

# Korjaushitsaus

<b>JOHDANTO JA TYÖKALUTERÄSTEN HITSAUS</b> .....	<b>C 1.2</b>
<i>IMPOWELD vaikeastihitsattavien     terästen korjaushitsauspuikot</i> .....	<b>C 1.5</b>
<b>VALURAUDAN JA VALUTERÄKSEN HITSAUS</b> .....	<b>C 2.1</b>
<i>Talitus ja leikkaus</i> .....	<b>C 2.3</b>
<i>IMPOWELD korjaushitsauspuikot</i> .....	<b>C 2.5</b>
<b>KUPARIMETALLIEN HITSAUS</b> .....	<b>C 3.1</b>
<i>IMPOWELD ja METRODE     kupariseospuikot</i> .....	<b>C 3.2</b>
<b>ALUMIININ KORJAUSHITSAUS</b> .....	<b>C 4.1</b>
<i>IMPOWELD alumiinipuikot</i> .....	<b>C 4.2</b>

## Korjaushitsaus

Korjaushitsauksen kohteita ovat yleisesti varsinkin erilaiset valut ja työkalut, mutta myös esim. nuorrutetut koneenosat. Kovahitsaus on esitetty omassa luvussaan, vaikka se voidaan mieltää myös korjaushitsaukseen kuuluvaksi. Korjaushitsaus on usein vaikea tehtävä, mm. koska:

- hitsattava perusmateriaali saattaa olla tuntematon
- perusmateriaalin mikrorakenne, analyysi jne. ovat hitsauksen kannalta epäedullisia, esim. valurauta ja nuorrutusteräs
- hitsattavat pinnat ovat likaisia, öljyisiä tai kosteita

### Korjaushitsauslisäaineet

Kun perusmateriaali tiedetään ja railo voidaan puhdistaa on menestyksekkäs korjaushitsaus mahdollista suorittaa normaaleilla valmistavaan hitsaukseen tarkoitetuilla, perusaineen analyysin mukaisilla tai lähellä sitä olevilla lisäaineilla.

*Taulukko C-1. Lisäaineenvalintataulukko vaikeastihittaville teräksille. O = voidaan käyttää.*

Lisäaine / perusmateriaali	4370 Ti	4370 Kb	4829 MoTi	Croni 29/9 S	Nicro Mn	56 Fe
Hiiiteräs C < 0,7	O	O	O	O	O	
		O			O	
Hiiletysteräs			O	O	O	
Nuorrutusteräs	O	O		O	O	
Kulutusteräs	O	O	O	O		O
Erikosluja rakenneteräs	O	O		O		
Jousiteräs				O		
Austeniittinen mangaaniteräs	O	O		O		O
Musta / ruostumaton liitoshitsaus	O	O	O	O	O	
Kovahitsauksen puskurikerros	O	O		O		O
Kovahitsaus	O	O		O		O

### Työkaluterästen korjaushitsaus

Työkaluteräokset ovat ryhmä teräksiä, josta löytyy monia vaihtoehtoja työkalujen, muottien, painimien jne. valmistukseen. Näille teräksille on ominaista suuri lujuus ja kovuus. Erilaatuisia teräksiä on olemassa satoja, eikä tässä lähdetä tarkastelemaan työkaluterästen monimutkaisia metallurgisia perusteita. Koska valmis työkalu on kallis edeltäneiden koneistusten ja lämpökäsittelyn takia, on usein järkevää korjata vioittunut tai kulunut työkalu hitsaamalla.

Usein joudutaan kuitenkin käyttämään erityisiä korjaushitsaukseen tarkoitettuja hitsauslisäaineita. Tällaisten lisäaineiden paremmuus perustuu mm. seuraaviin seikkoihin:

- lisäaineissa on erikoispäälyste, joka sitoo tehokkaasti epäpuhtaudet ja kosteuden
- lisäaineen analyysi mahdollistaa laajan perusainekirjon eli seostumisen jälkeenkin hitsin analyysi/mikrorakenne on turvallisella alueella (Croni 29/9 S vrt, Schaeffler-piirros)
- pyritään käyttämään eutektoidisia lisäaineita, jolloin seoksella on sulamispiste ilman puuroaluetta. Tällä pyritään minimoimaan kuumahalkeilutaipumus, kun epäpuhtauksien suotautuminen on mahdollisimman vähäistä (FeNi 60, Ni(-) ja alumiinille AISi 12).
- käyttämällä runsaasti mangaanilla seostettua lisäainetta, jolloin mangaani sitoo tehokkaasti epäpuhtauksia ja estää näin kuumahalkeilua, esim. (4370 Ti, Nicro Mn ja Albro Mn).

Työkaluteräokset voidaan luokitella käyttötarkoituksen mukaan kuten SFS-standardissa.

Teräokset: SFS 906...910, kylmätyöteräokset  
SFS 913, kuumatyöteräs  
SFS 916...918, pikateräokset.

Kaikkia edellämainittuja teräksiä voidaan myös korjaushitsata, kun tunnetaan riittävästi perusteita. Taulukossa C-2 on esitetty SFS-standardin mukaisten työkaluteräosten analyysit ja lämpökäsittelyt.

## Korjaushitsaus

Taulukko C-2. Työkaluteräket SFS-standardin mukaan.

SFS	SIS	W.-Nr.	DIN	Kaupallinen nimi (UHB)	C	Co	Cr	Mn	Mo	Si	V	W
906	1880	1545	C10541	20	1,00	-	-	0,30	-	0,20	-	-
907	2140	2510	100MnCrW4	arne	0,95	-	0,50	1,20	-	0,30	0,10	0,50
908	2260	2363	X100CrMoV51	rigor	1,00	-	5,20	0,60	1,10	0,20	0,20	-
909	2312	2436	X210CrW12	sverker 3	2,10	-	13,00	0,75	-	0,30	-	1,30
910	2710	2542	45WCrV7	regin 3	0,49	-	1,20	0,30	0,25	0,90	0,15	2,30
913	2242	2343	X38CrMoV51	orvar 2	0,37	-	5,00	0,40	1,10	1,10	0,45	-
916	2722	3343	S6-5-2	29	0,86	-	4,00	0,30	5,00	0,30	1,90	6,50
917	2723	3243	S6-5-2-5	424	0,88	5,00	4,00	0,30	5,00	0,30	1,90	6,50
918	-	3207	S10-4-3-10	(ASP 30)	1,20	10,00	4,00	0,30	3,50	0,30	3,20	9,50

Taulukko C-3. Työkaluterästen lämpökäsittelyt.

SFS		906	907	908	909	910	913	916	917	918
Karkaisulämpötila °C		780..800	780..820	930..970	930..980	890..930	1020..1050	1200..1240	1210..1250	1210..1250
Sammutus:	- vesi	o								
	- ilma				o		o	o	o	o
	- öljy		o	o	o	o	o	o	o	o
Päästölämpötila °C		180..300	180..250	180..400	180..250	180..300	550..650	540..560	550..570	550..570
Päästökovuus [HRc]	200 °C		62	62	63	56				
	300 °C		57	60	60	54				
	400 °C		53	57	58	52				
	500 °C						1)	64	64	65

1) 2060 N/mm<sup>2</sup>

### Hitsauksen vaiheet

Muottien ja työkalujen korjaushitsaus tulisi koostua seuraavista vaiheista:

1. Hitsattavan perusaineen tunnistus
2. Lisäaineen valinta
3. Railon valmistus
4. Esilämmitys
5. Hitsaus
6. Jälkilämpökäsittely

### Perusaineen tunnistus

Perusaineen tunnistus käy parhaiten normimerkinnän avulla, joka löytyy normaalisti työpiirustuksesta. Oheisessa taulukossa on tavallisten työkaluterästen DIN, SIS ja SFS merkinnät, sekä niiden nimelliset

analyytit. Jos analyysitietoja ei ole saatavissa eikä ole mahdollista suorittaa analysointia, voidaan teräket tunnistaa vertaamalla kipinäkokeessa saatua kipinää tunnettuihin työkaluteräksiin (esim. hitsauspuikolla tehtyyn hitsiin).

### Lisäaineen valinta

Lisäaineen valinta voidaan suorittaa oheisen taulukon avulla tai yhtäläisen, kipinäkokeessa saadun kipinän avulla. Lisäaineen analyysin ei aina tarvitse vastata työkaluteräksen analyysiä. Tärkeintä on että hitsin lämpökäsittelyohje on lähellä työkaluteräkselle annettua lämpökäsittelyohjetta. Onkin todettava, että kaikille työkaluteräksille ei löydy analyysiltään täysin samanlaista lisäainetta. Niitä voidaan kuitenkin luotettavasti hitsata em. ohjeiden mukaisesti analyysiltään poikkeavalla lisäaineella.

