

HITSAUSTEORIA

Osa 2

SUOJAKAASUT

KAASUKAARIHITSAUKSEN SUOJAKAASUT

- Suojaa hapettumiselta ja typeltä
- Antaa valokaarelle edellytykset palaa toivotulla tavalla
- Jäähdyttää poltinta

SUOJAKAASUN VAIKUTUKSET

- Lisäaineen siirtymiseen kaaritulassa
 - Valokaaren vakaus
 - Hitsauksen nopeus
 - Hitsauskoneen säädettävyys
 - Tunkeuman syvyys ja muoto
 - Hitsin pinnanmuoto
 - Roiskeiden kokoon ja määrään
 - Hitsin lujuusominaisuudet
 - Hitsaussavut yms.
 - Kustannukset
-

INERTIT JA AKTIIVISET

- Suojakaasut voivat olla inerttejä (reagoimattomia) tai aktiivisia

ARGON

- Argon = inertti kaasu, joka on pääkomponenttina useimmissa hitsausseoskaasuissa
- Ei vaikuta hitsin kemialliseen koostumukseen
- Ilmaa raskaampi
- Puhdas argon ei sovellu terästen MAG-hitsaukseen, koska kaaresta tulee liian epävakaata.
- Suojakaasuun tarvitaan hapettava komponentti vakauttamaan kaari ja varmistamaan tasainen aineensiirtyminen hitsauksen aikana.

HAPPI JA HIILIDIOKSIDI

- Happi, hiilidioksidi = Koska puhdas argon ei sovellu Mag-hitsaukseen, tarvitaan hiukan happea tai hiilidioksidia vakauttamaan kaari ja takaamaan tasainen aineensiirtyminen. Näistä hiilidioksidi on halvempaa ja saa aikaan paremman tunkeuman
- Toinen hiilidioksidin eduista on parempi hitsin geometria ja ulkonäkö verrattuna argon-happiseokseen.
- Käytettäessä hiilidioksidia hapen asemasta on hapettuminen ja kuonanmuodostus vähäisempää, mikä vaikuttaa edullisesti hitsin ulkonäköön ja tarvittavan jälkityön määrään
- Hiilidioksidilla hapettavana komponenttina on parempi tunkeuma, etenkin sivutunkeuma
- Happea sekoitetaan argoniin joissakin ruostumattoman hitsauskaasuissa

Ar+
2% CO₂

Ar+
5% CO₂

Ar+
10% CO₂

Ar+
20% CO₂

100% CO₂



HELIUM

- Helium = myös inertti kaasu
- Ilmaa kevyempi jalokaasu
- Käytetään yhdessä argonin kanssa muutaman prosentin happi- tai hiilidioksidilisäyksellä ruostumattomien terästen Mag-hitsaukseen.
- Puhdasta heliumia tai helium-argonseoksia käytetään Tig- ja Mig-hitsauksen suojakaasuna
- Argoniin verrattuna helium antaa paremman sivutunkeuman ja suuremman hitsausnopeuden johtuen suuremmasta kaarienergiasta.
- Käytettäessä heliumia suojakaasuna hitsaus on herkempi valokaaren pituuden muutoksille ja kaari on vaikeampi sytyttää TIG-hitsauksessa argoniin verrattuna.
- Käytetään myös alumiinin, kuparin ja sen seosten sekä titaanin tig-hitsauksessa

VETY

- Vety = väritön, hajuton, ilmaa kevyempi, erittäin helposti syttyvä, pelkistävä kaasu
- voidaan käyttää austeniittisten ruostumattomien terästen juurisuojavaasun komponenttina Tig-hitsauksessa.
- Antaa kuumemman ja keskitetyemmän valokaaren sekä juohevamman hitsipalon liittymisen perusaineeseen.
- Vetylisäys vähentää myös sauman hapettumista
- Juurensuojauksessa vetylisäyksestä on hyötyä sen oksideja pelkistävän vaikutuksen johdosta.
- Vedyn vaikutuksia

TYPPI

- Typpi = väritön, hajuton, tukahduttava, ilmaa kevyempi kaasu
- Inertti, mutta korkeammissa lämpötiloissa typettävä vaikutus
- käytetään suojakaasun komponenttina ruostumattomien tyypiseosteisten austeniittisten terästen ja superduplex-terästen Tig-hitsauksessa.
- Typpiä käytetään näissä teräksissä parantamaan lujuutta ja ehkäisemään pistekorroosiota.
- Suojakaasuun lisätty typpi auttaa ehkäisemään typen katoa

TYPPIMONOKSIDI

- Typpimonoksidi = lisätään vähentämään hitsauksessa syntyvän otsonin määrää.
- Sillä on myös kaarta vakauttava vaikutus ruostumattomien terästen ja alumiinin hitsauksessa sekä Mig-juotossa

KAASUPULLOJEN MERKINNÄT

Hartiaosa

Hartiaosan leimaukset

1.rivi: omistajan merkki, pullon tunnus, AGA:n juokseva numero, maan tunnus, valmistusvuosi

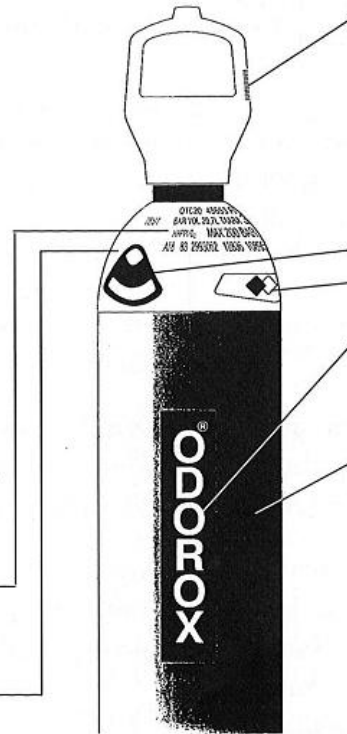
2. rivi: koepaine, tilavuus, paino kaularenkaineen ilman venttiiliä ja suojakupua.

3. rivi: sisällön nimi ja kemiallinen kaava, suurin sallittu täyttöpaine.

4. rivi: rakennesuunnitelman hyväksymisnumero, Suomessa tehtävä rakennetarkastusmerkintä (tarkastajan merkki, vuosi ja kk), määräaikaistarkastusmerkintä (tarkastajan merkki, vuosi ja kk).

Esim. AGA OTC20 48653 FI 83
TEST 300 BAR VOL 20,7L TAARA 32,1 KG
Happi O2 MAX 200 BAR
AT8 83 2993062 12836 10895

Hartiaosan väri kertoo kaasun ominaisuuden, esim. valkoinen väri on happi.



Suojakupu

ACCURA-viivakoodi kertoo numeerisesti:

- kaikki pullon tekniset tiedot
- pullossa olevan kaasun tiedot
- kaikki kyseisen pullon tapahtumatiedot: kenellä pullo on aiemmin ollut ja kenellä pullo on nyt jne.

Tarrat

- Vuokrapullotarra
- Tuotetarra kertoo kaasun nimen, ominaisuudet ja kuljetusluokan sekä suomeksi että ruotsiksi
- Kaupallisia mainostarreja voidaan sijoittaa lieriöosaan, esim. Odorox-happi

Lieriöosa


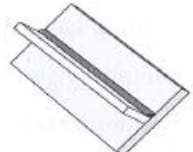
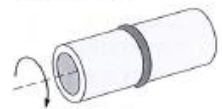
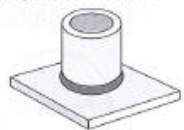

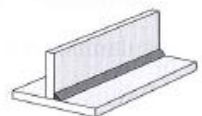

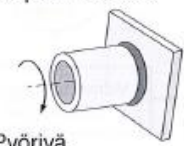
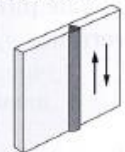
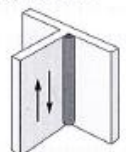
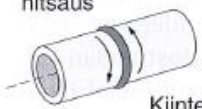


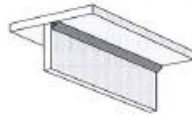
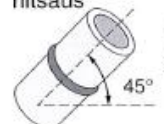

kertoo kuuluuko kaasupullo teollisiin, lääkkeellisiin vai erikoiskaasuihin

● Suositellaan suojakaasuksi















■ Voidaan joissain tapauksissa suositella vaihtoehdoksi





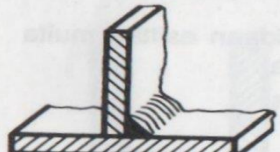



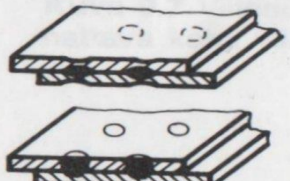

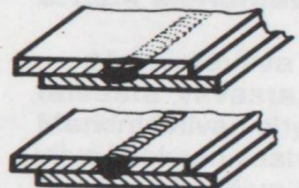



		MISON® Ar	MISON® He30	MISON® H2	MISON® N2	MISON® 2	MISON® 2He	MISON® 8	MISON® 18	MISON® 25	Argon	Argon 4-6	VARIGON® H5	VARIGON® He50	VARIGON® He70	Helium	CRONIGON® S2	CRONIGON® He	CORGON® 3	CORGON® 25	Hiiidioksiidi	FORMIER 10
TIG	Seostamattomat ja niukkaseosteiset teräkset	●	●								■			■								
	Ruostumattomat teräkset, austeniittiset	●	●	●	■						■		■	■								
	Ruostumattomat teräkset, duplex	●	●		●						■			■								
	Alumiini ja sen seokset	●	●								■			■	■	■						
	Kupari ja sen seokset	●	●								■			■	■	■						
	Titaani										■	●		■								
MIG / MAG	Seostamattomat ja niukkaseosteiset teräkset							●	●	●									■	■	■	
	Ruostumattomat teräkset, austeniittiset				■	●	●											■	■			
	Ruostumattomat teräkset, duplex				■	●												■	■			
	Alumiini ja sen seokset	●	●								■			■	■	■						
	Kupari ja sen seokset	●	●								■			■	■	■						
PLASMA	Seostamattomat ja niukkaseosteiset teräkset										●		■									
	Ruostumattomat teräkset, austeniittiset										■		●									
	Ruostumattomat teräkset, duplex										●											
	Alumiini ja sen seokset										●											
	Kupari ja sen seokset										●											
	Titaani										■	●										
JUURISUOJA	Seostamattomat ja niukkaseosteiset teräkset										■											●
	Ruostumattomat teräkset, austeniittiset										■											●
	Ruostumattomat teräkset, duplex										●											●
	Alumiini ja sen seokset										●											
	Kupari ja sen seokset										●											
	Titaani										■	●										

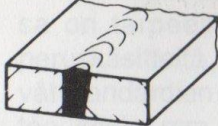



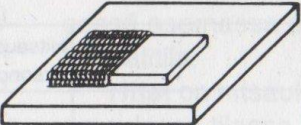

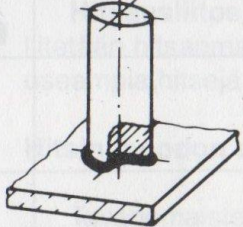
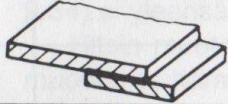



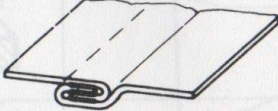

HITSAUSASENNOT

Päittäisliitos	Pienaliitos	Putken hitsaus	Pienaliitos
<p>Jalkohitsaus</p>  <p>AWS: 1G EN: PA</p>	<p>Jalkohitsaus</p>  <p>AWS: 1F EN: PA</p>	<p>Vaaka-akseli Jalkohitsaus</p>  <p>Pyörivä putki</p> <p>AWS: 1G EN: PA</p>	<p>Pystyakseli Alapienahitsaus</p>  <p>Kiinteä putki</p> <p>AWS: 2F EN: PB</p>
<p>Vaakahitsaus</p>  <p>AWS: 2G EN: PC</p>	<p>Alapienahitsaus</p>  <p>AWS: 2F EN: PB</p>	<p>Pystyakseli Vaakahitsaus</p>  <p>Kiinteä putki</p> <p>AWS: 2G EN: PC</p>	<p>Vaaka-akseli Alapienahitsaus</p>  <p>Pyörivä putki</p> <p>AWS: 2F EN: PB</p>
<p>Pystyhitsaus</p>  <p>AWS: 3G EN: PG (alaspäin) PF (ylöspäin)</p>	<p>Pystyhitsaus</p>  <p>AWS: 3F EN: PG (alaspäin) PF (ylöspäin)</p>	<p>Vaaka-akseli Ylös- tai alaspäin- hitsaus</p>  <p>Kiinteä putki</p> <p>AWS: 5G EN: PG (alaspäin) PF (ylöspäin)</p>	<p>Vaaka-akseli Pystyhitsaus</p>  <p>Kiinteä putki</p> <p>AWS: 5F EN: PG (alaspäin) PF (ylöspäin)</p>
<p>Lakihitsaus</p>  <p>AWS: 4G EN: PE</p>	<p>Yläpienahitsaus</p>  <p>AWS: 4F EN: PD</p>	<p>Kalteva akseli Ylös- tai alaspäin- hitsaus</p>  <p>Kiinteä putki 45°</p> <p>AWS: 6G EN H-L045 (ylöspäin) J-L045 (alaspäin)</p>	<p>Pystyakseli Yläpienahitsaus</p>  <p>Kiinteä putki</p> <p>AWS: 4F EN: PD</p>

MERKINNÄT

Nro	Hitsit	Hitsausliitoksen aksonometrinen kuva	Perusmerkki
1	Laippahitsi (laipat ovat sulaneet täydellisesti) ¹⁾		
2	I-hitsi		
3	V-hitsi		
4	Puoli-V-hitsi		
5	V-hitsi, hitsattu osaviistettyyn V-railoon		
6	Puoli-V-hitsi, hitsattu osaviistettyyn puoli V-railoon		
7	U-hitsi		















8	J-hitsi		
9	Juurihitsi		
10	Pienahitsi		
11	Tulppahitsi		
12	Pistehitsi		
13	Saumakehitsi		
14	Jyrkkäkylkinen V-hitsi		

15	Jyrkkäkytkin puoli-V-hitsi		
16	Reunahitsi		
17	Päällehitsaus		
18	Pintaliitos	 	
140	19 Viisto päittäisliitos		
20	Hakaliitos		

LISÄMERKKEJÄ

Hitsin pinnan muoto	Merkki
a) Tasahitsi (yleensä viimeistelty pinta)	—
b) Kupuhitsi	⤿
c) Kouruhitsi	⤿
d) Juoheva ylimeno hitsin ja perusaineen välillä	∪
e) Kiinteän juurituen käyttö	⌈ M ⌋
f) Irrallisen juurituen käyttö	⌈ MR ⌋

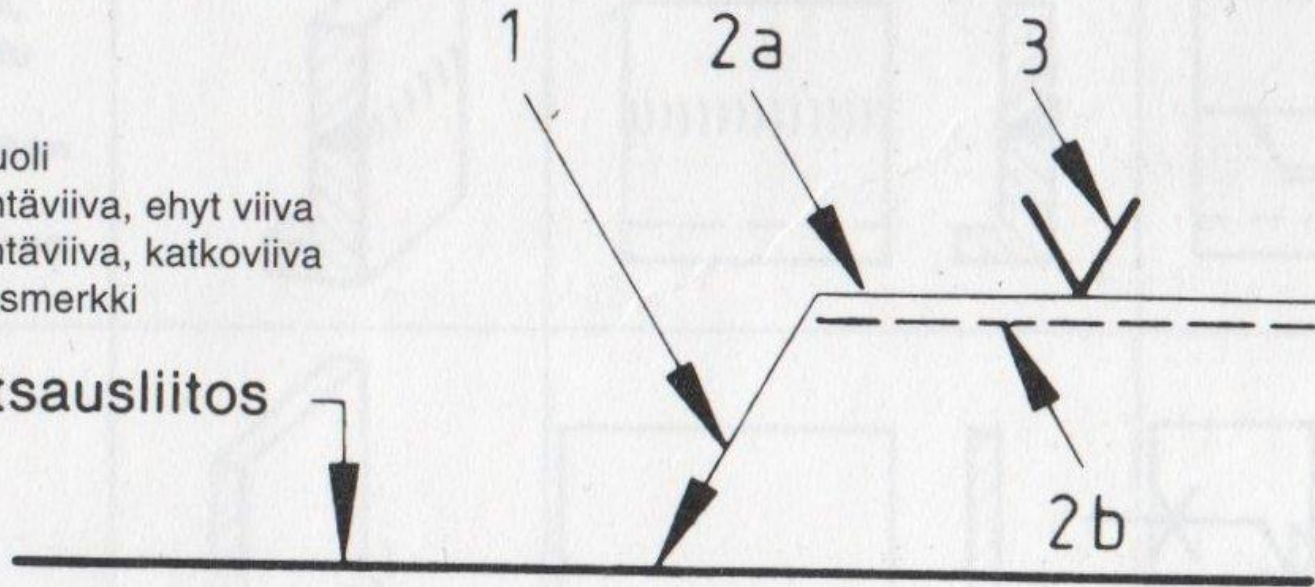
LISÄÄ LISÄMERKKEJÄ

Hitsit	Hitsiä esittävä piirustus	Merkkiyhdistelmä
Tasa-V-hitsi		
Kupu-X-hitsi		
Kourupienahitsi		
Tasajuuripalollinen tasa-V-hitsi		
Juuripalollinen V-hitsi osaviistetyssä V-railossa		
Viimeistely tasa-V-hitsi		
Juoheva pienahitsi		

