

---

**SFS-ENV 1993-1-4: 1996,  
kohdat 2.1.3, 2.3, 6.3 ja 7**

**Käytetään yhdessä SFS-ENV  
1993-1-4:n kansallinen  
soveltamisasiakirjan (NAD)  
kanssa**

---

## **Austeniittiset ruostumattomat suorakaideputket – Muokkauslujuuttamisen hyödyntäminen päittäisliitoksissa**

---

**Yhteyshenkilöt:**

Asko Talja  
VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
PL 1805, 02044 VTT  
puh. (09) 456 6831, fax. (09) 456 7003

Martti Vilpas  
VTT Tuotteet ja tuotanto  
PL 1702, 02044 VTT  
puh. (09) 456 6868, fax. (09) 460 627

Pekka Yrjölä  
Stalatable Oy  
Taivalkatu 7, 15170 Lahti  
p. 03-882 1918, fax 03-882 1914

Matti Prakkula  
AvestaPolarit Stainless Oy  
95400 Tornio  
puh. (016) 4521, fax (016) 453295

---

**Menetelmän kuvaus:**

Tämän ohjeen mukaan voidaan laskea austeniittisestä ruostumattomasta teräksestä valmistettujen suorakaideputkien päittäisliitoksen kestävyys, kun hyödynnetään aineen muokkauslujuuttuminen. Päittäisliitos voi olla toteutettu joko täysin läpihitsattuna päittäishitsinä tai välilevyllä ja pienahitsillä.

**Menetelmän rajoitukset:**

Tätä ohjetta voidaan käyttää seuraavin edellytyksin:

- hitsauksen toteutus täyttää ohjeessa annetut vaatimukset ja
- rakenteiden kuormat ja kuormitusyhdistelmät käsitellään niitä koskevien SFS-ENV –esistandardien mukaisesti.


---


Teräsrakenneyhdistyksen Normitoimikunta on käsitellyt ja hyväksynyt Teräsnormikortin 15/2002 ja todennut sen täyttävän RakMK:n teräsrakenteita koskevien ohjeiden vaatimukset. Kortiston käyttäjällä on vastuu kortiston ohjeiden käytöstä.

Tämä Teräsnormikortti on voimassa toistaiseksi.

Helsingissä joulukuun 11. päivänä 2002

TERÄSRAKENNEYHDISTYS R.Y.

  
Pertti Sandberg  
puheenjohtaja

  
Kai Rätty  
toimitusjohtaja

## 1 Yleistä

(1) Ruostumattomista teräksistä eniten käytettyjä ovat austeniittiset laadut. Niiden myötöraja muokkauslujittamattomassa tilassa on yleensä 200-240 N/mm<sup>2</sup> (taulukko 1). Kylmämuokkaamalla ruostumattoman teräksen lujuutta voidaan kuitenkin lisätä huomattavasti, mikä antaa uusia mahdollisuuksia ruostumattomien terästen käytölle kantavissa rakenteissa. Näitä kylmälujitetussa tilassa toimitettavia tuotteita on saatavana sekä levyinä, nauhoina että rakenneputkina. Teräsnormikortti nro 6 (1997) käsittelee kylmälujitettujen rakenneputkien mitoitusala yleensä. Ruostumattomien teräsrakenteiden suunnittelua käsittelevät SFS-ENV 1993-1-4 (1999) ja sitä koskeva kansallinen suunnitteluohje (NAD 1999) sekä suunnittelijan käsikirja *Ruostumattomien terästen käyttö kantavissa rakenteissa* (Euro Inox 2002).

