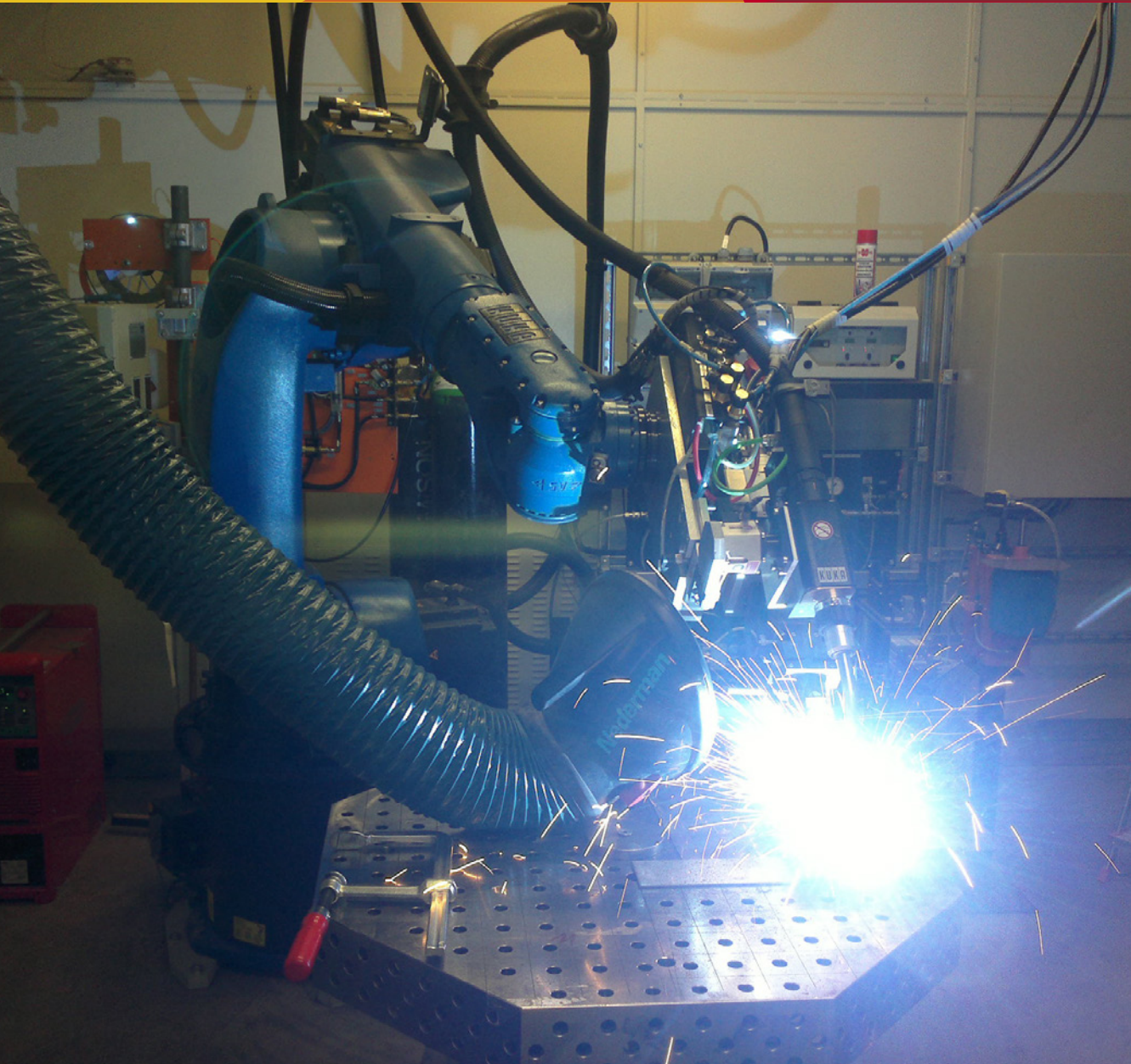


Kimmo Keltamäki

Austeniittiset lisäaineet kulutusterästen hitsaukseen

Kirjallisuusselvitys



Austeniittiset lisäaineet kulutusterästen hitsaukseen

Kimmo Keltamäki

Austeniittiset lisäaineet kulutusterästen hitsaukseen

Kirjallisuusselvitys

Sarja B. Raportit ja selvitykset 7/2013

© Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-5897-62-3 (pdf)
ISSN 1799-831X (verkkajulkaisu)
ISSN-L 1799-2834

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun julkaisuja
Sarja B. Raportit ja selvitykset 7/2013

Rahoittajat: Ruukki &
Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu

Kirjoittaja: Kimmo Keltamäki
Kannen kuva: Kimmo Keltamäki
Graafinen suunnittelu ja toteutus: Pia Kuha

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu
PL 505
94101 Kemi
Puh. 010 353 50

www.tokem.fi/julkaisut



Lapin korkeakoulukonserni LUC on yliopiston ja kahden ammattikorkeakoulun strateginen yhteenliittymä. Konserniin kuuluvat Lapin yliopisto, Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu ja Rovaniemen ammattikorkeakoulu.

www.luc.fi

Sisällys

1	JOHDANTO	7
2	KIRJALLISUUSSELVITYKSEN TAVOITTEET	9
3	AUSTENIITTISET LISÄAINELANGAT	11
3.1	Umpilangat	12
3.1.1	Esab OK Autrod 16.95	12
3.1.2	Esab OK Autrod 309LSi (ei mangaaniseostettu)	12
3.1.3	Böhler A 7 CN-IG	12
3.1.4	Lincoln LNM 307	13
3.1.5	Lincoln LNM 309LSi (ei mangaaniseostettu)	13
3.1.6	Oerlikon Inertfil 18 8 6	13
3.1.7	Oerlikon Inertfil 307	13
3.1.8	Hilco Hilchrome G307	14
3.1.9	SAF-FRO Filinox 307Si	14
3.1.10	Thyssen Thermanit X	14
3.1.11	AvestaWelding 307-Si	15
3.1.12	AvestaWelding 309L-Si (ei mangaaniseostettu)	15
3.1.13	Elga Cromamig 307Si	15
3.2	Täytelangat	16
3.2.1	Esab OK Tubrod 15.34	16
3.2.2	Esab OK Tubrod 14.22 (ei mangaaniseostettu)	16
3.2.3	Filarc PZ6470	17
3.2.4	Thyssen-put Thermanit TG 307.	17
3.2.5	Oerlikon Fluxinox 307	17
3.2.6	Welding Alloys Tetra V 307-G	18
3.2.7	Hilco Hilcord 82	18
3.2.8	AvestaWelding 309L (ei mangaaniseostettu)	19
3.2.9	Böhler A 7-MC	19
4	LISÄAINELANKOJEN VERTAILU	21
4.1	Umpilangat	21
4.2	Täytelangat	23
	LÄHTEET	25