HITSAUSMERKINNÄN PERUSRAKENNE

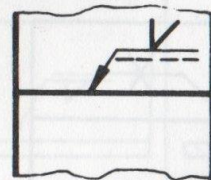
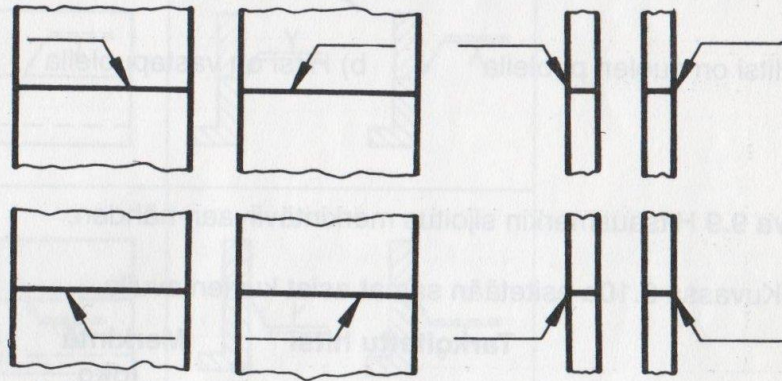
- 1 = Viitenuoli
- 2a = Merkintäviiva, ehyt viiva
- 2b = Merkintäviiva, katkoviiva
- 3 = Hitsausmerkki

Hitsausliitos

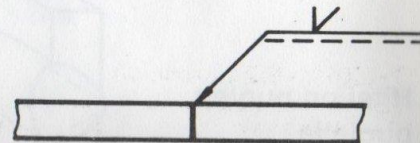
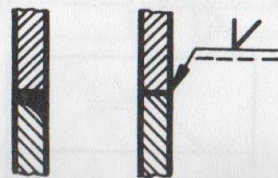


NUOLEN LIITTÄMINEN HITSAUSLIITOKSEEN

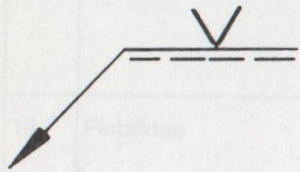
Viitenuoli: Lähtee vinosti ehyeltä merkintäviivalta.
Täydennetään nuolenpäällä.



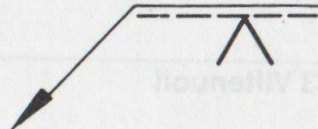
Kuva 9.6 Viitenuolen liittäminen hitsausliitokseen



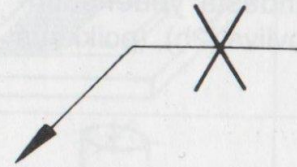
HITSAUSMERKIN SIJOITUS MERKINTÄVIIVAAN NÄHDEN



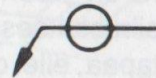
a) Hitsi on nuolen puolella



b) Hitsi on vastapuolella



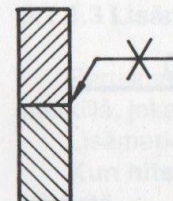
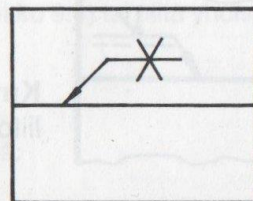
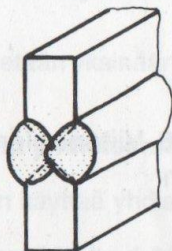
c) Vain symmetrisille hitseille



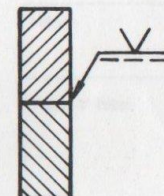
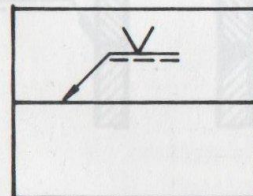
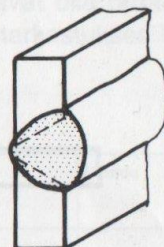
d) Hitsausmerkki voidaan eräissä tapauksissa kirjoittaa merkintäviivan päälle. Pistehitsi on liitettävien kappaleiden yhteisessä rajapinnassa.

HITSAUSMERKIN SIJAINTI MERKINTÄVIIVAAN NÄHDEN

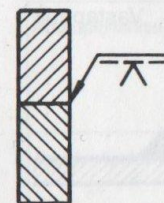
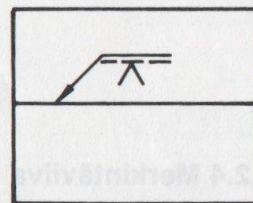
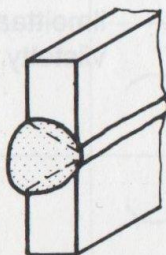
Symmetrinen hitsi



Hitsi on nuolen
puolella

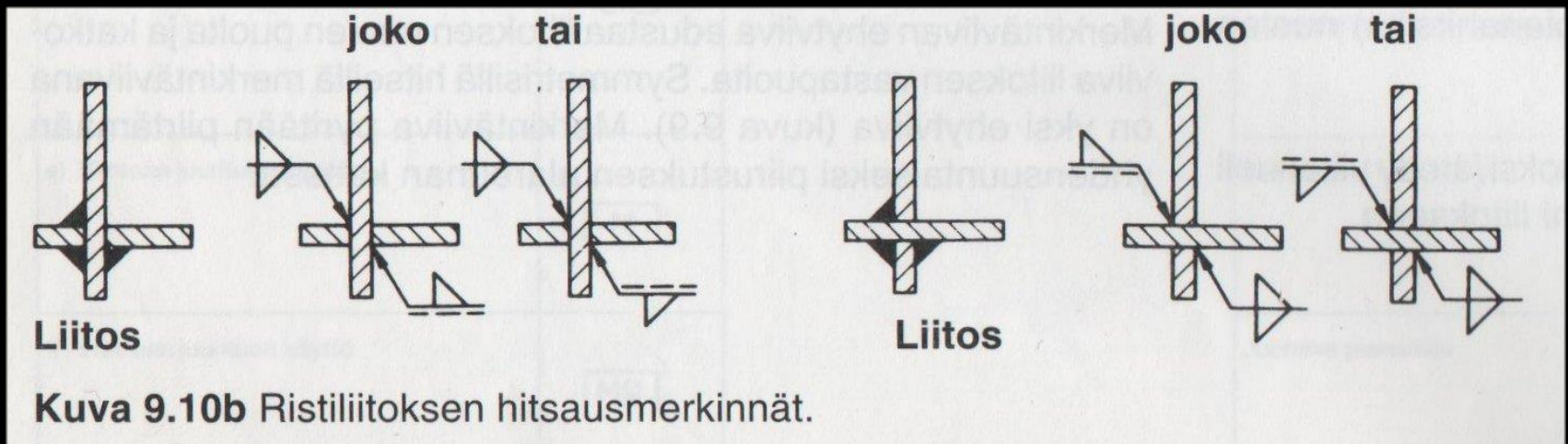


Hitsi on
vastapuolella



Kuva 9.10a Hitsausmerkin sijainti merkintäviivaan nähden.

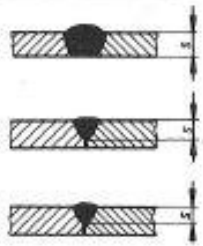

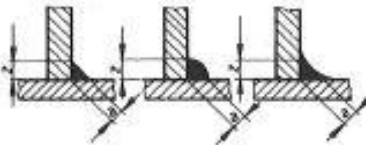
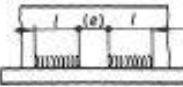
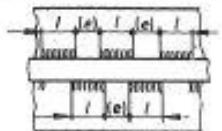
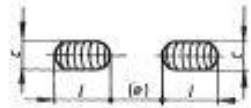
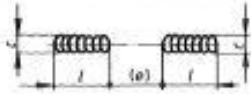
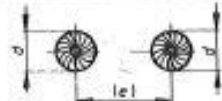

RISTILIITOKSEN HITSAUSMERKINNÄT



PERUSMERKKIEN KÄYTTÖESIMERKKEJÄ

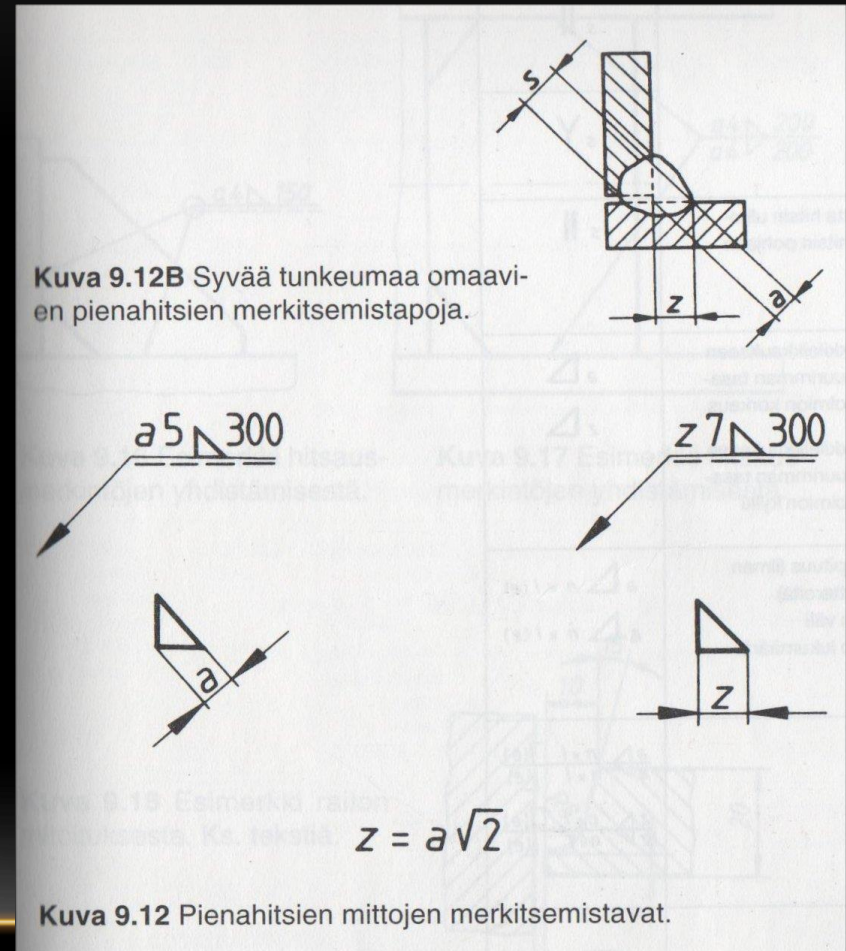
Nro	Perusmerkki (Numerot viittaavat tauluk- koon 9.1)	Hitsaus- liitoksen alkeis- mittainen kuva	Puristus	Merkit	
				joko	tai
1	V-hihti 3				
2	Puoli- V-hihti 4				
3	V-hihti, hihattu osa- viistettyyn V-raioon 5				
4	Puoli- V-hihti, hihattu osa- viistettyyn puoli- V-raioon				
5	Pieno- hihti 10				
6					
7	Pistehihti 12				
8					

Hitsien mitoitustavat

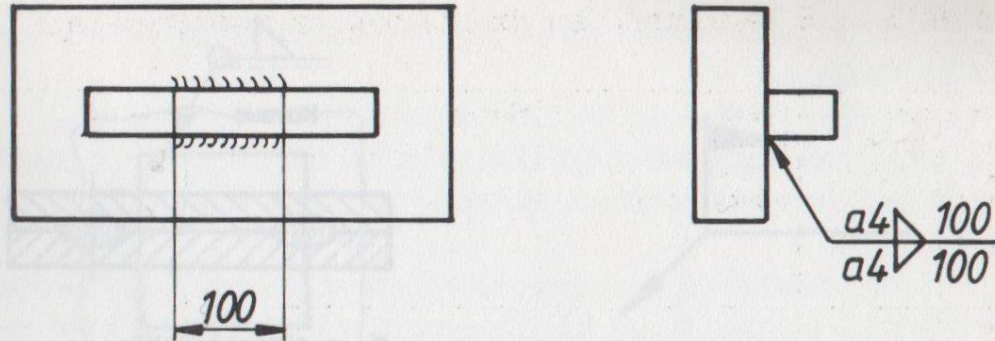
Nro	Hitsi	Määritelmä		Merkintä
1	Päittäshitsi		s : Pienin mita rillon kohdalla kappaleen pinnasta hitsin pohjaan. Se ei voi olla ohuemman osan paksuutta suurempi	∇ $s \parallel$ $s \Upsilon$
2	Reunahitsi		s : Pienin mita hitsin ulkopinnasta hitsin pohjaan	$s \parallel$
3	Jatkuva pienshitsi		a : Hitsin poikkileikkaukseen piirretyn suurimman tasakylkisen kolmion korkeus z : Hitsin poikkileikkaukseen piirretyn suurimman tasakylkisen kolmion kylki	$a \triangle$ $z \triangle$
4	Katkopienshitsi		l : Osahitsin pituus (ilman päätakraattereita) (e) : Osahitsien väli n : Osahitsien lukumäärä a z } (ks. nro 3)	$a \triangle n \times l (e)$ $z \triangle n \times l (e)$
5	Vuoropienshitsi		l (e) n } (ks. nro 4) a z } (ks. nro 3)	$a \triangle \frac{n \times l}{n \times l} \sqrt{\frac{(e)}{(e)}}$ $z \triangle \frac{n \times l}{n \times l} \sqrt{\frac{(e)}{(e)}}$
6	Tulppahitsi		l (e) n } (ks. nro 4) c : Reilän leveys	$c \sqcap n \times l (e)$
7	Katko-saumakehitsi		l (e) n } (ks. nro 4) c : Hitsin leveys	$c \oplus n \times l (e)$
8	Tulppahitsi		n : (ks. nro 4) (e) : Keskiöetäisyys d : Reilän halkaisija	$d \sqcap n \times (e)$
9	Pistehitsi		n : (ks. nro 4) (e) : Keskiöetäisyys d : Pisteet halkaisija	$d \bigcirc n \times (e)$

ESITETTÄVÄT MITAT

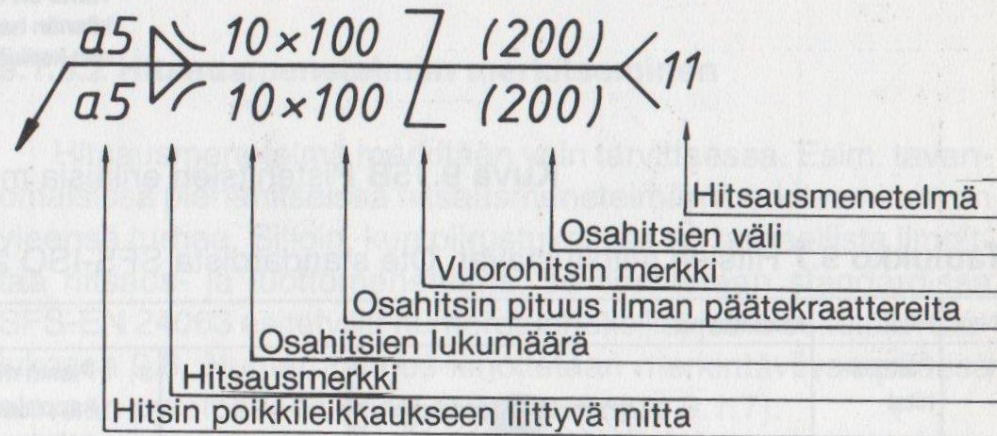
- Poikkileikkausmitat esim. a5 railomerkinnän vasemmalle puolelle
- Pituussuuntaiset mitat oikealle puolelle



TARKEMPIA MERKINTÖJÄ

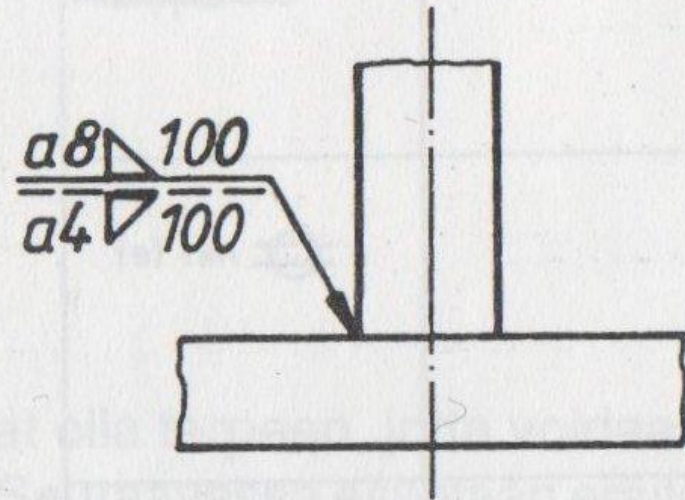
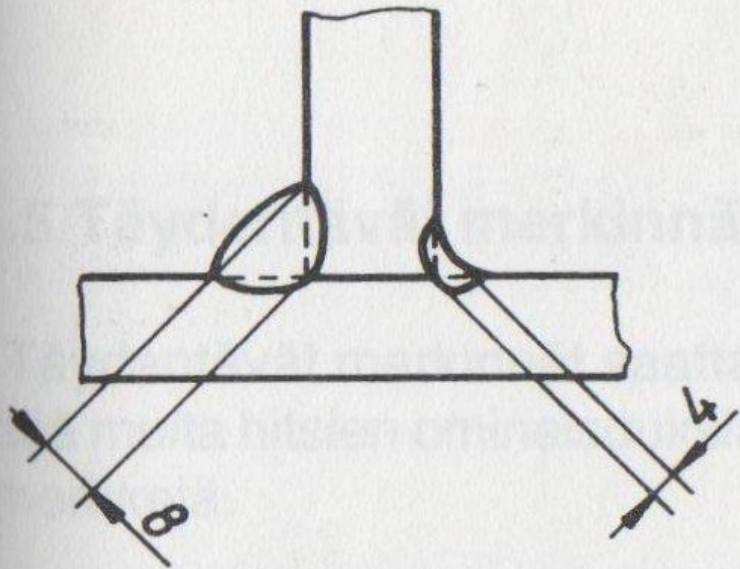


Kuva 9.14 Esimerkki symmetristen pienahitsien merkinnästä (a -mitta = 4 mm).