## Korjaushitsaus

Taulukot C-4 ja C-5. Työkaluterästen hitsauslisäaineet ja hitsaustapa.

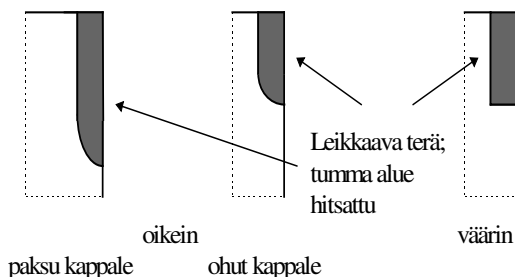
SFS-tunnus	Kovahitsaus lisäaine*	Kovahitsauksen hitsaustapa	Liitoshitsaus
906	E 60 Kb	I	Nicro Mn
907	E 60 Kb	I	Nicro Mn
908	E 60 Kb	II	Nicro Mn
909	56 Fe	III	Nicro Mn
910	E 60 Kb	I	Croni 29/9 S
913	WA 45	IV	Croni 29/9 S
916	SS 60 Ti/SS53	V	Nicro Mn
917	SS 60 Ti/SS53	V	Nicro Mn
918	SS 60 Ti/SS53	V	Nicro Mn

\* Lisäainelehdet ovat osassa B; kovahitsaus.

Hitsaustapa	Etulämpö [°C]	Palkojenväline n lämpötila [°C]	Päästölämpötila [°C]
I	150...200	150...200	150...230
II	150...250	150...200	180...200
III	370...480	370...480	480...500
IV	480...650	480...650	590...620
V	510...590	510...590	540...590
Liitoshitsaus	kylmähitsaus		

### Railon valmistus

Railon valmistus tulisi suorittaa siten, että valmistettava hitsi olisi mahdollisimman tasavahva ja vähintään 3mm vahva. Paikkoja (upotuksia) tehtäessä tulisi valmiin hitsin paksuus olla noin 5mm. Hitsattavasta kohdasta tulee pyöristää alla olevan kuvan mukaisesti kaikki terävät nurkat, jotta seostuminen olisi mahdollisimman vähäistä.



### Esilämmitys

Esilämmitystä suoritettaessa on otettava huomioon työkalun päästölämpötila, joka selviää tavallisimmille työkaluteräksille oheisesta taulukosta C-3. Oikea esilämmitys on hiukan yli minimipäästölämpötilan. Ylimmän päästölämpötilan ylittäminen aiheuttaa työkalun pehmenemisen. Hyvään lopputulokseen päästään yleensä noudattamalla tässä annettuja esilämmityslämpöjä ja hitsattavien palkojen välisiä

lämpötiloja. Taulukossa alemmat lämpötilat ovat tarkoitettu pienille ja vaatimattomaan käyttöön tuleville työkaluille. Yläpäästä valitaan esilämmitys- ja päästölämpötilat silloin, kun työkalu on suuri ja sen käyttö on vaativaa.

### Hitsaus

Hitsauksessa ei saa ylittää lisäaineen ohjelehdessä annettuja max. hitsausvirta-arvoja. Puikkoa kuljetetaan hitsaasti, jotta hitsipalko olisi tasainen ja tasavahva. Työ suoritetaan mieluiten jalkoasennossa noin 5...15° ylämäkeen hitsaten. Levitystä ei suoriteta ja lopetus tapahtuu palaamalla valmiin hitsin päälle. Hitsin vasarointi suoritetaan käsin (tai varovasti paineilmalla) heti hitsauksen jälkeen, jotta hitsin rakenne pysyisi hienona ja jännitykset laukeaisivat.

Hitsattaessa kohteita, jotka vaativat useampia palkoja, aloitetaan hitsaus pohjalta täyttäen vähitellen ylöspäin. Ensimmäistä ja toista palkoa hitsattaessa voi hitsausvirta olla suurehko, mutta viimeiset palot hitsataan mahdollisimman pienellä virralla. Palkojen välillä suoritetaan vasarointi. Hitsattaessa ympyrämäisiä tai kehämäisiä osia pyritään käyttämään vuorottaista hitsausta netraaliakselin suhteen. Pitkät leikkurin terät, joihin hitsaus tulee vain toiselle puolelle on syytä esijännittää ennen hitsausta. Hitsaus tulee suorittaa lyhyitä palkoja käyttäen (50...70mm) mieluiten taka-askelhitsauksena.

### Jälkilämpökäsittely

Jälkilämpökäsittely tulisi suorittaa taulukon ohjeiden mukaisesti, jotta mahdollisimman hyvä lopputulos saavutettaisiin. Hitsauksen lopputulosta arvioitaessa on hyvä huomata, että hitsin kovuus ja muut ominaisuudet riippuvat seuraavista tekijöistä:

- hitsaustapa
- seostuminen
- jäähtymisnopeus
- jälkilämpökäsittely.

### Uusien työkalujen valmistus hitsaamalla

Monimutkaisten työkalujen valmistus on usein edullista tehdä siten, että työkalun runko rakennetaan lujasta, hyvin hitsattavasta teräksestä ja kulumiselle alttiit kohdat pinnoitetaan hitsaamalla.

## Impoweld 4370 Ti, Kb, HL

4370-lisäaine on tarkoitettu vaikeastihitsattavien terästen liitoshitsaukseen, sekä austeniitti / ferriitti-liitoshitsauksiin. Perusaineen hiilipitoisuuden ollessa alle 0,7% käytetään Ti-elektrodia ja yli 0,7% Kb tai HL-elektrodia. Hitsiaine on täysin austeniittinen. Kuumahalkeilua ei kuitenkaan esiinny mangaaniseostuksen ansiosta. Austeniittinen rakenne muokkauslujittuu saavuttaen parhaimmillaan n.400 HB kovuuden. 4370-lisäainetta voidaankin näin ollen käyttää hyvällä menestyksellä myös kovahitsauksen puskurikerroksena, sekä erityisesti korkeiden lämpötilojen pinnoitteissa, jotka ovat alttiina adhesiiviselle kulumiselle. Hitsin hilseilynkestävyys on n.900°C ja se on ruostumaton. Hitsi ei ole polttoleikattavissa.

### Analyyysi:

C	Cr	Ni	Mn	Fe
0,1%	17-19%	7-9%	5-7%	Loput

### Mekaaniset ominaisuudet

Vetomurtolujuus [MPa]	600
0,2-raja [MPa]	350
0,1-raja [MPa]	400
Murtovenymä [%]	40
Iskusitkeys ISO-V [J]	70
Hitsattu kovuus [HB]	200
Kylmämuokattu kovuus [HB]	360...400

### Normi

DIN EN 1600: E 18 8 Mn R 12 (Ti)  
 EN 1600: E 18 8 Mn R 52 (HL)  
 DIN 8555: E 8-UM-250 CKPR (HL)  
 DIN 8556: E18 8 Mn R(B) 26 (Ti)  
 DIN 8556: E18 8 Mn B 20+ (Kb)  
 DIN 8556: E18 8 Mn R(B) 26 (HL)  
 AWS: E 307-16 (Ti)  
 AWS: E 307-15 (Kb)  
 AWS: ~E 307-26 (HL)  
 W.-Nr.: 1.4370  
 Hyväksymiset: DB, TÜV (Kb)  
 Riittoisuus: 110% (Kb), 100%(Ti), 160%(HL)

### Käyttökohteet

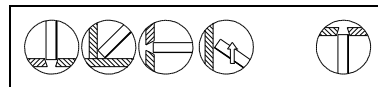
Akselien liitos- ja päällehitsaus, kulutusterästen ja austeniittisen mangaaniteräksen hitsaus, valssit, kuljetinrullat, nosturien pyörät, ketjupyörät sekä maanrakennuskoneiden kulutuslevyt ja -kappaleet. Soveltuvina perusaineina voidaan mainita

DIN:	W.-Nr.
GX120 Mn 12	1.3401 (Ti)
X15 CrNiMn 18 08 KE	1.3470

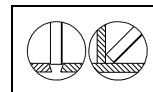
### Hitsausominaisuudet

Niukkaseosteiset ja nuorrutusteräokset hitsataan kylmähitsauksena Ti-lisäaineella. Kun perusaineen hiilipitoisuus on yli 0,7% valitaan Kb-elektrodi ja suoritetaan 150°C esikuumennus. HL-suurriittoisuuspuikko on helppo hitsata ja kuonata.