1 Johdanto

Tässä kirjallisuusselvityksessä perehdytään tutkimaan kulutus- ja suojausterästen mekaanista hitsausta austeniittisilla lisäaineilla. Tällä hetkellä kulutusterästen hitsaus on erittäin ajankohtaista johtuen voimakkaasti kasvavasta kaivosteollisuudesta. Kaivoksissa ja kaivoksiin liittyvissä alihankintaketjuissa kulutusterästen käyttö ja sitä kautta yleisin liittämismenetelmä hitsaus on monessa sovelluksessa olennaisessa osassa toimivuuden ja eliniän kannalta. Tässä kirjallisuusselvityksessä käydään läpi kaupallisesti saatavilla olevia austeniittisiä lisäaineita ja tehdään vertailua niiden mekaanisista ja teknisistä ominaisuuksista.

2 Kirjallisuusselvityksen tavoitteet

Tämän kirjallisuusselvityksen tavoitteena on kartoittaa kaupallisesti saatavilla olevia austeniittisia lisäaineita kulutusterästen hitsaukseen. Selvityksen tavoitteena on tehdä vertailevaa tutkimusta löytyvien lankojen koostumuksien, mekaanisten ominaisuuksien ja muiden teknisten vaatimusten osalta. Kirjallisuusselvitykseen sisältyy teräsvalmistajien suositusten mukaisia lankavaihtoehtoja.

Kirjallisuusselvityksessä pyritään kartoittamaan olemassa olevat materiaalivalmistajien ohjeistukset kulutus- ja suojausterästen hitsaukseen. Näihin ohjeistuksiin nojautuen pyritään tekemään mahdollisimman kattava selvitys austeniittisista lisäainelangoista kulutus- ja suojausterästen hitsaukseen.

3 Austeniittiset lisäainelangat

Austeniittisten lisäaineiden käyttö on suositeltavaa kulutusterästen hitsauksessa, mikäli liitokselta ei vaadita terästä vastaavaa lujuutta, ”tasalujuutta”. Austeniittinen lisäaine on erittäin hyvä, koska se pienentää oleellisesti vetyhalkeilua. Kulutusterästen hitsauksessa vaaditaan jopa 10mm ainepaksuuksilla esilämmitystä, mutta austeniittista lisäainetta käytettäessä ei esilämmitystä yleensä tarvita. Lisäaineen ei tarvitse olla ruostumaton, mutta tällaisella lisäaineella saadaan hitsausmetallurgisesti edullinen austeniittinen mikrorakenne hitsiaineeseen. Vaarallisen vedyn liukoisuus austeniittiseen hitsiaineeseen on suuri, jolloin vedyn diffuuntoituminen hitsin muutosvyöhykkeelle vähenee. Austeniittisen hitsiaineen lujuus ja kovuus ovat pienemmät ferriittisiin verrattuna. Luonnollisesti ruostumaton lisäaine on kalliimpi, joka pitää ottaa myös huomioon. /1/ Kun hitsi jähmettyy täysin austeniittisena (ferriitin pitoisuus alle 5 %) ja hitsissä on suurehko määrä epäpuhtauksia, kuten rikkiä ja fosforia, voi esiintyä kuumahalkeilua. Tähän voidaan vaikuttaa hitsiaineen ferriittipitoisuudella (vähintään 5 %). Kaikilla teräksillä keino vähentää kuumahalkeilua on rajoittaa rikki- ja fosforipitoisuutta. Mangaani vähentää myös kuumahalkeilua. Korkea piipitoisuus (<0,6 %) edistää kuumahalkeilua. /2/ Mustien terästen hitsauksessa tapahtuu aina sekoittumista perusaineesta hitsisulaan, joten täysin austeniittista hitsiä ei näin ollen synny.

Yleisesti sopivia austeniittisiä yliseostettuja lankoja kulutusterästen hitsaukseen ovat 18%Cr-8%Ni-6%Mn sekä ei mangaaniseostetut 23%Cr-13%Ni /1/. Seuraavassa on kartoitettu eri terästoimittajilta löytyvien kulutusterästen hitsaussuosittelun mukaisia austeniittisiä lisäaineita. Lankojen ominaisuudet on kerätty lisäainevalmistajien esitteistä ja katalogeista. Jaottelu on tehty yksinkertaistettuna umpi- ja täytelankoihin.

3.1 UMPILANGAT

3.1.1 Esab OK Autrod 16.95

OK Autrod 16.95 on 18%Cr-8%Ni-6%Mn –seosteinen, ns. yliseostettu ruostumaton hitsauslanka MAG-hitsaukseen. Hitsiaine on mangaanilla yliseostettu. Se on tarkoitettu erilaisten huonosti hitsattavien terästen (mm. panssariteräkset ja kulutusteräkset) ja seostamaton/ruostumaton teräs –eripariliitosten sekä Mn –terästen MAG-hitsaukseen. Hitsiaineen sitkeys on erittäin suuri. Suojakaasu M12 ja M13.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	HB
<0,2	<1,2	6,5	18,5	8,5	450	640	41	130	-	-

3.1.2 Esab OK Autrod 309LSi (ei mangaaniseostettu)

OK Autrod 309LSi on 23%Cr-13%Ni –seosteinen ns. yliseostettu (309L) tyyppin G 23 12 LSi, ruostumaton hitsauslanka MAG-hitsaukseen. Se on tarkoitettu ensi sijassa seostamattoman/niukkaseosteisen ja ruostumattoman teräksen eripariliitosten hitsaukseen. Se soveltuu myös ensimmäiseksi palkokerrokseksi (puskurikerros, bufferikerros), kun seostamatonta/niukkaseosteista terästä päällehitsataan ruostumattomalla lisäainelangalla. Langassa on korotettu Si-pitoisuus, mikä parantaa hitsisulan juoksevuutta. Suojakaasuna seoskaasut M12 ja M13. Hitsausvirta DC+.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)
<0,03	0,8	1,8	24	13	<0,3	440	600	41	160	-	130	90