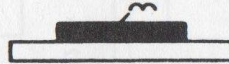
Kuva 9.15 Vuorokourupienahitsien merkinnän selitys.

EPÄSYMMETRINEN LIITOS

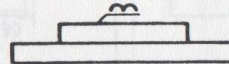


Kuva 9.13 Esimerkki epäsymmetristen pienahitsien merkinnästä.

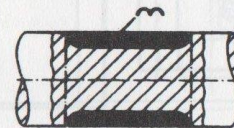
PÄÄLLEHITSAUKSEN ESITYSTÄ



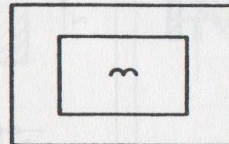
Kuva 9.27



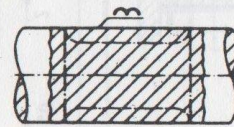
Kuva 9.28



Kuva 9.30



Kuva 9.29

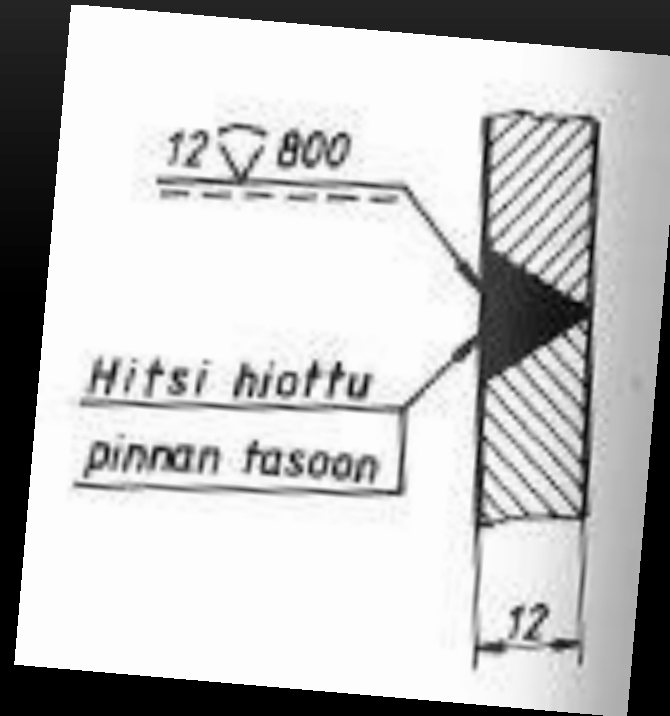


Kuva 9.31

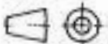


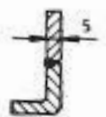

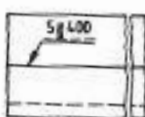
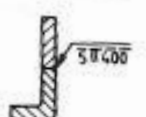




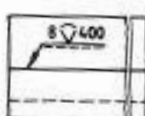

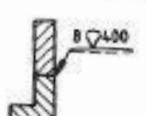



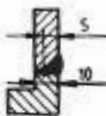





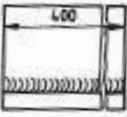
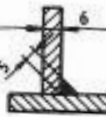





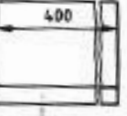
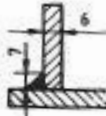




Kuva 9.29 esittää päällehitsattua rakennetta ylhäältä. Sama rakenne esitetään edestä-projektiossa joko kuvan 9.27 tai 9.28 mukaisesti.

Päällehitsin esittäminen leikkauksessa, jolloin voidaan käyttää joko kuvan 9.30 tai 9.31 mukaista esitystapaa.

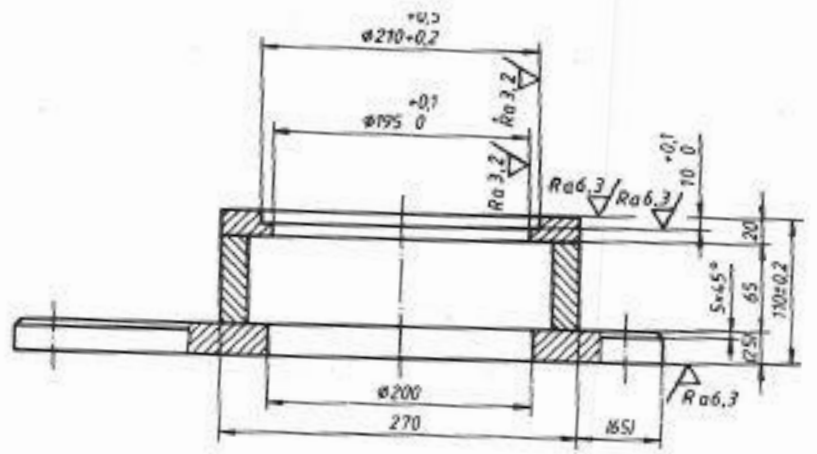
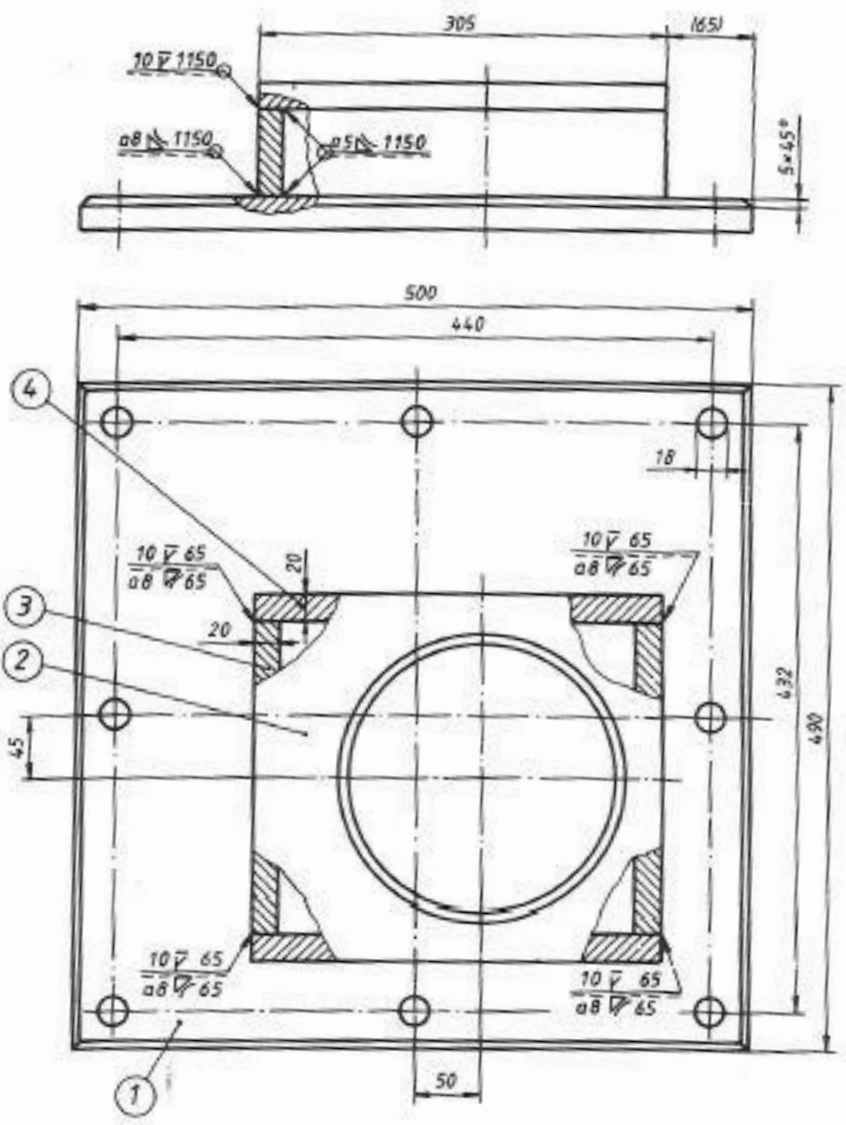
Työstön ilmoittaminen



ERILAISIA MERKINTÄESIMERKKEJÄ

Nro	Selityksiä	Hitsausliitoksen muotoa kuvaava piirustus 	Merkintävaihtoehdot			
			joko:	tai:	joko:	tai:
1	I-hitsi vastapuolella. Hitsin pinnan muotoa ei ole määrätty. 	 				
2	Kupu-V-hitsi nuolen puolella. 	 				
3	Puoli-V-hitsi nuolen puolella. Hitsattu osaviistettyyn puoli-V-railoon. Viitenuoli viistettyä levyä kohden. Hitsin pinnan muotoa ei ole määrätty. 	 				
4	Pienahitsi nuolen puolella. Hitsi mitoitettu a-mitalla. Hitsin pinnan muotoa ei ole määrätty. 	 				
5	Pienahitsi vastapuolella. Hitsi mitoitettu z-mitalla. Hitsin pinnan muotoa ei ole määrätty. 	 				

<p>6 Tulppehitsi nuolen puolella. Pyöreä tulpan reikä.</p>			
<p>7 Pistehitsi liitoksen keskellä. Pistehitsaus.</p>			
<p>8 Saumakehitys liitoksen keskellä. Kiekkohitsaus.</p>			
<p>9 Epäsymmetrinen kupu-X-hitsi.</p>			
<p>10 Pari-kourupienahitsi. Hitsit mitoitettu a-mitalla. Hitsattu kappaleen koko pituudelta.</p>			
<p>11 Vuoro-tasapienahitsi. Hitsit mitoitettu a-mitalla. Hitsattu kappaleen koko pituudelta.</p>			



Kuva 9.35 Hitsaamalla valmistettu koneen runko

HITSAUSVIRHEITÄ

KAKSIULOTTEISET VIRHEET

- Tasomainen halkeamatyyppinen virhe
 - Teräväkärkisiä ja siten erityisen vaarallisia hitsin kestävyydelle
 - Näitä ovat:
 - Erilaiset halkeamat
 - Liitosvirheet
 - Vajaa hitsautumissyvyys
-

KOLMIULOTTEISET VIRHEET

- Volymetrinen virhe on muodoltaan esimerkiksi pallomainen tai lieriömäinen
- Kapea terävä kärki puuttuu, joten virhe ei ole erityisen vaarallinen
- Huokoset ja muut vastaavat ontelot
- Sulkeumat, jos ne ovat teräväkärkisiä
- Reunahaavat, jos ne ovat pyöreäkärkisiä

SFS-EN ISO 5817

- Standardissa ryhmitellään hitsausvirheet mitoituksellisten arvojen perusteella kolmeen hitsiluokkaan B, C ja D, joista B on vaativin.
- Hitsiluokka C on tarkoitettu staattisille kuormitetuille rakenteille sekä paineastioille ja hitsiluokka B väsyttävästi kuormitetuille rakenteille sekä tapauksille, jolloin haurasmurtumisriski on olemassa.

TUNNUS	HITSILUOKKA
B	vaativa
C	hyvä
D	tydyttävä

Esimerkki tunkeumanesteellä havaitusta virheestä ja sen luokittelusta

Hyväksymisrajat

Tunkeumanestetarkastuksen hyväksymisrajoista on julkaistu standardi SFS-EN 1289. Siinä määritellään kolme hyväksymisrajaa (1, 2 ja 3), jotka perustuvat hitsien pintoihin. Mitä parempi pinta sen tiukempi hyväksymisraja voidaan valita. Hyväksymisrajasta huolimatta on mahdollista lisämerkillä X vaatia, että kaikki halkeamatyyppiset indikaatiot tulisi hylätä. Hyväksymisrajoja koskevat sallitut näyttämät esitetään taulukossa 1.

Taulukko 1

Näyttämä	Hyväksymisraja		
	1	2	3
lineaarinen ¹⁾	≤ 2	≤ 4	≤ 8
epälineaarinen	≤ 4	≤ 6	≤ 8

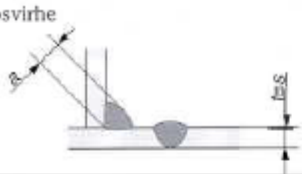

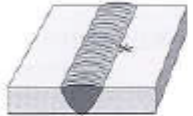


¹⁾ pituus enemmän kuin kolme kertaa leveys

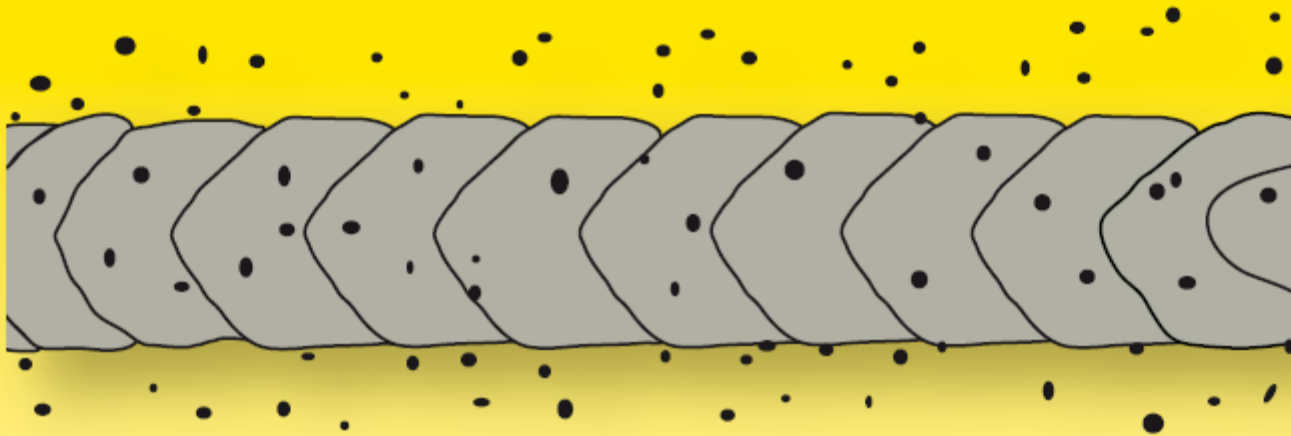
Hitsiluokkia SFS-EN ISO 5817 koskevat hyväksymisrajat esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2

Hyväksymisraja	Hitsiluokka
2X	B
2X	C
3X	D

Huom. Pätee myös huokosille.