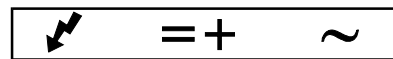
Hitsausasennot  
(Ti)



(HL)



Hitsausmenetelmä  
ja virtalaji (Ti,HL)



Puikkojen kuivaus: 300°C / 2h

### Pakkaustiedot

Halkaisija [mm]	Pituus [mm]		Virta [A, Max]		Pakkaus [kg]		kpl/kg n.	
	Ti	HL	Ti	HL	Ti	HL	Ti	HL
2,5	300	350	90	120	4,0	4,9	45	64
3,25	350	350	110	160	5,0	5,8	27	31
4,0	350	450	150	220	5,0	5,8	19	21
5,0	350/ 450	450	200	260	5,0	7,1	11	10

Vastaava täytelanka: Corodur 200K

Vastaava umpilanka: Impoweld RW 307

Vastaava hitsauspuikko: Capilla® 51 Ti(Ti),  
Capilla® 51 (HL)

## Impoweld Croni 29/9 S

Croni 29/9 S on uudistettu vaikeasti hitsattavien terästen liitoshitsauslisäaine, jota voidaan käyttää austeniittisen mangaaniteräksen, työkaluterästen, ruostumattoman teräksen, rakenne terästen ja nuorrutusteräksen sekä eri terästyypin liitoshitsaukseen. Uusittu päällyste antaa elektrodille entistä paremman syttyvyyden ja hitsausominaisuudet. Hitsiaine on austeniittisferriittistä terästä, joka on ruostumatonta ja hilseilyn kestävä aina 1000°C asti.

Analyysi:

C	Cr	Ni	Fe
0,1%	27,5-30%	8-10%	Loput

### Mekaaniset ominaisuudet

Vetomurtolujuus [MPa]	750
0,2-raja [MPa]	500
Murtovenymä [%]	20
Iskusitkeys ISO-V [J]	25
Kovuus hitsattuna [HB]	200...250

### Normi

DIN EN 1600: E 29 9R 12  
 DIN 8556: E 29 9 R(B) 23  
 DIN 8556: E 29 9 R 23  
 AWS: E 312-16  
 W.-Nr.: 1.4337  
 Riittoisuus: 100%

### Käyttökohteet

Käyttökohteina voidaan mainita vaikeastihitsattavien terästen liitoshitsaus sekä mm. juoksupyörien, hammaspyörien akseleiden, kovakromattujen männänvarsien sekä vuotavien putkien korjaus- ja päällehitsaus.

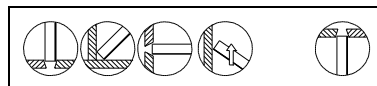
Katso valintataulukko korjaushitsauksen johdanto-osassa.

DIN:	W.-Nr.:	Seosnimi:
X10 CrAl24	1.4762	
GX70 Cr29	1.4085	

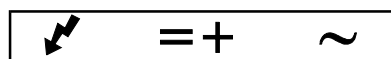
### Hitsausominaisuudet

Karkenevien terästen hitsaus suoritetaan kylmähitsauksena. (Jos perusaineen hiilipitoisuus ylittää 0,7%, suoritetaan hitsaus Nicro Mn-lisäaineella käyttäen 150-350°C esilämmitystä). Hitsausvirta sovitetaan ainevahvuuden ja perusaineen mukaan huomioiden virransäädön vaikutukset seostumiseen (vrt. Schaeffler-piirros). Liian korkea työlämpötila ja pitkäaikainen pito yli 350°C lämpötilassa vaikuttaa heikentävästi hitsin ominaisuuksiin. Lisäksi on huomioitava, että lisäaineen iskusitkeysarvot alenevat matalissa lämpötiloissa.

Hitsausasennot



Hitsausmenetelmä ja virtalaji



Puikkojen kuivaus: 300°C / 2h

### Pakkaustiedot

Halkaisija [mm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
1,6	250	50	-	-
2,0	250	60	4,0	85
2,5	300	90	4,0	53
3,25	350	110	4,0	28
4,0	350	150	5,0	19
5,0	350	200	5,0	12

Vastaava umpilanka: Impoweld RW 312

Vastaava hitsauspuikko: Capilla® 52K

## Impoweld Nicro Mn

Nicro Mn on emäspäälysteinen hitsauspuikko, joka on tarkoitettu nikkelin, nikkelseosten ja kylmäsitkeiden nikkeli-terästen liitoshitsaukseen sekä erittäin vaikeasti hitsattavien terästen ( $C > 0,7\%$ ) ja valurautojen (Nihard, Niresist) korjaushitsaukseen. Hitsiaine on austeniittista ja sen korroosion kestävyys ja sitkeys ovat erinomaisia. Käyttölämpötila-alue on  $-196..+600^{\circ}\text{C}$ . Hitsin pieni lämpölaajenemiskerroin ja suuri murtovenymä takaavat pienen halkeamisriskin liitettäessä ohuita ja paksuja ainevahvuuksia. Nicro Mn sopii erinomaisesti austeniitti / ferriitti (ruostumaton / musta) liitoshitsauksiin hitsin pienen hiilipitoisuuden takia.

Analyysi:

C	Cr	Ni	Mn	Fe	Nb
0,03-0,06%	18-21%	Loput	4-6%	3-5%	2-2,8%

### Mekaaniset ominaisuudet

Vetomurtolujuus [MPa]	620
0,2-raja [Mpa]	380
0,1-raja [Mpa]	420
Murtovenymä 5d [%]	35
Iskusitkeys (ISO-V)[J]	90
	70(-190°C)

### Normi

EN ISO 14172: ~E Ni 6082 (NiCr20Mn3Nb)  
 DIN 1736: ~E NiCr 19 Nb  
 PrEN 14700: ES  
 DIN 8555: E 23-UM-200-CRTZ  
 AWS A 5. 11: ~E NiCrFe-3  
 W.-Nr.: ~2.4648  
 Luokitukset: TÜV  
 Riittoisuus: 100%

### Käyttökohteet

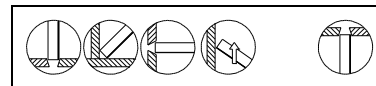
Akselien, hammaspyörien, pumppujen yms. vaikeastihitsattavien terästen korjaushitsaus sekä nikkelin liittäminen nikkelseoksiin (kts. lisäaineen valintataulukot; korjaushitsaus ja valmistushitsaus).

DIN:	W.-Nr.:	Seosnimi:
X2CrNiMoN 17-13-3	1.4429	
X1NiCrMoCu(N)25-20-5	1.4539	
X10 NiCrAlTi32 20	1.4876	Incoloy 800
X20CrMoV12-1	1.4922	
X8 N-I9	1.5662	
NiCr 60 15	2.4867	Brightray B
NiCr 80 20	2.4869	Brightray C
NiCr 15 Fe	2.4816	Inconel 600
NiCr 10	2.4870	
EL-NiCr15 FeMn	2.4807	Inconel 182
NiCr 20Ti	2.4951	Nimonic 75
NiCr 15Fe7TiAl	2.4669	Inconel X-750

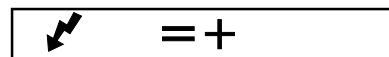
### Hitsausominaisuudet

Hitsauskohta puhdistetaan metallisen kirkaaksi. Hitsaus suoritetaan pienellä virralla ja vain pientä levitysiikettä käyttäen. Esilämmitys on yleensä tarpeeton, mutta runsashiilisille ruostumattomille valuteräksille sekä seostetuille valurautoille suoritetaan esilämmitys  $350^{\circ}\text{C}$ :een, joka pidetään tasaisesti koko hitsauksen ajan. Erittäin vaikeasti hitsattaville perusaineille (Nihard, Niresist, X70CrMo29 2 jne.) sovelletaan valurautahitsauksen sääntöjä.

Hitsausasennot



Hitsausmenetelmä ja virtalaji

Puikkojen kuivaus:  $300-320^{\circ}\text{C}$  / 2h

### Pakkaustiedot

Halkaisija [mm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
2,0	300	60	-	-
2,5	300	90	5,0	65
3,25	350	120	5,0	38
4,0	350	160	5,0	21
5,0	450	190	5,0	12

Vastaava täytelanka: WEL FCW 82

Vastaava hitsauspuikko: Capilla 6000 DL

## Valuraudan ja valuteräksen korjaushitsaus

### Valuraudan korjaushitsaus

Koska valurauta jo nimensäkin mukaisesti valetaan, on sen hitsaus yleisimmin valun tai käytön aikana tapahtuneiden vaurioiden korjaamista. Lisäksi vaikea hitsattavuus ja nikkelpohjaisten lisäaineiden kalleus vähentävät halua normaaliin liitoshitsaukseen.