3.1.3 Böhler A 7 CN-IG

Böhler A 7 CN-IG on G 18 8 Mn tyyppinen GMAW lanka. Hitsi omaa hyvät sitkeys ja venymä ominaisuudet, sekä se ei ole herkkä halkeilulle. Työskennellessä matalissa (-110°C) tai korkeissa (+500°C) lämpötiloissa ei ole vaaraa haurastumiselle. Korotetun lämpötilan korroosion kesto ilmassa aina +850°C (scaling temperature). Työskennellessä yli +650°C pitää ottaa yhteyttä tavarantoimittajaan. Hitsi voidaan myöstää (hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely) ilman ongelmia. Hitsiaine on kova ja sillä on hyvä kyky estää kavitaatiota. Muovattavuus on hyvä seostumisesta huolimatta huonosti hitsattavilla teräksillä tai jos hitsi altistuu lämpöpiikeille tai korkeille lämpötiloille. Hyvä seostus takaa kustannustehokkaan toiminnan. Erittäin hyvät syöttö, hitsaus ja hitsisulan juoksevuus ominaisuudet. Hitsauskaasu Ar+max. 2,5% CO₂.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB
0,08	0,9	7,0	19,2	9,0	430	640	36	110	-	-	-	-

Lanka soveltuu valmistukseen, korjaukseen ja kunnossapitoon. Eripariliitoksiin, bufferikerrokseksi ja kovapinnoituksen alle. Soveltuu myös 14% Mn teräksille, 13-17% Cr teräksille ja palonkestäviin teräksiin aina +850°C lämpötiloihin. Suojausterästen, korkeahiilisten ja nuorrutusterästen hitsaukseen voi myös käyttää.

3.1.4 Lincoln LNM 307

LNM 307 on G 18 8 Mn tyyppin umpilanka. Se soveltuu vaikeasti hitsattaville, karkeneville teräksille. Käytetään usein puskurikerroksena kovahitsauksen alla. Hitsattavia eri teräslaatuja panssariteräksen, ei-magneettiset austeniittiset teräkset, iskukovenevat austeniittiset mangaaniteräkset, sekaliitokset (CMn-teräs ruostumattomaan teräkseen). Suojakaasut M12 (Ar+>0-5%CO₂) ja M13 (Ar+>0-3%O₂).

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB
0,08	0,8	7,1	19,2	9,0		400	630	40	80	-	-	50	-

3.1.5 Lincoln LNM 309LSi (ei mangaaniseostettu)

LNM 309LSi on G 23 12 LSi tyyppin umpilanka MIG hitsaukseen ruostumattomalle ja mustalle teräkselle. Erityisesti se on tarkoitettu seostamattoman/niukkaseosteisen ja ruostumattoman teräksen eripariliitoksiin ja kasaushitsaukseen seostamattomille/niukkaseosteisille teräksille. Korotettu Si-pitoisuus parantaa hitsisulan juoksevuuutta. Suojakaasuna Ar+1-3%O₂ tai 2%CO₂ (M11 ja M12).

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	HB
0,01	0,8	1,6	23,5	13	0,2	430	565	35	65	96	-

3.1.6 Oerlikon Inertfil 18 8 6

Inertfil 18 8 6 on G 18 8 Mn tyyppin austeniittinen umpilanka. Se soveltuu seostamattomien/niukkaseosteisten/korkeastiseostettujen terästen hitsaukseen aina +300°C työskentelylämpötilaan saakka. Käytetään yleensä jännitysten poistajana bufferikerroksessa halkeiluerkissä kohteissa (musta-ruostumaton eripariliitokset) ja kovapinnoituksen alla. Soveltuu myös huonosti hitsattavien terästen hitsaukseen. Suojakaasuna M12, M13 ja M21. Kaasunvirtaus 15 l/min.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB
0,12	-	6,5	19,0	9,0		350	560	40	100	-	-	-	-

3.1.7 Oerlikon Inertfil 307

Inertfil 307 on G 18 8 Mn tyyppin ruostumaton umpilanka. Se soveltuu musta-ruostumaton eripariliitosten, lujitettujen terästen, päästettyjen terästen, 13% Mn terästen, Cr terästen ja suojausterästen hitsaukseen. Sillä on hyvät mekaaniset ja kulutuskestävyys

ominaisuudet. Käytetään myös bufferikerroksissa. Suojakaasuna seoskaasu Ar+1-2%O₂. Ferriittipitoisuus 5-10%.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB
0,10	0,8	7,0	19,0	9,0	420	590	30	50	-	-	-	-

3.1.8 Hilco Hilchrome G307

Hilchrome G307 on G 18 8 Mn tyyppin umpilanka MAG-hitsaukseen. Sitä käytetään musta-ruostumaton eripariliitosten, sekä vaikeasti hitsattavien terästen hitsaukseen. Tyypillisiä kohteita ovat 14Mn teräkset, jousiteräkset, työkaluteräkset, korkeahiili-teräkset. Suositellaan käytettäväksi myös bufferikerroksena pinnoitettaessa. Hitsatulla hitsiaineella on muokkauslujittumiskykyä, ei kavitaatiota, lämpötilapiikit ei vaikuta, korotetun lämpötilan korroosion kestoa aina 850°C saakka. Tyypilliset materiaalit mitä hitsataan: suojausteräkset, lujitetut teräkset, ei-magneettiset teräkset, muokkauslujitetut austeniittiset Mn-teräkset, tulenkestävät ferriittiset Cr-teräkset, eripariliitokset. Suojakaasu M12 ja M13.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB
0,08	0,8	7,0	19,0	9,0	320	600	35	80	-	-	-	-

3.1.9 SAF-FRO Filinox 307Si

Filinox 307Si on Ni-Cr-Mn seostettu G 18 8 Mn tyyppin umpilanka. Se soveltuu musta-ruostumaton eripariliitoksiin ja austeniittisiin mangaaniteräksiin. Sopii myös lujitetujen terästen, 13% Mn terästen, suojaus ja ballististen terästen hitsaukseen. Käytetään myös bufferikerroksena ennen pinnoitusta. Puhdas austeniittinen palko, jolla on hyvä kulutuskestävyys. Suojakaasu Ar+1-2%O₂.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)
0,07-0,1	0,65-0,9	6,5-6,9	18,5-19,5	8,0-9,0	0,5	420	600	30	47	-	-	-