<p>Litosvirhe</p> 	401	$t \geq 0,5$	$3 \leq t \leq 63$
		D sall. $h \leq 0,4s$ tai $0,4a$ max 4 (lyhyt) C ei sallita B ei sallita	lyhyet D sall. $\sum h \leq 0,1s$ tai $0,1a$, max 3 C sall. $\sum h \leq 0,1s$ tai $0,1a$, max 1,5 B ei sallita
<p>Valuma</p> 	506	$t \geq 0,5$	$3 \leq t \leq 63$
		D sall. $h \geq 0,2b$ (lyhyt) C ei sallita B ei sallita	
<p>Sytytysjälki</p> 	601	$t \geq 0,5$	$3 \leq t \leq 63$
		D sallitaan, ellei vaikuta perusala- neen ominaisuuksiin C ei sallita B ei sallita	
<p>Roiskeet</p> 	602	$t \geq 0,5$	$3 \leq t \leq 63$
		Hyväksyminen riippuu esim. ma- teriaalin korroosion suojasta	
<p>Huokonen, yksittäisen huokosen enimmäiskoko</p> 		$t \geq 0,5$	$3 \leq t \leq 63$
		D sall. $d \leq 0,4s$ tai $0,4a$ max 5 C sall. $d \leq 0,3s$ tai $0,3a$ max 4 B sall. $d \leq 0,2s$ tai $0,2a$ max 3	D sall. $d \leq 0,5s$ tai $0,5a$ max 5,5 C sall. $d \leq 0,3s$ tai $0,3a$ max 4,5 B sall. $d \leq 0,25s$ tai $d \leq 0,25a$ max 3,5
<p>Metallisulkeuma (muu kuin kupari)</p>	304	$t \geq 0,5$	$3 \leq t \leq 63$
		D sall. $h \leq 0,4s$ tai $0,4a$, max 4 C sall. $d \leq 0,3s$ tai $0,3a$, max 3 B sall. $d \leq 0,2s$ tai $0,2a$, max 2	lyhyet D sall. $\sum h \leq 0,1s$ tai $0,1a$ max 3 C sall. $\sum h \leq 0,1s$ tai $0,1a$ max 1,5 B ei sallita
<p>Kuperisulkeuma</p>		$t \geq 0,5$	$3 \leq t \leq 63$
		Ei sallita	Ei sallita



Roiskeita

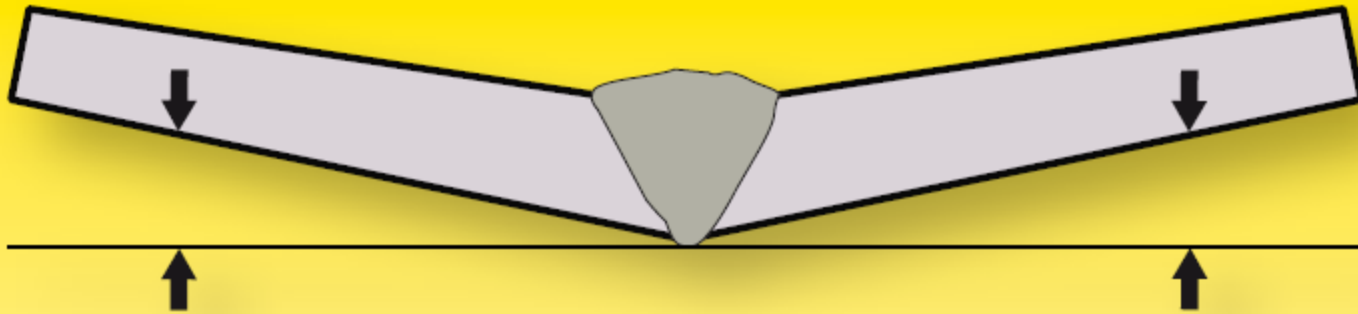
Syitä

- Liian korkea hitsausvirta.
- Liian pitkä valokaari.
- Virheellinen napaisuus.
- Huono kaasusuojaus.

- Kosteat puikot.
- Magneettinen puhallus.
- Epäpuhtaudet railopinnoilla.

Estäminen

- Vähennä virtaa.
- Hitsaa lyhyemmällä valokaarella.
- Käytä oikeata napaisuutt.
- Tarkista suojakaasu ja kaasunvirtaus. Korjaa hitsauspistoolin asentoa pystymmäksi.
- Kuivaa puikot.
- Korjaa maadoituksen paikkaa.
- Puhdista railopinnat.



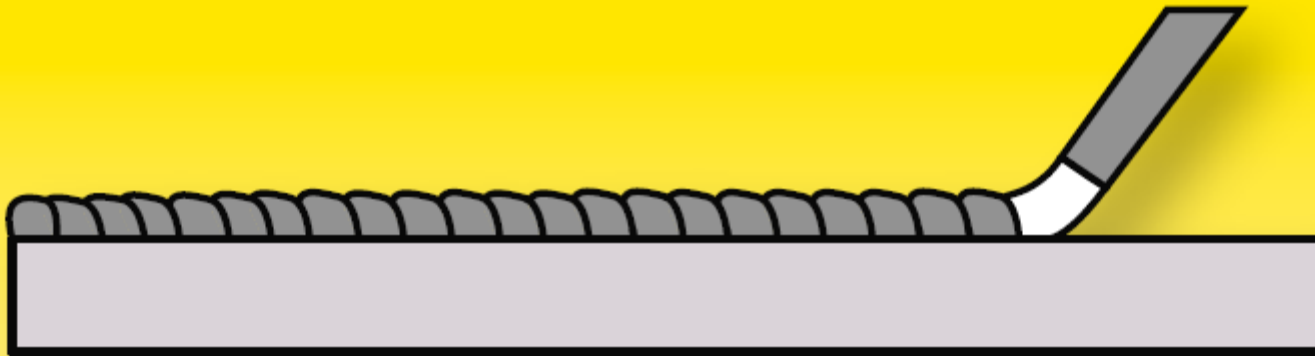
Muodonmuutokset

Syitä

- Jos on hitsaus yhdeltä puolelta.
- Paljon ohuita palkoja.
- Kappaleet kiinnitetty huonosti.
- Levyt pienaliitoksessa suorassa kulmassa.

Estäminen

- Hitsaa molemmilta puolilta jos mahdollista.
- Hitsaa vähemmän ja paksumpia palkoja.
- Paranna kiinnitystä.
- Kiinnitä kappaleet ennakkokulmaan.



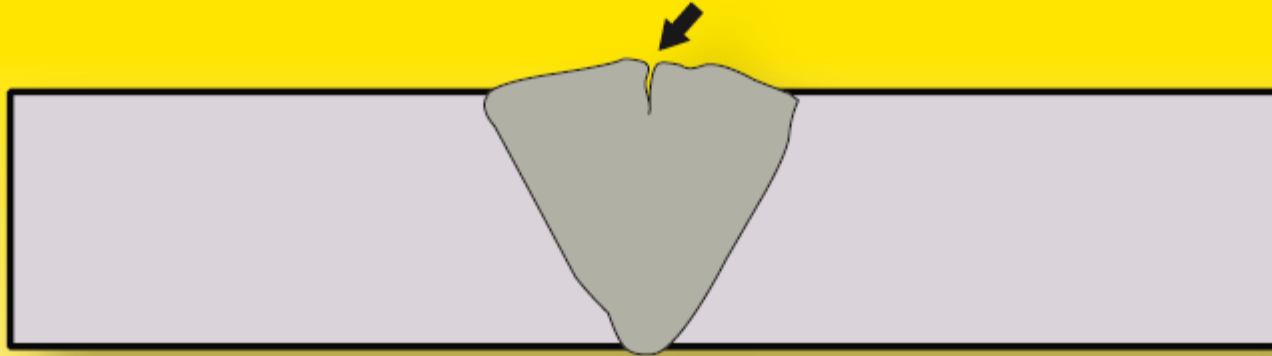
Magneettinen puhallus

Syitä

- Maadoitin väärässä paikassa.
- Esiintyy levyjen reunassa.
- Esiintyy tasavirralla.

Estäminen

- Kokeile vaihtaa maadoittimen paikkaa. Kiinnitä maadoitin railon molempiin päihin.
- Kallista lisäainetta puhalluksen suuntaan.
- Käytä vaihtovirtaa, jos ei muu auta ja jos mahdollista.



Kuumahalkeama hitsin keskellä

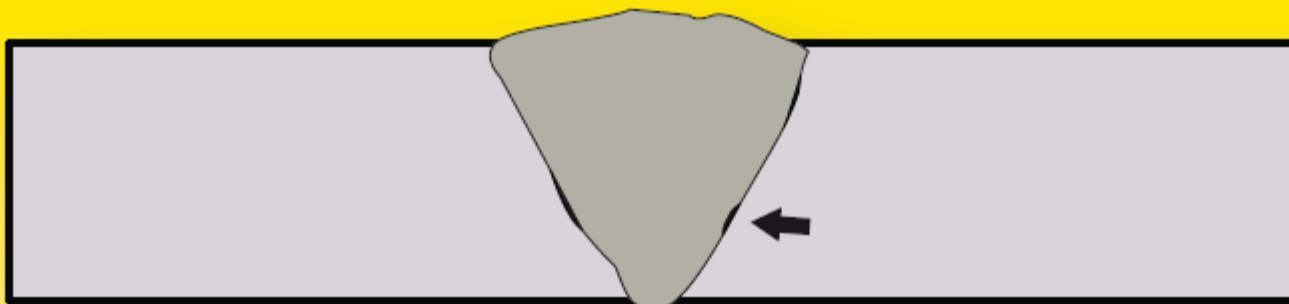
Syitä

- Korkeat epäpuhtauspitoisuudet perusaineessa, esim. P ja S.
- Virheellinen palkomuoto (leveys/syvyys-suhde < 1)
- Liian ahdas railo.
- Liian suuri hitsisula.

- Liian suuri hitsausnopeus.

Estäminen

- Vähemmän epäpuhtauksia sisältävä perusaine.
- Korjaa hitsausarvoja, jotta palko on leveämpi kuin syvämpi.
- Suurena railokulmaa.
- Hitsaa suuremmalla nopeudella, pienennä virtaa, jotta sula on pienempi. Monipalkohitsaus.
- Pienennä hitsausnopeutta.



Liitosvirhe

Syitä

- Liian pieni hitsausenergia.
- Liian suuri sula ja vyöryminen valokaaren eteen.
- Liian ahdas railo.
- Virheellinen lisäaineen suuntaus.
- Jyrkkä liittyminen palkojen ja railokyljen välillä.

Estäminen

- Hitsaa suuremmalla energialla: lisää virtaa, pienennä nopeutta.
- Suuntaa valokaari sulaan päin. Hitsaa nopeammin, hitsaa pienemmällä virralla.
- Suurena railokulmaa.
- Suuntaa lisäaine niin, että valokaari sulattaa railokyljet.
- Hio jyrkät liittymät.



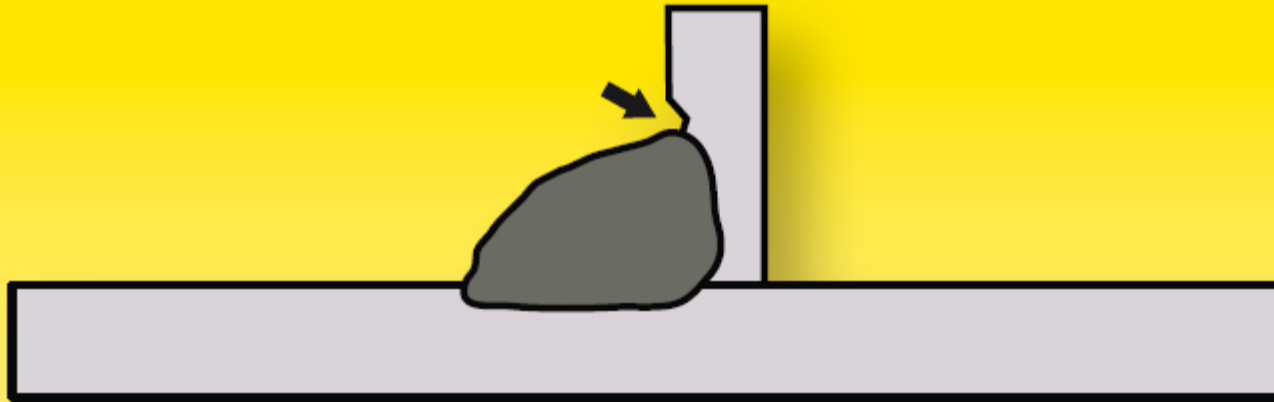
Kraaterihalkeama

Syitä

- Virheellinen lopetustapa: yhtäkkäinen valokaaren sammutus.

Estäminen

- Lopeta hitsaus kuljettamalla valokaarta hieman taaksepäin ja sammuta valokaari valmiin palon päällä tai railon kyljellä. Käytä hitsauskoneessa olevaa lopetus-automatiikkaa, jos sellainen on.



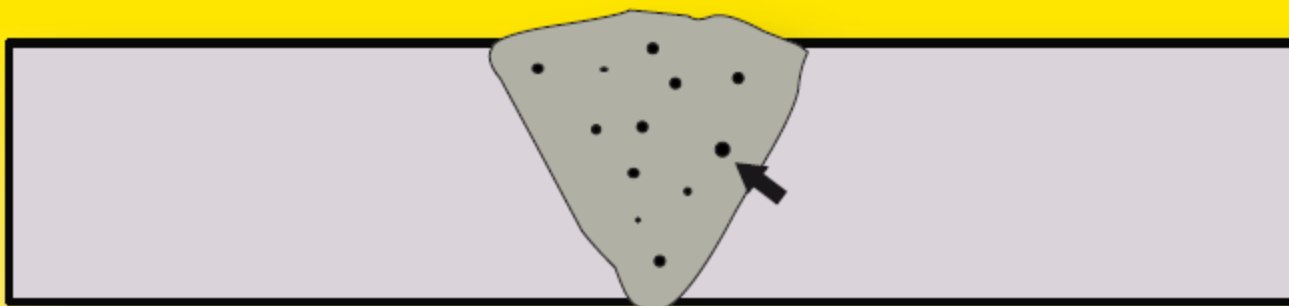
Reunahaava

Syitä

- Liian korkea kaarijännite.
- Liian pitkä valokaari.
- Virheellinen lisäaineen kuljetus.
- Liian suuri a-mitta kerralla pienahitsissä.
- Liian suuri hitsausnopeus.
- Liian suuri hitsausvirta pienahitsissä.

Estäminen

- Pienennä jännitettä.
- Hitsaa lyhyemmällä valokaarella.
- Pysähdy railokyljillä riittävän pitkään.
- Käytä monipalkohitsausta yksipalkohitsauksen sijaan.
- Pienennä hitsausnopeutta.
- Hitsaa pienemmällä virralla.



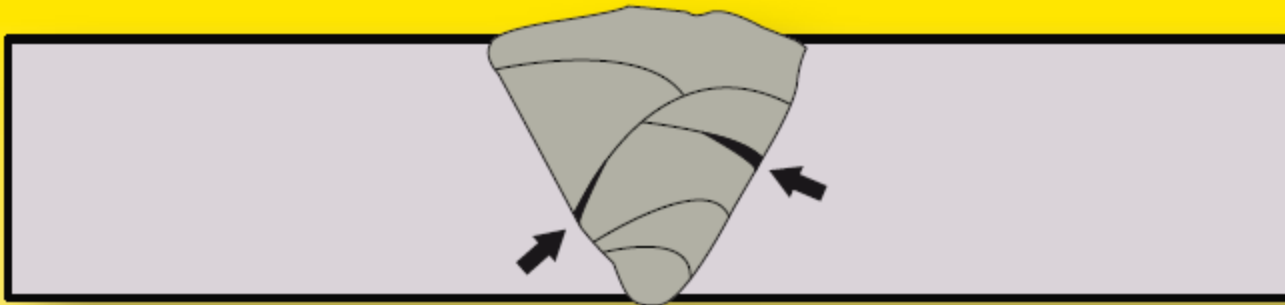
Huokokset

Syitä

- Kosteus. Esim. kosteat puikot, hitsausjauhe tai täytelanka. Kosteus suojakaasussa. Vuoto vesijähdytteisessä pistoolissa.
- Epäpuhtaudet railopinnoilla.
- Huono kaasusuoja kaasukaari-hitsauksessa: roiskeet kaasusuuttimessa, liian pieni tai suuri kaasunvirtaus, vetoinen hitsauspaikka.
- Liian pitkä valokaari.
- Liian suuri hitsausnopeus.

Estäminen

- Varastoi lisäaineet oikein ja uudelleenkuivaa tarvittaessa. Tarkista virtausjärjestelmä, suojakaasu ja pistoolin kunto.
- Puhdista railopinnat.
- Puhdista kaasusuutin. Tarkista kaasunvirtaus ja säädä virtaus oikeaksi. Suojaa hitsauspaikka vedolta.
- Hitsaa lyhyemmällä valokaarella.
- Pienennä nopeutta.



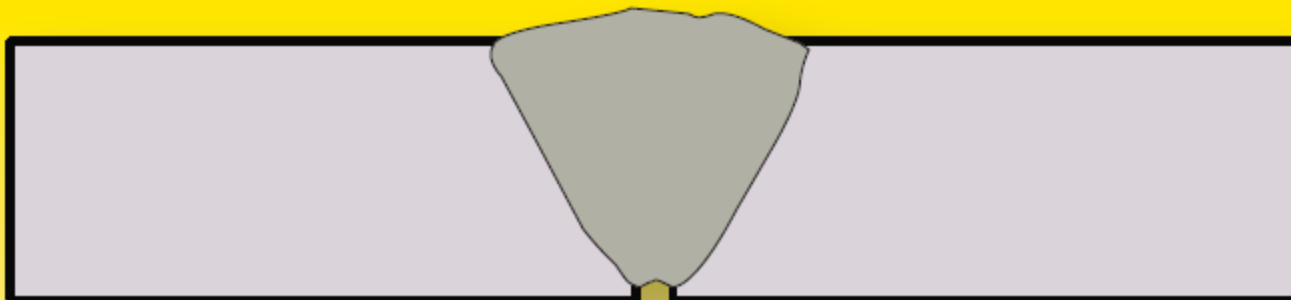
Kuonasulkeumat

Sytä

- Kuona mennyt sulan eteen.
- Puutteellinen kuonanpoisto.
- Palot muodoltaan liian kuperia.
- Virheellinen palkojärjestys.