(2) Normikortti on laadittu, koska nykyisissä teräsrakenteiden Eurocode-ohjeissa ei sallita muokkauslujittumisen hyödyntämistä hitsatuissa rakenteissa ilman erillisselvityksiä. SFS-ENV 1993-1-4 toteaa: ”*Muokkauslujitetun tilan korotettuja mekaanisia ominaisuuksia ei saa käyttää ruostumattomille teräksille, jotka muokkauslujittuvat valmistuksen aikana, jos niitä on tarkoitus hitsata tai lämpökäsitellä kylmämuokkauksen jälkeen, ellei kokeellisesti voida osoittaa, että hitsaus tai lämpökäsittely eivät pienennä mekaanisia ominaisuuksia sovellettavia arvoja pienemmiksi*”.

*Taulukko 1. Kylmämuokattujen tuotteiden kohonneita lujuusarvoja materiaaleille 1.4301 (AISI 304) ja 1.4401 (AISI 316) eri standardien mukaan.*

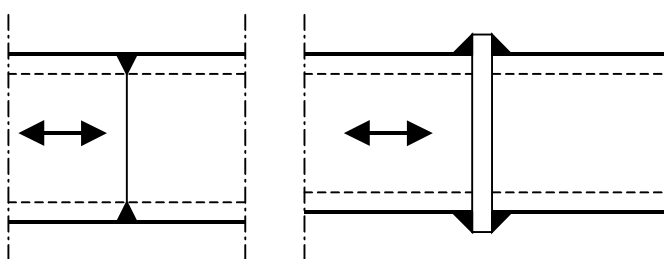
Kylmämuokkaustila	Myötöraja <sup>3)</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	Kohonnut vetomurtolujuus (N/mm <sup>2</sup> )
SFS-ENV 1993-1-4 (1999): SFS-EN 10088-2:n (1995) mukaan kylmämuokatut tuotteet		
Muokkaamaton	220 (240 <sup>1)</sup> )	460 (500 <sup>1)</sup> )
C700	350 <sup>2)</sup> )	700
C850	530 <sup>2)</sup> )	850
C1000	750 <sup>2)</sup> )	1000
ANSI/ASCE-8-90 (1991)		
Muokkaamaton	207	571
1/16 kova (hard)	276	552 (586 <sup>1)</sup> )
1/4 kova	517	862
1/2 kova	759	1034
<sup>1)</sup> 1.4401 (AISI 316) <sup>2)</sup> prEN 10088-2:ssa (draft 2001) on esitetty myös laadut CP350, CP500 ja CP700, joilla kohonneet myötörajat ovat vastaavasti 350, 500 ja 700 N/mm <sup>2</sup> . Näille laaduille ei ole asetettu vaatimusta vetomurtolujuudelle. <sup>3)</sup> Austeniittisilla ruostumattomilla teräksillä suunnittelussa käytettävä myötörajan arvo on 0,2%:n pysyvän venymän raja.		

(3) Ohjeen SFS-ENV 1993-1-1 mukaan läpihitsatun päittäishitsin kestävyys mitoitusarvo tulee valita yhtäsuureksi kuin heikoimman liitettävän osan kestävyys mitoitusarvo edellyttäen, että hitsattaessa käytetään lisäainetta, jolla standardin SFS-EN 1597-1 (1997) mukaisesti hitsatun ns. puhtaan hitsiaineen (all-weld-metal) vetokokeella

mitattu vähimmäismyötöraja ja vähimmäismurtolujuus ovat vähintään perusaineelle määriteltyjen vastaavien arvojen suuruisia. Ohjeen ANSI/ASCE-8-90 (1991) mukaan mukaan hitsatun liitoksen kestävyuden mitoitusarvo määritetään aina liitosalueen heikoimman kohdan mukaan. Liitosalueella tarkistetaan liitettävän osan kestävyys muokkaamattoman perusaineen murtolujuuden perusteella ja hitsin kestävyys puhtaan hitsiaineen murtolujuuden perusteella. Tämä lähestymistapa on lähtökohdaltaan Eurocode-ohjetta laajemmin sovellettavissa ja siksi se on valittu myös tässä esityksessä tehdyn ohje-ehdotuksen perusteeksi.