3.1.10 Thyssen Thermanit X

Thermanit X on G 18 8 Mn tyyppin ruostumaton umpilanka. Korotetun lämpötilan korroosionkestävyys aina 850°C saakka. Ei riittävää kestävyyttä rikkipitoisille palo-kaasuille yli 500°C. Soveltuu hitsaukseen ja pinnoitukseen tulenkestäviin Cr-teräksiin ja valuteräksiin, sekä tulenkestäviin austeniittisiinteräksiin ja valuteräksiin. Soveltuu hyvin austeniittis-ferriittis liitosten hitsaukseen max. lämpötilassa 300°C. Voidaan hitsata seostamattomia/niukkaseosteisia teräksiä, Cr-teräksiä/valuteräksiä austeniittisiin teräksiin. Matalalla lämmöntuonnilla vältetään haurasta martensiittia muutosvyöhykkeellä. Soveltuu hitsattavaksi seuraavia materiaaleja: ferriittiset ja hienorae-

teräkset, korkealujuuksiset, seostamattomat ja seostetut rakenneteräkset, nuorrutetut teräkset, suojausteräkset, seostamattomat/seostetut boileri ja rakenneteräkset korkealla Cr ja CrNi seostuksella, tulenkestävät teräkset aina 850°C saakka, austeniittiset korkean mangaanipitoisuuden teräkset, kylmänkestävät levyt ja putkiteräkset. Suojakaasu M12, M13 ja M21. Mikrorakenne austeniittinen, jossa pieni määrä ferriittiä.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB
0,08	0,8	7,0	19,0	9,0	370	600	35	100	-	-	-	-

3.1.11 AvestaWelding 307-Si

Avesta 307-Si on yliseostettu, täysin austeniittinen lisäaine, ruostumaton/seostamaton eripariliitosten, kulutusterästen, matalaseosteisten ja Mn -terästen hitsaukseen. Sillä on mahdollista hitsata myös joitain 14% Mn -teräksiä, sekä muita vaikeasti hitsattavia teräksiä. Korkea mangaanipitoisuus estää hitsiaineen kuumahalkeilun (vaikka täysin austeniittinen) ja lisäksi se on erittäin sitkeää. Suojakaasuna Ar+2%O₂ tai 2-3% CO₂. Kaasunvirtaus 12-16 l/min. Palkojen välinen lämpötila max. 150°C. Lämmöntuonti Max. 2,0 kJ/mm. Ei tarvitse lämpökäsittelyä. Mikrorakenne täysin austeniittinen. Korotetun lämpötilan korroosion kesto ilmassa aina +850°C.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	HB
0,09	0,8	7,0	19,0	8,0	470	710	42	120	110	220

3.1.12 AvestaWelding 309L-Si (ei mangaaniseostettu)

Avesta 309L-Si on tyyppin G 23 12 LSi runsaastiseostettu 23Cr13Ni lanka ensisijaisesti bufferikerroksen hitsaukseen, kun seostamatonta/niukkaseosteista terästä hitsataan ruostumattomalla langalla. Se soveltuu myös seostamattoman/niukkaseosteisen ja ruostumattoman teräksen eripariliitosten hitsaukseen. Sillä on hyvät sitkeysominaisuudet ja hitsi ei ole halkeiluerkkä. Suojakaasuna Ar+2%O₂ tai 2-3% CO₂. Kaasunvirtaus 12-16 l/min. Palkojen välinen lämpötila max. 150°C. Lämmöntuonti Max. 2,0 kJ/mm. Ei tarvitse lämpökäsittelyä. Mikrorakenne austeniitti + 5-10% ferriitti. Korotetun lämpötilan korroosion kesto ilmassa aina +1000°C

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	HB
0,02	0,8	1,8	23,5	13,5	400	600	32	110	-	200

3.1.13 Elga Cromamig 307Si

Cromamig 307Si on luja, sitkeä 19%Cr-9%Ni-7%Mn seostettu austeniittinen ruostumaton umpilanka, jolla on hyvä vastustuskyky halkeamia vastaan. Se on tarkoitettu lujittuvien terästen, suojauslevyjen, 13% Mn-terästen, vaikeasti hitsattavien terästen hitsaukseen. Tätä lankaa käytettäessä ei yleensä esilämmitystä tarvita. Tätä lankaa

suositellaan käytettäväksi seostamattomien/niukkaseosteisten ja ruostumattomien terästen eripariliitoksissa. Tällä langalla hitsatulle liitokselle voidaan tehdä myöskin (PWHT) ilman pelkoa sigma-faasin muodostumisesta tai sitkeyden menettämisestä. Muokkauslujittumiskykyä hitsillä on 200HV→450HV. Bufferikerroksessa tätä lankaa käytetään hitsattaessa 13%Mn teräksiä, kulutusteräksiä, maansiirto laitteistoja ja kovapinnoitusta. Voidaan käyttää 13%Mn-terästen korjaushitsaukseen. Vaikeasti korjattavien hitsien bufferikerroksiin.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB	AD
0,08-0,2	0,65-1,0	5,5-7,5	17,0-20,0	7,5-9,5	0,2	380	600	40	100	-	-	-	200	450

3.2 TÄYTELANGAT

3.2.1 Esab OK Tubrod 15.34

OK Tubrod 15.34 on 18%Cr-8%Ni-6%Mn -seosteinen ruostumaton metallitäytelanka MAG-hitsaukseen. Hitsiaine on mangaanilla yliseostettua austeniittista ruostumatonta terästä. Hitsiaine on koostumuksensa ansiosta hyvin vastustuskykyinen halkeamia vastaan. Se on tarkoitettu ennen kaikkea huonosti hitsattavien (esim. panssari-teräkset ja nuorrutusteräkset), mangaaniteräksen (13%Mn-teräs) ja musta/ruostumaton -eripariliitosten hitsaukseen. Kuonan muodostus hitsipalojen pintaan on lähes olematon, mistä syystä ei tarvita usein kuonausta palkojen välillä. Suojakaasu seoskaasut M12 ja M13. Hitsausvirta DC+.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB
0,1	0,7	6,3	18,5	8,0	410	600	37	-	-	45	-	-