Estäminen

- Kuljeta lisäainetta niin, ettei kuona mene sulan eteen. Kuljeta nopeammin. Suurena railokulmaa, jos liian ahdas.
- Poista kuona huolellisesti.
- Lisää jännitettä ja korjaa palkoja hiomalla.
- Hitsaa palot niin, ettei reunoihin jää syviä uria ja jyrkkiä liittymiä.



Vajaa hitsautumissyvyys

Syitä

- Virheellinen railomuoto: liian pieni railokulma, liian suuri juuripinta, liian pieni ilmarako.
- Liian paksu lisäaine.
- Liian suuri hitsausnopeus.
- Riittämätön juurenavaus.

Estäminen

- Korjaa railomuotoa: suurena kulmaa, pienennä juuripintaa, suurena ilmarakoa.
- Käytä ohuempaa lisäainetta.
- Pienennä hitsausnopeutta.
- Tee riittävän syvä avaus.

MUODONMUUTOKSET

- Poikittaiskutistuma
 - Kiertymä
 - Kulmavetäytymä
 - Pituuskutistuma
 - Kaareutuminen
 - Lommutuminen
-

MUODONMUUTOSTEN ARVIOINTI

- Laskukaavat (tutkitaan esijännitysvoimien aiheuttamaa siirtymää)
- Mahdollisuudet CAD-ohjelmointiin

MUODONMUUTOSTEN PIENENTÄMINEN

- Tarpeettoman suuria, paljon hitsausenergiaa vaativia hitsejä tulee välttää
- Ei tarpeettoman suurta a-mittaa
- Tulee pyrkiä pieneen hitsin poikkipinta-alaan
- Pienempiä palkoja enemmän (pienempi kerralla tuotu hitsausenergia)
- Katkohitsi havaittu hyväksi muodonmuutosten kannalta
- Kiinnittimien käyttö
- Hitsausjärjestys
- Myöstö
- Puristusjännityksen tuominen hitsiin
- Värähtelymenetelmä

MUODONMUUTOKSIEN EHKÄISY JA OIKOMINEN

- Muodonmuutosten ennakointi
- Oikominen hitsauksen jälkeen kallista
- Kuumilla oikominen
- Kutistuneiden alueiden venytys
- Kuulapuhallus

LAADUNVARMISTUS

HITSAAJAN PÄTEVÖINTI

- Hitsaustyön laatu riippuu paljolti hitsaajan taidoista
- Hitsaajan kyvyllä seurata annettuja ohjeita sekä hitsaajan taidon testaamisella varmistetaan hitsatun tuotteen laatua
- Hitsaajan pätevyyskoe on koe, jolla selvitetään hitsaajan pätevyys tiettyyn tehtävään määrätyllä hitsausprosessilla, perusaineella, lisäaineella, tuotemuodolla, ainepaksuudella, putken ulkohalkaisijalla, hitsausasennolla ja hitsin yksityiskohdilla
- Yleissääntönä on, että koehitsaus ei anna pelkästään pätevyyttä koeolosuhteita vastaavaan hitsaukseen vaan myös pätevyyden hitsata kaikkia helpompia hitsauksia, edellyttäen että hitsarilla on harjoitusta alueelta



HITSAAJAN PÄTEVÖINTI

- Tuotemuotoja ovat putket ja levyt
- Kokeessa teoriaa ja käytäntöä
- Pätevyyden voimassaolon edellyttämiseksi hitsaajan tulee myös hitsata määräajoin

HITSAAJAN PÄTEVYYSTODISTUS

Kokeen merkintä: **SFS-EN 287-1 141 T BW 8 S t2 D168,3 H-L045 ssnb**

Valmistajan hitsausohje
Viite nro (tarvittaessa) **HO 621**

Hitsaajan nimi **Hannu Hitsaaja**
Tunnus **123**
Tunnistamistapa **Ajokortti**
Syntymäaika ja -paikka **1.4.1945, Ihmemaa**
Työnantaja **Firapeli Oy**
Koodi/testausstandardi **SFS-EN 287-1**
Tietuullinen koe: Hyväksytty/Ei testattu (tarpeeton ylipyhyhitään)



	Hitsauskokeen yksityiskohdat	Pätevyysalue
Hitsausprosessi	141 (TIG)	141
Tuotemuoto	T (putki)	T, P
Hitsilaji	BW (Paittäisiilitos)	BW, FW
Perusaineryhmä(t)	SS 2333 (8)	8 ja 10
Lisäainetyyppi/Merkintä	OK Tigrod 16.30	S
Suojakaasut	I1 (Argon)	-
Apuaineet (Juurikaasu)	F2 (Formier)	-
Aineenpaksuus (mm)	2	2...4
Putken ulkohalkaisija (mm)	168,3	≥ 84
Hitsausasento	H-L 045 (kiinteä putki 45°)	H-L045, PA, PB, PC, PD, PE, PF
Hitsin yksityiskohdat	ssnb (yhdeittä puoli, ilm. juurit.)	ssnb, ssnb, bs, FW: sl

Lisätietoja on saatavissa lisälehdestä ja/tai hitsausohjeessa nro **HO 621**

Testausmenetelmä	Suoritettu ja hyväksytty	Huom.
Silmämääräinen Radiografia	2002-04-15 2002-04-17	(ks. liite)
Makrohietutkimus	-	(ks. liite)
Murtokoe	-	ei vaadittu
Taivutuskoee	-	ei vaadittu
Lisäkoeeet*	-	ei vaadittu

Paikka ja päivämäärä Ihmemaa 2002-04-18

allekirjoitus **Carl-Gustaf Lindewald**

Kokeen valvoja **Carl-Gustaf Lindewald**
Viite nro **EWSE SE 0045**

Hitsauspäivämäärä **2002-04-15**

Voimassa **2004-04-15** saakka

Kokeen valvojan antaman voimassaolon jatkaminen seuraavaksi 2 vuodeksi (kohta 9.3)

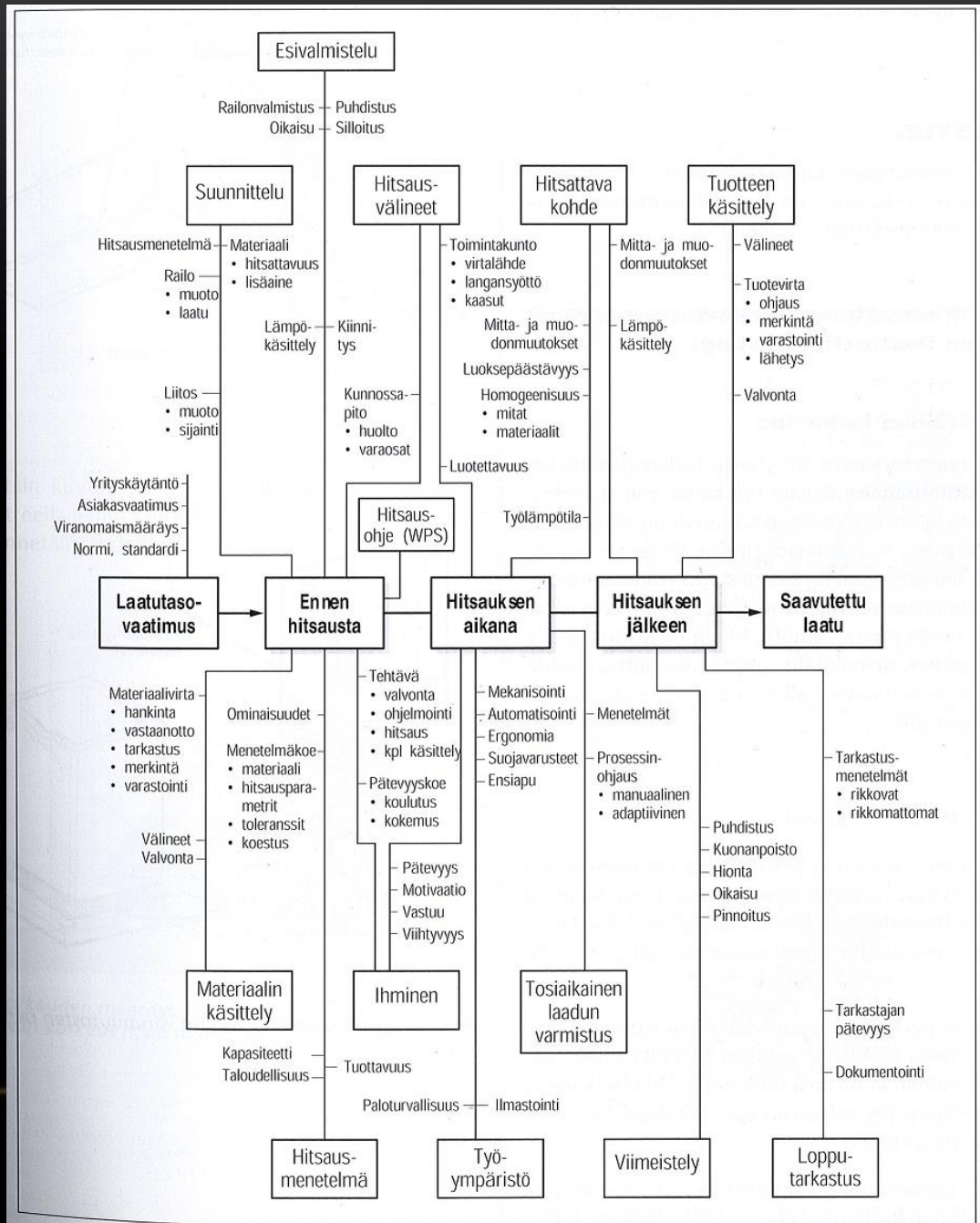
Työnantajan/koordinoijan antaman voimassaolon jatkaminen seuraavaksi 6 kuukaudeksi (kohta 9.2)

Päiväys	Allekirjoitus	Asema tai arvonimi
2004-04-10	Carl-Gustaf Lindewald	EWSE SE 0045

Päiväys	Allekirjoitus	Asema tai arvonimi
2002-10-14 2003-04-16 2003-10-15	Pertti Parka Matti Myöhäinen Jaakko Tarkka	Työnjohtaja Hitsausohjaaja EWWL1 FI 9999

HITSAUS- JA JUOTTOPROSESSIEN NUMEROTUNNUKSET

Numerotunnus	Prosessi
111	Puikkohitsaus
12	Jauhekaarihitsaus
131	MIG-hitsaus
135	MAG-hitsaus
141	TIG-hitsaus
21	Pistehitsaus
311	Happi-asetyleenihitsaus
52	Laserhitsaus
81	Polttoleikkaus
83	Plasmaleikkaus
84	Laserleikkaus



WPS

- Ohje, jolla varmistetaan tasalaatuinen hitsi
- Kun hitsari vaihtuu, eivät ohjeet lähde pään mukana, vaan ne pysyvät työpaikalla

HITSAUSOHJE
WPS

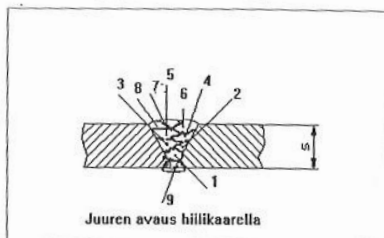
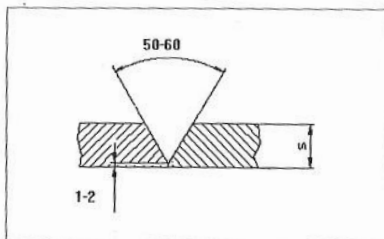
Hitsausohjeen nro/ WPS No.

EWF E 3.1.5

Arnos HITSARI 14.2.1996

Menetelmäkoep. nro/ WPAR No.

Valvoja/ Examiner AIMO TORKKOLA



Perusaine/ Parent metal	Luokitus/ Classification	SFS-EN 288	SFS-EN 287	Paksuus/ Thickness (e)	Halkaisija/ Outside diam.
A S 235 JRG 2	Ryhmä 1		W01	13,00	
B S 235 JRG 2	Ryhmä 1		W01	13,00	

Lisäaine, tyyppi/ Filler metal, Type	Luokitus/ Classification	Käsittely/ Spec. backing or drying
OK 48.00, B	AWS A/SFA 5.1: E 7018	2h 350C

Suojakaasu/ Shielding gas	Koostumus, luokitus/ Composition, Classification	Standardi/ Standard	Virt.nop./ Flow rate l/min
Juurikaasu/ Backing gas			

Palko/ Process/ Run	Prosessi/ Process	Lisäaine, mitta/ Filler metal, Size	Virta/ Current (A)	Kaarijännite/ Voltage (V)	Napaisuus/ Polarity	Kuljetusnopeus/ Travel speed cm/min*	Syöttönopeus/ Feed speed	Lämmöntuonti/ Heat input (kJ/cm)*
1	111	OK 48.00/2.5	80-85	21-22	DC+	7		14-16
2-N	111	OK 48.00/4.0	140-180	23-24	DC+	15		13-17

*Jos vaadittu/ If required

Asento/ Position	PA	Kor. työllämpö/ Preheat temp	Cels.
Volframi-elektrodi/ Electrode		Palk. väl.työllämpö/ Interpass temp	Cels.
Juuren avaus/ Back gouging	HILIIKAARIAVAUS	Jälkilämpökäs./ Post heat treatment	
Railon valm./ Groove preparation	LEIKKAUS	Aika, lämpötila/ Time, Temp	
Railon puhd./ Groove cleaning	HIONTA TARVITTAESSA	Kuumennusnopeus/ Heating rate	Cels./min
Silloitus/ Tacking	SILTAHITSIT 111	Jäähdytysnopeus/ Cooling rate	Cels./min

Muu informaatio/ Comments

Valmistaja/ Manufacturer
Pvm ja allekirjoitus/
Date and signature

PORIN AKK

14.02.96
Kokeen valvoja/ Examiner
test, suorittaja/ Test body
Pvm ja allekirjoitus
Date and signature

25.11.92
14.02.96
PORIN AMMATTILINEN AIKUISOPETUSKESKUS
PL 13
28601 PORI

LÄMMÖNTUONTI

HITSAUSENERGIA

- Hitsausenergialla E tarkoitetaan kaarihitsauksessa palon hitsauksessa käytettyä energiaa palon pituusyksikköä kohti
- Lasketaan seuraavasti:

$$\text{Hitsausenergia} = \frac{\text{hitsausvirta} * \text{kaarijännite} * \text{aika}}{\text{palonpituus}}$$

$$\text{Hitsausenergia} = \frac{\text{hitsausvirta} * \text{kaarijännite}}{\text{hitsausnopeus}}$$

LAADUTETTUNA

$$E = \frac{I(A) * U(V)}{V\left(\frac{mm}{s}\right) * 1000}$$

LÄMMÖNTUONTI

- Lämmöntuonnilla Q tarkoitetaan hitsiin siirtynyttä lämpö määrää.
- Kaikki energia ei mene hitsiin, vaan mm eri menetelmien välillä on eroa seuraavasti:
- Jauhekaarihitsaus $k = 1$
- MIG/MAG $k = 0,8$
- TIG $k = 0,6$
- Puikkohitsaus $k = 0,8$
- $k =$ terminen hyötysuhde

$$Q = k * E \left(\frac{kJ}{cm} \right)$$



MATERIAALIT

TERÄKSET

Kylmävalssatut teräkset

DC01

DC03

DC04

DC05

DC06

*Muovattavat
teräkset*

COR-TEN A

B24CR

22MnB5

B27CR

Säänkestävä teräs

ja

booriteräkset

HC260LA

HC300LA

HC340LA

HC380LA

HC420LA

HC500LA*

*Lujat
muovattavat
teräkset*

* erikseen sovittava

KYLMÄVALSSATUT TERÄKSET

Miksi kylmävalssaus?

- mittatarkkuus
- pinnan ominaisuudet
- muovattavuus



Ohutlevyt

- Valmistetaan kylmävalssaamalla
 - pinnanlaatu
 - mittatarkkuus
 - muovattavuus, mekaaniset ominaisuudet
- Pinnan ja muodon materiaali
 - ohutlevyn käyttökohteissa tuotteen ulkonäkö on yleensä tärkeä
- Automaattinen levynkäsittely
 - ohutlevytuotteiden valmistus on pitkälle automatisoitua
 - mittatarkkuus hyvin tärkeä ominaisuus
 - levyn laatuvaatimukset ovat korkeat, koska mahdolliset virheet huomataan yleensä vasta lähes valmiista tuotteesta

MUOVATTAVAT TERÄKSET

Soveltuvat

muovaukseen
taivutukseen
rullamuovaukseen
venytysmuovaukseen
syvävetoon



Yleisimmät käyttökohteet

radiaattorit
kotitalouskoneet
valaisimet
hitsatut ohutseinäputket
levypyörät

DC01

DC03

DC04

DC05

DC06

Kylmävalssatut muovattavat teräkset

Mekaaniset ominaisuudet (Testaussuunta poikittain)

Teräslaji	Myötö- lujuus R_e Max Mpa	Murto- lujuus R_m MPa	Venymä A_{80} min%	r_{90} min	n_{90} min
DC01	280	270...410	28	-	-
DC03	240	270...370	34	1,3	-
DC04	210	270...350	38	1,6	0,180
DC05	180	270...330	40	1,9	0,200
DC06	170	270...330	41	2,1	0,220

LUJAT MUOVATTAVAT TERÄKSET

Soveltuvat muovaukseen ja toimitetaan tarkoin määritellyillä mekaanisilla ominaisuuksilla.