## 2 Menetelmän rajoitukset

(1) Tämän ohjeen mukaan voidaan laskea austeniittisesta ruostumattomasta teräksestä valmistettujen rakenneputkien päittäisliitosten kestävyys. Päittäisliitos voi olla toteutettu joko täysin läpihitsattuna päittäishitsinä tai välilevyllä ja pienahitsillä. Tyypillistä tarkasteltaville liitoksille on, että niihin kohdistuu hitsin suuntaan nähden poikittaisia veto- tai puristusrasituksia (kuva 1).



Kuva 1. Rakenneputken päittäisliitoksia.

(2) Normikorttia voidaan käyttää taulukossa 2 esitetyille aineille. Liitettävän rakenneputken ainepaksuus  $t$  saa olla enintään 8 mm. Laskennassa käytettävä perusaineen kohonnut myötöraja ja kohonnut murtolujuus ovat valmistajan rakenneputkelle ilmoittamia vähimmäisarvoja, jotka saadaan rakenneputken ainestodistuksesta. Suurin laskennassa hyödynnettävä myötöraja (0,2-raja) saa kuitenkin olla enintään  $350 \text{ N/mm}^2$  ja murtolujuus enintään  $550 \text{ N/mm}^2$ . Hitsiaineen murtolujuutena käytetään puhtaan hitsiaineen vähimmäismurtolujuutta (taulukko 3). Lisäksi edellytetään, että laskennassa käytettävä hitsiaineen murtolujuus ei saa olla suurempi kuin laskennassa käytettävä perusaineen murtolujuus.

(3) Käytettävät hitsausmenetelmät ovat pikkohitsaus, MIG/MAG-hitsaus, MAG-täytelankahitsaus ja TIG-hitsaus.

(4) Mikäli käytetään muita kuin taulukossa 2 esitettyjä materiaaleja tai hitsauslisäaineita, laskentaohjeen soveltuvuus täysin läpihitsatulle liitokselle on varmistettava vähintään standardin SFS-EN 895 (1995) mukaisella läpihitsatun liitoksen poikittaisella vetokokeella, mutta myös rakenneputkelle tehdyt vetokokeet ovat suositeltavia. Pienaliitoksen osalta laskentamenetelmän soveltuvuus varmistetaan rakenneputken välilevyliitokselle tehdyllä kokeella (kuva 1). Kun arvioidaan laskentamenetelmän tarkkuutta, liitoksien murtolujuuksia verrataan käytetyn lisäaineen puhtaan hitsiaineen murtolujuuteen ja käytetystä rakenneputkesta mitattuun perusaineen vetomurtolujuuteen. Puhtaan hitsiaineen murtolujuus määritetään standardin SFS-EN 876 (1996) mukaisella hitsiaineen pitkittäisellä vetokokeella.

Taulukko 2. Eri teräksille soveltuvat hitsauslisäaineet (Euro Inox 2001).

Hitsattava teräs		Lisäaine		
Teräksen numero	Teräksen merkintä	Hitsauspuikot SFS-EN 1600	Hitsauslangat SFS-EN 12072	Täytelangat SFS-EN 12073
1.4301	X5CrNi18-10	E 19 9	G 19 9 L	T 19 9 L
1.4306	X2CrNi19-11	E 19 9 L	G 19 9 L	T 19 9 L
1.4307	X2CrNi18-9	E 19 9 L	G 19 9 L	T 19 9 L
1.4318	X2CrNi18-7	E 19 9 L	G 19 9 L	T 19 9 L
1.4541	X6CrNiTi18-10	E 19 9 Nb	G 19 9 Nb	T 19 9 Nb
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	E 19 12 2	G 19 12 3 L	T 19 12 3 L
1.4404	X2CrNiMo17-12-2	E 19 12 3 L	G 19 12 3 L	T 19 12 3 L
1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	E 19 12 3 Nb	G 19 12 3 Nb	T 19 12 3 Nb

Taulukko 3. Puhtaan hitsiaineen mekaaniset ominaisuudet standardien SFS-EN 1600, SFS-EN 12072 ja SFS-EN 12073 mukaan.

