä koesauvan tai hieen toiselle puolelle. Kaikkien lisäkovuusarvojen on täytettävä vaatimukset.

Iskukokeissa vain yksi arvo saa olla alle 70 % keskiarvosta. Silloin otetaan kolme lisäsaveaa, joiden keskiarvo yhdessä alkuperäisten tulosten kanssa ei saa alittaa vaadittua keskiarvoa. /10/

Jos menetelmäkoe hylätään, voidaan päätellä että käytetty pWPS ei ole kelvollinen ja se joudutaan laatimaan uudestaan.

4.3 Pätevyysalue

Valmistajan pWPS:lle saama hyväksyntä menetelmäkokeella koskee saman teknisen ja laadunvalvonnan alaisia kyseisen valmistajan konepajoja ja valmistuspaikkoja. Nämä vaatimukset täyttyvät, kun valmistajalla on täysi vastuu kaikesta suoritettavasta hitsauksesta.

Menetelmäkokeen muuttujia ovat hitsattava perusaine, aineenpaksuus ja putken ulkohalkaisija, putken haaraliitoksen kulma, hitsausprosessi, hitsausasento, liitosmuoto, lisäaine ja sen kauppanimi, virtalaji, lämmöntuonti, korotettu työlämpötila, välipalkolämpötila, vedynpoistohehkutus, hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely sekä esilämpökäsittely. Näillä muuttujilla on sallitut rajat eli pätevyysalueet. Pätevyysalueen ulkopuolelle johtavat muutokset vaativat uuden menetelmäkokeen. Pätevyysalueet on esitetty standardissa 15614-1. /10/

5 ALUSTAVIEN HITSAUSOHJEIDEN LAATIMINEN

5.1 Alustus

Aluksi kartoitetaan hitsausohjeiden tarve. Aina kun hitsataan pätevyyskokeita, tulee olla vähintään alustava hitsausohje. Vielä tärkeämmän tarpeen luo SHY:n vaatimukset. Hitsaajan ammatti- ja erikoisammattitutkinnoissa suoritetaan kymmeniä pätevyyskokeita sekä erilaisia hitsausharjoituksia. Näihin kaikkiin tarvitaan hitsausohjeet, mutta alustavat ohjeet käyvät myös. Vaasan aikuiskoulutuskeskuksessa puute tulee esiin aina auditoinnin yhteydessä. Määräajoin SHY tekee auditoinnin, jossa tarkistetaan tutkinnonantokyky. Tämä käsittää muun muassa henkilöstön ammattitaidon, laitteiston ja olosuhteiden tason, mallikappaleet hitseistä hitsausohjeineen sekä muun dokumentaation.

Alustavat hitsausohjeet tehdään yleisimmille prosesseille ja materiaaleille. Jokaiselle prosessille ja materiaaleille ei ole tarkoitus tehdä kaikkia mahdollisia hitsausohjeita, vaan ainoastaan tärkeimmät. Tälläkin tavalla niitä kertyy noin sata.

Ensin on tärkeää miettiä järkevä numerointitapa. Laitetaan alkuun prosessitunnus ja alaviiva, jonka perään juokseva numerointi. Joissain tapauksissa vielä sen lisäksi tulee a-mitta. Numerointi alkaa pienahitseistä yksipalkona eri asennoissa. Pienahitsien tuotemuoto on putki-levy-liitos, koska se kattaa myös levyliitoksen. Seuraavaksi tulevat levyjen päittäisliitokset yksipalkona eri asennoissa ja sitten putkien päittäisliitokset. Näiden jälkeen vielä kaikki edelliset monipalkohitsauksena. Väliin lisätään vielä t-liitos, jossa toinen levy on viistetty. Numeroinnissa jätetään tilaa mahdollisesti myöhemmin tarvittaville ohjeille, jotka voidaan sijoittaa näihin väleihin.

Toisena asiana piirretään kuvat liitoksista ja hitsausjärjestyksistä. Tämä nopeuttaa ohjeiden tekemistä, kun kaikki kuvat ovat valmiina. Kuvia tulee runsaasti, koska joka liitos- ja railomuodolle sekä hitsausasennolle piirretään oma kuva. Selkeät ja johdonmukaiset kuvat tekevät kokonaisuudesta siistimmän ja helpommin ymmärrettävän.

Ohjeita tulee valtava määrä, sillä lähes aina kun joku tekijä muuttuu, tarvitaan uusi ohje. Esimerkiksi ohjetta, joka on tehty yksipalkohitsaukseen, ei voida käyttää monipalkohitsaukseen. Asennon muuttuessa usein muuttuvat virta-arvot sekä palkojärjestys, jolloin tarvitaan uusi ohje.

Liitteessä 2 olevaa taulukkoa käytetään kaikille prosesseille. Kun prosessi vaihtuu, tunnuksen alkuun tulee 111:n tilalle kyseinen prosessitunnus. Esimerkkinä 111_3_a4: prosessi 111, perusaineryhmä 1.2, liitosmuoto pienahitsi, tuotemuoto levy/putki, palkomäärä yksipalkohitsaus, asento yläseinuspiena, ainevahvuus 6-10 mm sekä tunnuksessa oleva a4 kuvaa hitsin kokoa. Viimeisessä sarakkeessa oleva rasti kertoo, että kyseinen ohje on tehty. Kaikkiin ohjeisiin ei ole tarvetta, siksi rasti puuttuu osasta.

Teräksille perusaineryhmäksi valitaan 1.2, koska se kattaa silloin teräkset, joiden ohjeellinen ylempi myötöraja on yhtä suuri tai pienempi kuin 360 N/mm^2 . Siihen lukeutuu yleisimmät käytettävät teräkset, jotka ovat S235 ja S355.

Alustavassa hitsausohjeessa löytyy kaikki tarvittavat tiedot hitsaajalle työn suorittamiseksi. Virta-alueet tulee olla sellaiset, jotka soveltuvat käytettävään lisäaineeseen, asentoon ja railomuotoon sekä riittävän laajat sopiakseen eri hitsaajille, sillä jokaisella on oma tyyli ja tekniikka. Alue ei saa olla liian laaja. On varmistuttava, että minimiarvoilla perusaine sulaa, maksimiarvoilla lämmöntuonti ei ole liian suuri ja että hitsaaminen on yleensä mahdollista.

5.2 Puikkohitsaus 111

Puikkohitsauksesta on hyvä aloittaa, koska siinä on helppo määrittää virralle raja-arvot. Lisäainepaketin etiketissä lukee kyseisen lisäaineen virta-alue. Sitä voi käyttää hitsausohjeessa, mutta tietyissä hitsausasunnoissa virta-alue on suppeampi. Näin ollen virta-alueet määritetään hitsauskokemukseen pohjautuen. Liitteessä 3 olevassa alustavassa hitsausohjeessa hitsauksen pystyy suorittamaan sekä 2,5 mm, että 3,2 mm puikolla. Molemmille lisäaineille on täten virta-alueet.

Ainevahvuusalue ja a-mitta määritetään itse. Tässä tapauksessa hitsausohjeiden tulee kattaa ainevahvuudet 3 – 12 mm:iin. A-mitta määrättyy ainevahvuuden mukaan. Tätä aluetta ei voida kattaa yhdellä hitsausohjeella, niin että a-mitta olisi järkevä ja tuotantoa vastaava. Yleisesti teräsrakenteen ainevahvuuden ollessa 3–5 mm on a-mitta 3. Kun ainevahvuus ylittää 10 mm, käytetään yleensä yli 4 mm:n a-mittaa, eikä sitä käytännössä pysty hitsaamaan yhdellä palolla. Näistä johtuen laaditaan kaksi ohjetta ainevahvuuksille 3–5 mm ja 6–10 mm a-mittojen ollessa 3 ja 4 sekä kolmas ohje monipalkohitsaukselle, jossa a-mitta on 6 mm.

Tuotannossa voidaan käyttää hitsausohjetta, jossa a-mitallekin on määrätty alue. Silloin katsotaan piirustuksista, mitä a-mittaa milloinkin käytetään. Tässä tapauksessa on järkevää tehdä ohje, jossa on yksi a-mitta. Hitsausluokkastandardi SFS-EN-ISO 5817 antaa raja-arvot a-mitalle pätevyyskoetta hitsattaessa.

Liitteessä 4 on alustava hitsausohje päittäisliitokselle monipalkohitsauksena. Railomuoto on v:n muotoinen käytännön syistä. Yleensä ainevahvuuden ollessa yli 4 mm, joudutaan levyt viistämään hitsauksen onnistumisen takaamiseksi. Samalla ohjeella katetaan ainevahvuus 6–12 mm:iin. Selkeyden vuoksi hitsausjärjestyksestä on kaksi kuvaa, koska 8 mm:iin saakka hitsauksen pystyy tekemään kahdella palolla, mutta sen jälkeen yleensä joudutaan hitsaamaan useampia palkoja. Tämä ei ole sääntö vaan kokemuseräistä tietoa.

Liitoksen kuvassa annetaan ohje railokulmalle, juuripinnalle ja ilmaraolle. Jokaisella hitsaajalla on omat mieltymyksensä ja siksi juuripinnan ja ilmaraon saa päättää itse, kunhan se on rajojen sisällä. Railokulma on yleisesti 60° ja sitä ei tarvitse muuttaa.

Juuren avauksen/ juurituen yksityiskohtien jälkeen on merkintä ssnb. Se tarkoittaa hitsausta yhdeltä puolelta ilman juuritukea. Juuripalon pystyy hitsaamaan kahdella erikokoisella lisäaineella. Pinta- ja välipalkoihinkin käy kaksi vaihtoehtoa. Jokaiselle lisäaineelle on oma virta-alueensa. Mahdolliselle levitysliikkeelle annetaan suurin sallittu arvo. Tätä suurempi levitysliike aiheuttaisi suuremman lämmöntonnon ja mahdollisia hitsausvirheitä, kuten vajaa tunkeuma tai liitosvirhe.

5.3 MAG 135

Puikkohitsauksesta poiketen alustavia hitsausohjeita tehdään levyn päittäisliitokselle yksipalkohitsauksena sekä viistettyjä t-liitoksia. Liitteessä 5 viistetyt t-liitokset ovat kohdassa BW-puoli-v. Päittäisliitoksia hitsataan ohuemmille levyille yhdellä palolla yleisesti, minkä vuoksi niille laaditaan alustavat ohjeet. Poikkeuksena on alhaalta ylöspäin hitsaus. Viistetty t-liitos ei ole yleinen, vaatimus ohjeille tulee hitsaajan ammattitutkinnon perusteista.

Lisäaineena käytetään 1,0 mm paksuista umpilankaa. Suojakaasuna seos, jossa argonia 75 % ja hiilidioksidia 25 %. Suojakaasun virtausnopeus määräytyy lisäainetoimittajan ohjeista sekä käytettävästä hitsausvirrasta. Aineensiirtymismuodossa on merkittävää hitsataanko lyhyt- vai kuumakaarella, sillä menetelmäkokeessa ne eivät kata toisiaan.

Mag-hitsauksessa on puikkohitsaukseen verrattuna enemmän muuttujia. Hitsausvirtaa ei voi säätää suoraan, vaan siihen vaikuttaa langansyöttönopeus ja suutinetäisyys. Langansyöttönopeutta ja kaarijännitettä voi säätää. Hitsausohjeiden laatiminen on hidasta, koska melkein joka hitsausasennossa käytetään erilaisia säätöjä ja niille tarvitaan ylä- ja alarajat. Ei riitä, vaikka muistaisi ulkoa langansyöttönopeuden ja jännitteen, koska raja-arvot tulee olla myös hitsausvirralle. Helpointa hakea virta-alueet on hitsaamalla kyseisillä säädöillä. Virtaa ei tarvitse välttämättä mitata ampeeripihtimittarilla, vaikka se onkin paras tapa. Uudemmat virtalähteet näyttävät hitsausvirran digitaalisilla näytöillä.