Tavallisiin rakenneteräksiin verrattuna lujilla teräksillä on parempi muovattavuus ja niiden mekaaniset ominaisuudet ovat tarkemmin rajattuja.



HC260LA

HC300LA

HC340LA

HC380LA

HC420LA

HC500LA

Kylmävalssatut lujat muovattavat teräkset

Mekaaniset ominaisuudet (Testaussuunta poikittain)

Teräslaji	Myötö- lujuus R_e MPa	Murto- lujuus R_m MPa	Venymä A_{80} min%	Taivutus- testi 180° Tuurnan halkaisija ¹⁾
HC260LA	260...330	350...430	26	0t
HC300LA	300...380	380...480	23	0t
HC340LA	340...420	410...510	21	0t
HC380LA	380...480	440...560	19	0,5t
HC420LA	420...520	470...590	17	0,5t

Myös HC500LA saatavilla

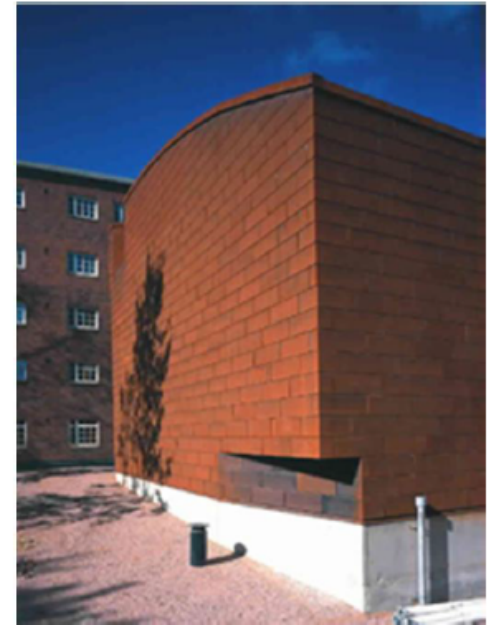
¹⁾ t = levyn paksuus

COR-TEN A - säänkestävä rakenneteräs

Soveltuu taivutukseen ja muuhun kohtuulliseen muovaukseen. Voidaan käyttää rakenteissa suojaamattomana edellyttäen, että se kastuu ja kuivuu toistuvasti

B 24 CR - karkaistava booriteräs

Käyttökohteisiin, joissa tarvitaan lujuutta ja kulutuskestävyyttä, kuten lapion terät ja kulutuslevyt.



COR-TEN[®] A Säänkestävä teräs

Kemiallinen koostumus

		C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni	Al
COR-TEN A	Min. %	-	0.25	0.20	0.07	-	0.50	0.25	-	0.015
	Max. %	0.12	0.75	0.50	0.15	0.030	1.25	0.55	0.65	0.060

Kemiallisen koostumuksen ansiosta teräksen pinnalle muodostuu suojaava oksidikerros 18-36 kk kuluessa.

Aluksi kerros on punaruskea ja ajan kuluessa muuttuu tummemmaksi.

Korroosionkestävyys on huomattavasti parempi kuin tavallisilla teräksillä.

COR-TEN[®] A Säänkestävä teräs

- Pinnan pitää olla suojaamaton jotta kastumisen ja kuivumisen myötä ilmastollinen korroosiorasitus pääsee tekemään muutokset pinnassa.
- Ei tarvetta maalaukselle
 - Kustannussäästöt
 - Alhaiset huoltokustannukset
 - COR-TEN voidaan kuitenkin maalata tarvittaessa
- Parempi lämpötilankesto ja alhaisempi hilseilytaipumus kuumissa olosuhteissa > 500 C°

Mekaaniset ominaisuudet (testaus poikittain)

	Myötölujuus $R_{p0.2}$ MPa	Murtolujuus R_m MPa	Venymä A_{80} , %
COR-TEN A	Min. 310	Min. 450	Min. 22

- Valmistettu USX Corporationin lisenssillä

COR-TEN® A

Kontit



BOORITERÄKSET

Käyttökohteisiin, joissa vaaditaan suurta lujuutta ja kulutuskestävyyttä.

Kappaleet voidaan muovata tavanomaisilla valmistusmenetelmillä, ja karkaisulla saadaan suuri lujuus ja kovuus.



B24CR

22MnB5

B27CR

LITEC B1500

Karkaistava booriteräs B24CR

- Toimitustilassa pehmeäksi hehkutettu
- Karkaisu
 - Austenitointi 880-950 °C
 - Sammutus veteen tai öljyyn
- Päästö ei välttämätön, koska teräs on sitkeää jopa karkaistussa tilassa

~ 900 °C Austeniitti

Nopea sammutus

50-100 °C/s

~ 20 °C Martensiitti

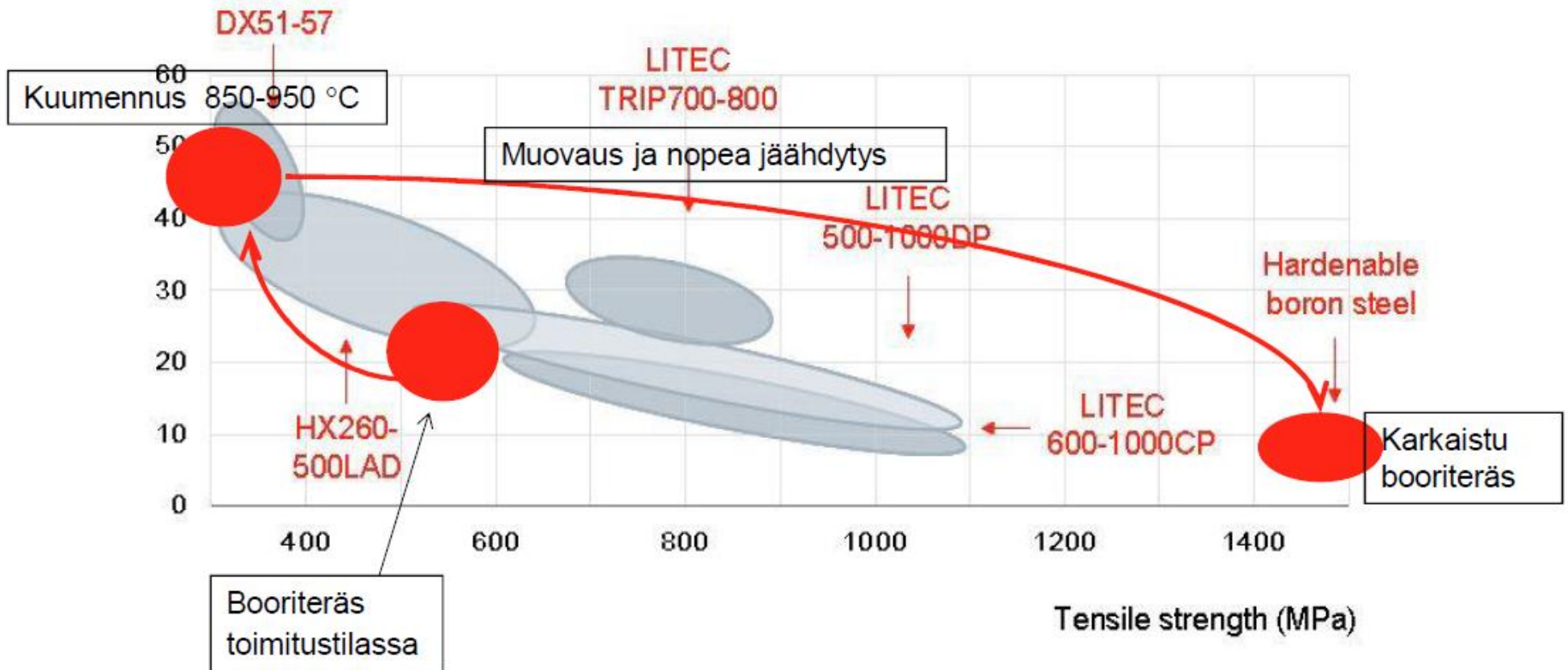
Teräs	Tila	Myötölujuus $R_{p0,2}$ MPa	Murtolujuus R_m MPa	Murtovenymä A_{80} %	Kovuus HV10
B24CR	Toimitustilassa	300	500	26	135
	Sammutettuna öljyyn	900	1300	8	440
	Sammutettuna veteen	1000	1500	7	470

Taulukon lukuarvot ovat ohjeellisia

Mekaaniset ominaisuudet testataan valssaussuuntaan nähden poikittain

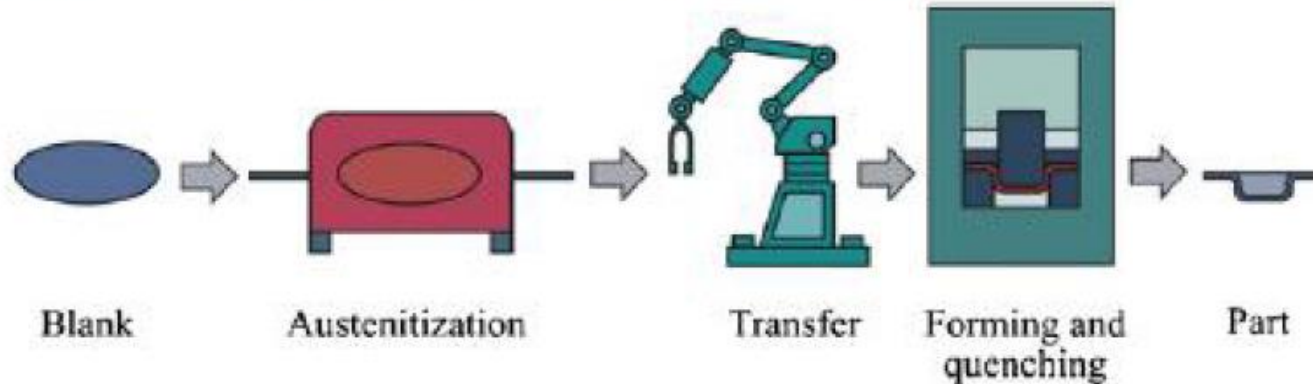
Booriteräksen muottikarkaisu

Elongation A80 (%)

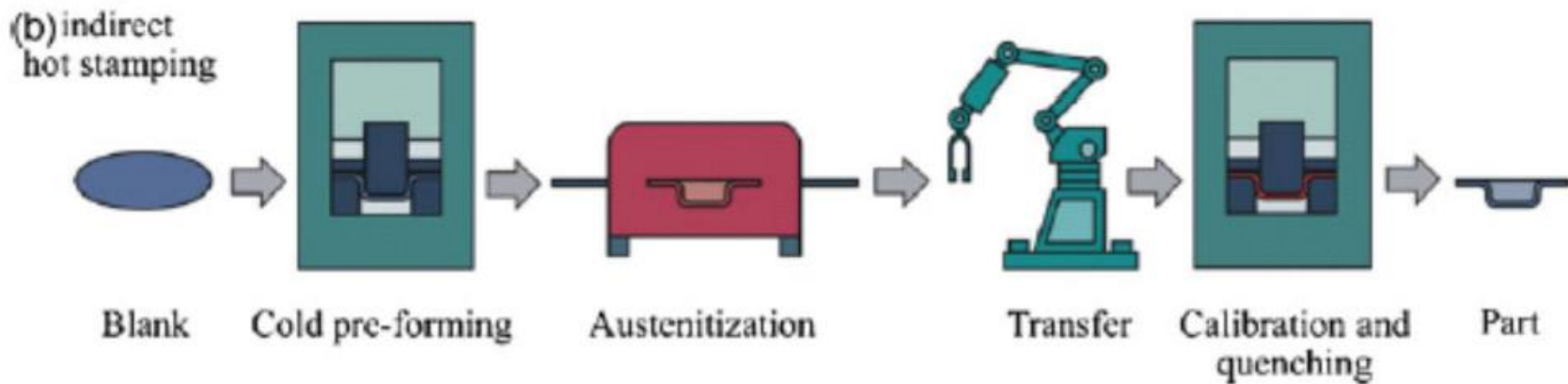


Muottikarkaisuprosessit

- Suora prosessi: kuumennus, muovaus, karkaisu

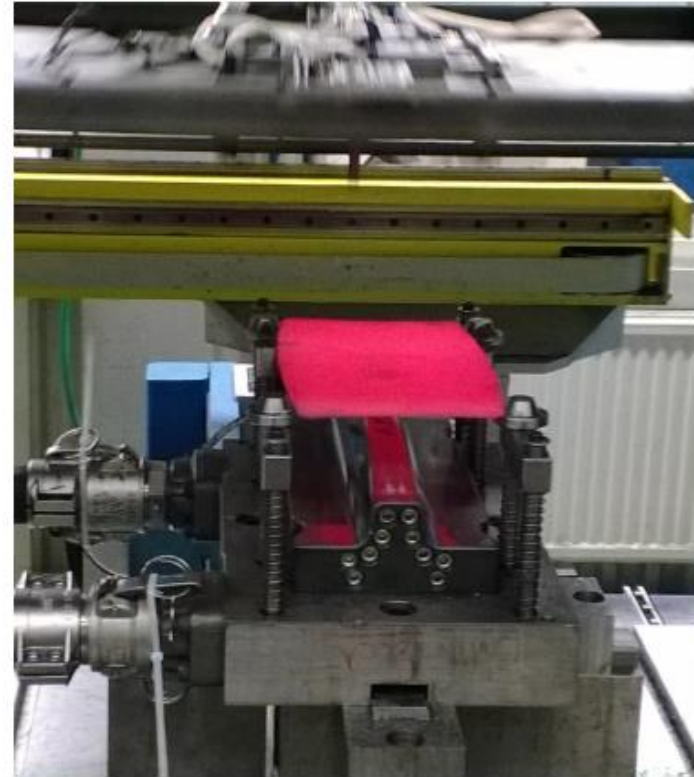


- Epäsuora prosessi: kylmämuovaus, kuumennus, karkaisu



Press





28/10/2013

www.ruukki.com | Ari Minkkinen

RUUKKI

VIDEO PRÄSSIKARKAISUSTA

- [Linkki](#)

B24CR

Lapion terä

FISKARS®



B24CR

Turvavyöosat



Ruukin metallipinnoitteet

- Kuumasinkitty / Z
- Galfan / ZA
- Galvannealed / ZF



Sinkki-pinnoite g/m ²	Paksuus (laskenn.) µm
Z100	7
Z140	10
Z200	14
Z275	20
Z350	25
Z450	32
Z600	42

Galfan-pinnoite g/m ²	Paksuus (laskenn.) µm
ZA95	7
ZA130	10
ZA185	14
ZA200	15
ZA255	20
ZA300	23

Galvannealed-pinnoite g/m ²	Paksuus (laskenn.) µm
ZF100	7
ZF120	8
ZF140	10

Kuumasinkityt ohutlevyt

Sinkkipinnoitteen korroosionkestävyys on suoraan verrannollinen kerrospaksuuteen, joka valitaan tuotteen käyttöiän ja ympäristön olosuhteiden sekä halutun pinnanlaadun mukaan.

Ohuet sinkkipinnoitteet soveltuvat kohteisiin, joissa korroosiorasitus on vähäinen. Pinnanlaatu saadaan ohuilla kerrospaksuuksilla erittäin hyväksi, joten ne soveltuvat maalauksen alustaksi silloin, kun lopputuotteen pinnanlaatuvaatimukset ovat korkeat.

Kuumasinkityt ohutlevyt

Keskipaksuja pinnoitekerroksia käytetään kohteissa, joissa on lievä ilmastorasitus. Tyypillisiä käyttökohteita ovat ilmastointikanavat ja -laitteet.

Ulkorakenteissa, esimerkiksi rakennusten katteissa ja verhouksissa, suositellaan käytettäväksi paksuimpia pinnoitekerroksia.

Muovaamalla tai hitsaamalla valmistettaviin tuotteisiin suositellaan ohuehkoja sinkkikerrospaksuuksia, koska paksu kerros saattaa vaikeuttaa työtä.