### Hitsattavuus

Suuren Si- ja C-pitoisuuden takia valurauta on haurasta ja sillä on huono muodonmuutoskyky. Hitsattaessa tapahtuu metallurgisia muutoksia, joita on esitelty seuraavassa kappaleessa.

Eutektoidisen lämpötilan yläpuolelle lämmentäessä vyöhykkeellä ferriitti muuttuu austeniitiksi. Yli 800°C lämpötilassa grafiitti alkaa liueta ja sementiitti erkautuu ensin raerajoilla ja sitten austeniittirakeissa. Jos lämpötila on vielä korkeampi tapahtuu osittaista sulamista. Jäähdytysprosessissa sementiitti jää pysyväksi, mutta austeniitti hajaantuu hiilipitoisuuden mukaan perliitiksi tai martensiitiksi. Seurauksena on monimutkainen, kova ja hauras rakenne muutosvyöhykkeellä, josta hitsi kuormitettaessa pettä.

Etulämmön käytöllä hitsauksessa saadaan aikaan halkeama-alttiuden pieneminen. Optimaalinen lämpötila on noin 300°C. Jälkilämpökäsittelyksi sopii parhaiten myöskin 650°C:ssa. Täydellinen lämpökäsittely tai liian korkea (yli 450°C) etulämpö saattavat aiheuttaa ominaisuuksien huononemista. Jos etulämpöä ei voida käyttää on edullista pitää kappale mahdollisimman kylmänä jäähdyttämällä kappaletta hitsattavien palkojen välillä. Näin muutosvyöhyke saadaan jäämään kapeaksi.

Valuraudan kaarihitsauksessa käytetään seuraavia lisäainetyyppejä:

- Ni-lisäaine Ni
- Ni-Fe-lisäaine (FeNi 60, NiFe 2)

Kaasuhitsauksessa voidaan käyttää juoksuotteella päällystettyä valurautatankoa, messinki- tai uushopeajuotetta. Taulukosta selviää oikean lisäainetyypin valinta eri valurautatyypeille.

### Hitsaustavat

Valuraudan hitsauksessa käytetään kolmea periaatteeltaan eroavaa hitsausmenetelmää; kuumahitsaus, puolikuumahitsaus ja kylmähitsaus.

Kuumahitsauksessa kuumennetaan kappale 500...700°C:n lämpötilaan ja suoritetaan hitsaus, HGW-lisäaineella tai täytelankahitsauksena Impoweldin GGG-lisäaineella.

Puolikuumahitsaus suoritetaan 200...350°C:n lämpötilassa yleensä puikkohitsauksena FeNi 60-, Ni- tai EM 190-lisäaineella tai TIG-hitsauksena FeNi 55-langalla

Kylmähitsaus suoritetaan puikkohitsauksena FeNi 60-lisäaineella tai TIG-hitsauksena FeNi 55-langalla. Jos työkappale on erityisen likainen käytetään Ni-lisäainetta. Pyrittäessä väriyhtäläisyyteen valitaan Mo-puikko (ei varastolaatu).

### Kylmähitsauksen suoritus

- Suoritetaan halkeamien etsiminen esim. tunkeumavärillä
- Porataan  $\varnothing$  3...5mm reikä kierukkaporalla jokaisen halkeaman päähän
- Puhdistetaan kappale liasta ja rasvasta
- Poistetaan valukalvo (esim. hiomalla)
- Valmistetaan railo talttauspuikolla (U- tai kaksois-U-railo) tai lastuamalla (V- tai X-railo 80°..90°), terävät särmit pyöristetään
- Kappaleelle suoritetaan etulämmitys hitsausjännitysten ohjaamiseksi
- Hitsaus suoritetaan taka-askelhitsauksena, reunat ensin ja keskusta viimeiseksi. Palon pituus noin 1,5\*ainevahvuus. Palkojen annetaan jäähtyä ennen työn jatkamista
- Suoritetaan tarpeen mukaan liitoksien vahvistaminen terästukia tai tappeja käyttäen

## Korjaushitsaus

Taulukko C-6. Lisäaineen valintataulukko valuraudoille.

Hitsaus- puikko	FeNi60	Ni	FeNi 55	NicroMn
<b>GRS</b>				
kylmähitsaus	O	X	X	
puolikuumah. kuumahits.	X	O	O	
<b>GRP</b>				
kylmähitsaus	O	X	X	
puolikuumah. kuumahits	O	X	O	
<b>GRT</b>				
kylmähitsaus	O	O	X	
austeniittin. valurauta	X	O	O	
valkoinen valurauta		O		
öljyinen valurauta		O	X	
palanut valurauta	Esim. ESB 50			
ruostunut valurauta				
erikoisseost. valuraudat				X

O = rajoituksetta käytettävä

X = voidaan käyttää

(O) = hitsi ei ole lastuavasti työstettävissä

## Valuterästen hitsaus

Valuteräksiä hitsattaessa pyritään käyttämään lisäaineita, jotka myötäilevät perusaineiden analyysijä. Hiilipitoisuuksien noustessa on mielekästä siirtyä käyttämään korkeasti seostettuja lisäaineita, jolloin lämpökäsittely voidaan useinmiten jättää pois. Matalahiilisille valuteräksille sopivia lisäaineita ovat esim. Magmaweld ESB 50, ESB 52, EM 140 jne. Hiilipitoisuuden noustessa yli 0,25% suositellaan käytettäväksi Impoweld Croni 29/9 S-lisäainetta (kts. ohjelehti). Huomattavaa kuitenkin on, että kyseistä lisäainetta käytettäessä saattaa lämpökäsittelyllä olla epäedullisia vaikutuksia hitsiin. Muita mahdollisia lisäaineratkaisuja ovat mm. Impoweld 4370 Ti. Jos perusainetta ei tarkemmin tunneta, suositellaan käytettäväksi Impoweld Nicro Mn tai Impoweld Nicro HLS-lisäainetta.

Taulukko C-7. Lisäaineen valinta ja lämpökäsittely

Terästyyppi	Lisäaine	Ainevahvuus / mm	Esilämpö [°C]
SS 13 06	ESB 50	> 60	Ei
		< 60	150...200
SFS 365	ESB 52	> 50	Ei
		< 50	150...200
SFS 367	EM 140	> 7	Ei
		< 7	200...300
SFS 368	Croni 29/9 S		Kylmänä
SFS 366	4370 Kb		250
	Nicro HLS		Kylmänä
SFS 386	4430 Ti		200
SFS 388	4829 Ti		Kylmänä

Jälkilämpökäsittely on joissakin tapauksissa suositeltavaa. Ota yhteyttä Impomet Oy:hyn.

## Impoweld Ausnut G

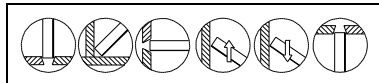
Impoweld Ausnut G-leikkauspuikko on tarkoitettu kaikkien metallien leikkaukseen ja lävistyksen. Impoweld Ausnut puikoilla (S ja G) voidaan työstää mm. seuraavia metalleja: teräs, valurauta, ruostumaton-, haponkestävä- ja tulenkestäväteräs, austeniittinen mangaaniteräs, alumiini, tina- ja alumiinipronssit jne.

### Leikkaus

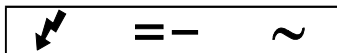
Leikkauskohta merkitään liituvivalla. Leikkausvirta säädetään suureksi ja perusainetta kuumennetaan valokaarella kunnes se sulaa. Sula painetaan kappaleen läpi ja aloitetaan kuljetus sahaavalla liikkeellä pitkin railoa. Paksuilla kappaleilla puikko kastellaan ennen leikkausta veteen.

Käyttötottumuksen kasvaessa voidaan Impoweld Ausnut-sarjan elektrodilla valmistaa tasaisia ja vähän jälkityöstöä vaativia railoja myös silloin, kun talttaushiili tai happiasetylenei eivät ole käyttökelpoisia. Impoweld Ausnut-sarjan elektrodit soveltuvat erityisesti asennus- ja kenttäolosuhteisiin, koska leikkaus ja talttaus voidaan suorittaa tavallisella puikkovirtalähteellä eikä paineilmaa, kaasupulloja tai hiomakonetta tarvita.