5.4 MAG 136

Lisäaineena käytetään 1,2 mm vahvuista jauhetäytelankaa, joka soveltuu hyvin paksumpien materiaalien hitsaamiseen. Hitsattaessa päittäisliitosta juuripalon hitsaaminen on lähes mahdotonta varsinkin muussa kuin jalkoasennossa. Tämän takia käytetään juuritukea, hitsataan molemmilta puolilta juuri avattuna tai hitsataan juuripalko jollain toisella prosessilla. Jos hitsausohje tehdään juurituelle tai juuri avattuna, sitä ei voi käyttää yhdeltä puolelta hitsaamiseen ilman juuritukea. Vastaavasti yhdeltä puolelta hitsaus ilman juuritukea kattaa muutkin vaihtoehdot.

Päittäisliitoksista ei tehdä ohjeita yksipalkohitsauksena edellä mainituista syistä. Liitteessä 9 hitsausprosessiksi merkitään 136/138, koska juuri hitsataan metallitäytelangalla. Lisäaineisiin merkitään molemmat käytettävät lisäaineet kaupanimineen. Suojakaasu on sama kuin prosessilla 135, mutta sen virtausnopeus hiukan suurempi. Lisäainevalmistaja ilmoittaa vieläkin suuremmat virtausnopeudet, mutta käytännössä ohjeessa mainitut lukemat riittävät.

Hitsauspistoolin kulma on jauhetäytelangalla aina kohtisuora tai vetävä. Suutinetäisyys on suurempi kuin 135:lla, koska käytetään suurempia hitsaustehoja. Liitteessä 9 oleva alustava hitsausohje on tehty vaaka-asennolle. Tässä asennossa ei suositella levityслиikettä liitosvirheen ehkäisemiseksi. Hitsauspalkoja tulee enemmän kuin muissa asennoissa, sillä hitsataan pienemmillä tehoilla ilman levityслиikettä.

5.5 TIG 141

Alustavat hitsausohjeet tehdään kolmelle eri materiaalille. Näitä ovat rakenneteräs, haponkestävä teräs ja alumiini. Rakenneteräksen ja haponkestävän hitsaustekniikka ja hitsausarvot ovat samankaltaiset. Suurimpina eroina pienempi ilmarako ruostumattomilla sekä haponkestävillä teräksillä ja niillä joudutaan käyttämään juurikaasua, tai jotain muuta juurensuojausta hitsauksen aikana. Alumiini on ominaisuuksiltaan muista täysin poikkeava muun muassa alhaisen sulamispisteen ja oksidoitumisen vuoksi. Sitä hitsataan vaihtovirralla, toisin kuin teräksiä.

Materiaaleiksi valitaan haponkestävä, joka kuuluu materiaaliryhmään 8.1. Se kattaa austeniittiset ruostumattomat teräkset, joissa kromipitoisuus yhtä suuri tai pienempi kuin 19 %. Alumiiniohjeet tehdään materiaalille almg3, joka kuuluu ryhmään 22.3, alumiini-magnesiumseokset, joissa magnesiumia 1,5 - 3,5 %. Tämä kattaa myös ryhmän 21, puhdas alumiini, jossa epäpuhtauksia tai seosaineita enintään 1 %.

Tigillä voi hitsata joka asennon samalla virralla. Tämän vuoksi tehdään vain yksi ohje kaikille mahdollisille asennoille, kuten liitteessä 11. Lisäaineen koko valitaan ainepaksuuden ja railon koon mukaan. Suojakaasuna argon, jonka virtausnopeus

on 6 – 12 l/min. Ainoastaan päittäisliitoksessa käytetään juurikaasua, joka on tässä tapauksessa myös argon, mutta pienemmällä virtausnopeudella.

Hitsauksessa käytetään usein pulssia, mutta hitsausohjelomakkeessa pitäisi tällöin olla paikka pulssiparametreille. Koska ei ole, arvot haetaan ilman pulssia. Se on muutenkin järkevämpää, koska tällaista ohjetta voi käyttää myös pulssilla hitsattaessa. Ilman pulssia ainoa ohjeeseen tuleva säädettävä arvo on hitsausvirta, kaarijännite säätyy itsestään. Hitsauspistoolin kulma on aina kohtisuora tai työntävä ja elektrodin tyyppinä käytetään ceriumpitoista volframielektrodia, koska se soveltuu sekä vaihto- että tasavirrälle. Elektrodin koko määräytyy käytettävän hitsausvirran mukaan.

5.6 MIG 131

Mig-hitsauksessa käytetään inerttiä suojakaasua, joka on näissä ohjeissa argon. Prosessia käytetään lähes yksinomaan alumiinin hitsaukseen. Lisäaineeksi ohjeisiin merkitään 1,2 mm vahvuinen alumiinilanka, jossa on 5 % magnesiumia. Näin ollen se soveltuu materiaaliryhmille 21 ja 22, kunhan magnesiumipitoisuus on enintään 5 %. Lisäainevalmistajan suositus suojakaasun virtausnopeudeksi on 16 – 20 l/min.

Vaasan Aikuiskoulutuskeskuksessa hitsaajan ammattitutkinnon suorittaneista tähän mennessä kukaan ei ole päteväntänyt itseään tälle prosessille. Käytettävät prosessit ja materiaalit saa valita tietyin rajoituksin itse. Tästä syystä alustaville hitsausohjeille perusteena käytetään levyseppähitsaajan perustutkintoa. Siinä ammattitaitovaatimuksena alumiinin ja prosessin 131 osalta on pystyä hitsaamaan levyn piena- ja päittäisliitos jalko- ja pystyasennossa C-luokkaan. Liitteessä 13 on rastein merkitty ainoastaan kyseiset ohjeet.

Päittäisliitokset hitsataan usein juuritukea vasten tai kahdelta puolelta juuri avattuna. Liite 14 on alustava hitsausohje päittäisliitokselle pystyasennossa. Ilmarako on 0 – 1 mm ja juuren avauksen/ juurituen yksityiskohdassa lukee bs, joka tarkoittaa hitsausta molemmilta puolelta juuri avattuna. Hitsausjärjestykseen viimeinen

palko onkin merkitty juuren puolelle. Aineensiirtymismuoto on pulssikaari, mikä on yleinen käytäntö.

6 ALUSTAVIEN HITSAUSOHJEIDEN HYVÄKSYTTÄMINEN

6.1 Hyväksyttämismenetelmän valinta

Hyväksyntä testattuja hitsausaineita käyttäen edellyttää, ettei hitseille ole asetettu erityisiä vaatimuksia, kuten iskusitkeyttä, kovuutta tai kontrolloitua lämmöntuontia. Tätä tapaa voidaan käyttää, jos ei ole erityistä kokemusta hitsauksesta. Esituotannollisessa kokeessa hitsaus suoritetaan todelliseen työkappaleeseen. Standardimenetelmässä käytetään muiden yritysten menetelmäkokein hyväksytyjä hitsausohjeita. Aikaisemmassa hitsauskokemuksessa alustava ohje voidaan hyväksyä hitsausohjeeksi viiden vuoden käytön jälkeen, kunhan siitä on olemassa dokumentteja hitsien soveltuvuudesta tuotannossa.

Tavoitteena on saada mahdollisimman kattava hyväksyttämisaalue, joten testatut hitsausaineet eivät sovellu. Ei myöskään esituotannollinen koe, koska hitsausohjeita käytetään lähinnä hitsaajan pätevyyskokeissa, eikä ole olemassa tuotantokappaleita. Tarkastuslaajuuskin on suppeampi kuin menetelmäkokeessa. Kun alustavat ohjeet halutaan hyväksyttää mahdollisimman nopeasti, aikaisempi hitsauskokemus sulkeutuu pois vaihtoehtoista. Standardimenetelmä on harvinainen Suomessa ja olisi muutenkin haastavaa löytää toisen yrityksen tekemiä menetelmäkokeita juuri oikealle materiaalille ja asennoille sekä muille muuttujille.

Ainoa järkevä tapa hyväksyttää alustavat ohjeet on menetelmäkoe. Se on kallis tapa, mutta sillä saadaan nopeasti katettua mahdollisimman suuri määrä alustavia ohjeita. Hitsattavien rakenteiden ollessa kriittisiä, menetelmäkoe on paras suurimman tarkastuslaajuuden vuoksi. Sillä voidaan todeta varmimmin, että hitsi täyttää sille asetetut mekaaniset vaatimukset. Hyväksyttämistavaksi valitaan menetelmäkoe.

6.2 Materiaalin ja koekappaleiden valinta

Lähtökohta materiaalin valinnalle on rakenneteräs ja hitsausprosessi 135, koska niitä käytetään eniten ja kysyntä hitsausohjeille on suurin. Seuraavana tärkeysjär-

jestyksessä on materiaali, ainevahvuus, tuotemuoto, liitosmuoto, mahdollinen ulkohalkaisija, aineensiirtymismuoto ja hitsausasento. Tavoitteena on mahdollisimman suuri kattavuus mahdollisimman pienellä määrällä hitsauskokeita sekä kattaa kaikki liitos- ja tuotemuodot tärkeimmille materiaalityypille.

Cr-Mo- ja nuorutusteräksille ei ole tarvetta, joten materiaalityypit 3 – 6 voi jättää laskuista pois. Muutenkin osa näistä on huomattavasti hitsattavia ja karkenevia, lämmöntuonnin kanssa voisi tulla ongelmia. Projektin onnistumisen kannalta valitaan hyvin hitsattava aine. Teräkset ryhmitellään myötölujuuden mukaan ja teräsrakenteissa käytetään materiaaleja, joiden ylempi myötölujuus voi olla 420 N/mm^2 . Näin ollen päädytään materiaalityypin 2.1, johon kuuluu termomekaanisesti valssatut hienoraeteräkset, joiden ohjeellinen ylempi myötöraja on vähintään 360 N/mm^2 ja yhtä suuri tai korkeintaan 460 N/mm^2 . Tämä ryhmä kattaa myös kaikki ryhmään 1 kuuluvat teräkset. Valinnaksi muodostuu S420MH tai kaksoislaatuinen S355J2H/S420MH, joissa on sama ohjeellinen ylempi myötöraja. Päädytään jälkimmäiseen vaihtoehtoon, koska kirjoitushetkellä ensimmäistä joutuisi tilaamaan kilometreittäin suoraan Ruukin tehtaalta.

Tuotemuoto on putki, koska levykokeilla ei saa katettua putkia, joiden halkaisija on pienempi kuin 500 mm. Pienaliitos kattaa ainoastaan pienaliitoksen, siis koe tehdään päittäisliitoksena. Kun on kovuus- ja iskutietovaatimuksia ja halutaan kattaa kaikki asennot, on putki hitsattava sekä vaaka- että pystyasennossa. Kovuusmittaukset otetaan kappaleesta, joka hitsataan vaaka-asennossa, koska siinä on pienempi lämmöntuonti. Iskuvälikkeet otetaan toisesta kappaleesta, mutta molemmille tehdään silmämääräinen ja rikkomaton aineenkoetus.

Putken ulkohalkaisijan pätevyysalue on suurempi tai yhtä suuri kuin puolet halkaisijasta, joten järkevä valinta sille on 76,1 mm. Jos ainevahvuus on 3 – 30 mm, pätevyysalue on puolet vahvuudesta, mutta vähintään 3 mm ja enintään kaksi kertaa ainevahvuus. Kun ainevahvuudeksi valitaan 6,3 mm, pätevyysalue on 3,15 – 12,6 mm. Tämä on sopiva valinta senkin takia, että se sopii monipalkohitsaukseen. Tavoitteena on kattaa sekä moni- että yksipalkohitsaus, mutta ne eivät kata toisiaan. Joudutaan hitsaamaan molemmat.

Aineensiirtymismuodoista lyhytkaari ei kata kuumakaarta, eikä toisinpäin. Pääte-tään hitsata kahden putken päittäisliitoksen lisäksi putki-piena jalkoasennossa yksipalkona kuumakaarella. A-mitaksi otetaan 3 mm, jolloin sen pätevyysalue on 2,25 – 4,5 mm. Putken lisäksi tarvitaan samaa materiaalia olevaa levyä ja sille aine-stodistus. Näillä kolmella kokeella saadaan katettua kaikki alustavat hitsausoh-jeet, jotka on tehty prosessille 135.