Lisäaineen merkintä	Myötöraja N/mm <sup>2</sup>	Vetomurtolujuus N/mm <sup>2</sup>
E 19 9	350	550
E/G/T 19 9 L	320	510
E/G/T 19 9 Nb	350	550
E 19 12 2	350	550
E/G/T 19 12 3 L	320	510
E/G/T 19 12 3 Nb	350	550

### 3 Laskentamenetelmän kuvaus

(1) Laskentamenetelmän lähtökohtana on, että liitoksen mitoituskäytävyyden määrää pienin seuraavista arvoista:

- liitettävän osan kestävyys,
- perusaineen kestävyys hitsialueen muutosvyöhykkeellä tai
- hitsiaineen kestävyys.

#### 3.1 Liitettävän osan kestävyys

(1) Liitettävän osan vetokestävyys tarkistetaan ohjeen SFS-ENV 1993-1-1 mukaisesti:

$$N_{1.Rd} = A \cdot f_{y1} / \gamma_{M0}, \quad (1)$$

jossa  $A$  on pienemmän liitettävän osan pinta-ala,  $f_{y1}$  on muokkauslujittuneen perusaineen myötöraja (0,2-raja) ja osavarmuusluku  $\gamma_{M0}=1,1$ .

### 3.2 Perusaineen kestävyys hitsialueen muutosvyöhykkeellä

(1) Liitettävän osan vetokestävyys hitsin hitsialueen muutosvyöhykkeellä tarkistetaan lausekkeesta

$$N_{2.Rd} = 0,9 \cdot A \cdot f_{u1} / \gamma_{Mw}, \quad (2)$$

jossa  $A$  on liitettävän osan pinta-ala,  $f_{u1}$  on muokkauslujittuneen perusaineen murtolujuuden vähimmäisarvo ja osavarmuusluku  $\gamma_{Mw}=1,25$ .

### 3.3 Hitsiaineen kestävyys

(1) Läpihitsatulla päittäisliitoksella hitsiaineen kestävyys lasketaan lausekkeesta

$$N_{3.Rd} = 0,9 \cdot l \cdot t_w \cdot f_{u2} / \gamma_{Mw} \quad (3)$$

jossa  $l$  on hitsin pituus,  $t_w$  on hitsin paksuus (yleensä  $t_w=t_{min}$ ),  $f_{u2}$  on hitsiaineen vetomurtolujuus ja osavarmuusluku  $\gamma_{Mw}=1,25$ .

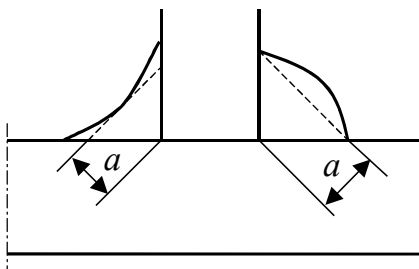
(2) Lausekkeista (1) - (3) seuraa, että tasalujalla liitoksella ( $t_w=t_{min}$ ), perusaineen ja hitsiaineen murtolujuuden tulee olla 1,26 kertaa muokkauslujittuneen aineen myötöraja.

(3) Pienaliitoksella toteutetussa päittäisliitoksessa hitsiaineen kestävyys lasketaan lausekkeesta

$$N_{4.Rd} = 0,9 \cdot \frac{l \cdot a \cdot f_{u2} / \sqrt{2}}{\gamma_{Mw}}, \quad (4)$$

jossa  $l$  on hitsin pituus,  $a$  on hitsin a-mitta (kuva 2),  $f_{u2}$  on hitsiaineen vetomurtolujuus ja osavarmuusluku  $\gamma_{Mw}=1,25$ .