Leikkausasennot



Leikkausmenetelmä ja virtalaji



### Pakkaustiedot

Halkaisija [Ømm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
3,25	450	200	5,0	28
4,0	450	300	5,0	19
5,0	450	400	5,0	13
6,0	450	450	5,0	-

Vastaava hitsauspuikko: Capilla® 50 B

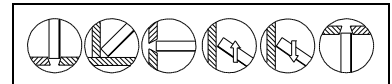
## Impoweld Ausnut S

Impoweld Ausnut S-talttauspuikko on tarkoitettu railon valmistukseen ja virheiden aukaisuun tavallista tasasuuntaajaa käyttäen ilman paineilmaa. Talttaus voidaan suorittaa kaikkiin metalliseoksiin puhdasta kuparia lukuunottamatta. Suositeltavia käyttökohteita ovat mm. valuraudan railoitus, vanhojen kovahitsien poistaminen, niittien ja pulttien poistaminen.

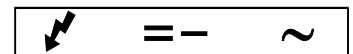
### Talttaus

Aukaistavaan kohtaan piirretään liituviva. Puikko lasketaan kohtisuorasti aloituskohtaan ja valokaaren syttyä puikkoa kallistetaan voimakkaasti niin, että se on työkappaleeseen nähden 15...20° kulmassa. Puikkoa työnnetään voimakkaasti liituvivaa pitkin. Mikäli syntynyt sula jää railoon tai puikko porautuu kappaleen sisään on kallistuskulma liian suuri tai kuljetusnopeus liian pieni. Roiskeet irtoavat helposti.

Talttausasennot



Talttausmenetelmä ja virtalaji



### Pakkaustiedot

Halkaisija [Ømm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
3,25	350	200	5,0	28
4,0	350/450	300	5,0	19
5,0	350/450	400	5,0	13

Vastaava hitsauspuikko: Capilla® 50N

## Impoweld talttaushiili

Impoweld talttaushiili on tarkoitettu teräksen, ruostumattoman teräksen ja raudattomien metallien hiilikaaritalttaukseen. Talttaushiiltä on saatavana pyöröhiilenä. Soveltuu rautametallien (ei valuraudan) leikkaukseen sekä juuren, halkeamien ja hitsien aukaisuun sekä raiilojen tekoon. Hiilet soveltuvat myös valuvirheiden aukaisuun, teräsvalun puhdistukseen ja valujen pintavirheiden aukaisemiseen. Puhallus tehostetaan paineilmalla

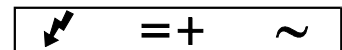
### Pakkaustiedot

Halkaisija [Ømm]	Pituus [mm]	Virrat [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
6,5	305	375	5,0	55
8,0	455	450	5,0	23
9,5	455	500	5,0	-
13	455	1000	5,0	10
16	455	1200	5,0	-

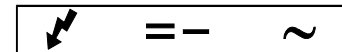
### Hitsausominaisuudet

Tasavirta, tyhjäkäyntijännite min. 70 V

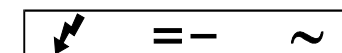
Virtalaji teräkset



Virtalaji valetut teräkset



Virtalaji raudattomat metallit



## Impoweld Ni

Lisäaine on tarkoitettu adusoidun ja harmaan valuraudan liitos- ja päällehitsaukseen. Paremmen vedynsietonsa ansiosta (katso kuva) Ni-lisäaineet soveltuvat FeNi 60:tä paremmin öljyisten ja huonokuntoisten valurautojen korjaukseen. Puikko on hitsattavissa pienellä virralla, jolloin ledeburiitin muodostuminen muutosvyöhykkeellä jää vähäiseksi.

Analyysi:

C	Fe	Ni
0,5%	2,5%	97%

### Mekaaniset ominaisuudet

Vetomurtolujuus [MPa]	300...350
Kovuus [HB]	160

### Normi

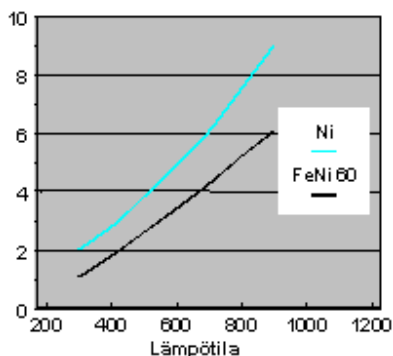
DIN 8573: E Ni-BG 22  
AWS: E Ni-CI

### Käyttökohteet

Harmaan ja adusoidun valuraudan korjaushitsaukseen. Öljyisten ja rasvaisten koneenosien korjaus sekä teräksen ja valuraudan liitoshitsaukset. Myös kuparin, kupariseosten ja teräksen liitoshitsauksiin varsinkin huoltotöissä (ei sinkkipitoisille kuparimetalleille).

Suomugrafiittiraudoille (EN 1561): GJL-100, GJL-150, GJL-200, GJL-250, GJL-300, GJL-350.

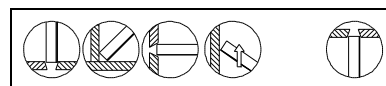
Ansoiduille valurautoille (EN 1562): GJMB-350, GJMB-450, GJMB-500, GJMB-550, GJMW-350, GJMW-360



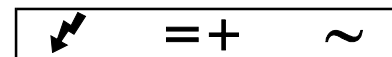
### Hitsausominaisuudet

Valurauta kappaleen hitsauskohta puhdistetaan valukalvosta 20...30mm railon molemmin puolin. Railo avataan mieluiten Ausnut-taltauspuikolla tai lastuamalla. Hitsaus suoritetaan taka-askelhitsauksena, joko kylmähitsauksena tai esilämmittämällä kappale n.300°C :een. Lämpötila pidetään koko hitsauksen ajan. Puikkoa kuljetetaan lähes pystyasennossa ja levitysliike suoritetaan pyörittämällä. Valokaaren pituus pidetään samana kuin puikon halkaisija on. Kerralla hitsataan vain noin 30...50mm pitkiä hitsejä. Hitsausjännitysten pienentämiseksi suoritetaan hitsin vasarointi pallopaisella vasaralla.

Hitsausasennot



Hitsausmenetelmä ja virtalaji



Puikkojen kuivaus: 150-180°C / 2h

### Pakkaustiedot

Halkaisija [mm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
2,5	350	90	5,0	52
3,25	350	120	5,0	31
4,0	350	150	5,0	20
5,0	450	180	5,0	10

Vastaava hitsauspuikko: Capilla® 43

## Impoweld FeNi 60

Tarkoitettu erityisesti pallografiittivaluraudan liitos ja päällehitsaukseen sekä teräksen liittämiseen valurautakappaleisiin. 60% Ni-seostus takaa pehmeän hitsin ja muutosvyöhykkeen sekä pienen hitsin halkeamisriskin. Voidaan käyttää korjaus- ja konstruktiohitsaukseen sekä valuvirheiden korjauksiin. Hitsi on luja ja helposti työstettävissä. Pieni lämpölaajenemiskerroin minimoi hitsausjännityksiä.

Analyysi:

C	Fe	Ni
1,5%	43,5%	51-55%

Huom! C on pallomuodossa.

### Mekaaniset ominaisuudet

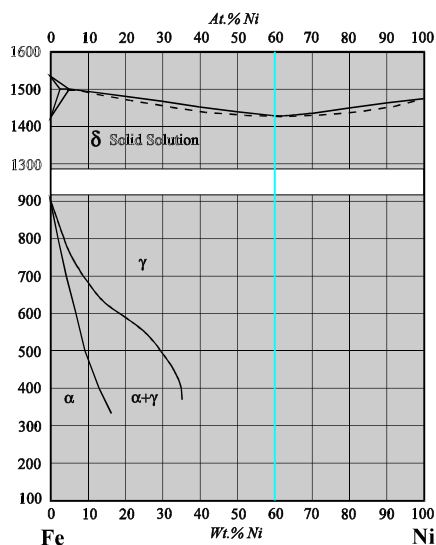
Vetomurtolujuus [MPa]	380...480
Kovuus [HB]	200

### Normi

DIN 8573: E NiFe-1-BG 23  
AWS/ASTM: E NiFe-CI

### Käyttökohteet

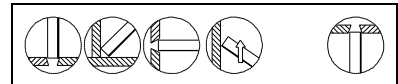
Koneiden rungot, vaihdelaatikot, pumppujen rungot, hammaspyörät yms. Suomugrafiittiraudoille (EN 1561): GJL-100, GJL-150, GJL-200, GJL-250, GJL-300, GJL-350. Ansoiduille valurautoille (EN 1562): GJMB-350, GJMB-450, GJMB-500, GJMB-550, GJMW-350, GJMW-360. Pallografiittiraudalle (EN 1563): GJS-400, GJS-450, GJS-500, GJS-600, GJS-700.