3.2.2 Esab OK Tubrod 14.22 (ei mangaaniseostettu)

OK Tubrod 14.22 on rutiilityyppinen jauhetäytelanka. Putkimainen lanka tuottaa hitsatessa 309 tyyppistä hitsimetallia. Vaikka se soveltuu 25%Cr12%Ni tyyppisille teräksille, pääasiassa se on tarkoitettu asentohitsaukseen eripariliitoksiin ja vaikeasti hitsattaviin teräksiin. Tämä soveltuu pinnoitettujen ja hiili-mangaani terästen hitsaukseen. Suojakaasu Ar+20%CO₂. Hitsausvirta DC+.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB
0,034	0,9	1,3	22,6	12,6	459	589	37	-	-	-	-	-

3.2.3 Filarc PZ6470

PZ6470 on Cr-Ni-Mn -seostettu SG 18 8 Mn tyyppinen austeniittinen metallitäytelanka, jolla on hyvä vastustuskyky halkeamia vastaan. Se on tarkoitettu suojausterästen, austeniittisten mangaaniterästen ja eripariliitosten hitsaukseen. Sitä suositellaan käytettäväksi korroosion/kulumisenkestävyyttä vaativissa kohteissa. Ohuet materiaalit suositellaan pulssihitsaamaan 1,2mm paksuisella langalla. Juuripalot voi hitsata taloudellisesti keraamista juuritukea vasten. Suojakaasu Ar+2%O₂/CO₂.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB
0,08-0,13	0,5-0,8	5,5-7,0	17,0-20,0	7,0-9,0	400	600	37	60	-	40	-	-

3.2.4 Thyssen-put Thermanit TG 307

Thermanit TG 307 on austeniittinen CrNiMn -seostettu rutiilityyppinen jauhetäytelanka. Tämä lanka on stabiili ja roiskeeton hitsata, ja näin syntyy kirkas ja sileä palko. Kuona on itsestään irtoava. Tällä langalla voidaan hitsata vaikeasti hitsattavia teräksiä, korkeamangaanisia teräksiä ja eripariliitoksia. Korkein sallittu työskentelylämpötila on 300°C. Pinnotettaessa isoja koneenosia, jotka on muokkauslujittuneet käytön aikana, pitää iskut ja paine ottaa huomioon. Hyvä jännitysten poistaja bufferikerroksessa kovapinnoituksen alla. Soveltuu hyvin korjaushitsaukseen kavitaation tuhoamissa vesiturbiineissa ja tiivistämään pintoja sopiviksi (hapokas louhintavesi). Hitsimetalli on luja, muokkauslujittuva, kulutusta kestävä ja korkeanlämpötilan korroosiota kestävä aina +850°C saakka. Juuren hitsauksessa suositellaan keraamista juuritukea. Materiaalit joiden hitsaukseen soveltuu erinomaisesti: korkealujuuksiset teräkset, seostamattomat/seostetut nuorrutusteräkset, austeniittiset mangaaniteräkset, korroosion ja tulenkestävät ferriittiset ruostumattomat teräkset. Suositeltua on käyttää suoja kaasuna M21 tai C1 kaasuja hitsaukseen ja pinnoitukseen. Kaasunvirtaus 15-18 l/min.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB AD
0,1	0,8	6,8	19,0	9,0	420	630	40	70	-	-	32	175 400

3.2.5 Oerlikon Fluxinox 307

Fluxinox 307 on rutiilityyppinen täytelanka, jolla on hyvä vastustuskyky halkeamia vastaan. Sillä voidaan hitsata ja pinnoittaa lämpökäsiteltäviä teräksiä, suojausteräksiä, korroosion kestäviä teräksiä ja korkean mangaanipitoisuuden teräksiä. Sillä voidaan hitsata myös austeniittisiä ruostumattomia teräksiä seostamattomiin teräksiin. Korkein suositeltava työskentelylämpötila on +300°C (seostamattomat ja seostetut teräkset)

ja korkean lämpötilan korroosionkestoa on aina +850°C saakka. Hitsiaineella on hyvä ruosteen ja korroosion kesto ja se muokkauslujittuu kylmämuovauksessa. Suojakaasu M21 ja C1.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB
0,13	0,7	6,5	19,0	8,5	-	350	590	30	40	-	-	-	-

3.2.6 Welding Alloys Tetra V 307-G

Tetra V 307-G on 18%Cr-8%Ni-6%Mn –seostettu austeniittinen jauhetäytelanka. Sillä syntyy erinomainen palkomuoto, erittäin hyvä tunkeuma, korkea tuottavuus ja erittäin hyvät röntgentarkastuksen tulokset. Lanka on suunniteltu erityisesti asentohitsaukseen. Suurimman tuottavuuden saa aikaiseksi vaakahitsauksessa. Suojakaasuna klassiset taloudelliset Ar-CO₂ seoskaasut tai CO₂. Soveltuu seuraaviin käyttökohteisiin: korkean lujuuden ja sitkeyden omaavien muokkauslujittuvien kohteiden korjaushitsaukseen; austeniittisten mangaaniterästen ja eripariliitosten hitsaukseen; bufferikerrokseen ennen kovapinnoitusta; ilmassa karkenevien tai vaikeasti hitsattavien terästen hitsaukseen; suojausterästen ja 14% mangaaniterästen hitsaukseen. Suojakaasuna M20 (Ar+5-15%CO₂), M21 (Ar+15-25%CO₂) tai C1 (100%CO₂).

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB
0,1	0,7	6,0	19,0	9,0	350	550	20	47	-	-	-	-

3.2.7 Hilco Hilcord 82

Hilcord 82 on rutiilityylinen jauhetäytelanka eripariliitosten ja vaikeasti hitsattavien terästen MAG hitsaukseen. Tyypilliset sovelluskohteet ovat 14%Mn terästen, jousiterästen, työkaluterästen ja korkeahiiliterästen hitsaukseen. Hilcord 82 suositellaan käytettäväksi bufferikerroksena ennen pinnoitushitsausta. Hitsattu hitsimetalli omaa muokkauslujittumikykyä, hyvän vastustuskyvyn kavitaatiota vastaan, hyvän lämpöshokkien vastustuskyvyn ja hyvän korkeanlämpötilan korroosion keston aina +850°C saakka. Materiaalit joiden hitsaukseen lanka soveltuu: suojausteräkset; muokkauslujittuvat teräkset; ei-magneettiset austeniittiset teräkset; muokkauslujitetut austeniittiset mangaaniteräkset; tulenkestävät ferriittiset kromiteräkset; eripariliitokset.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB	AD
0,1	0,7	7,0	17,5	8,5	450	630	35	60	-	-	-	160	450