6.3 Koekappaleiden hitsaus

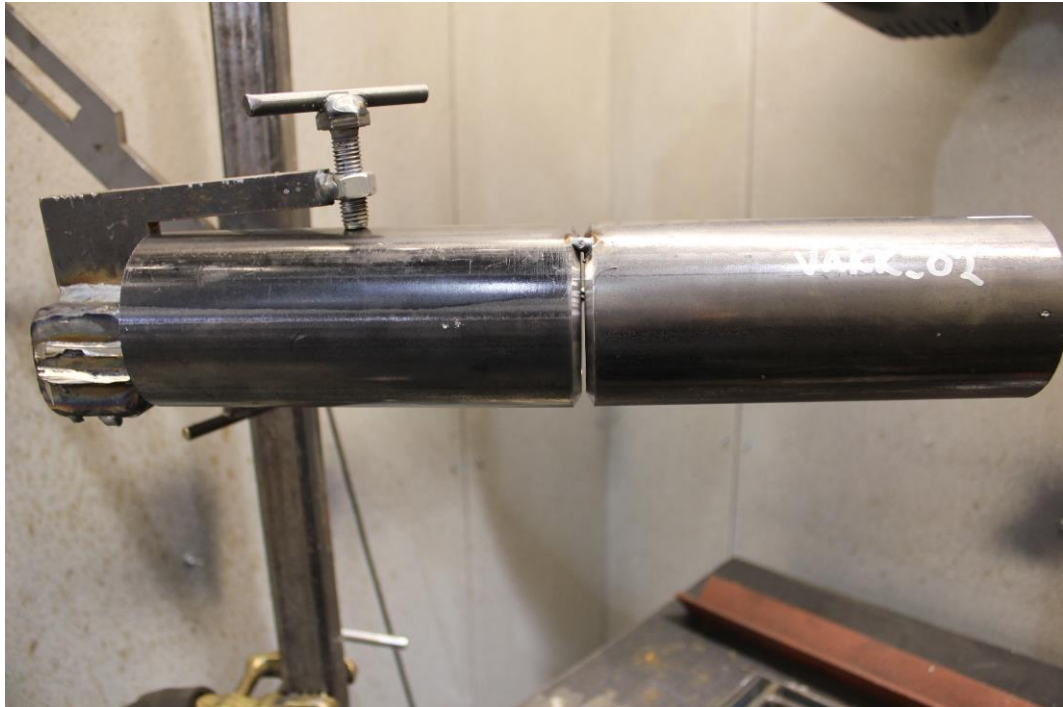
Ensimmäiseksi hankitaan materiaalit ja niiden aine-stodistukset koekappaleita var-ten. S420MH-levy ei ole helposti saatavissa, joten putki-pienan hitsaaminen jou-dutaan jättämään pois. Putkea sen sijaan löytyy ja siitä sahataan noin 200 mm pit-kiä koekappaleita, joihin sorvataan 30 asteen viisteet hitsausta varten. Menetel-mäkokeessa koekappaleen vähimmäispituus on 150 mm.

Kuljetusnopeus kellotetaan ennen koekappaleiden hitsausta, koska se on helpompi tehdä ennen sitä. Hitsataan sauma koetta vastaavassa asennossa, mitataan sen pi-tuus ja jaetaan ajalla. Yksikkö on cm / min. Seuraavaksi tarkistetaan ampeeripih-timittarilla voiko virtalähteen näyttöä käyttää. Jännite- ja ampeerilukemat ovat tarpeeksi lähellä toisiaan, joten hitsausarvot voidaan ottaa ylös virtalähteen näytöl-tä. Helpottaa hitsausta, kun ei tarvitse olla erillistä mittaria kiinni koneessa.

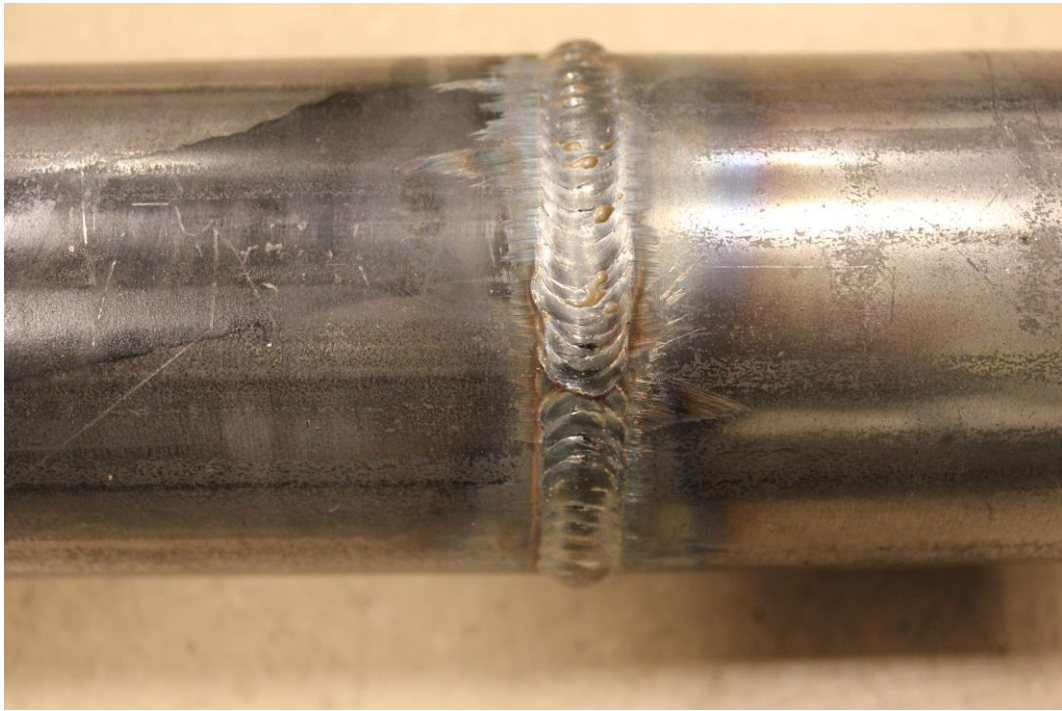
Koekappaleet leimataan ja asetetaan hitsaustelineeseen oikeaan asentoon hitsausta varten. Kuvassa 7 koekappale on PH-asennossa, eli sauma hitsataan alhaalta ylös-päin. Kokeen valvoja tarkastaa silloituksen ja kappaleen kiinnityksen. Hitsauksen aikana valvoja ottaa joka saumasta ylös virran, jännitteen ja langansyöttönopeu-den. Kun molemmat putket on hitsattu, merkitään saadut arvot ylös ja tehdään kappaleista silmämääräinen tarkastuspöytäkirja. Liitteessä 15 on tarkastuspöytä-kirja pystysaumasta.

Silmämääräisen tarkastuksen jälkeen täytetään menetelmäkoepöytäkirjat, joihin tulee muiden tietojen lisäksi hitsauksesta saadut arvot. Siihen lasketaan lämmön-tuonnin raja-arvot. Hitsausenergia saadaan, kun virta kerrotaan jännitteellä ja tulo jaetaan kuljetusnopeudella. Kun hitsausenergia kerrotaan termisellä hyötysuhteel-

la, saadaan lämmöntuonti. Tarvittavia kertoimia käyttämällä yksiköksi tulee kJ / mm. Mag-hitsauksessa terminen hyötysuhde on 0,8.



Kuva 7. Koekappale ennen hitsausta.



Kuva 8. Pystysauma hitsattuna.



Kuva 9. Vaakasauma hitsattuna.

7 KOEKAPPALEIDEN TESTAUS

Hitsatut koekappaleet lähetetään tarkastuslaitokseen, joka on Dekra Industrial Oy Turku. Niiden mukana toimitetaan alustavat hitsausohjeet, aineodistukset ja visuaalisen tarkastuksen pöytäkirjat. Niille tehdään taivutuskokeet, vetokokeet, magneettijauh tarkastukset, makrohieet, kovuusmittaukset ja radiografinen tarkastus. Iskukokeita ei tehdä, koska ei ole iskusitkeysvaatimuksia. Jokaisessa testauksessa on raja-arvot, jotka eivät saa ylittyä tai alittua, muuten koe hylätään. Liitteessä 17 on kuva makrohieestä kappaleesta, joka on pystyasennossa hitsattu. Liitteessä 18 on kovuusmittauksen testausseleste samasta kappaleesta.

Kun testaukset ovat täyttäneet vaatimukset, täytetään lomake koetuloksille sekä WPQR (liitteet 19 ja 20). WPQR:n mukaan voidaan hyväksyä kaikki alustavat hitsausohjeet, jotka ovat sen pätevyysalueilla. Menetelmäkoepöytäkirjasta siirretään kuljetusnopeudet ja lämmöntonnit alustaviin hitsausohjeisiin ja merkitään WPQR:n numero. Tämän jälkeen uusi päivämäärä ja merkitään viittaus standardiin SFS-EN ISO 15614-1, joka kertoo, että hyväksymistapana on menetelmäkoet. Näin alustavasta ohjeesta tulee hitsausohje. Liitteessä 21 on menetelmäkoeteella hyväksytty hitsausohje.

8 YHTEENVETO

Alustavien hitsausohjeiden osalta tavoitteet täyttyivät. Niitä laadittiin yhteensä 96 kappaletta viidelle eri prosessille ja kolmelle materiaalille. Niitä olisi voinut tehdä enemmänkin, mutta ainakin kaikki tarpeellisimmat tuli tehtyä. Jatkossa niitä on helppo päivittää tai tehdä uusia, kun valmiit luettelot ovat olemassa.

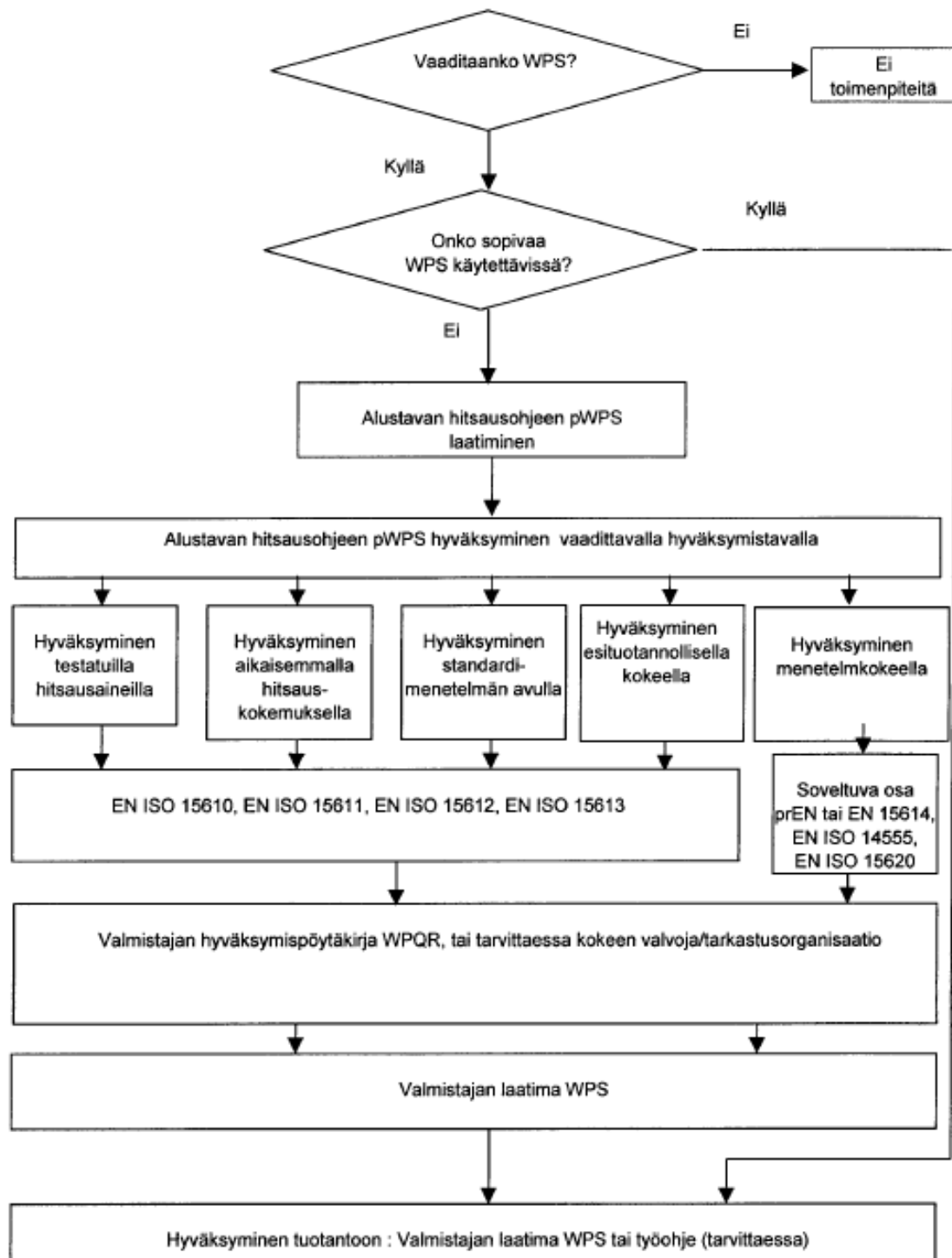
Menetelmäkokeilla ei saatu haluttua kattavuutta, koska käytettyä materiaalia ei löytynyt levynä koko Suomesta muuten kuin tehtaalta tilaamalla. Putki-piena jäi hitsaamatta ja näin ollen kuumakaari ja yksipalkohitsaus eivät tulleet katettua. Hitsausohjeiksi saatiin hyväksytyä ainoastaan monipalkohitsit lyhytkaarialueella. 29:stä alustavasta ohjeesta ainoastaan 6 hyväksyttiin hitsausohjeeksi. Hyvä asia oli, että tehdyt menetelmäkokeet menivät kaikista testauksista läpi. Ne ovatkin voimassa, jos joskus tulevaisuudessa tehdään se yksi puuttuva pienakoe.