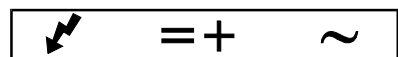
### Hitsausominaisuudet

Hitsauskohta puhdistetaan valukalvosta ja railo avataan Ausnut-taltauspuikolla tai lastuamalla. Hitsaus suoritetaan taka-askelhitsauksena joko kylmähitsauksena tai esilämmittämällä työkappale n. 300°C:een pitäen lämpötila koko hitsauksen ajan. Puikkoa kuljetetaan jyrkässä kulmassa työkappaleeseen nähden valokaaren ollessa n. puikon halkasija. Levitysliike (max. 3\*puikon halkasija) suoritetaan terävänä. Juuripalkoa hitsattaessa ei levitystä suoriteta. Hitsin suuren lujuuden takia ei vasarointia hitsauksen jälkeen suositella.

Hitsausasennot



Hitsausmenetelmä ja virtalaji



Puikkojen kuivaus: 150-180°C / 2h

### Pakkaustiedot

Halkaisija [mm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
2,5	300	90	5,0	62
3,25	350	120	5,0	31
4,0	350	150	5,0	21

Vastaava Mig-lanka: Corodur NiFe 60/40

Vastaava Tig-lanka: 55 FeNi-Tig

Vastaava hitsauspuikko: Capilla® 45

## Impoweld FeNi 55

Impoweld FeNi 55 on tarkoitettu kaikille kaupallisille valurautalaaduille, mutta erityisesti pallografiitti-valuraudan liitos ja päällehitsaukseen, sekä valurauta-teräs-liitoksiin. Öljyisten kappaleiden hitsaus onnistuu myös. Tarvittava sulatusenergia on erityisen pieni, jolloin lämpövaurioituneen alueen mikrorakenne muodostuu hyväksi. Erityisen hyvä uusien valujen korjauksiin.

Analyysi:	C	Fe	Ni
	1,5%	lopud	51-55%

### Mekaaniset ominaisuudet

Vetomurtolujuus [MPa]	390...490
Kovuus [HB]	200

### Normi

DIN 8573: E Ni Fe-1-BG 23

AWS: E Ni Fe-C 1

Riittoisuus: 150%

### Käyttökohteet

Koneiden rungot, vaihdelaatikot, pumppujen rungot, hammaspyörät yms.

Suomugrafiittiraudat (EN 1561):

EN-GJL-100, EN-GJL-150, EN-GJL-200, EN-GJL-250, EN-GJL-300, EN-GJL-350

Ansoidut valuraudat (EN 1562):

EN-GJMB-350, EN-GJMB-450, EN-GJMB-500, EN-GJMB-550, EN-GJMW-350, EN-GJMW-360,

Pallografiittiraudat (EN 1563):

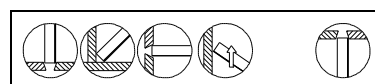
EN-GJS-400, EN-GJS-450, EN-GJS-500, EN-GJS-600, EN-GJS-700

### Hitsausominaisuudet

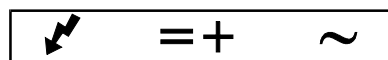
Hitsauskohta puhdistetaan valukalvosta ja railo avataan Ausnut-taltauspuikolla tai lastuamalla. Hitsaus suoritetaan taka-askelehitsauksena joko kylmähitsauksena tai esilämmittämällä työkappale n. 300°C:een pitäen lämpötila koko hitsauksen ajan. Puikkoa kuljetetaan jyrkässä kulmassa työkappaleeseen nähden valokaaren ollessa n. puikon halkasija. Levitysliike (max. 3\*puikon halkasija) suoritetaan terävänä. Juuripalkoa hitsattaessa ei levitystä suoriteta. Hitsin suuren lujuuden takia ei vasarointia hitsauksen jälkeen suositella.

Hitsin koneistus on mahdollista, mutta varauksin.

Hitsausasennot



Hitsausmenetelmä ja virtalaji



Puikkojen kuivaus: 150 - 180°C / 2h

### Pakkaustiedot

Halkaisija [mm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
2,5	350	110	5,0	29
3,2	350	130	5,0	17

Vastaava Tig-lanka: Metrode 55 NiFe tai Impoweld 45 Mig / Tig

Vastaava hitsauspuikko: Capilla FeNi 55

## Impoweld NiFe 2

Impoweld NiFe 2 on erikoishitsauspuikko, jonka sydänlangan koostumus on 60% Ni ja 40% Fe. Tällöin hitsaaminen voidaan suorittaa pienellä virralla. NiFe 2 on erityisesti tarkoitettu pallografiittivaluraudan sekä SG-valuraudan hitsaukseen. Lisäaine ei muodosta reunahaavaa, hitsi on erittäin särönkestävä ja sitä voidaan työstää.

Analyysi:	C	Ni	Fe
	1,5%	51-55%	43,5%

### Mekaaniset ominaisuudet

Vetomurtolujuus [MPa]	380...480
Kovuus [HB]	200

### Normi

DIN 8573: E NiFe-1-BG 23  
AWS: E NiFe-CI

### Käyttökohteet

Adusoidun ja pallografiittivaluraudan liitos- ja päällehitsauksiin ja näiden liittämiseen teräkseen.

Suomugrafiittiraudoille (EN 1561):

EN-GJL-100, EN-GJL-150, EN-GJL-200, EN-GJL-250, EN-GJL-300, EN-GJL-350.

Adusoidulle valuraudalle (EN 1562):

EN-GJMB-350, EN-GJMB-450, EN-GJMB-500, EN-GJMB-550, EN-GJMW-350, EN-GJMW-360.

Pallografiittiraudoille (EN 1563):

EN-GJS-400, EN-GJS-450, EN-GJS-500, EN-GJS-600, EN-GJS-700.

### Hitsausominaisuudet

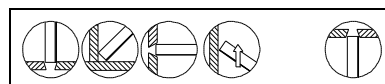
Hitsauskohta puhdistetaan mahdollisuuksien mukaan. Normaalisti talttaus Ausnut S talttauspuikolla riittää.

Pienen virran tarpeen takia voidaan koko puikko hitsata kerralla ilman ylikuumenemisen vaaraa.

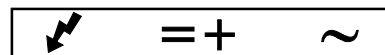
Valokaari on pidettävä lyhyenä.

Hitsiä ei saa vasaroida.

Hitsausasennot



Hitsausmenetelmä ja virtalaji



Puikkojen kuivaus: 150-180°C / 2h

### Pakkaustiedot

Halkaisija [mm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
2,5	300	90	5,0	62
3,25	350	120	5,0	31
4,0	350	150	5,0	21

Vastaava hitsauspuikko: Capilla 45-2

## Kuparimetallien korjaushitsaus

### Kuparimetallien hitsaus

Puhtaan kuparin hitsattavuutta rajoittavat rakeenkasvu työlämpötilan ollessa korkea, kuparin suuri lämmönjohtavuus ja lämpölaajenemiskerroin, sekä hapen ja vedyn aiheuttamat haurausilmiöt. Kylmämuokkauksella aikaansaatu kovuus häviää kuumentuneelta alueelta.

Messingin lämmönjohtavuus on myös suuri, mutta hitsattavuutta kontrolloi pääasiassa sinkin höyrystymisen aiheuttama huokoisuus eli sinkinkato. Messingille suositellaankin usein hitsausjuottoa tai juottoa.

Tinapronssille on tyypillistä kuumahauraus ja suuri lämmönjohtavuus. Se voidaan tunnistaa siitä, että tina helmeilee tinapronssikappaleen kulmaa lämmitettäessä. Alumiinipronssin tapauksessa kulma pyöristyy.

Alumiinipronssien pinnalle muodostuu alumiinioksidikalvo, joka aiheuttaa samanlaisia ongelmia kuin alumiinien hitsauksessa (vrt. alumiiniseokset).

Kuparimetallien hitsauksessa huomioitavia seikkoja on esitetty seuraavissa kappaleissa.

### Kupari

- Hitsattavat pinnat on huolellisesti puhdistettava ja kuivattava
- esilämmitys suoritetaan hitsausmenetelmästä ja ainevahvuudesta riippuen 300...700 °C:een
- hitsattavien kappaleiden kiinnittäminen tulee tehdä huolellisesti suuren lämpölaajenemisen takia.