3.2.8 AvestaWelding 309L (ei mangaaniseostettu)

Avesta FCW-2D 309L on jauhetäytelanka, jolla korkea hitsiaineentuotto ja se soveltuu erinomaisesti asentohitsaukseen. Lanka palaa erittäin stabiililla valokaarella ja näin syntyy hyvä hitsin pinta. Kuona irtoaa ilman mekaanista poistoa. Lanka on 23Cr13Ni seostettu erityisesti matala seostettujen terästen pinnoitukseen ja musta-ruostumaton terästen eripariliitoksiin. Hitsiaine on koostumuksensa ansiosta hyvin vastustuskykyinen halkeamia vastaan, ferriittipitoisuus on minimissään 3%. Lankaa suositellaan hitsattavaksi hitsausvirralla DC+ ja vapaalangan pituudella 15-20mm. Hitsattaessa ruostumatonta terästä mustaan teräkseen, niin on mahdollisimman hyvin vältettävä hitsin sekoittumista mustan teräksen kanssa. Hitsaus pitää suorittaa tällöin mahdollisimman pienellä lämmöntuonnilla ja loivalla kolvin kulmalla. Hitsattaessa virtajännite vaihtelu on laajempi. Suojakaasuna suositellaan Ar+15-25%CO₂. Tällä kaasulla saadaan vakaa kaari, helppo sulan hallinta ja roiskeita vähemmän. Kuitenkin 100%CO₂ voidaan myös käyttää. Käytettäessä 100%CO₂ kannattaa jännitettä nostaa 2-3V, jotta valokaaren pituus on oikea. Kaasunvirtaus suositellaan 20-25l/min. Palkojen välinen lämpötila max. 150°C. Lämmöntuonti max. 2,0 kJ/mm. Lämpökäsittelyä ei tarvita. Mikrorakenne austeniittinen + 10-20% ferriittiä. Korkeanlämpötilan korroosionkesto aina 1000°C saakka.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB	AD
0,025	0,6	1,5	23,2	13,0	410	560	31	52	-	42	-	210	-

3.2.9 Böhler A 7-MC

Böhler A 7-MC on metallitäytelanka, joka omaa hyvän muokattavuuden ja venymän. Hitsimetallilla on myös hyvä halkeilun vastustuskyky. Ei ole vaaraa haurastumiselle kun työskennellään -110°C → +500°C lämpötiloissa. Korkeanlämpötilan korroosionkesto on hyvä aina +850°C saakka. Työskentelylämpötilan noustessa yli +650°C pitää ottaa yhteyttä toimittajaan. Myöstö onnistuu ongelmitta. Hitsi on kova ja antaa hyvän vastustuskyvyn kavitaatiota vastaan. Muodonmuutoskyky on hyvä vaikka sekoittumista tapahtuu hitsattaessa ”ongelma” teräksiä tai lämpöshokkeja ja korkean lämpötilan korroosiota tapahtuu. Erittäin hyvä lisäaineentuottoa kyky kustannussäästönä, hyvät hitsausparametrit, sileä ja melkein roiskevapaa hitsi. Laajempi valokaari, verrattuna umpilankaan, antaa paremmat hitsausominaisuudet, jolloin ei ole niin herkkä reunoille ja railonvaihteluille. Suojakaasuna Ar+2,5%CO₂. Esilämmitys ja palkojen välinen lämpötila perusainesuositusten mukaisesti. Vapaalangan pituus 15-20mm ja valokaaren pituus 3-5mm. Kaasun virtaus 15-18 l/min. Pulssihitsaus on suositeltavaa.

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB	AD
0,1	0,6	6,3	18,8	9,2	400	600	42	70	-	-	30	-	-

4 Lisäainelankojen vertailu

Austeniittisia lisäainelankoja kulutusterästen hitsaukseen löytyy laaja kirjo eri valmistajilta. Suositukset näiden lankojen käyttämiseen on tehty kirjallissusselvityksenä pääasiallisesti eri terästoimittajien hitsaussuosituksiin pohjautuen. Edellämainitut kuvaukset eri hitsauslangoista on kerätty hitsiainevalmistajien brosyyreistä. Seuraavat vertailut on tehty koostumusten ja mekaanisten ominaisuuksien perusteella. Tiedot on kerätty taulukoihin, joista nähdään eroavaisuudet eri lankojen osalta. Taulukon tietoihin pitää suhtautua varauksella, koska ne ovat lankavalmistajien tavoitearvoja, jolloin eroavaisuutta todellisiin arvoihin voi esiintyä esimerkiksi eri valmistuserien välillä. Koostumusten ilmoittaminen oli pääasiassa tarkkaa, mutta kahdella umpilangalla ja yhdellä täytelangalla koostumukset ilmoitettiin jollain prosentuaalisella välillä. Alla olevien taulukoiden arvoihin on otettu keskiarvot näistä vaihteluväleistä.

4.1 UMPILANGAT

Taulukko 1. Umpilankojen kemialliset koostumukset ja mekaaniset ominaisuudet.

Lanka	C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -40C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB	AD
Esab OK Autrod 16.96	<0,2	<1,2	6,5	18,5	8,5	-	450	640	41	130	-	-	-	-	-
Esab OK Autrod 309LSi	<0,03	0,8	1,8	24,0	13,0	<0,3	440	600	41	160	-	130	90	-	-
Böhler A 7 CN-IG	0,08	0,9	7,0	19,2	9,0	-	430	640	36	110	-	-	-	-	-
Lincoln LNM 307	0,08	0,8	7,1	19,2	9,0	-	400	630	40	80	-	-	50	-	-
Lincoln LNM 309LSi	0,01	0,8	1,6	23,5	13,0	0,2	430	565	35	65	96	-	-	-	-
Oerlikon Inertfil 18 8 6	0,12	-	6,5	19,0	9,0	-	350	560	40	100	-	-	-	-	-
Oerlikon Inertfil 307	0,10	0,8	7,0	19,0	9,0	-	420	590	30	50	-	-	-	-	-
Hilco Hilchrome G307	0,08	0,8	7,0	19,0	9,0	-	320	600	35	80	-	-	-	-	-
SAF-FRO Filinox 307Si	0,085	0,8	6,5	18,0	8,5	0,5	420	600	30	47	-	-	-	-	-
Thyssen Thermanit X	0,08	0,8	7,0	19,0	9,0	-	370	600	35	100	-	-	-	-	-
AvestaWelding 307-Si	0,09	0,8	7,0	19,0	8,0	-	470	710	42	120	110	-	-	220	-
AvestaWelding 309LSi	0,02	0,8	1,8	23,5	13,5	-	400	600	32	110	-	-	-	200	-
Elga Cromamig 307Si	0,07	0,8	6,0	18,0	8,0	0,2	380	600	40	100	-	-	-	200	450