Alustavat hitsausohjeet riittävät aikuiskoulutuskeskuksen tarpeisiin ja projektin kannalta olikin tärkeää, että saadaan tehtyä edes joku menetelmäkoe ja koko prosessi läpikäytyä. Voidaankin sanoa, että vähimmäistavoitteet täyttyivät ja projekti onnistui.

9 LÄHTEET

- /1/ <http://sachinchaturvedi.wordpress.com/2011/06/03/charpy-impact-test/>,
13.3.2013
- /2/ <http://www.ndt-tarkastus.fi/Palvelut.php>, 13.3.2013
- /3/ Lepola, P., Makkonen, M., 2011, Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. 1.-5.
painos. Helsinki. WSOYpro Oy.
- /4/ Lindewald, C-G. 2011. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys Ry
- /5/ Standardi SFS-EN 287-1
- /6/ Standardi SFS-EN-ISO 15607
- /7/ Standardi SFS-EN-ISO 15609-1
- /8/ Standardi SFS-EN-ISO 15610
- /9/ Standardi SFS-EN-ISO 15611
- /10/ Standardi SFS-EN-ISO 15614-1

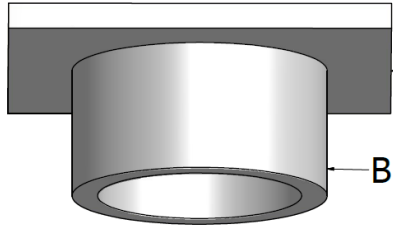
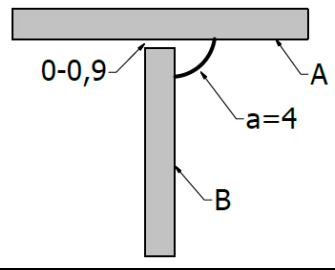
LIITE 1



LIITE 2

Tunnus	Prosessi	Perusaine	Liitosmuoto	Tuotemuoto	Palkomäärä	Asento	T	Tehty
111_1_a3	111	1.2	FW	P/T	sl	PA/PB	3-5	x
111_1_a4	111	1.2	FW	P/T	sl	PA/PB	6-10	x
111_1_a4.1	111	1.2	FW	P/T	sl	PA/PB	6-10	x
111_2_a3	111	1.2	FW	P/T	sl	PF/PH	3-5	x
111_2_a4	111	1.2	FW	P/T	sl	PF/PH	6-10	x
111_3_a3	111	1.2	FW	P/T	sl	PD	3-5	x
111_3_a4	111	1.2	FW	P/T	sl	PD	6-10	x
111_4	111	1.2	FW	P/T	sl	PG/PJ	3-6	x
111_5	111	1.2	BW-I	P	sl	PA		
111_6	111	1.2	BW-I	P	sl	PC		
111_7	111	1.2	BW-I	P	sl	PF		
111_8	111	1.2	BW-I	P	sl	PE		
111_10	111	1.2	BW-I	T	sl	PA		
111_11	111	1.2	BW-I	T	sl	PC		
111_12	111	1.2	BW-I	T	sl	PH		
111_13	111	1.2	BW-I	T	sl	HL-045		
111_15_z4	111	1.2	FW-ulko	P	sl	PA/PB	4-6	x
111_15_z8	111	1.2	FW-ulko	P	ml	PA/PB	8-10	x
111_16_z8	111	1.2	FW-ulko	P	sl	PF	8	x
111_16_z10	112	1.3	FW-ulko	P	ml	PF	10-12	x
111_17	111	1.2	FW-ulko	P	sl	PG		
111_18	111	1.2	BW-puoli-V	P	sl	PB		
111_19	111	1.2	BW-puoli-V	P	sl	PF		
111_20	111	1.2	BW-puoli-V	P	sl	PD		
111_21	111	1.2	FW	P/T	ml	PA/PB	6-12	x
111_22	111	1.2	FW	P/T	ml	PF/PH	6-12	x
111_23	111	1.2	FW	P/T	ml	PD	6-12	x
111_25	111	1.2	BW-V	P	ml	PA	6-12	x
111_26	111	1.2	BW-V	P	ml	PC	6-12	x
111_27	111	1.2	BW-V	P	ml	PF	6-12	x
111_28	111	1.2	BW-V	P	ml	PE	6-12	x
111_30	111	1.2	BW-V	T	ml	PA	6-12	x
111_31	111	1.2	BW-V	T	ml	PC	6-12	x
111_32	111	1.2	BW-V	T	ml	PH	6-12	x
111_33	111	1.2	BW-V	T	ml	HL-045	6-12	x

LIITE 3

<h1 style="color: red;">vakk</h1>		ALUSTAVA HITSAUSOHJE SFS-EN ISO 15609-1							
		pWPS nro/No.		111_3_a4					
		WPQR nro/No							
Hyv.Tapa / Approval by									
Valmistaja / Manufacturer		Vakk							
Laatija / Made by		Petri Hakkola		PVM / Date		19.3.2013			
Käyttöalue / Operation range									
Hitsausprosessi		Liitosmuoto ja hitsilaji		Levy / putki		Hitsausasento			
Welding Process		Joint Type and Weld Type		Plate / Tube		Welding Position			
111		FW		P/T		PD			
Perusaine / Parent Metal		Perusaineryhmä / Parent Metal Group		Paksuus / Thickness (mm)		Putken ulkohalkaisija / Outside diam. (mm)			
A		S355		1.2		6-10			
B		S355		1.2		6-10			
Lisäaineen luokittelumerkintä ja kaupan nimi		Any Special Baking or Drying							
Filler Material Designation and Make		valmistajan ohjeen mukaan							
A		EN ISO 2560-A E 42 4 B 42 H5 / OK 48.00							
B									
Suojakaasu/Shielding gas		Koostumus, Luokitus		Standardi/Standard		Virt. Nop. / Flow Rate			
Juurikaasu/Backing gas		Composition, classification				ltr/min.			
Liitoksen kuva / Joint Design		Hitsausjärjestys Welding Sequences							
									
Juuren avauksen/juurituen yksityiskohdat		Details of Back Grounding/Backing							
Silloitus / Tack Welds		Aineensiirtymismuoto							
Railonvalmistusmenetelmä ja puhdistus		Method of preparation and Cleaning				Mode of Metal Transfer			
terminen / mekaaninen+hionta									
Hitsauksen yksityiskohdat		Welding Details				*) Jos vaadittu / If Required			
Paiko Run	Prosessi	Lisäaine	koko (mm)	Hitsausvirta (A)	K. Jännite (V)	Syöttönop. Wire Feed	Virtalaji/ Napaisuus	Kuljetusnopeus / Travel Speed *)	Lämmöntuonti / Heat Input *)
1	111	OK 48.00	2,5	70-100	22.0		DC+		
1	111	OK 48.00	3,2	110-140	22.0		DC+		
Hitsauspistoolin/hitsaimen kulma		Suutinetäisyys				Sivuttaisliike (palon enimmäisleveys)			
Torch angle *)		Distance Contact Tube/Work Piece *)				Weaving (maximum width of run) *			
vetävä									
Volframielektrodin tyyppi / koko		Tungsten Electrode Type/Size							
Korotettu työlämpötila		Välpalkolämpötila		Vedynpoistohehkus		Ylläpitolämpötila			
Preheat Temperature		Interpass Temperature		Post Heating		Pre-heat Maint. Temp.			


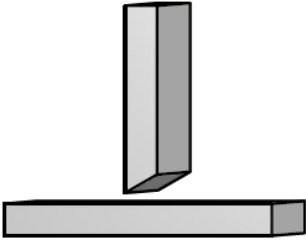
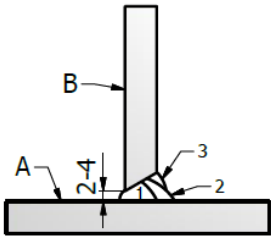
LIITE 4

<h1 style="color: red;">Vakk</h1>				ALUSTAVA HITSAUSOHJE SFS-EN ISO 15609-1					
				pWPS nro/No.		111_25			
				WPQR nro/No					
Hyv.Tapa / Approval by									
Valmistaja / Manufacturer		Vakk							
Laatija / Made by		Petri Hakkola		PVM / Date		20.3.2013			
Käyttöalue / Operation range									
Hitsausprosessi		Liitosmuoto ja hitsilaji		Levy / putki		Hitsausasento			
Welding Process		Joint Type and Weld Type		Plate / Tube		Welding Position			
111		BW		P		PA			
Perusaine / Parent Metal				Perusaineryhmä / Parent Metal Group		Putken ulkohalkaisija / Outside diam. (mm)			
				CEN ISO/TR 15608					
A		S355		1.2		6-12			
B		S355		1.2		6-12			
Lisäaineen luokittelumerkintä ja kaupan nimi				Lisäaineen käsittely					
Filler Material Designation and Make				Any Special Baking or Drying					
A		EN ISO 2560-AE 42.4 B 42 H5 / OK 48.00		valmistajan ohjeen mukaan					
B									
Suojakaasu/Shielding gas			Koostumus, Luokitus		Standardi/Standard				
Juurikaasu/Backing gas			Composition, classification		Virt. Nop. / Flow Rate				
					ltr/min.				
Liitoksen kuva / Joint Design				Hitsausjärjestys Welding Sequences					
Juuren avauksen/juurituksen yksityiskohdat Details of Back Grounding/Backing					ssnb				
Silloitus / Tack Welds			Railoon		Aineensiirtymismuoto				
Railonvalmistusmenetelmä ja puhdistus Method of preparation and Cleaning			terminen / mekaaninen+hionta		Mode of Metal Transfer				
Hitsauksen yksityiskohdat Welding Details				*) Jos vaadittu / If Required					
Paiko	Prosessi	Lisäaine	koko (mm)	Hitsausvirta (A)	K. Jännite (V)	Syöttönop. Wire Feed	Virtalaji/ Napaisuus	Kuljetusnopeus / Travel Speed *)	Lämmöntuonti / Heat Input *)
Run	Process	Filler Material	Size	Current	Voltege	Speed (m/min.)	Polarity	(mm/min)	(KJ/Cm)
1	111	OK 48.00	2	40-70	22.0		DC+		
1	111	OK 48.00	2,5	70-90	22.0		DC+		
2-n	111	OK 48.00	2,5	70-90	22.0		DC+		
2-n	111	OK 48.00	3,2	110-140	22.0		DC+		
Hitsauspistoolin/hitsaimen kulma Torch angle *)				Suutinetäisyys			Sivuttaisliike (palon enimmäisleveys)		
vetävä				Distance Contact Tube/Work Piece *)			Weaving (maximum width of run) *		
							10 mm		
Volfraamielektrodin tyyppi / koko Tungsten Electrode Type/Size									
Korotettu työlämpötila			Välipalkolämpötila		Vedynpoistohehkus		Ylläpitölämpötila		
Preheat Temperature			Interpass Temperature		Post Heating		Pre-heat Maint. Temp.		