MUOVATTAVAT TERÄKSET

Soveltuvat

koneelliseen saumaukseen

käsin saumaukseen

syvävetoon

vaativaan venytysmuovaukseen

Käyttökohteisiin, joissa tarvitaan hyviä muovattavuusominaisuuksia ja sään- ja korroosionkestävyyttä, kuten kattopellitys ja kierresaumahitsatut putket

*) Teräslajia toimitetaan vain erikseen sovittaessa



DX51D

DX52D

DX53D

DX54D

DX56D

DX57D*)

Metallipinnoitetut muovattavat teräkset

Mekaaniset ominaisuudet (Testaussuunta poikittain)

Teräslaji	Myötö- lujuus R_e MPa	Murto- lujuus R_m Mpa	Venymä A_{80} min%	r_{90} Min	n_{90} Min
DX51D	-	270...500	22	-	-
DX52D	140...300	270...420	26	-	-
DX53D	140...260	270...380	30	-	-
DX54D	140...220	270...350	36	1,6	0,180
DX56D	120...180	270...350	39	1,9 ²⁾	0,210
DX57D ¹⁾	120...170	260...350	41	2,1 ²⁾	0,220

¹⁾ Teräslajia toimitetaan erikseen sovittaessa

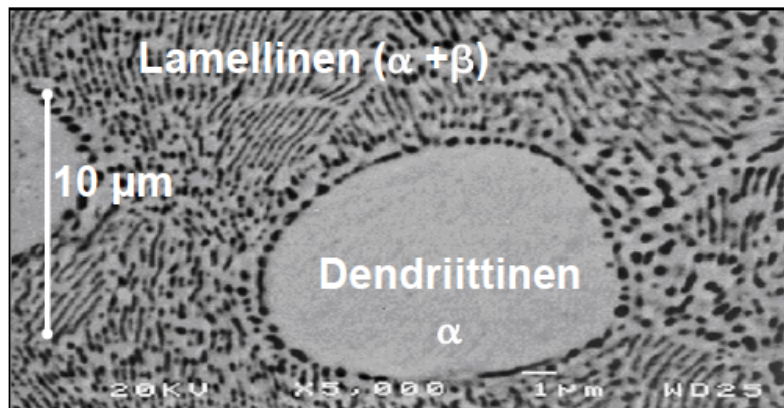
²⁾ Paksuuksille > 1,5 mm r_{90} -arvoa pienennetään 0,2 yksikköä

Sinkki-alumiiniseospinnoite, ZA

- 95 % sinkkiä, 5 % alumiinia
- käyttökohteisiin joissa vaaditaan hyvää korroosionkestoja yhdistettynä hyviin muovattavuusominaisuuksiin
- tunnetaan nimellä **GALFAN**
“**GAL**vanization **FAN**tastique”

Lamellinen mikrorakenne

- α -faasi max 1.2 % Al
- β -faasi max 16.9 % Al



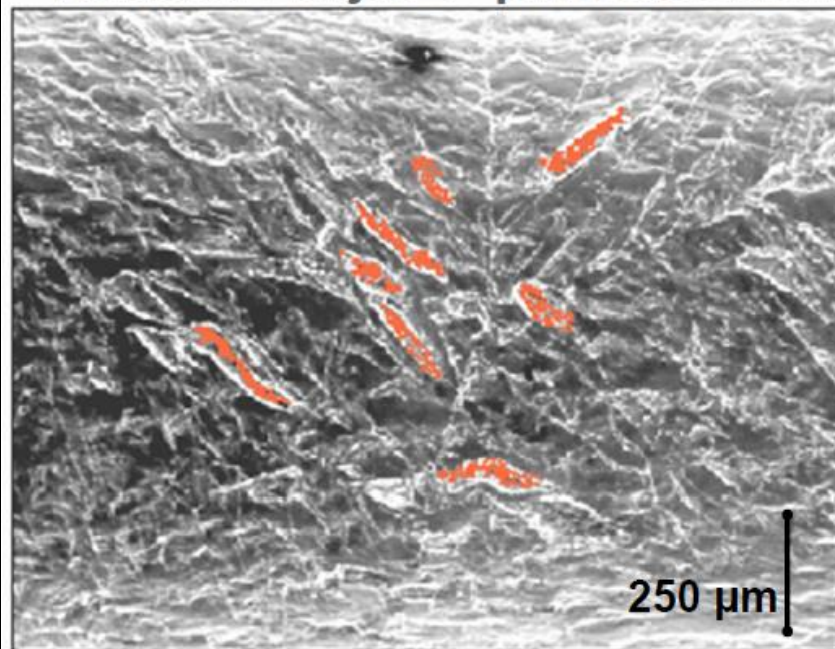
Galfan-pinnoitteen ominaisuudet

Muovattavuus

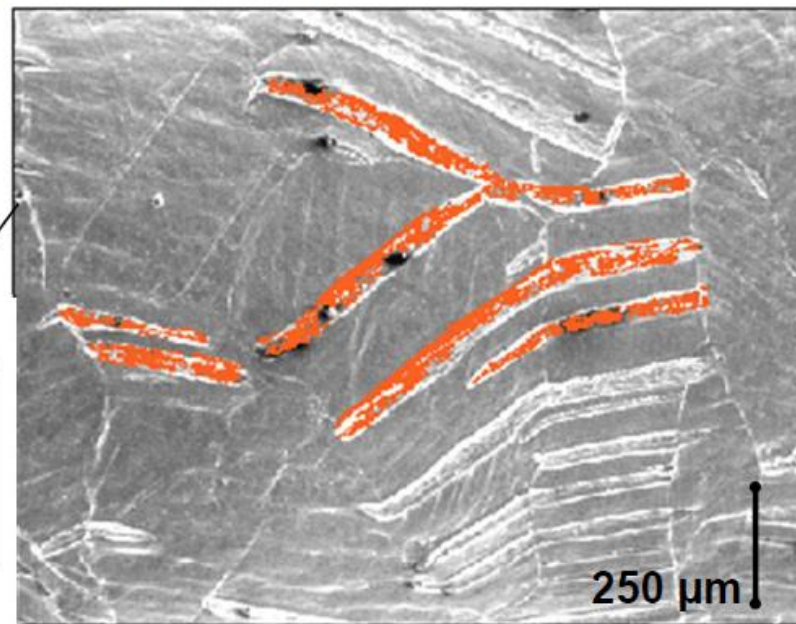
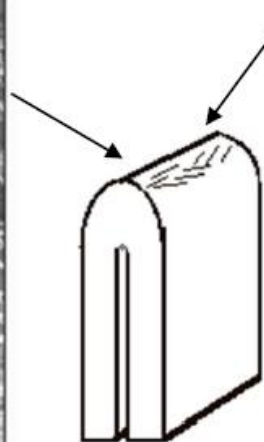
Galfanin lamellinen mikrorakenne on etu erityisesti vaativassa muovauksessa.

Galfan-pinnoite ei murru lainkaan tai siihen syntyy vain mikromurtumia.

Vertailu ZA ja Z -pinnoitteiden välillä taivutustestissä



20 μm GALFAN, 0a-taivutussärmä



20 μm zinc, 0a-taivutussärmä

Sinkki-rautaseospinnoite, ZF

Käyttökohteisiin, joissa tarvitaan hyvää hitsattavuutta, maalattavuutta ja erinomaista korroosionkestävyyttä maalattuna.

- Pinnoitteen koostumus: ~ 90 % sinkkiä , ~ 10 % rautaa
- Pinnoitteen massa 60 – 140 g/m²
- tunnetaan nimellä **GALVANNEALED**
"GALVAnized + ANNEALED"

Korroosionkesto maalattuna

Galvannealed-pinnoitteella on erinomainen korroosionkestävyys maalattuna

- Hyvä maalin tartunta
- Pienempi potentiaaliero Galvannealed-pinnoitteen ja teräksen, kuin sinkin ja teräksen, välillä



Jauhemaalattu ZF100



Jauhemaalattu Z100

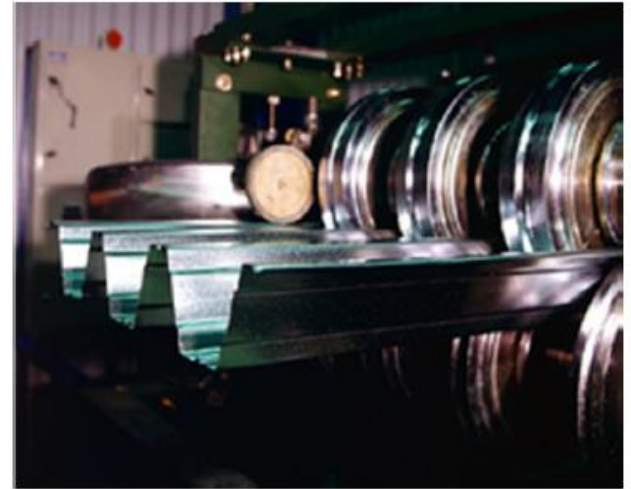
RAKENNETERÄKSET

Soveltuvat

saumaukseen
taivutukseen
muuhun kohtuulliseen
muovaukseen

Käyttökohteisiin, joissa tarvitaan taattuja
lujuusominaisuuksia ja ilmastokorroosion
kestoja, kuten

poimulevyt
kevytprofiilit
naulalevyt



S220GD

S250GD

S280GD

S320GD

S350GD

Metallipinnoitetut rakenneteräkset

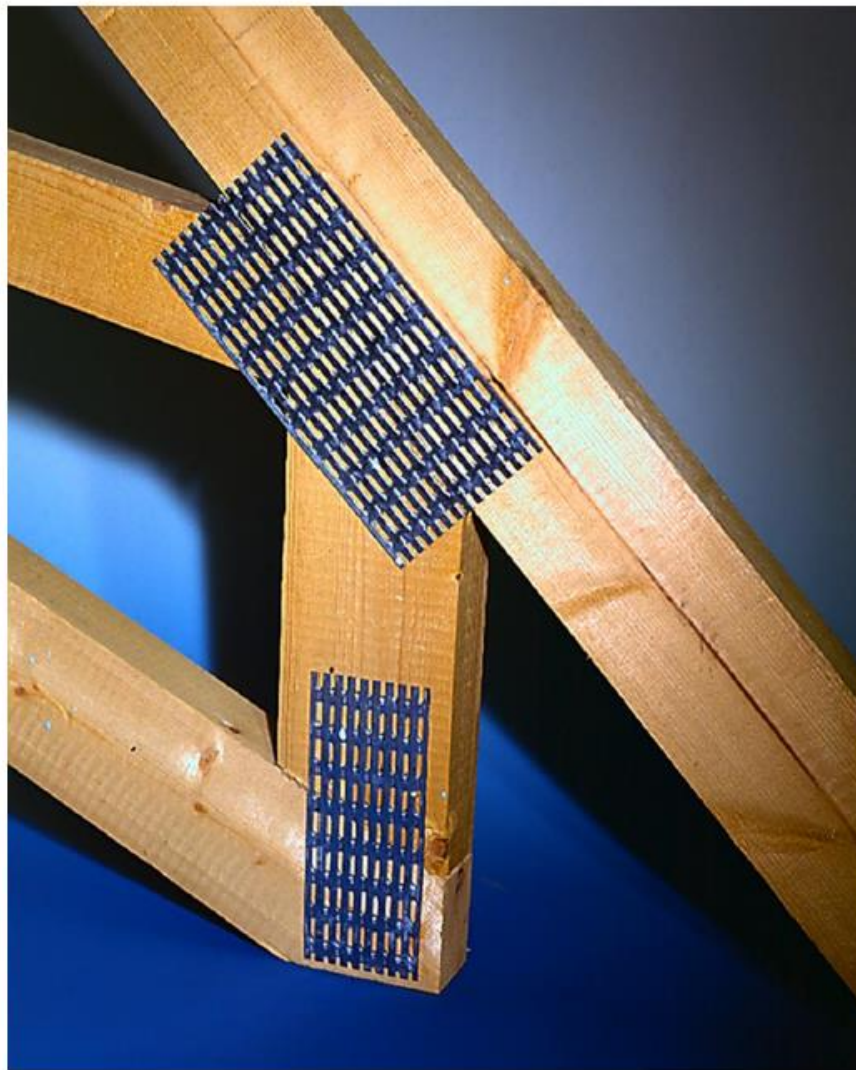
Mekaaniset ominaisuudet (Testaussuunta pitkittäin)

Teräslaji	Myötölujuus R_e Min Mpa	Murtolujuus R_m Min Mpa	Venymä A_{80} Min %	Taivutus- testi 180° Tuurnan halkaisija ¹⁾
S220GD	220	300	20	1t
S250GD	250	330	19	1t
S280GD	280	360	18	2t
S320GD	320	390	17	3t
S350GD	350	420	16	3t

¹⁾ t = levyn paksuus

S350GD

Naulalevyt



LUJAT MUOVATTAVAT TERÄKSET

Kevyempi rakenne, korkeampi hyötykuorma

Lujuuteen suhteutettu kilohinta matalampi

Soveltuu automatisoituun konepajatyöhön

Tyypillisiä käyttökohteita ovat ajoneuvot
ja muut rakenteet, missä vaaditaan korkeaa
lujuutta ja hyvää muovattavuutta



HX260LAD

HX300LAD

HX340LAD

HX380LAD

HX420LAD

HX460LAD

HX500LAD

HX340LAD – HX500LAD

Käyttökohteisiin joissa vaaditaan lujuutta, muovattavuutta ja korroosionkestoa

HSLA High-Strength Low-Alloy -teräkset

- Mikroseostettuja niobilla, titaanilla ja/tai vanadiinilla
- Alhainen seostus → hyvä hitsattavuus
- Autoteollisuuden rakenneosiin
 - painonsäästön mahdollisuudet
 - turvallisuus
- Putket "FORM"-tuotenimillä

HX340LAD – HX500LAD

Mekaaniset ominaisuudet (Testaussuunta poikittain)

Teräslaji	Myötölujuus R_e MPa	Murtolujuus R_m MPa	Venymä A_{80} Min % ⁽¹⁾
HX340LAD	340...420	410...510	21
HX380LAD	380...480	440...560	19
HX420LAD	420...520	470...590	17
HX460LAD ²⁾	460...560	500...640	15
HX500LAD ²⁾	500...620	530...690	13

¹⁾>0,70mm

²⁾Teräslajia toimitetaan erikseen sovittaessa

HX340LAD + Z

Pesukoneen pohjalevy



Erittäin lujat muovattavat teräkset

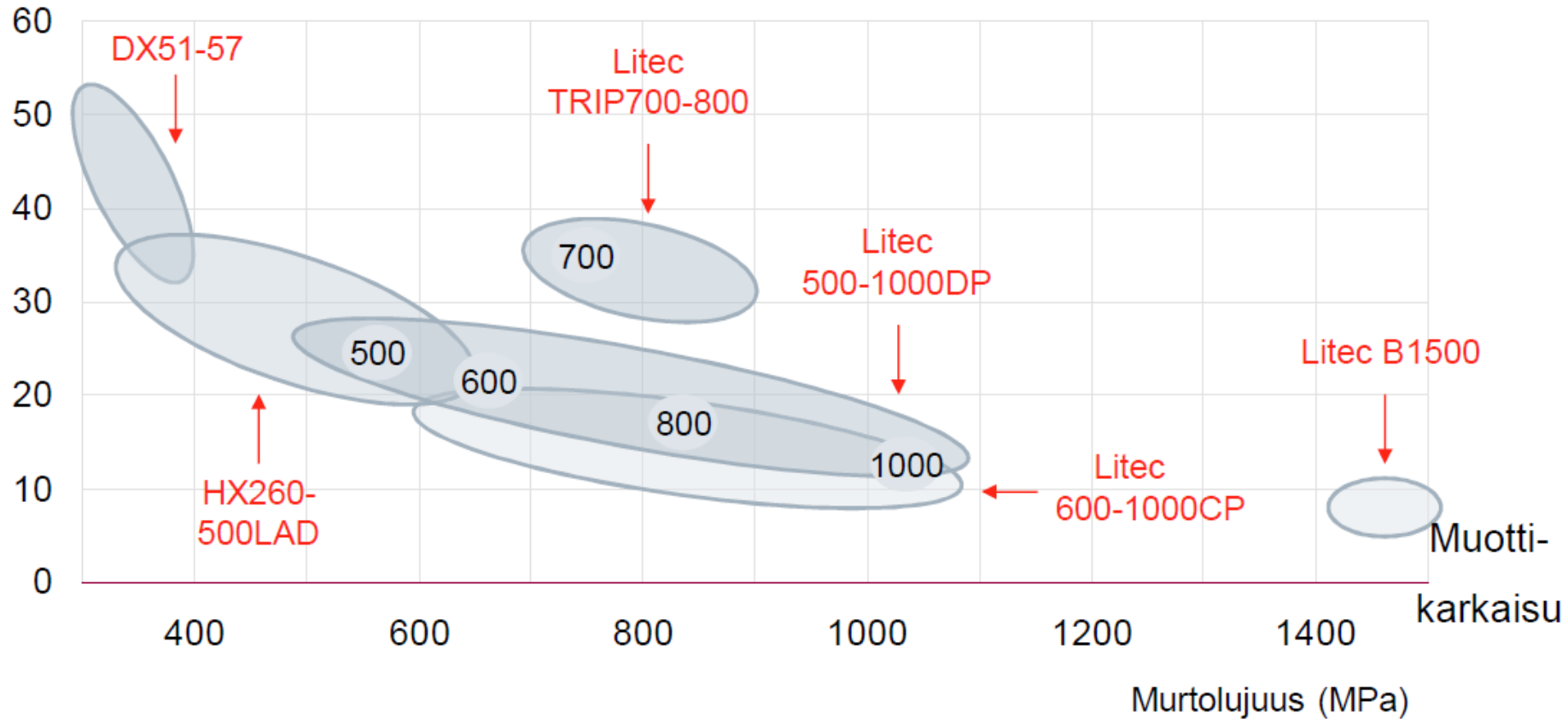
Käyttökohteisiin, joissa vaaditaan korkeaa lujuutta ja hyvää korroosionkestoa.