Standardi SFS-EN ISO 14343 ”Hitsausaineet. Hitsauslangat, hitsausnauhat ja hitsaus-sauvat ruostumattomien ja tulenkestävien sulahitsaukseen. Luokittelu” määrittelee luokan G 18 8 Mn ja G 23 12 L Si koostumusrajat ja mekaanisten ominaisuuksien vaatimusrajat. Alla oleva taulukko on koottu standardista löytyvistä taulukoista.

Taulukko 2. Standardin SFS-EN ISO 14343 mukainen koostumuksen ja mekaanisten ominaisuuksien luokittelu.

Vaatimukset kemialliselle koostumukselle													
Seosmerkintä ^a luokittelulle		Kemiallinen koostumus, % (m/m) ^b											
Nimellinen koostumus ^c ISO 14343-A	Seostyyppi ISO 14343-B	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Nb ^d	Muut
Erikoistyytit – Käytetään usein eripariliitoksissa													
18 8 Mn ^e		0,20	1,2	5,0...8,0	0,03	0,03	17,0... 20,0	7,0... 10,0	0,5	–	0,5	–	–
23 12 L Si	(309LSi)	0,03	0,65... 1,2	1,0...2,5	0,03	0,02	22,0... 25,0	11,0... 14,0	0,5	–	0,5	–	–
^a Suluisissa oleva merkintä, esim. (308L) tai (19 9 L) tarkoittaa, että lisäaine on lähellä toista merkintäjärjestelmää, mutta ei täysin. Kemiallisen koostumuksen oikea merkintä on se, joka ei ole suluisissa. Tietyllä lisäaineella voi olla tiukka kemiallinen koostumus, joka täyttää molemmat merkintävaatimukset, jolloin se voidaan merkitä erikseen kummallakin merkinnällä. ^b Yksittäiset arvot taulukossa ovat enimmäisarvoja. Kaksi arvoa merkitsee alueen vähimmäis- ja enimmäisarjat. ^c Lisäaineille, joita ei ole mainittu taulukossa, pitää muodostaa tunnus vastaavalla tavalla ja varustaa kirjaimella Z tunnuksen alussa. Kemiallisia koostumusrajoja ei ole määritetty, eikä näin ollen kaksi lisäainetta, jolla on sama Z-luokitus, ehkä ole keskenään vaihtokelpoisia. ^d Nb:n määrästä voidaan korvata enintään 20 % Ta:lla. ^e Puhdas hitsiaine on useimmissa tapauksissa täysin austeniittinen, mistä syystä se on altis kuumahalkeilulle. Halkeilua voidaan vähentää nostamalla hitsiaineen mangaanipitoisuutta, mistä syystä mangaanin pitoisuusaluetta on nostettu joillekin laaduille.													
Puhtaan hitsiaineen odotettavissa olevat vähimmäislujuusominaisuudet													
Seostunnus		Mekaaniset ominaisuudet			Jälkilämpökäsittely								
Nimelliskoostumuksen perustuva luokittelu ISO 14343-A	Seostyyppi ISO 14343-B perustuva luokittelu	Myötöraja $R_{p0,2}$	Murtolujuus R_m MPa	Murtovenymä ^a %	Jälkilämpökäsittely								
18 8 Mn	–	350	500	25	ei tehdä								
23 12 L Si	309LSi	320	510	25	ei tehdä								
^a Mittapituus on viisi kertaa sauvan halkaisija.													

Standardin mukaiset arvot kemiallisen koostumuksen osalta täyttyvät kaikilla umpilangoilla. Sen sijaan puhtaan hitsiaineen vähimmäislujuusominaisuudet eivät täyty kaikkien osalta. Hilcon Hilcrome G307 langalle ilmoitetaan vähimmäismyötölujuudeksi $R_{p0,2} > 320 \text{MPa}$, mikä ei standardin mukaan riitä, vaan myötölujuuden pitäisi olla $> 350 \text{MPa}$. Valmistajan esitteessä ilmoitetaan lanka vanhemman standardin EN 12072 mukaiseksi, mutta sekin standardi vaatii myötölujuudeksi $> 350 \text{MPa}$. Tällä perusteella tätä lankaa ei voida standardin mukaisissa kohteissa käyttää.

Pääasiallisesti koostumuksen ja mekaanisten ominaisuuksien välillä ei ole suuria eroja G 18 8 Mn tyyppin lankojen välillä. Suurimmat arvot mekaanisten ominaisuuksien vertailussa omaa AvestaWelding 307-Si, josta valmistaja ilmoittaa myötölujuudeksi 470MPa, murtolujuudeksi 710MPa ja venymäksi 42%. Lisäksi iskusitkeys on myös paras 120J (+20°C) ja 110J (-40°C). Kovuus on myös hyvä 220 Brinelliä. Heikoimmat standardin puitteissa olevat mekaanisten ominaisuuksien arvot myötö- ja murtolujuuden osalta on Oerlikon Inertfil 18 8 6 langalla, mutta venymä (40%) ja iskusitkeys (100J, +20°C) on hyvää **luokkaa**. **Huonoimmat** ominaisuudet venymän ja iskusitkeyden osalta omaa SAF-FRO:n Filinox 307 Si, jolla venymä on vain 30% ja iskusitkeys $> 47 \text{J}$ (+20°C).

Myös G 23 12 L Si tyypin langat ovat standardien mukaisissa rajoissa kemiallisten koostumusten ja mekaanisten ominaisuuksien mukaan. Parhaat mekaaniset ominaisuudet ovat Esabin OK Autrod 309LSi, jolla $R_{p0,2}$ on 440MPa, R_m on 600 MPa ja venymä 41%. Iskustitkeydeltään tämä lanka on vielä parempi kuin Avestan 307-Si lanka, arvojen ollessa 160J (+20°C), 130J (-60°C) ja 90J (-110°C).