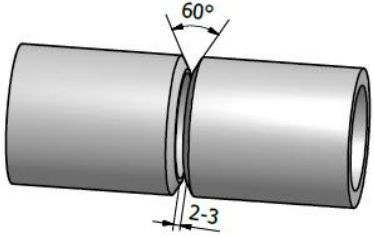
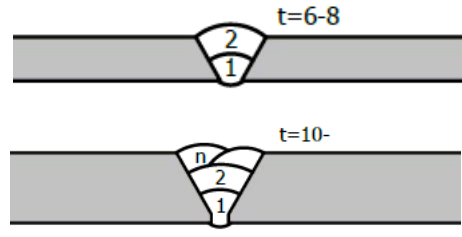
LIITE 5

Tunnus	Prosessi	Perusaine	Liitosmuoto	Tuotemuoto	Palkomäärä	Asento	T	Tehty
135_1_a3	135	1.3	FW	P/T	sl	PA/PB	3-5	x
135_1_a4	135	1.3	FW	P/T	sl	PA/PB	6-10	x
135_2_a3	135	1.3	FW	P/T	sl	PF/PH	3-5	x
135_2_a4	135	1.3	FW	P/T	sl	PF/PH	6-10	x
135_3_a3	135	1.3	FW	P/T	sl	PD	3-5	x
135_3_a4	135	1.3	FW	P/T	sl	PD	6-10	x
135_4	135	1.3	FW	P/T	sl	PG/PJ	3-5	x
135_5	135	1.3	BW-I	P	sl	PA	3-4	x
135_6	135	1.3	BW-I	P	sl	PC	3-4	x
135_7	135	1.3	BW-I	P	sl	PF		
135_8	135	1.3	BW-I	P	sl	PE	3-4	x
135_9	135	1.3	BW-I	P	sl	PG	3-4	x
135_10	135	1.3	BW-I	T	sl	PA		
135_11	135	1.3	BW-I	T	sl	PC		
135_12	135	1.3	BW-I	T	sl	PH		
135_13	135	1.3	BW-I	T	sl	HL-045		
135_15_z4	135	1.2	FW-ulko	P	sl	PA/PB	4-6	x
135_15_z8	135	1.2	FW-ulko	P	ml	PA/PB		
135_16	135	1.2	FW-ulko	P	ml	PF		
135_17	135	1.2	FW-ulko	P	sl	PG	3-6	x
135_18	135	1.2	BW puoli-v	P	ml	PB	8-12	x
135_19	135	1.2	BW puoli-v	P	ml	PF	8-12	x
135_20	135	1.2	BW puoli-v	P	ml	PD	8-12	x
135_21	135	1.3	FW	P/T	ml	PA/PB	6-12	x
135_22	135	1.3	FW	P/T	ml	PF/PH	6-12	x
135_23	135	1.3	FW	P/T	ml	PD	6-12	x
135_24	135	1.3	FW	P/T	ml	PG/PJ	6-10	x
135_25	135	1.3	BW-V	P	ml	PA	6-12	x
135_26	135	1.3	BW-V	P	ml	PC	6-12	x
135_27	135	1.3	BW-V	P	ml	PF	6-12	x
135_28	135	1.3	BW-V	P	ml	PE	6-12	x
135_29	135	1.3	BW-V	P	ml	PG	6-12	x
135_30	135	1.3	BW-V	T	ml	PA	6-12	x
135_31	135	1.3	BW-V	T	ml	PC	6-12	x
135_32	135	1.3	BW-V	T	ml	PH	6-12	x
135_33	135	1.3	BW-V	T	ml	HL-045	6-12	x

LIITE 6

		ALUSTAVA HITAUSOHJE SFS-EN ISO 15609-1							
		pWPS nro/No.		135_18					
		WPQR nro/No							
		Hyv.Tapa / Approval by							
Valmistaja / Manufacturer		Vakk							
Laatija / Made by		Petri Hakkola		PVM / Date		22.3.2013			
Käyttöalue / Operation range									
Hitsausprosessi		Liitosmuoto ja hitsilaji		Levy / putki		Hitsausasento			
Welding Process		Joint Type and Weld Type		Plate / Tube		Welding Position			
135		BW		P		PB			
Perusaine / Parent Metal		Perusaineryhmä / Parent Metal Group CEN ISO/TR 15608		Paksuus / Thickness (mm)		Putken ulkohalkaisija / Outside diam. (mm)			
A		S355		1.2		8-12			
B		S355		1.2		8-12			
Lisäaineen luokittelumerkintä ja kaupan nimi Filler Material Designation and Make				Lisäaineen käsittely Any Special Baking or Drying					
A				EN ISO 14341-A G3Si1 / Hyundai SM-70		valmistajan ohjeen mukaan			
B									
		Koostumus, Luokitus Composition, classification		Standardi/Standard		Virt. Nop. / Flow Rate ltr/min.			
Suojakaasu/Shielding gas		Ar75%+CO25% M21		SFS EN-ISO 14175		12-15			
Juurikaasu/Backing gas									
Liitoksen kuva / Joint Design				Hitsausjärjestys Welding Sequences					
									
Juuren avauksen/ juurituksen yksityiskohdat Details of Back Grounding/Backing				ssnb					
Silloitus / Tack Welds				Aineensiirtymismuoto					
Railonvalmistusmenetelmä ja puhdistus Method of preparation and Cleaning				Mode of Metal Transfer					
terminen / mekaaninen+hionta									
Hitsauksen yksityiskohdat Welding Details				ml		*) Jos vaadittu / If Required			
Palko Run	Prosessi Process	Lisäaine Filler Material	koko (mm) Size	Hitsaus- virta (A) Current	K. Jännite (V) Voltage	Syöttöno- p. Wire Feed Speed (m/min.)	Virtalaji/ Napaisuus Polarity	Kuljetusno- peus / Travel Speed *) (mm/min)	Lämmön- tuonti / Heat Input *) (KJ/Cm)
1	135	Hyundai SM-70	1.0	100-160	17-21	4-7	DC+		
2	135	Hyundai SM-70	1.0	190-250	22-30	9-14	DC+		
3	135	Hyundai SM-70	1.0	190-220	22-28	9-12	DC+		
Hitsauspistoolin/hitsaimen kulma Torch angle *)				Suutinetäisyys Distance Contact Tube/Work Piece *)		Sivuttaisliike (palon enimmäisleveys) Weaving (maximum width of run) *			
0-15 vetävä/työntävä				10-20		-			
Volframielektrodin tyyppi / koko Tungsten Electrode Type/Size									
Korotettu työlämpötila		Väli-palko- lämpötila		Vedynpoistohehkus		Ylläpitolämpötila			
Preheat Temperature		Interpass Temperature		Post Heating		Pre-heat Maint. Temp.			


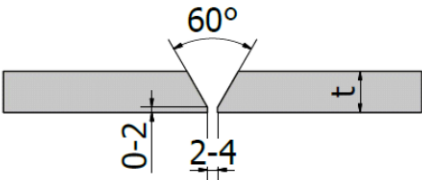
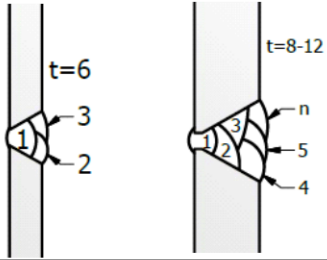
LIITE 7

<h1>Vakk</h1>		ALUSTAVA HITAUSOHJE SFS-EN ISO 15609-1							
		pWPS nro/No.		135_32					
		WPQR nro/No							
Hyv.Tapa / Approval by									
Valmistaja / Manufacturer		Vakk							
Laatija / Made by		Petri Hakkola		PVM / Date					
				2.4.2013					
Käyttöalue / Operation range									
Hitsausprosessi		Liitosmuoto ja hitsilaji		Levy / putki					
Welding Process		Joint Type and Weld Type		Plate / Tube					
135		BW		T					
				Hitsausasento					
				Welding Position					
				PH					
Perusaine / Parent Metal		Perusaineryhmä / Parent Metal Group CEN ISO/TR 15608		Paksuus / Thickness (mm)					
A		S355		1.2					
B		S355		1.2					
				Putken ulkohalkaisija / Outside diam. (mm)					
A				6-12					
B				6-12					
Lisäaineen luokittelumerkintä ja kaupan nimi		Lisäaineen käsittely							
Filler Material Designation and Make		Any Special Baking or Drying							
A		EN ISO 14341-A G3Si1 / Hyundai SM-70		valmistajan ohjeen mukaan					
B									
		Koostumus, Luokitus Composition, classification		Standardi/Standard					
Suojakaasu/Shielding gas		Ar75%+CO25% M21		SFS EN-ISO 14175					
Juurikaasu/Backing gas				Virt. Nop. / Flow Rate ltr/min.					
				12-15					
Liitoksen kuva / Joint Design			Hitsausjärjestys Welding Sequences						
									
Juuren avauksen/juurituksen yksityiskohdat Details of Back Grounding/Backing			ssnb						
Silloitus / Tack Welds		railoon		Aineensiirtymismuoto					
Railonvalmistusmenetelmä ja puhdistus Method of preparation and Cleaning				Mode of Metal Transfer					
				lyhytkaari					
Hitsauksen yksityiskohdat Welding Details		ml		*) Jos vaadittu / If Required					
Palko	Prosessi	Lisäaine	koko (mm)	Hitsausvirta (A)	K. Jännite (V)	Syöttönopeus Wire Feed	Virtalaji/Napaisuus	Kuljetusnopeus / Travel Speed *)	Lämmön tuonti / Heat Input *) (KJ/Cm)
Run	Process	Filler Material	Size	Current	Voltage	Speed (m/min.)	Polarity	(mm/min)	*) (KJ/Cm)
1	135	Hyundai SM-70	1.0	80-130	16-19	3-4.5	DC+		
2-n	135	Hyundai SM-70	1.0	100-160	17.5-20	3.5-6	DC+		
Hitsauspistoolin/hitsaimen kulma Torch angle *)				Suutinetsäisyys Distance Contact Tube/Work Piece *)		Sivuttaisliike (palon enimmäisleveys) Weaving (maximum width of run) *			
0-15 vetävä				10-15		10			
Volfraamielektrodin tyyppi / koko Tungsten Electrode Type/Size									
Korotettu työlämpötila		Välipalkolämpötila		Vedynpoistohehkus			Ylläpitölämpötila		
Preheat Temperature		Interpass Temperature		Post Heating			Pre-heat Maint. Temp.		