(4) Lausekkeista (1) ja (4) seuraa, että tasalujalla rakenneputken päittäisliitoksella pienaliitoksen a-mitan tulee olla vähintään  $1,79 \cdot (f_{y1}/f_{u2}) \cdot t$ . Jos esimerkiksi  $f_{y1}=350 \text{ N/mm}^2$  ja hitsiaineen murtolujuus  $f_{u1}=510 \text{ N/mm}^2$ , a-mitan tulee olla vähintään  $1,25t$ .



Kuva 2. Periaatekuva pienahitsin a-mitan määrittämisestä.

## 4 Hitsauksen toteutus

- (1) Hitsauksen toteutuksessa ja laadunvarmistuksessa käytetään perusteena rakentamismääräyskokoelmassa B7 Teräsrakenteet (1996) sekä standardissa SFS-EN 1011-3 (2001) esitettyjä ohjeita.
- (2) Standardi SFS-EN 1011-3 antaa yleiset suositukset ruostumattomien terästen käsittelylle, osavalmistukselle ja kaarihitsaukselle jälkitoimenpiteineen. Standardin liite A antaa materiaaliikohtaisia lisätietoja koskien austeniittisia ruostumattomia teräksiä ja liitteet B-D muita ruostumattomia teräslaatuja. Standardi SFS-EN 1011-3 viittaa useisiin muihin hitsausstandardeihin, joiden antamat ohjeet tulee ottaa huomioon.
- (3) B7:n mukaisten rakenneluokkien 1 ja 2 rakenteissa noudatetaan SFS-EN 729-3:n mukaisia vakiolaatuvaatimuksia. Rakenneluokan 3 rakenteissa noudatetaan SFS-EN 729-4:n mukaisia peruslaatuvaatimuksia.
- (4) B7:n mukaan hitsausohjeet hyväksyy ainetta rikkomattomia tarkastuksia tekevän 2. tason tai hitsausinsinöörin pätevyyden omaava henkilö. Liitteeseen 1 on koottu esimerkkejä alustavista hitsausohjeista (pWPS). Ne on B7:n mukaisten rakenneluokkien 1 ja 2 tapauksissa hyväksyttävä käyttöön standardin SFS-EN 288-1 (1997) kuvaamalla menetelmäkoemenettelyllä.
- (5) Hitsaajalta edellytetään standardin SFS-EN 287-1 (1997) mukaista pätevyyttä.
- (6) Hitsaus voidaan suorittaa puikko-, MAG- tai täytelanka-MAG –menetelmillä. Käytettäessä kaasukaarihitsausta suojakaasu valitaan lisäainevalmistajan suositusten mukaisesti.
- (7) Hitsausaineet valitaan yhdenmukaisesti standardien SFS-EN 1600 (1998), SFS-EN 12072 (2000) ja SFS-EN 12073 (2000) kanssa. Taulukossa 2 esitettyjen soveltuvien lisäaineiden koostumus on yleensä sellainen, että hitsiaineen ferriittipitoisuudeksi tulee 3-15 FN, mikä vähentää olennaisesti hitsiaineen kuumahalkeiluvaaraa. Mikäli aineelle käytetään muuta kuin taulukossa 2 esitettyä hitsauslisäainetta, lisäaineen valinta tulee tarkistaa Schaeffler-, DeLong-, tai WRC- diagrammilla ottaen huomioon myös perusaineen sekoittumisvaikutus hitsiin.
- (8) Hitseissä ei saa olla virheitä, jotka alentavat rakenteen toimintakykyä. Hyväksymisrajat tulee valita tuotestandardien mukaisesti. Ellei sellaista ole, hyväksymisrajojen tulee perustua standardiin SFS-EN 25817 (1997). Kantaviin, pääasiassa staattisesti kuormitettuihin rakenteisiin valitaan vähintään luokka C. Vastaaviin rakenteisiin, joiden vaurioista aiheutuvat taloudelliset tai henkilöriskit ovat suuret, käytetään luokkaa B, kun hitsin hyväksikäyttöaste on suurempi kuin 0,8.