LITEC DP / CP : Monifaasiteräkset

LITEC B1500+ZF : Muottikarkaistava Galvannealed-pinnoitettu teräs

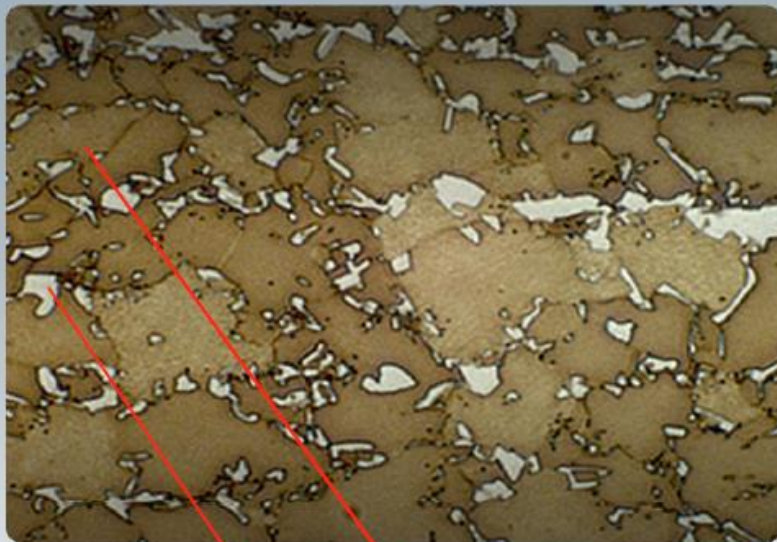
Ruukin ohutlevyterästen kehitys

Venymä A80 (%)



LITEC DP / CP

DP-teräksen mikrorakenne

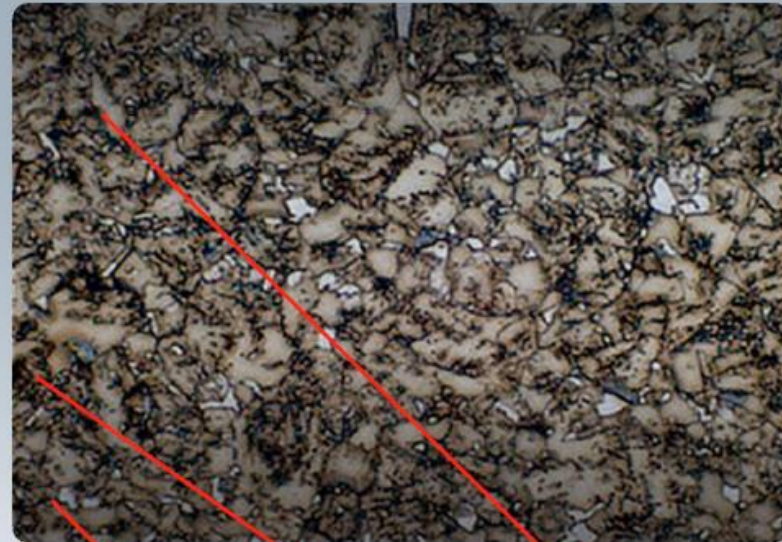


martensiitti ferriitti

Mikrorakenteessa on kovaa martensiittia
pehmeän ferriitin seassa.

- pehmeä ferriitti antaa muovattavuutta
- kova martensiitti nostaa lujuutta

CP-teräksen mikrorakenne



martensiitti bainiitti ferriitti

Mikrorakenteessa on kovaa martensiittia
bainiitin ja ferriitin seassa.

- pehmeä ferriitti antaa muovattavuutta
- keskikovaa bainiittia
- kova martensiitti nostaa lujuutta

Käyttökohteet autoteollisuudessa

Kylmämuovattavat teräkset



Runkopalkit edessä ja takana
Lattian ja katon poikittaispalkit
Lattiat
Iskunvaimennuksen kiinnityskohtat
Pitkittäispalkit
A-pilari
C-pilari

Käyttökohteet autoteollisuudessa

Muottikarkaistavat teräkset



A-pilari

B-pilari

C-pilari

Poikittaispalkit edessä ja takana sekä
katossa

LITEC DP-teräkset

- Alhainen myötö/murtolujuussuhde ~ 0,5-0,6.
- Muovattavuus on hyvä suhteessa korkeaan lujuuteen.
 - Soveltuu erinomaisesti venytysmuovaukseen voimakkaan muokkauslujittumisen ansiosta
 - Voidaan rajoitetusti syvävetää
- Korkea muokkaus- ja lämpölujittumiskapasiteetti.
- Korkea energian absorptiokyky.

LITEC CP-teräkset

- Myötö/murtolujuussuhde korkeampi kuin DP teräksillä
~ 0,6 - 0,7.
- Korkea muokkaus- ja lämpölujittumiskapasiteetti.
- Soveltuu hyvin venytys- ja rullamuovaukseen.
- CP terästen reunasiitekeys on parempi kuin DP terästen:
 - leikkausreunan siitekeys
 - reiänlaajennus

LITEC 600CP + ZA

Kevytperävaunut / Gunnar Hippe AS

DX51D muutettiin LITEC:iin

- erottautuminen kilpailijoista
- painon säästö 20%
 - polttoaineen kulutus
 - lisää hyötykuormaa



ALUMIINIT

LAJITTELUTAPOJA

Sarja	Pääseosaine	Yleisimmät kauppalaadut
1XXX	Puhdas, seostamaton alumiini	AW 1050A
2XXX	Kupari	AW 2024
3XXX	Magnaani	AW 3103, 3003, 3105
4XXX	Pii	AW 4017
5XXX	Magnesium	AW 5754, 5005, 5083, 5049
6XXX	Pii ja magnesium	AW6063, 6082, 6101
7XXX	Sinkki	AW 7075, 7108
8XXX	Muu, esim. rauta	AW 8006, 8011A

Karkenemattomat/valssauslujittuvat

Sarja	Pääseosaine	Seosaineen vaikutus

Karkenevat/lämpölujittuvat

Sarja	Pääseosaine	Seosaineen vaikutus

Alumiinien vertailutaulukko

								R, 0.2% Rm		
EN AW	AA	WERKSTOFF	DIN	SS	MPa	MPa	HB	Käyttökohteet		
1050A	1050A	3.0255	Al99,5	4007	20	65	20	Hyvä korroosiokesto, hyvä muovattavuus		
1070A	1070A	3.0275	Al99,7	4005	15	60	18	Hyvä korroosiokesto, hyvä muovattavuus		
1200	1200	3.0205	Al99,0	4010	25	75	23	Syvävetoon, lämmönvaihtimet		
2007	2007	3.1645	AlCuMgPb	4335	220	340	90	Automaattisorvauslaatu		
2014	2014	3.1255	AlCuSiMn	4338	440	360	120	Suuri lujuus, lentokoneteollisuus		
2017A	2017	3.1325	AlCuMg1		260	380	110	Pakkausteollisuus, hyvä lujuus		
2024	2024	3.1355	AlCuMg2		330	460	120	Suuri lujuus ja sitkeys, lentokoneteollisuus		
3003	3003	3.0517	AlMnCu		35	95	28	Hyvä korroosiokesto, hyvä muovattavuus		
3103	3103	3.0515	AlMn1	4054	35	90	27	Autokorilaatu		
5005	5005	3.3315	AlMg1	4106	110	145	47	Anodisointilaatu		
5052	5052	3.3523	AlMg2,5	4120	65	170	47	Hyvä korroosiokesto		
5083	5083	3.3547	AlMg4,5Mn	4140	125	275	75	Hyvä korroosiokesto, merivesilaatu		
5754	5754	3.3535	AlMg3	4125	80	200	50	Merivesilaatu, hyvä hitsattavuus		
6012	6012	3.0615	AlMgSiPb		200	275	80	Automaattisorvauslaatu		
6061	6061	3.3211	AlMg1SiCu		240	290	90	Hyvä hitsattavuus, suuri lujuus		
6063	6063	3.3206	AlMgSi0,5	4104	160	215	70	Yleisin profiililaatu, sopii anodisointiin		
6262	6262		AlMg1SiPb		240	290	85	Automaattisorvauslaatu, anodisoitava		
7020	7020	3.4335	AlZn4,5Mg1	4425	275	350	105	Suuri lujuus, hitsattava		
		3.4144			485	545	150	Lentokoneteollisuus		
7075	7075	3.4365	AlZnMgCu1,5		505	570	150	Muottiteollisuus, työvälineet, lentokoneet		
7475	7475	3.4384			420	500	140	Lentokoneteollisuus		

1000-SARJA

- Sarjan seokset koostuvat vähintään 99 % puhtaista alumiineista
- Foliot, pakkaukset, sisäkatot, valomainokset
- Levyinä ja profiileina

2000-SARJA

- 2 – 10 % kupariseostuksella yhdistettynä magnesiumiseostukseen saavutetaan suurempi lujuus kuin 1000-sarjalaisilla
- Puhdasta huonompi korroosiokestävyys
- Puhdasta parempi lastuttavuus
- Eivät sovellu MIG/TIG-hitsaukseen
- Lentokoneiden rungot ja siivet, avaruusaluusten polttoainetankit
- Levyinä ja profileina

3000-SARJA

- Magnaaniseostuksella saavutetaan puhdasta parempi lujuus
- Muovaus- ja korroosio-ominaisuudet säilyvät riittävän hyvinä
- Autojen jäähdyttimet, sisä- ja ulkokatot, lämmönvaihtimet
- Levyinä ja nauhoina

4000-SARJA

- Alumiiniseosta lujitetaan piiseostuksella aina 12,5 %:iin asti
- Piiseostuksella saavutetaan yleensä parhaat hitsausominaisuudet alumiiniseoksista.
- Hyvä muovattavuus ja korroosiokestävyys
- Juottolangat, hitsauslangat, kerroslevyt, lämmönvaihtimet ja auton jäähdyttimet
- Kerroslevyinä ja hitsauslankoina

5000-SARJA

- Vähintään 3 %:n magnesiumseostuksella alumiinista saadaan merivedenkestävää
- Magnesium lisää myös veto- ja murtolujuutta heikentämättä liikaa muovausominaisuuksia
- Hyviä hitsattavia
- Säiliöt, veneet, laivat
- Levyinä, nauhoina, profiileina

6000-SARJA

- Piin ja magnesiumin seostus
- 80 % pursotetusta alumiinista
- Hyvä lujuus, sitkeys, väsymislujuus, työstettävyys, hitsattavuus, anodisoitavuus
- Huonekalut, parvekerakenteet, tikkaat, auton osat
- Profiileina, levyinä, nauhoina

7000-SARJA

- Pääseosaine sinkki
- Sinkillä saavutetaan korkeat lujuudet
- Lujuutta voidaan lisätä entisestään seostamalla vielä kuparia tai magnesiumia. Ne ovat huonoja pursotettavuudeltaan ja alttiita jännityskorroosiolle, mutta hyviä hitsata
- Sillat, nosturit, autojen osat (esim. puskurien sisäosat), avaruusteollisuus
- Profiileina ja levyinä

8000-SARJA

- Kaikki muut, mutta tyypillisin seosaine rauta

ALUMIINISTA YLEISESTI

- Puhtausvaatimukset
- Kierrätettävyys
- Oksidikalvo

MINKÄ VALITSEN JA MITEN?

- Standardeilla voi verrata eri valmistajia
 - Hinta
 - Saatavuus
 - Hitsattavuus
 - Pinnoitettavuus
 - Paino
 - Muovattavuus
 - Korroosio-ominaisuudet
-

MATERIAALIVALMISTAJAN OHJELEHTINEN

- [Linkki](#)

RUOSTUMATTOMAT TERÄKSET

RUOSTUMATTOMAT TERÄKSET

- Korroosiokestävyys perustuu kromiin, jota tulee olla teräksessä vähintään 10,5 %
- Kromiseostuksen vuoksi teräs passivoituu helpommin
- Ruostumattomat jaetaan faasirakenteensa mukaan edelleen austeniittisiin, ferriittisiin, austeniittis-ferriittisiin ja martensiittisiin

1)	Teräs ²⁾			Tyypillinen kemiallinen koostumus, %						Kuvaus
	EN	ASTM	OUTOK	C	N	Cr	Ni	Mo	Muut	
Ferrittiset ruostumattomat teräkset	1.4003	S40977	4003	0,02	-	11,5	0,5	-	-	12Cr rakenneteräs
	1.4016	430	4016	0,04	-	16,5	-	-	-	17Cr yleisteräs
	1.4509	S43940	4509	0,02	-	18	-	-	Ti+Mb	18Cr yleisteräs
	1.4512	409		0,03	-	11	-	-	Ti	Pakoputki- ja katalysaattoteräs
	1.4521	444		0,02	-	18	-	2	Ti+Mb	Kuumavesivaraajateräs
Austenittis-ferrittiset teräkset	1.4162	S32101	LDX 2101 [®]	0,03	0,22	21,5	1,5	0,3	5Mn	Niukkaseostainen austeniittis-ferrittinen teräs
	1.4362	S32304	2304	0,02	0,10	23	4,8	0,3	-	Niukkaseostainen austeniittis-ferrittinen teräs
	1.4462	S32205	2305	0,02	0,17	22	5,7	3,1	-	Keskiseostainen austeniittis-ferrittinen teräs
	1.4410	S32750	2507	0,02	0,27	25	7	4	-	Runsasseostainen austeniittis-ferrittinen teräs
Austenittiset CrNi- ja CrMn-teräkset	1.4318	301LN	4318	0,02	0,14	17,7	6,5	-	-	Rakenneteräs
	1.4372	201	4372	0,05	0,15	17	5	-	6,5Mn	Mn-seostainen yleisteräs
	1.4301	304	4301	0,04	-	18,1	8,3	-	-	Yleisteräs
	1.4307	304L	4307	0,02	-	18,1	8,3	-	-	Matalahiilinen yleisteräs
	1.4311	304LN	4311	0,02	0,14	18,5	10,5	-	-	Tyypiseostettu ruostumaton
	1.4541	321	4541	0,04	-	17,3	9,1	-	Ti	Ti-stabiloitu ruostumaton
	1.4306	304L	4306	0,02	-	18,2	10,1	-	-	Matalahiilinen ruostumaton
Austenittiset CrNiMo-teräkset	1.4401	316	4401	0,04	-	17,2	10,2	2,1	-	"Haponkestävä"
	1.4404	316L	4404	0,02	-	17,2	10,1	2,1	-	Matalahiilinen "haponkestävä"
	1.4436	316	4436	0,04	-	16,9	10,7	2,6	-	"Haponkestävä" 2,6Mo
	1.4432	316L	4432	0,02	-	16,9	10,7	2,6	-	Matalahiilinen "haponkestävä" 2,6Mo
	1.4406	316LN	4406	0,02	0,14	17,2	10,3	2,1	-	Tyypiseostettu "haponkestävä"
	1.4571	316Ti	4571	0,04	-	16,8	10,9	2,1	Ti	Ti-stabiloitu "haponkestävä"
	1.4435	316L	4435	0,02	-	17,3	12,6	2,6	-	Niukkahilinen "haponkestävä"
Austenittiset runsasseostetut teräkset	1.4439	317LMN	4439	0,02	0,14	17,8	12,7	4,4	-	Kemianteollisuuden erikoisteräs
	1.4539	N08904	904L	0,01	-	20	25	4,3	1,5Cu	Kloridipitoiset luokset
	1.4529	N08926	4529	0,02	0,20	20	25	6,5	0,5Cu	Kloridipitoiset luokset
	1.4547	S31254	254 SMO [®]	0,01	0,20	20	18	6,1	Cu	Kloridipitoiset luokset
	1.4565	S34565	4565	0,02	0,45	24	17	4,5	5,5Mn	Urea

1) Jaottelu kiderakenteen (ferrittinen, austeniittis-ferrittinen, austeniittinen) tai seostuksen perusteella.
2) Teräslajit SFS EN 10088-2 /ASTM A240 /Outokumpu mukaan. Mekaaniset arvot SFS EN 10088-2 mukaan.
Lihavoidut EN-standardin mukaiset teräslajit sisältyvät SFS EN 1993-1-4-standardiin, mutta myös muita teräslajeja voidaan käyttää, kun mitoitus on perusteltu standardin kohdan 7 mukaisesti.

AUSTENIITTISET CRNI

- Tyypillisesti 18 % Cr ja 8 % Ni
- Eniten käytettyjä
- Ei aggressiiviset kaupunki-, maaseutu, ja teollisuusympäristön kohteet
- Esim 304L

AUSTENIITTISET CRNIMO

- Tyypillinen seostus 18 % Cr, 10 % Ni ja 2 % Mo
- Sijaintipaikka aggressiivinen kaupunki- tai teollisuusympäristö tai meri-ilmasto
- 316L