LIITE 8

Tunnus	Prosessi	Perusaine	Liitosmuoto	Tuotemuoto	Palkomäärä	Asento	T	Tehty
136_1_a3	136	1.2	FW	P/T	sl	PA/PB		
136_1_a4	136	1.2	FW	P/T	sl	PA/PB	8-12	x
136_2_a3	136	1.2	FW	P/T	sl	PF/PH		
136_2_a4	136	1.2	FW	P/T	sl	PF/PH	8-12	x
136_3_a3	136	1.2	FW	P/T	sl	PD		
136_3_a4	136	1.2	FW	P/T	sl	PD	8-12	x
136_5	136	1.2	BW-I	P	sl	PA		
136_6	136	1.2	BW-I	P	sl	PC		
136_7	136	1.2	BW-I	P	sl	PF		
136_8	136	1.2	BW-I	P	sl	PE		
136_10	136	1.2	BW-I	T	sl	PA		
136_11	136	1.2	BW-I	T	sl	PC		
136_12	136	1.2	BW-I	T	sl	PH		
136_13	136	1.2	BW-I	T	sl	HL-045		
136_15_z4	136	1.2	FW-ulko	P	sl	PA/PB		
136_15_z8	136	1.2	FW-ulko	P	ml	PA/PB		
136_16	136	1.2	FW-ulko	P	ml	PF		
136_17	136	1.2	FW-ulko	P	sl	PG		
136_18	136	1.2	BW puoli-v	P	ml	PB	8-12	x
136_19	136	1.2	BW puoli-v	P	ml	PF	8-12	x
136_20	136	1.2	BW puoli-v	P	ml	PD	8-12	x
136_21	136	1.2	FW	P/T	ml	PA/PB	8-12	x
136_22	136	1.2	FW	P/T	ml	PF/PH	8-12	x
136_23	136	1.2	FW	P/T	ml	PD	8-12	x
136_25	136/138	1.2	BW-V	P	ml	PA	8-12	x
136_26	136/138	1.2	BW-V	P	ml	PC	8-12	x
136_27	136/138	1.2	BW-V	P	ml	PF	8-12	x
136_28	136/138	1.2	BW-V	P	ml	PE	8-12	x
136_30	136/138	1.2	BW-V	T	ml	PA	8-12	x
136_31	136/138	1.2	BW-V	T	ml	PC	8-12	x
136_32	136/138	1.2	BW-V	T	ml	PH	8-12	x
136_33	136/138	1.2	BW-V	T	ml	HL-045	8-12	x

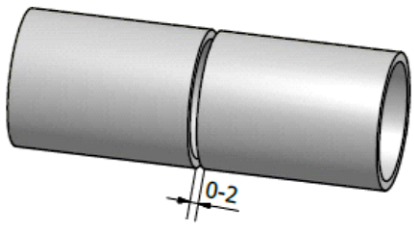
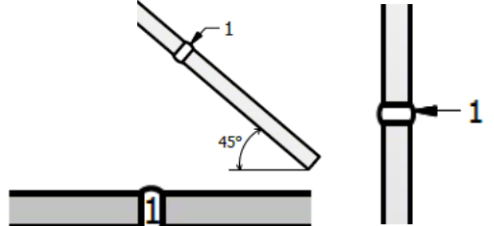
LIITE 9

		ALUSTAVA HITSAUSOHJE SFS-EN ISO 15609-1							
		pWPS nro/No.		136_26					
		WPCR nro/No							
		Hyv.Tapa / Approval by							
Valmistaja / Manufacturer		Vakk							
Laatija / Made by		Petri Hakkola		PVM / Date 3.4.2013					
Käyttöalue / Operation range									
Hitsausprosessi		Liitosmuoto ja hitsilaji		Levy / putki					
Welding Process		Joint Type and Weld Type		Plate / Tube					
136/138		BW		P					
				Hitsausasento					
				Welding Position					
				PC					
Perusaine / Parent Metal		Perusaineryhmä / Parent Metal Group CEN ISO/TR 15608		Putken ulkohaikaisija / Outside diam. (mm)					
A		S355		1.2					
B		S355		1.2					
Lisäaineen luokittelumerkintä ja kauppanimi Filler Material Designation and Make		Lisäaineen käsittely Any Special Baking or Drying							
A		EN 758 T42 2 PM 1 H5 /Elgacore DWA50		valmistajan ohjeen mukaan					
B		EN 758 T42 2 MC 1 H5/Elgacore MX 100T		valmistajan ohjeen mukaan					
Suojakaasu/Shielding gas		Koostumus, Luokitus Composition, classification		Standardi/Standard					
Ar75%+CO25% M21		SFS EN-ISO 14175		Virt. Nop. /Flow Rate ltr/min.					
Juurikaasu/Backing gas				15-18					
Liitoksen kuva / Joint Design			Hitsausjärjestys Welding Sequences						
									
Juuren avauksen/juurituksen yksityiskohdat Details of Back Grounding/Backing			ssnb						
Silloitus / Tack Welds			Aineensiirtymismuoto						
raioon			Mode of Metal Transfer						
Railonvalmistusmenetelmä ja puhdistus Method of preparation and Cleaning			lyhyt /kuumakaari						
terminen / mekaaninen+hionta									
Hitsauksen yksityiskohdat Welding Details			*) Jos vaadittu / If Required						
ml									
Paikko Run	Prosessi	Lisäaine	koko (mm)	Hitsausvirta (A)	K. Jännite (V)	Syöttönopeus Wire Feed	Virtalaji/Napaisuus	Kuljetusnopeus / Travel Speed *)	Lämmöntuonti / Heat Input *)
1	138	Elgacore MX 100T	1.2	80-125	16-18	2-3	DC+		
2-n	136	Elgacore DWA50	1.2	150-200	24.5-28	5-8	DC+		
Hitsauspistoolin/hitsaimen kulma Torch angle *)				Suutinetsäisyys Distance Contact Tube/Work Piece *)		Sivuttaisliike (palon enimmäisleveys) Weaving (maximum width of run) *			
0-15 vetävä				15-25		-			
Volfraamielektrodin tyyppi / koko Tungsten Electrode Type/Size									
Korotettu työlämpötila		Välipalkkolämpötila		Vedynpoistohehkus		Yläpitolämpötila			
Preheat Temperature		Interpass Temperature		Post Heating		Pre-heat Maint. Temp.			

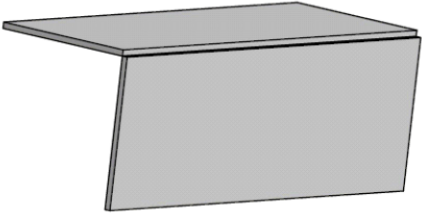

LIITE 10

Tunnus	Prosessi	Perusaine	Liitosmuoto	Tuotemuoto	Palkomäärä	Asento	T	Tehty
141_1	141	1.2	FW	P/T	sl	PA,PB,PF,PD	1,5-2	x
141_2	141	1.2	FW	P/T	sl	PA,PB,PF,PD	3	x
141_5	141	1.2	BW	P	sl	PA,PC,PF,PE	2-3	x
141_10	141	1.2	BW	T	sl	PA,PC,PH, HL-045	2-3	x
141_15	141	1.2	FW-ulko	P	sl	PA,PB,PF	2-3	x
141_25	141	1.2	BW	P	ml	PA,PC,PF,PE	4-6	x
141_30	141	1.2	BW	T	ml	PA,PC,PH, HL-045	4-6	x
141_35	141	8.1	FW	P/T	sl	PA,PB,PF,PD	1,5-2	x
141_36	141	8.1	FW	P/T	sl	PA,PB,PF,PD	3	x
141_40	141	8.1	BW	P	sl	PA,PC,PF,PE	1,5-2	x
141_45	141	8.1	BW	T	sl	PA,PC,PH, HL-045	2	x
141_50	141	8.1	FW-ulko	P	sl	PA,PB,PF	1,5-2	x
141_60	141	22.3	FW	P/T	sl	PA,PB,PF,PD	2	x
141_61	141	22.3	FW	P/T	sl	PA,PB,PF,PD	3	x
141_65	141	22.3	BW	P	sl	PA,PC,PF,PE	3	x
141_70	141	22.3	BW	T	sl	PA,PC,PH, HL-045	3	x
141_75	141	22.3	FW-ulko	P	sl	PA,PB,PF	3	x

LIITE 11

vakk		ALUSTAVA HITSAUSOHJE SFS-EN ISO 15609-1							
		pWPS nro/No.		141_45					
		WFQR nro/No							
		Hyv.Tapa / Approval by							
Valmistaja / Manufacturer		Vakk		PVM / Date		4.4.2013			
Laatija / Made by		Petri Hakkola							
Käyttöalue / Operation range									
Hitsausprosessi		Liitosmuoto ja hitsilaji		Levy / putki		Hitsausasento			
Welding Process		Joint Type and Weld Type		Plate / Tube		Welding Position			
141		BW		T		PA,PC,PH,HL-045			
Perusaine / Parent Metal			Perusaineryhmä / Parent Metal Group CEN ISO/TR 15608		Paksuus / Thickness (mm)		Putken ulkohaikaisija / Outside diam. (mm)		
A			AISI 316		8.1		2		
B			AISI 316		8.1		2		
Lisäaineen luokittelumerkintä ja kauppanimi Filler Material Designation and Make				Lisäaineen käsittely Any Special Baking or Drying					
A				EN ISO 14343 W 19 12 3 Lsi/ Cromatig 316LSi					
B				valmistajan ohjeen mukaan					
Koostumus, Luokitus Composition, classification			Standardi/Standard		Virt. Nop. / Flow Rate ltr/min.				
Suojakaasu/Shielding gas			Ar, I1		SFS EN-ISO 14175				
Juurikaasu/Backing gas			Ar, I1		SFS EN-ISO 14175				
Liitoksen kuva / Joint Design				Hitsausjärjestys Welding Sequences					
									
Juuren avausten/juurituksen yksityiskohdat Details of Back Grounding/Backing						ssnb			
Silloitus / Tack Welds						Aineensiirtymismuoto			
Railonvalmistusmenetelmä ja puhdistus Method of preparation and Cleaning						Mode of Metal Transfer			
terminen / mekaaninen+hionta									
Hitsauksen yksityiskohdat Welding Details				*) Jos vaadittu / If Required					
Paikko	Prosessi	Lisäaine	koko (mm)	Hitsausvirta (A)	K.Jännite (V)	Syöttönop. Wire Feed	Virtalaji/ Napaisuus	Kuljetusnopeus / Travel Speed *)	Lämmöntuonti / Heat Input *)
Run	Process	Filler Material	Size	Current	Voltege	Speed (m/min.)	Polarity	(mm/min)	(KJ/Cm)
1	141	Cromatig 316LSi	2	55-75	9-10		DC-		
Hitsauspistoolin/hitsaimen kulma Torch angle *)				Suutinetsäisyys Distance Contact Tube/Work Piece *)		Sivuttaisliike (palon enimmäisleveys) Weaving (maximum width of run) *			
0-15 työntävä									
Volfraamielektroodin tyyppi / koko Tungsten Electrode Type/Size				WCe 20 / 2.4					
Korotettu työlämpötila		Välipalkkolämpötila		Vedynpoistohehkus		Yläpitolämpötila			
Preheat Temperature		Interpass Temperature		Post Heating		Pre-heat Maint. Temp.			

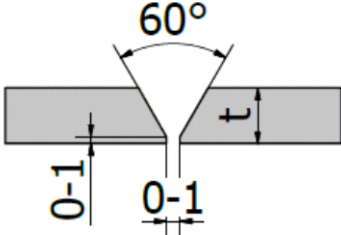
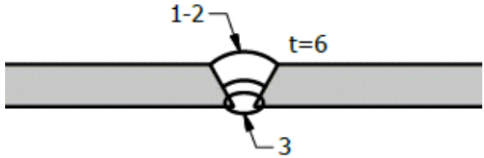
LIITE 12

<h1 style="color: red;">Vakk</h1>		ALUSTAVA HITSAUSOHJE SFS-EN ISO 15609-1							
		pWPS nro/No.		141_75					
		WPCR nro/No							
		Hyv.Tapa / Approval by							
Valmistaja / Manufacturer		Vakk							
Laatija / Made by		Petri Hakkola		PVM / Date 10.4.2013					
Käyttöalue / Operation range									
Hitsausprosessi		Liitosmuoto ja hitsilaji		Levy / putki					
Welding Process		Joint Type and Weld Type		Plate / Tube					
141		FW		P					
				Hitsausasento					
				Welding Position					
				PA,PB,PF					
Perusaine / Parent Metal		Perusaineryhmä / Parent Metal Group CEN ISO/TR 15608		Putken ulkoko halkaisija / Outside diam. (mm)					
				Paksuus / Thickness (mm)					
A		AlMg3		22.3					
B		AlMg3		22.3					
Lisäaineen luokittelumerkintä ja kauppanimi Filler Material Designation and Make		Lisäaineen käsittely Any Special Baking or Drying							
A		EN ISO 18273 S Al 535G/ Alutig Mg5							
B		valmistajan ohjeen mukaan							
		Koostumus, Luokitus Composition, classification		Standardi/Standard					
Suojakaasu/Shielding gas		Ar, I1		SFS EN-ISO 14175					
Juurikaasu/Backing gas				Virt. Nop. / Flow Rate ltr/min.					
				6-12					
Liitoksen kuva / Joint Design			Hitsausjärjestys Welding Sequences						
									
Juuren avausten/juurituksen yksityiskohdat Details of Back Grounding/Backing									
Silloitus / Tack Welds				Aineensiirtymismuoto					
Rautonvalmistusmenetelmä ja puhdistus Method of preparation and Cleaning				Mode of Metal Transfer					
terminen / mekaaninen+hionta, rst-harjaus, asetoni									
Hitsauksen yksityiskohdat Welding Details			*) Jos vaadittu / If Required						
Paikko Run	Prosessi	Lisäaine	koko (mm)	Hitsausvirta (A)	K.Jännite (V)	Syöttönop. Wire Feed	Virtalaji/ Napaisuus	Kuljetusnopeus / Travel Speed *)	Lämmöntuonti / Heat Input *)
1	141	Alutig Mg5	2.4	90-115	9-10		AC		
Hitsauspistoolin/hitsaimen kulma Torch angle *)				Suutinetsäisyys Distance Contact Tube/Work Piece *)		Sivuttaisliike (palon enimmäisleveys) Weaving (maximum width of run) *			
0-15 työntävä									
Volfraamielektroodin tyyppi / koko Tungsten Electrode Type/Size				WCe 20 / 2.4					
Korotettu työlämpötila		Välipalkkolämpötila		Vedynpoistohehkus		Yläpitolämpötila			
Preheat Temperature		Interpass Temperature		Post Heating		Pre-heat Maint. Temp.			