## 5 Lähdeluettelo

### Normikortin perusteena käytetyt tutkimusraportit:

- Huhtala, L. 1999. Hitsauksen vaikutus muokkauslujitetusta ruostumattomasta teräksestä valmistetun tasalujan liitoksen lujuuteen. Diplomityö. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu. 139 s.+ liitt. 92 s.
- Huhtala, L., Talja, A., Yrjölä, P. 2002. Ruostumatonta teräs hitsatuissa rakenteissa - Päittäisliitokset RHS-putkipalkeilla. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu. Tutkimusraportti nro 36. 27 s.+liitt. 13 s.
- Huhtala, L., Talja, A., Yrjölä, P., Partanen, T., Kyröläinen, A. 2001. The effect of welding on the strength of cold-formed stainless steel connections. Teoksessa: Mäkeläinen, P., Kesti, J., Kaitila, O. NSCC 2001 Proceedings. Espoo, Finland, 18-20 June, 2001. Helsinki, Teräsrakenneyhdistys ry. S. 747-754.
- Koukkari, H. 2002. Ruostumatonta teräs hitsatuissa rakenteissa - Koetulosten tilastollinen tarkastelu. Espoo: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Sisäinen raportti nro RTE10-IR-9/2002. 27 s. + liitt. 5 s.
- Talja, A. 2002. Ruostumatonta teräs hitsatuissa rakenteissa – Liitosten vetokokeet piensauvoilla. Espoo: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Sisäinen raportti nro RTE50-IR-10/2002. 24 s. + liitt. 18 s.
- Talja A, Vilpas M. 2002. Ruostumatonta teräs hitsatuissa rakenteissa - Suositus mitoitusohjeeksi. Espoo: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Sisäinen raportti nro RTE50-IR-12/2002. 15 s.
- Talja, A., Vilpas, M., Huhtala, L. 2002. Ruostumatonta teräs hitsatuissa rakenteissa – Muokkauslujittumisen hyödyntäminen päittäisliitoksissa. Teräsrakentamisen T&K-päivät. Mikkeli 13.-14.6.2002. 12 s.
- Vilpas, M. 2002a. Ruostumatonta teräs hitsatuissa rakenteissa - RHS-putkipalkkien liitosten valmistus. Raportti VAL22-023520. Espoo: VTT Tuotteet ja tuotanto. 10 s. + liitt. 24 s.
- Vilpas, M. 2002b. Ruostumatonta teräs hitsatuissa rakenteissa - Hitsauksen kirjallisuuskatsaus. Raportti VAL22-023521. Espoo: VTT Tuotteet ja tuotanto. 22 s.

### Muuta lähdeaineistoa:

- ANSI/ASCE-8-90. 1991. Specification for the design of cold-formed stainless steel structural members. New York: American Society of Civil Engineers. 114 s.
- B7. 1996. Teräsrakenteet. Ohjeet 1996. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö. Asunto ja rakennusosasto. 51 s.
- Euro Inox. 2001. Welding of stainless steel. Materials and applications series, Vol. 3. Bryssel: Euro Inox. 36 s.
- Euro Inox. 2002. Käsikirja – Ruostumattomien terästen käyttö kantavissa rakenteissa. Rakennusarjan julkaisu 3. Bryssel: Euro Inox. 169 s.
- NAD. 1999. Kansallinen soveltamisasiakirja esistandardin SFS-ENV 1993-1-1:1992/A1:1994 (muutos) liitteille D ja K ja esistandardin SFS-ENV 1993-1-1:1992/A2:1998 (muutos) liitteille G, H, J, N ja Z sekä esistandardeille SFS-ENV 1993-1-2:1995, SFS-ENV 1993-1-3:1996 ja SFS-ENV 1992-1-4:1996. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 71 s.
- SFS-EN 287-1. 1997. Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 1: Teräkset. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 59 s.