### Messinki

- Hitsaus suoritetaan mieluiten kaasuhitsauksena happivoittoisella liekillä kovajuotetta käyttäen
- hitsaus voidaan suorittaa kaarihitsauksena, mutta on huomioitava, että kaarihitsaus aiheuttaa aina huokosia hitsiin
- paksuille ainevahvuuksille suoritetaan esilämmitys yleensä 200 °C:een.

### Tinapronssi

- Ennen hitsausta suoritetaan esilämmitys 300...500 °C:een
- railokulma tulisi olla 80...90°
- valukappaleita ei pidä kuumana käänellä eikä liikutella
- hitsauksen jälkeen on kylmävasarointi suositeltava
- lisäaine valitaan perusaineen tinapitoisuuden mukaan (väriyhtäläisyys!).

### Alumiinipronssi

- Esilämmitys tarvittaessa 200...300 °C:een vain paksuille kappaleille
- alumiinioksidikalvo on poistettava kaasuhitsauksessa erikoisjuoksutteella
- lisäaine valitaan perusaineen mukaan.

## Impoweld Albro Mn

Tarkoitettu seostettujen alumiinipronssien liitos- ja päällehitsaukseen. Sitä voidaan käyttää myös terästen ja valuraudan pinnoitukseen. Rungas seostus saa aikaan erinomaisen korroosionkestävyyden myös merivedessä ja pienen kitkakertoimen. Puikkoa voidaan käyttää myös kaasuhitsaukseen, jolloin päällyste toimii juoksuutena.

Analyysi:

Ni	Al	Mn	Fe	Cu
2-3%	5-7%	12-14%	2,3-3,5%	Loput

### Mekaaniset ominaisuudet

Vetomurtolujuus [Mpa]	640
0,2-raja [MPa]	420
Murtovenymä [5d, %]	20
Kovuus [HB]	160

### Normi

DIN 1733: E-CuMn 14 Al  
 DIN 8555: E 31-UM-200-CN  
 AWS: E CuMnNiAl  
 W.-Nr.: 2.1368

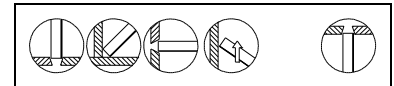
### Käyttökohteet

Kipinöimättömien työkalujen valmistus (petrokemian- ja räjähdysaineteollisuus), liukupinnat, laakerit, taivutus- ja vetotyökalut, uunilevyt, potkurit, haponkestävät venttiilit ja pumpun osat.

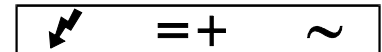
### Hitsausominaisuudet

Hitsauskohta puhdistetaan huolellisesti. Liitoshitsauksessa valmistetaan yli 6mm ainevahvuuksille 90° V-railo. Esilämmitys on tarpeellinen vain massiivisille kappaleille. Sula pidetään mahdollisimman pienenä kuljettamalla puikkoa nopeasti, pystysuorassa kappaleeseen nähden.

Hitsausasennot



Hitsausmenetelmä ja virtalaji



Puikkojen kuivaus: 300°C / 2h

### Pakkaustiedot

Halkaisija [mm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
2,5	350	80	5,0	61
3,25	350	100	5,0	33
4,0	350	130	5,0	15
5,0	450	160	5,0	15

Vastaava tuote: Capilla® 47 N Mig/Tig/ täytelanka, DT-2,1367 Mig

## Impoweld Zibro

Impoweld Zibro on tina/fosfori-pronssia, joka on tarkoitettu kuparimetallien liitoshitsaukseen. Puikolla on erinomaiset hitsausominaisuudet ja se tuottaa vakaan valokaaren ilman roiskeita ja/tai huokosia. Myös pinnoitukseen.

Analyysi:

Cu	Sn
Loput	6-7%

### Mekaaniset ominaisuudet

Vetomurtolujuus [Mpa]	280
0,2-raja [MPa]	120
Murtovenymä [5d, %]	18
Kovuus [HB]	120

### Normi

DIN 1733: (EL-CuSn 8)  
DIN 8555: E 30-UM-100-CNR  
AWS/ASME: (E CuSn-C)

### Käyttökohteet

Kuparimetallien liitoshitsauksiin:  
Tinapronssit  
Kellometallit (Cu+20...25%Zn)  
Messingit (Cu+5...40%Zn)  
Mangaanipronssit (Cu+38%Zn+1...2%Mn%)  
Pinnoittena laakeripinnoille ja/tai korroosion kestäväenä kerroksena (ei ruostumattomien terästen päälle).

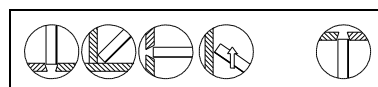
#### DIN:

CuSn2  
CuSn6  
G-CuSn10  
CuSn6Zn  
G-CuSn5ZnPb

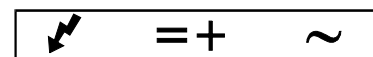
### Hitsausominaisuudet

Hitsauskohta puhdistetaan metallisen kirkkaaksi. Paksuille kappaleille (yli 5mm), esilämmitys 300°C. Terästä tai valurautaa hitsattaessa pyritään ensimmäinen palko hitsaamaan pienellä virralla seostumisen minimoimiseksi. Vältettävä palkojenvälistä lämpötilaa 400-600°C, joka aiheuttaa kuumahalkeamia.

Hitsausasennot



Hitsausmenetelmä ja virtalaji



Puikkojen kuivaus: 200°C / 2h

### Pakkaustiedot

Halkaisija [mm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
2,5	350	75	5,0	61
3,25	350	100	5,0	33
4,0	350/450	130	5,0	15
5,0	450	160	5,0	15

Vastaava tuote: Capilla® 48 tai 48 Mig/Tig

## Met-Bronze A9

Metroden Met-Bronze A9 on tarkoitettu lähinnä alumiinipronssien liittämiseen toisiinsa tai eripariliitoksiin muiden kuparimetallien, teräksien tai rautapohjaisten seosten kanssa (ei kuitenkaan ruostumattomien terästen kanssa, koska kromi aiheuttaa haurausilmiöitä hitsiin seostuessaan). Käytetään myös päällehitsaukseen edellämainituille materiaaleille. Galvanoitujen levyjen hitsaus voidaan suorittaa korroosiota kestäväällä lisäaineella sinkkikerrosta säästään.

Analyysi:

Cu	Al	Si	Mn	Fe
Loput	7,5%	0,6%	0,5	0,5%

### Mekaaniset ominaisuudet

Vetomurtolujuus [N/mm <sup>2</sup> ]	500
Myötöraja [N/mm <sup>2</sup> ]	230
Murtovenymä [4d, %]	18
Kovuus [HV40]	125

### Normi

DIN 1733: EL-CuAl9 (lähin)  
 DIN 8555: E31-UM-150-CNR (pinnoitteena)  
 AWS/ASTM A5.6: ECuAl-A2 (lähin)

### Käyttökohteet

Korroosiota kestävät pumput, valut, koneenosat, lämmönvaihtimet jne. merivesiolosuhteisiin ja kaivoksiin.

Kuparimetallien liitoshitsaukseen:  
 Alumiinipronssit UNS C61400, Alloy D  
 Berylliumkupari (Cu+0,5-2%Be)  
 Korkeasinkkiset messingit ja mangaanipronssit (20-45%Zn)  
 Piipronssit (1-3,5%Si)

Galvanoidut levyt

Päällehitsaukseen (ei ruostumattoman teräksen kanssa).

### Hitsausominaisuudet

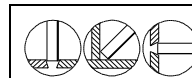
Monipalkohitsauksessa on suoritettava huolellinen puhdistus palkojen välillä pronssiharjalla oksidien muodostumisen estämiseksi.

Alumiinipronsseja hitsattaessa ei esilämmitystä tarvita. Maksimi palkojen välinen lämpötila 200°C.

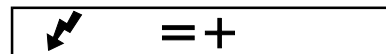
Esilämmitys muita materiaaleja hitsattaessa:  
 Pronssit: 250-450°C, esilämmitys lämpötila kasvaa sinkin määrän kasvaessa  
 Valuraudat ja karkenevat teräkset: 150-250°C ja hidas jäähdytys.  
 Piipronssit: ei esilämmitystä, palkojen välinen lämpötila alle 70°C.

Kriittisiin kohteisiin suositellaan Mig tai Tig hitsausta.