LIITE 13

pWPS								
Tunnus	Prosessi	Perusaine	Liitosmuoto	Tuotemuoto	Palkomäärä	Aseento	T	Tehty
131_1	131	22.3	FW	P/T	sl	PA,PB	3-4	x
131_2	131	22.3	FW	P/T	sl	PF/PH	3-4	x
131_3	131	22.3	FW	P/T	sl	PD		
131_5	131	22.3	BW	P	sl	PA		
131_6	131	22.3	BW	P	sl	PC		
131_7	131	22.3	BW	P	sl	PF		
131_8	131	22.3	BW	P	sl	PE		
131_10	131	22.3	BW	T	sl	PA		
131_11	131	22.3	BW	T	sl	PC		
131_12	131	22.3	BW	T	sl	PH		
131_13	131	22.3	BW	T	sl	HL-045		
131_21	131	22.3	FW	P/T	ml	PA,PB	6-8	x
131_22	131	22.3	FW	P/T	ml	PF/PH	6-8	x
131_23	131	22.3	FW	P/T	ml	PD		
131_25	131	22.3	BW	P	ml	PA	6-8	x
131_26	131	22.3	BW	P	ml	PC		
131_27	131	22.3	BW	P	ml	PF	6-8	x
131_28	131	22.3	BW	P	ml	PE		
131_30	131	22.3	BW	T	ml	PA		
131_31	131	22.3	BW	T	ml	PC		
131_32	131	22.3	BW	T	ml	PH		
131_33	131	22.3	BW	T	ml	HL-045		

LIITE 14

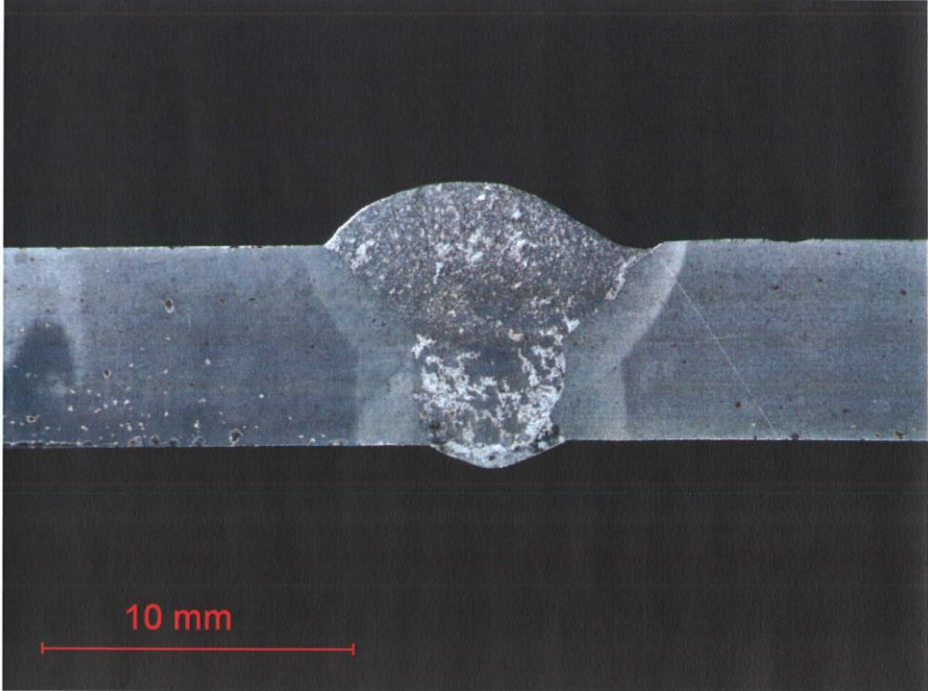


<h1 style="color: red;">Vakk</h1>		ALUSTAVA HITSAUSOHJE SFS-EN ISO 15609-1							
		pWPS nro/No.		131_27					
		WFQR nro/No							
		Hyv.Tapa / Approval by							
Valmistaja / Manufacturer		Vakk							
Laatija / Made by		Petri Hakkola		PVM / Date 10.4.2013					
Käyttöalue / Operation range									
Hitsausprosessi		Liitosmuoto ja hitsilaji		Levy / putki					
Welding Process		Joint Type and Weld Type		Plate / Tube					
131		BW		P					
				Hitsausasento					
				Welding Position					
				PF					
Perusaine / Parent Metal		Perusaineryhmä / Parent Metal Group CEN ISO/TR 15608		Putken ulkohaikka isija / Outside diam. (mm)					
A		AlMg5		22.3					
B		AlMg5		22.3					
				Paksuus / Thickness (mm)					
				6-8					
				6-8					
Lisäaineen luokittelumerkintä ja kauppanimi Filler Material Designation and Make			Lisäaineen käsittely Any Special Baking or Drying						
A			EN ISO 18273 S Al 5356/Alumig Mg5						
B			valmistajan ohjeen mukaan						
		Koostumus, Luokitus Composition, classification		Standardi/Standard					
Suojakaasu/Shielding gas		Ar, I1		SFS EN-ISO 14175					
Juurikaasu/Backing gas				Virt. Nop. / Flow Rate ltr/min.					
				16-20					
Liitoksen kuva / Joint Design			Hitsausjärjestys Welding Sequences						
									
Juuren avausten/juurituksen yksityiskohdat Details of Back Grounding/Backing				bs					
Silloitus / Tack Welds				Aineensiirtymismuoto					
Raitonvalmistusmenetelmä ja puhdistus Method of preparation and Cleaning				Mode of Metal Transfer					
terminen / mekaaninen+hionta, rst-harjaus, asetoni				pulsikaari					
Hitsauksen yksityiskohdat Welding Details			*) Jos vaadittu / If Required						
Paikko	Prosessi	Lisäaine	koko (mm)	Hitsausvirta (A)	K.Jännite (V)	Syöttönop. Wire Feed	Virtalaji/Napaisuus	Kuljetusnopeus / Travel Speed *)	Lämmöntuonti / Heat Input *)
Run	Process	Filler Material	Size	Current	Voltage	Speed (m/min.)	Polarity	(mm/min)	(KJ/Cm)
1-3	131	Alumig Mg5	1.2	130-150	20-21	8-9	DC+		
Hitsauspistoolin/hitsaimen kulma Torch angle *)				Suutinetsäisyys Distance Contact Tube/Work Piece *)		Sivuttaisliike (palon enimmäisleveys) Weaving (maximum width of run) *			
0-15 työntävä				10-15		10			
Vollframielektroodin tyyppi / koko Tungsten Electrode Type/Size									
Korotettu työlämpötila		Välipalkkolämpötila		Vedynpoistotehoketus		Ylläpitolämpötila			
Preheat Temperature		Interpass Temperature		Post Heating		Pre-heat Maint. Temp.			

LIITE 15

SILMÄMÄÄRÄINEN TARKASTUS VISUAL INSPECTION REPORT		Pöytäkirjan nro Report No. VI-VAKK-02	
Tilaja Contractor VAKK	Työnro Work No.	Asiakas Customer	Työnro Work No.
Laitos Station	Valmistaja, asentaja Manufacturer, installed by Petri Hakola		Työnro Work No.
Tarkastuskohde Inspection object Menetelmäkoee		Piirustus nro Drawing No.	
Hitsin tunnus Weld identification VAKK-02		Perusaine Base material S420MH S420MH/355J2H	
Hitsausprosessi Welding process 135		Mitat (halkaisija, seinämä, ...) Dimensions (diameter, wall, ...) Ø76,1 t=6,3	
Liitosmuoto Joint type Bw		Lämpökäsittely Heat treatment -	
Railon muoto Welding preparation V-railo		Tarkastus suoritettu Inspection carried out	
Pinnan laatu Surface condition		Lämpötila Temperature	
Suoritetut mittaukset Measurements performed		Tarkastuslaitteet Equipment	
<input checked="" type="checkbox"/> Ainepaksuus Wall thickness		<input type="checkbox"/> a-mitta Throat thickness	
<input type="checkbox"/> Liitymäkulma Weld toe angle		<input type="checkbox"/> Käteettipötkäama Asymmetry of fillet weld	
<input checked="" type="checkbox"/> Kuvun korkeus Weld crown height		<input type="checkbox"/>	
Tarkastuspvm Insp. date 18.4.2013		Tarkastuspaikka Inspection place Vakke	
Tarkastusohje Inspection procedure SFS-EN-150 17637		Tarkastuslaajuus Extent of inspection 100%	
Laadunmääritysasiakirja Quality document SFS-EN-150 5817		Laatuvaatimus Quality requirement B/C	
Tulokset Results			
Ok!			
Lilteet / 0 sivua pages			
Tarkastustulokset Results of inspection		<input checked="" type="checkbox"/> Täyttävät vaatimukset Comply with the requirements	
		<input type="checkbox"/> Eivät täytä vaatimuksia Do not comply with the requirements	
Tarkastaja Inspector 18.4.2013 <i>Hakonnuoma</i>		Pätevyys Qualification <input type="checkbox"/> EN 473/Nordtest Level 2	
Pvm ja allekirjoitus Date and signature			

LIITE 17

TESTAUSSELOSTE
TEST REPORTNo. 130588
Sivu/page 4/4

Makrohietutkimus / Macroscopic examination: SFS-EN 1321:1997		Nimike / Designation: EN-1321-A-E-2.1/Nital	
Syövytysmenetelmä / Etching method: Sively / Swabbing		Hyväksymisrajat / Acceptance criteria: SFS-EN ISO 5817B (kuvut C)	
			
Makrohie / Macro picture			
Muuta / Comments:			
Kokeen valvoja / Certified By:		<input checked="" type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset Meet the requirements <input type="checkbox"/> Ei täytä vaatimuksia Do not meet the requirements	DEKRA Industrial Oy Metallilaboratorio 
Testausselosteen osittainen kopioiminen kielletty ilman DEKRA Industrial Oy Metallilaboratorion lupaa. Tulokset pätevät vain tutkituille näytteille. Partial copying of the report is prohibited without permission of DEKRA Industrial Oy Metal laboratory. The test results relate only to the items tested.			Testaaja / Examiner Testaus ja seloste pvm. 20.05.2013 Testing and report date
DEKRA Industrial Oy Metallilab./Metal laboratory		Käyntiosoite / Office Address: Teiakkakatu 1 20240 TURKU Finland	
		Puhelin / Phone:+358 (0)106707183 Telefax:+358 (0)106707181 email:etunimi.sukunimi@dekra.com www.dekra.fi	