- SFS-EN 288-1. 1997. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Osa 1: Yleiset ohjeet sulahitsaukselle. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 14 s.
- SFS-EN 288-2. 1997. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Osa 2: Hitsausohjeet kaarihitsaukselle. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 14 s.
- SFS-EN 729-1. 1995. Hitsauksen laatuvaatimukset. Metallisten materiaalien sulahitsaus. Osa 1: Valintaohjeet ja käyttö. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 13 s.
- SFS-EN 729-2. 1995. Hitsauksen laatuvaatimukset. Metallisten materiaalien sulahitsaus. Osa 2: Kattavat laatuvaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 13 s.
- SFS-EN 729-3. 1995. Hitsauksen laatuvaatimukset. Metallisten materiaalien sulahitsaus. Osa 3: Vakiolaatuvaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 11 s.
- SFS-EN 729-4. 1995. Hitsauksen laatuvaatimukset. Metallisten materiaalien sulahitsaus. Osa 4: Peruslaatuvaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 6 s.
- SFS-EN 876. 1996. Hitsien rikkova aineenkoetus metalleille. Hitsiaineen pitkittäinen vetokoe sulahitsausliitoksissa. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 12 s.
- SFS-EN 895. 1995. Hitsien rikkova aineenkoetus metalleille. Poikittainen vetokoe. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. 24 s.
- SFS-EN 1011-3. 2001. Hitsaus. Hitsaussuosituksukset metallisille materiaaleille. Osa 3: Ruostumattomien terästen kaarihitsaus. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 45 s.
- SFS-EN 1600. 1998. Hitsausaineet. Hitsauspuikot ruostumattomien ja tulenkestävien terästen puikkohitsaukseen. Luokittelu. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 16 s.
- SFS-EN 10088-2. 1995. Ruostumattomat teräkset. Osa 2: Yleiseen käyttöön tarkoitettut levyt ja nauhat. Tekniset toimitusehdot. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 86 s.
- SFS-EN 12072. 2000. Hitsausaineet. Hitsauslangat ja hitsaussauvat ruostumattomien ja tulenkestävien terästen kaarihitsaukseen. Luokittelu. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 13 s.
- SFS-EN 12073. 2000. Hitsausaineet. Täytelangat ruostumattomien ja tulenkestävien terästen täytelankahitsaukseen suojakaasun kanssa ja ilman suojakaasua. Luokittelu. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 16 s.
- SFS-EN 25817. 1997. Terästen kaarihitsaus. Hitsiluokat. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 20 s.
- SFS-ENV 1993-1-1. 1993. Eurocode 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 435 s.
- SFS-ENV 1993-1-4. 1999. Eurocode 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-4: Yleiset säännöt. Ruostumattomia teräksiä koskevat lisäsäännöt. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 50 s.
- TRY. 1997. Teräsnormikortti N:o 6/1997: STALA Oy:n valmistamien putkipalkkien käyttö standardin SFS-ENV 1993-1-1:n mukaisissa kantavissa rakenteissa. Helsinki: Teräsrakenneyhdistys r.y. 11 s.

**Esimerkkejä hitsausohjeista (WPS = Welding Procedure Specification)**

Ohjeet on luokiteltu alustaviksi (pWPS). Hitsausohjeiden hyväksyntä yrityskohtaisesti tuotannolliseen käyttöön edellyttää pääsääntöisesti menetelmäkokeiden suoritusta standardin SFS-EN 288-1 (1997) esittämän menettelyn mukaisesti. Muiden standardin SFS-EN 288-1 kuvaamien hitsausohjeiden hyväksymismenettelyistä on sovittava tapauskohtaisesti erikseen.