Hitsausasennot



Hitsausmenetelmä ja virtalaji



### Pakkaustiedot

Halkaisija [mm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
3,2	350	130	5,0	34
4,0	350	160	5,0	23

Vastaava Mig/Tig-lanka: Metrode 90 CuAl tai DT-CuAl 8

## Alumiinin ja sen seosten korjaushitsaus

### Hitsattavuus

Alumiiniseosten hitsaus poikkeaa olennaisesti terästen hitsauksesta seuraavien seikkojen johdosta:

- alumiinin sulamispiste on alhainen (660 °C)
- niiden lämmönjohtavuus ja lämpölaajenemis-kerroin on suuri
- metallin pinnalla olevan oksidikalvon sulamispiste on korkea (2060 °C).

Alumiinihitseille tyypillinen huokoisuus on lähes poikkeuksetta vedyn aiheuttama. Vetyä hitsiin tulee paitsi tavanomaisista lähteistä (vrt. teräksen hitsaus) niin myös oksidikalvossa olevista hydraateista.

Kuumahalkeilu (jähmettymishalkeilu) on tavallista seoksilla, joilla on laaja puuroalue. Kapea puuroalue (solidus- ja likviduspisteen ero) saavutetaan seostamalla alumiinia runsaasti piillä; AISi 12 tai käyttämällä puhdasta alumiiniä; Al 99,8. Tällöin saadaan yleensä ehjä hitsi.

Parhaan korroosiokestävyyden saavuttamiseksi tulisi käyttää seostamatonta, 'puhdasta' alumiinilisäainetta. Alumiinihitsauspuikot ja -langat tulee aina säilyttää kuivassa varastotilassa. Huomioitavaa on, että korkeatasoista hitsiä ei saada aikaan ikäänty-

neillä tai kostuneilla lisäaineilla. Paras tulos saavutetaan, kun lisäaineet ostetaan pienissä erissä tarpeen mukaan.

### Hitsauksessa huomioitavia seikkoja:

- Hitsauskohta puhdistetaan huolella ja hitsaus suoritetaan enintään muutaman tunnin kuluessa puhdistuksesta
- lisäaineiden on oltava puhtaita ja kuivia
- yli 4mm ainevahvuuksille suoritetaan esilämmitys max. 200 °C:een
- lisäaineen kuljetusnopeus on pidettävä suurena erityisesti silloin, kun hitsataan karkenevia seoksia. Tällöin on puikkohitsaus suuren nopeutensa ansiosta edullinen
- hitsin vasarointi kuonanpoiston jälkeen vaikuttaa sen rakenteeseen edullisesti
- kuonanpoisto suoritetaan sivusta lohkaisemalla, kun hitsi on jäähtynyt huoneenlämpötilaan
- kuona- ja juoksutejätteet on poistettava hitsauksen jälkeen huolellisesti niiden aiheuttamien korroosiovaikutusten takia.

Perusaine	Lisäaineen valintataulukko; hitsauspuikko				
	1080 Al 99,8	AlMn	AlMgSi	4043 AlSi 5	4047 AlSi 12
Al 99,8,1080 Al 99,5,1050 Al 99, 1200	•			○	○
AlMn		•		○	○
AlMg 1		○	•	○	○
AlMg 2		○	•		○
AlMg 3 5754		○	•		
Al Mg 5 5065			•		
AlMgSi 0,5,6063 AlMgSi 1 6082				○	○
AlCuSiMn				○	
G-AISI 12, G-AISI 10 Mg 4047					•
G-AISI 5Mg 5356				•	•
G-AISI 5Cu 1, G-AISI 6Cu 4				○	○
G-AISI 7Cu 3, G-AICu 5Si 3				○	
G-AICu 4Ti, G-AICu 4TiMg				○	

• = Rajoituksetta hitsattava; ○ = voidaan käyttää.  
AlMgSi ei ole varastolaatu.

## Impoweld AISi 5

AISI 5-lisäaine on tarkoitettu AISI- ja AISiCu-seosten korjaushitsauksiin kun Si-pitoisuus on alle 7% tai muita seosaineita on alle 2%. Lisäaine soveltuu erityisesti vaikeiden kohteiden hitsaukseen helpon syttyvyytensä ansiosta. Hitsaus invertterillä onnistuu rajoitetusti.

Analyysi:

Al	Si	Muita
>94,3%	4,5-5,5%	<0,15%

### Mekaaniset ominaisuudet

Perusaineelle	Al 99,5
Vetomurtolujuus [MPa]	120
Myötöraja [MPa]	60
Murtovenymä [5d, %]	15
Kovuus [HV40]	35-45
Sulamisalue	573-625

### Normi

DIN 1732: EI-AISI 5  
AWS A 5 3/ASTM: E 4043  
W.-Nr.: 3.2245

### Käyttökohteet

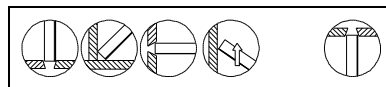
Alumiinivalujen korjaushitsaus (nk. silumiinit).

### Hitsausominaisuudet

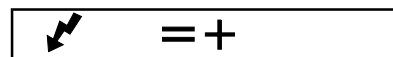
Hitsauskohta puhdistetaan liasta ja oksidikerrostumista. Massiiviset kappaleet esilämmitetään 150...200°C:een. Puikkoa kuljetetaan lähes pystysuorassa työkappaleeseen nähden.

Parhaiten hitsaus onnistuu ~15° kulmassa alamäkeen.

Hitsausasennot



Hitsausmenetelmä ja virtalaji



Puikkojen kuivaus: 120°C / 2h

### Pakkaustiedot

Halkaisija [mm]	Pituus [mm]	Virta [A, max]	Pakkaus [kg]	kpl/kg n.
2,5	350	70	2,0	100
3,25	350	90	2,0	75
4,0	350	110	2,0	50

Puikot on ehdottomasti säilytettävä tiiviisti suljetussa peltirasiassa.

Maksimi säilytysaika on noin yksi vuosi.

Vastaava hitsauspuikko: Capilla® 60/5

## Impoweld AlSi 12

AlSi 12-lisäaine on tarkoitettu alumiinivalukappaleiden korjaushitsaukseen. Hitsiaine on lähes eutektista Al-Si-seosta, jolla on mahdollisimman kapea puuroalue. Tämä mahdollistaa myös halkeamaherkkien alumiiniseosten korjauksen AlSi 12-lisäaineella. Soveltuvat perusaineet selviävät lisäaineen valintataulukosta. Hitsaus inverterillä onnistuu rajoitetusti.

Analyysi:

Al	Si	Mn
87%	11-12%	0,5%

**Mekaaniset ominaisuudet**

Perusaineelle	G-AISI 12
Vetomurtolujuus [Mpa]	180
Myötöraja [MPa]	80
Murtovenymä [5d, %]	5
Kovuus [HV40]	50...60
Sulamisalue	573...585

**Normi**

DIN 1732: EI-AISI 12  
AWS: E 4047  
W.-Nr.: 3.2585

**Käyttökohteet**

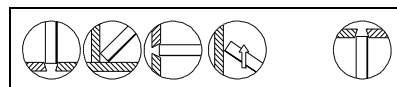
Valukappaleiden, puristettujen muotojen ja levyjen hitsaus, puhdas alumiini ja alumiiniseokset, vaihdelaatikot, sylinterikannet, hihnapyörät, laipat jne.

**Hitsausominaisuudet**

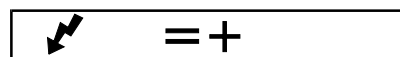
Hitsauskohta puhdistetaan liasta ja oksidikerrostumista. Massiiviset kappaleet esilämmitetään 150...250°C:een. Puikko sytytetään raapaisemalla ja kuljetetaan nopeasti lähes kohtisuorassa työkappaleeseen nähden. Kuona on poistettava tarkoin ennen hitsauksen jatkamista lohkaisemalla se palon sivusta.

Parhaiten hitsaus onnistuu ~15° kulmassa alamäkeen.

Hitsausasennot



Hitsausmenetelmä  
ja virtalaji



Puikkojen kuivaus: 120°C / 2h

**Pakkaustiedot**

Halkaisija	Pituus	Virta	Pakkaus	kpl/kg
------------	--------	-------	---------	--------

[mm]	[mm]	[A, max]	[kg]	n.
2,5	350	70	2,0	100
3,25	350	90	2,0	75
4,0	350	120	2,0	50

Puikot on ehdottomasti säilytettävä tiiviisti suljetussa peltirasiassa. Maksimi säilytysaika on noin yksi vuosi.

Vastaava hitsauspuikko: Capilla® 60/12