4.2 TÄYTELANGAT

Taulukko 3. Täytelankojen kemialliset koostumukset ja mekaaniset ominaisuudet.

Lanka	C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A5 (%)	KV +20C (J)	KV -60C (J)	KV -110C (J)	HB	AD
Esab OK Tubrod 15.34	0,1	0,7	6,3	18,5	8,0	410	600	37	-	45	-	-	-
Esab OK Tubrod 14.22	0,034	0,9	1,3	22,6	12,6	459	589	37	-	-	-	-	-
Filarc PZ6470	0,1	0,65	6,0	18,5	8,0	400	600	37	60	40	-	-	-
Thyssen Thermanit TG 307	0,1	0,8	6,8	19,0	9,0	420	630	40	70	-	32	175	400
Oerlikon Fluxinox 307	0,13	0,7	6,5	19,0	8,5	350	590	30	40	-	-	-	-
WeldingAlloys Tetra V 307-G	0,1	0,7	6,0	19,0	9,0	350	550	20	47	-	-	-	-
Hilco Hilcord 82	0,1	0,7	7,0	17,5	8,5	450	630	35	60	-	-	160	450
AvestaWelding 309L	0,025	0,6	1,5	23,2	13,0	410	560	31	52	42	-	210	-
Böhler A 7-MC	0,1	0,6	6,3	18,8	9,2	400	600	42	70	-	30	-	-

Standardi EN ISO 17633 ”Welding consumables. Tubular cored electrodes and rods for gas shielded and non-gas shielded metal arc welding of stainless and heat-resisting steels. Classification”, eli luokittelu täytelangat ja ruostumattomien ja tulenkestävien terästen täytelankahitsaukseen suojakaasun kanssa ja ilman suojakaasua, määrittelee luokan T 18 8 Mn ja T 23 12 L koostumusrajat ja mekaanisten ominaisuuksien vaatimusrajat. Tämä on uusi standardi, joka on vahvistettu 24.1.2011. Alla oleva taulukko on koottu standardista löytyvistä taulukoista.

Taulukko 4. Standardin EN ISO 17633 mukainen mekaanisten ominaisuuksien ja koostumuksen luokittelu.

Tensile properties of all-weld metal (classification according to nominal composition)								
Alloy designation according to nominal composition	Minimum proof strength		Minimum tensile strength		Minimum elongation ^a		Post-weld heat treatment	
	$R_{p0,2}$	MPa	R_m	MPa	%			
18 8 Mn	350		500		25		None	
23 12 L	320		510		25			

Symbols and all-weld metal chemical composition requirements (classification according to nominal composition)								
Alloy designation according to nominal composition	Chemical composition, % (by mass) ^{a, b}							
	C	Mn	Si	P ^c	S ^c	Cr	Ni	Mo
Special types — Often used for dissimilar metal joining								
18 8 Mn	0,20	4,5 to 7,5	1,2	0,035	0,025	17,0 to 20,0	7,0 to 10,0	0,3
23 12 L	0,04	2,5	1,2	0,030	0,025	22,0 to 25,0	11,0 to 14,0	0,3

Standardin mukaiset arvot mekaanisten ominaisuuksien ja kemiallisen koostumuksen osalta täyttyvät kaikilla täytelangoilla. Koostumusten suhteen ei eri lankatyypin välillä ole suurta hajontaa. Kromipitoisuus Hilcord 82 langalla on hieman matalampi, mutta muita huomattavia eroja ei ole.

Pääasiallisesti mekaanisten ominaisuuksien ja koostumuksen välillä ei ole suuria eroja lankojen välillä. Suurimman arvon myötölujuuksien vertailussa omaa T 23 12 LSi tyyppiä ei mangaaniseostettu Esabin OK Tubrod 14.22, josta valmistaja ilmoittaa myötölujuudeksi 459MPa, murtolujuutta on 589MPa. Korkeimmat murtolujuuden arvot on T 18 8 Mn tyyppiä langoilla Thermanit TG 307 ($R_{p0,2}=420\text{MPa}$) ja Hilcord 82 ($R_{p0,2}=450\text{MPa}$), molemmilla $R_m=630\text{MPa}$. Suurimman venymän A5% ilmoittaa 18 8 Mn tyyppiä Böhler A 7-MC suuruudeltaan 42%. Iskutkeys (+20°C) on myös suurimmillaan Böhler A 7-MC ja aikaisemmin mainitulla Thermanit TG 307, sen ollessa molemmilla 70J (+20°C). Matalammissa lämpötiloissa Esab OK Tubrod ilmoittaa 45J (-60°C) ja Thermanit TG 307 32J (-110°C). Heikoimmat mekaanisten ominaisuuksien arvot myötö- ja murtolujuuden, sekä venymän osalta löytyy 18 8 Mn tyyppiä WeldingAlloys Tetra V 307-G ($R_{p0,2}=350\text{MPa}$, $R_m=550\text{MPa}$, A5%=20). Myötölujuuden ja iskutkeyden osalta huonot arvot löytyy saman tyyppiä Oerlikon Fluxinox 307 [$R_{p0,2}=350\text{MPa}$ ja 40J](+20°C)]. Ei-mangaaniseostetut 23 12 LSi tyyppiä täytelangat eivät juuri poikkea mekaanisten ominaisuuksien suhteen 18 8 Mn tyyppiä täytelangoista.

Lähteet

1. Korjaushitsauskäsikirja, Osa 2, Hitsausohjeita, Esab Oy.
2. Outokumpu 2004. Ruostumattomat teräkset. Teknologiateollisuus Oy.

Kirjallisuusselvityksen tavoitteena on kartoittaa kaupallisesti saatavilla olevia austeniittisia lisäaineita kulutusterästen hitsaukseen. Selvityksen tavoitteena on tehdä vertailevaa tutkimusta löytyvien lankojen koostumuksien, mekaanisten ominaisuuksien ja muiden teknisten vaatimusten osalta. Kirjallisuusselvitykseen sisältyy teräsvalmistajien suositusten mukaisia lankavaihtoehtoja.

Kirjallisuusselvityksessä pyritään kartoittamaan olemassa olevat materiaalivalmistajien ohjeistukset kulutus- ja suojausterästen hitsaukseen. Näihin ohjeistuksiin nojautuen pyritään tekemään mahdollisimman kattava selvitys austeniittisista lisäainelangoista kulutus- ja suojausterästen hitsaukseen.