LIITE 18

TESTAUSSELOSTE
TEST REPORTNo. 130588
Sivu/page 3/4

Kovuuskoe / Hardness test: SFS-EN ISO 9015-1:2011					Tyyppi / Type of test: HV 10					Muuta / Comments:					
point	hardness	point	hardness	point	hardness	Mittauspisteiden sijainti / placement					Profiili / profile				
Kappale / section No.															
1	191	11	178	21											
2	191	12	172	22											
3	189	13	172	23											
4	168	14	175	24											
5	168	15	174	25											
6	181	16	170	26											
7	182	17	184	27											
8	184	18	190	28											
9	173	19	191	29											
10	179	20		30											
point	hardness	point	hardness	point	hardness	Mittauspisteiden sijainti / placement					Profiili / profile				
Kappale / section No.															
1	188	11	168	21											
2	189	12	169	22											
3	186	13	173	23											
4	160	14	172	24											
5	164	15	167	25											
6	172	16	166	26											
7	174	17	184	27											
8	174	18	189	28											
9	171	19	191	29											
10	168	20		30											
Suurin mitattu arvo / measured maximum: 191 HV 10					Vaatimukset / Requirements: 380 HV 10										
Mittausepävarmuus / Measurement uncertainty: ±2,0%															
Kokeen valvoja / Certified By:					<input checked="" type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset Meet the requirements <input type="checkbox"/> Ei täytä vaatimuksia Do not meet the requirements					DEKRA Industrial Oy Metallilaboratorio Testaaja / Examiner Testaus ja seloste pvm, 20.05.2013 Testing and report date					
Testausselosteen osittainen kopioiminen kielletty ilman DEKRA Industrial Oy Metallilaboratorion lupaa. Tulokset pätevät vain tutkituille näytteille. Partial copying of the report is prohibited without permission of DEKRA Industrial Oy Metal laboratory. The test results relate only to the items tested.					 FINAS Finnish Accreditation Service T220 (EN ISO/IEC 17025)										
DEKRA Industrial Oy Metallilab./Metal laboratory					Käyntiosoite / Office Address: Telakkakatu 1 20240 TURKU Finland					Puhelin / Phone:+358 (0)106707183 Telefax:+358 (0)106707181 email:etunimi.sukunimi@dekra.com www.dekra.fi					

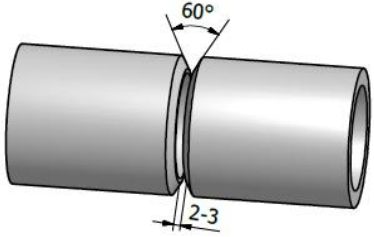
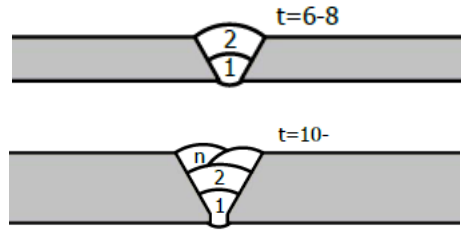
LIITE 19

KOETULOKSET / TEST RESULTS						Sivu/ Page: 3	Yht./ Of 3
Valmist./Manufact. WPQR No:			Kok. valvoja/Exam.body: Arimo Haikonen				
Silmämääräinen tarkastus/visual (VT):		VT-VAKK-02	Viite / Ref. no:		VAKK_01		
Tunkeumaneste- /Penetrant(PT) *		N.A	Radigrafinen kuvaus/Radiography *:		AT00876		
Magn.jauhetaark. /Magnetic Particle *		AT00874	Ultraäänitark. /Ultrasonic *:		N.A		
VETOKOE/ TENSILE TESTS ;EN ISO 6892-1-1/EN ISO 4136					Lämpötila / Temperature:		
Tyyppi ; nro	Re	Rm	A%	Z%	Murtokohta	Huomautuksia	
Type;NO	[N/mm ²]	[N/mm ²]			Fract. location	Remarks	
Vaatus/Requirement							
588/1		551			Parent metal		
588/2		555			Parent metal		
TAIVUTUSKOE / BEND TESTS			Taiutintelan halk.				
EN 5173+A1			Former diameter ø:		25		
Tyyppi ; nro / Type;No	Taivutus kulma / Bend Angle	Venymä / Elong.*	Tulos / Result		FW: Murtokoe/Fracture test* :		
588 TFBB	180		Hyväksytty/Acc		N.A		
588 TFBB	180		Hyväksytty/Acc		Macro / Micro -hie/examination*:		
588 TFBB	180		Hyväksytty/Acc		20.5.2013 No. 130588		
588 TFBB	180		Hyväksytty/Acc				
ISKUKOE / IMPACT TEST*		EN ISO 148-1/EN ISO 9016		Tyyppi Type :	Koko Size:	Vaatus Requirement	
Loven sijainti / suunta	Lämpötila C	Arvot / Values		Keskianvo	Huomautuksia		
Notch Location/Direction	Temperature	1	2	3	Average	Remarks	
N.A							
KOVUUSKOE / HARDNESS TESTS* ;EN ISO 9015-1 ja EN ISO 6507-1					Mittauspisteet (piirros)		
Tyyppi;Voima/Type;Load :		HV 10					
Arvot/Values -perusa./Parent metal:		184-191					
- muutosvyöhyke/ HAZ:		160-184					
- hitsiaine/w eld metal:		168-179					
MUUT KOKEET/OTHER TESTS -							
HUOMAUTUKSET/REMARKS -							
Testaus suoritettu seuraavien vaatimusten mukaisesti			SFS EN ISO 15614-1+A1+A2:2012				
Laboratorion pöytäkirjan viitenumero			130588, AT00874, AT00876				
Laboratory Report Reference No:							
Koetulokset hyväksytty /Test results were acceptable							
Testauksen valvoja: Teppo Vihervä			DEKRA Industrial Oy				
Test carried out in the presence of			Pätevöintilaitos /Recognized Third Party Organization				
*) vaadittaessa / if required							

LIITE 20

HITSAUSMENETELMÄN HYVÄKSYNTÄTODISTUS (WPQR)			
WELDING PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (WPQR)			
		Sivu/ Page	1 Yht./ Of 3
Valmistajan WPQR nro Manufacturer's WPQR	-	Kokeen valvoja Examiner body:	Arimo Haikonen
		Viite/Ref. nro/no:	VAKK_01
Valmistaja / Manufacturer:	Vaasan Aikuiskoulutuskeskus		
Osoite / Address :	Sepänkyläntie 16 65100 Vaasa		
Koestandardit: Code/Testing Standard	EN ISO 15614-1+A1+A2:2012	Hitsauspäivämäärä: Date of welding	18.4.2013
PÄTEVYYSALUE / RANGE OF QUALIFICATION			
Hitsausprosessi/Welding Process(es):	135		
Hitsi- ja liitosmuoto/ Type of joint and weld	BW (ss nb,ss mb, bs) ; (BW/FW Branch/haaraliitos $\geq 60^\circ$, FW ml)		
Perusaine(et) / Parent material(s)	1: EN 1.8847	2: EN 1.8847	
Perusaineen(-iden) materiaali ryhmä(t) ja alaryhmä(t) / Parent material group(s) and sub group(s)	2 (Reh\leq 460N/mm²)-2, 2 (Reh\leq 460N/mm²)-1, 1 - 1		
Perusaineenpaksuus Parent Material Thickness [mm]	1: BW: 3...12.6 (FW:3.15...12.6)	2: BW: 3...12.6 (FW:3.15...12.6)	
Hitsiaineenpaksuus / Weld Metal -/Throat Thickness [mm] *	FW Ei rajoitettu / Not limited		
Yksi-/Monipalkohitsaus/Single run/Multi run	Monipalko / Multi run		
Putken ulkohalkaisija / Outside Pipe Diameter [mm]:	1: ≥ 38.05	2: ≥ 38.05	
Lisäainetyyppi / Filler Material Designation :	EN ISO 14341-A G3Si1		
Lisäaineen kaupan nimi / Filler Material Make	Hyundai SM-70		
Lisäaineen koko/ Filler Material Size:	$\varnothing 1.0$		
Suojakaasu / jauhe (tyyppi) Designation of Shielding Gas/Flux :	EN ISO 14175-M21		
Juurikaasu (tyyppi) / Designation of Backing Gas :	-		
Hitsausvirtalaji ja napaisuus / Type of Welding Current and Polarity	DC+		
Lisäaineen siirt.tapa/Mode of Metal Transfer *	Lyhytkaari / Short circuiting transfer		
Lämmöntuonti / Heat Input [kJ/mm]:	0,75...1 x (Kokeessa käytetty / Used in test 0,33 - 0,76)		
Hits.asennot/Welding Positions:	Kaikki		
Korotettu työlämpötila/Preheat temperature [°C] \geq	10		
Väilpalkolämpötila/Interpass Temperature [°C]:	≤ 100		
Jälkilämmitys/Post-Heating:	-		
Jälkilämpökäsittely/ Post-Weld Heat-Treatment	-		
MUITA TIETOJA/OTHER INFORMATION	-		
Todistan, että koehitsit on valmistettu, hitsattu ja testattu yllä mainitun koestandardin vaatimusten mukaisesti. Certified that test welds prepared, welded and tested satisfactorily in accordance with the requirements of the code/testing standard indicated above			
Vaasa	Aika 22.5.2013	Petri Hakkola	

LIITE 21

<h1 style="color: red;">vakk</h1>		HITSAUSOHJE SFS-EN ISO 15609-1							
		WPS nro/No.	135_32						
		WPQR nro/No	VAKK_02						
		Hyv.Tapa / Approval by	SFS-EN ISO 15614-1						
Valmistaja / Manufacturer	Vakk								
Laatija / Made by	Petri Hakkola			PVM / Date	22.5.2013				
Käyttöalue / Operation range									
Hitsausprosessi	Liitosmuoto ja hitsilaji	Levy / putki	Hitsausasento						
Welding Process	Joint Type and Weld Type	Plate / Tube	Welding Position						
135	BW	T	PH						
Perusaine / Parent Metal		Perusaineryhmä / Parent Metal Group CEN ISO/TR 15608	Paksuus / Thickness (mm)	Putken ulkohalkaisija / Outside diam. (mm)					
A	S420MH	2.1	6-12	38.05-					
B	S420MH	2.1	6-12	38.05-					
Lisäaineen luokittelumerkintä ja kaupan nimi Filler Material Designation and Make			Lisäaineen käsittely Any Special Baking or Drying						
A	EN ISO 14341-A G3Si1 / Hyundai SM-70		valmistajan ohjeen mukaan						
B									
		Koostumus, Luokitus Composition, classification	Standardi/Standard	Virt. Nop. / Flow Rate ltr/min.					
Suojakaasu/Shielding gas		Ar75%+CO25% M21	SFS EN-ISO 14175	15					
Juurikaasu/Backing gas		-							
Liitoksen kuva / Joint Design			Hitsausjärjestys Welding Sequences						
									
Juuren avauksen/juurituksen yksityiskohdat Details of Back Grounding/Backing				ssnb					
Silloitus / Tack Welds		railoon		Aineensiirtymismuoto					
Railonvalmistusmenetelmä ja puhdistus Method of preparation and Cleaning				Mode of Metal Transfer					
terminen / mekaaninen+hionta				Lyhytkaari					
Hitsauksen yksityiskohdat Welding Details			ml	*) Jos vaadittu / If Required					
Palko Run	Prosessi Process	Lisäaine Filler Material	koko (mm) Size	Hitsaus- virta (A) Current	K. Jännite (V) Voltage	Syöttöno- p. Wire Feed Speed (m/min.)	Virtalaji/ Napaisuus Polarity	Kuljetusno- peus / Travel Speed *) (mm/min)	Lämmön- tuonti / Heat Input *) (KJ/mm)
1	135	Hyundai SM-70	1.0	82-137	16.8-18.6	3-4.5	DC+	160-200	0,33-0,76
2-n	135	Hyundai SM-70	1.0	90-145	17-19	3.5-5.5	DC+	170-220	0,35-0,76
Hitsauspistoolin/hitsaimen kulma Torch angle *)				Suutinetsäisyys Distance Contact Tube/Work Piece *)		Sivuttaisliike (palon enimmäisleveys) Weaving (maximum width of run) *			
0-15 vetävä				10-15		--			
Volfraamielektrodin tyyppi / koko Tungsten Electrode Type/Size									
Korotettu työlämpötila		Välipalkolämpötila		Vedympoistohehkus		Ylläpitölämpötila			
Preheat Temperature		Interpass Temperature		Post Heating		Pre-heat Maint. Temp.			
-		-		-		-			