# VALMISTAJAN HITSAUSOHJE (Alustava, pWPS)

Paikka: VTT

Kokeen valvoja/testauksen suorittaja: M. Vilpas / A. Talja

Hitsausohje nro: pWPS 121

Viite nro: RST530-projekti

Hyväksymispöytäkirjan nro:

Valmistaja: VTT

Hitsaajan nimi: Aarne Kanerva

Hitsausprosessi: 111 (puikkohitsaus)

Liitosmuoto: RHS- putkipalkin päittäisliitos

Railon valmistuksen yksityiskohdat (kuva)\*

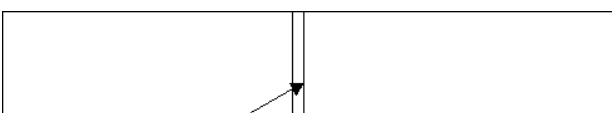
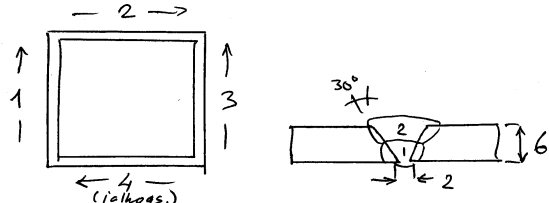
Railon valmistusmenetelmä ja puhdistus:

Perusaineen erittely: 1.4301 RHS 120x80x6

Aineenpaksuus (mm): 6 mm

Ulkohalkaisija (mm): 80/120 mm

Hitsausasento: Hitsaus alhaalta ylös (palot 1 ja 3), hitsaus jalkaosennossa (palot 2 ja 4)

Liitoksen kuva	Hitsausjärjestys
 <p>Päittäisliitos RHS-putkipalkissa</p>	

## Hitsauksen suoritusarvot

Palko/palkokerros <sup>(1)</sup>	Hitsaus-Prosessi	Lisäaineen mitat	Hitsausvirta (A)	Kaarijännite (V)	Virtalaji/napaisuus	Langan syöttönopeus	Kuljetus-nopeus (cm/min)*	Lämmöntuonti (kJ/mm)*
1/1	111	2.0	40-50	20-21	DC+		5.5 - 8.0	0.8 - 0.9
1/2		2.5	50-60	20-22			5.5 - 6.2	1.0 - 1.4
2/1		2.0	45-60	20-21			12	0.5 - 0.6
2/2		3.2	85-95	22-24			12.5	0.9 - 1.1
3/1		2.0	45-50	20-21			7.5 - 10.0	0.5 - 0.8
3/2		2.5	50-60	20-22			6.2 - 7.0	0.9 - 1.3
4/1		2.5	45-55	20-22			10.3	0.5 - 0.7
4/2		3.2	95-100	22-24			12.3	1.0 - 1.2

<sup>1)</sup> esim: 1/1 = putkipalkin sivu 1 / palkokerros 1

<p>Lisäaineen luokittelumerkintä ja kaupan nimi: <b>E 19 12 3 LR 11, OK 63.20</b></p> <p>Lisäaineen käsittely: Suojakaasu/jauhe: Juurikaasu: Kaasun virtausnopeus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>suojakaasu</li> <li>juurikaasu:</li> </ul> <p>Volfrاميةlektrodin tyyppi/koko: Juuren avauksen / juurituen yksityiskohdat: Korotettu työlämpötila: Palkojen välinen työlämpötila: &lt; 150 °C Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely ja / tai vanheneminen: Aika, lämpötila, menetelmä: Kuumennus- ja jäähtymisnopeudet. *</p>	<p>Muu informaatio: *</p> <p>esim:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sivuttaisliike ( palon enimmäisleveys):</li> <li>värähtely: amplitudi, taajuus, pysäytysaika:</li> <li>sykehitsauksen yksityiskohdat:</li> <li>vapaalankapituus:</li> <li>plasmahitsauksen yksityiskohdat:</li> <li>polttimen / pistoolin kulma:</li> </ul>
---	---

<p>Valmistajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus 15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i></p>	<p>Kokeen valvojan tai testauksen suorittajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus 15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i></p>
---	--

\*Jos vaadittu

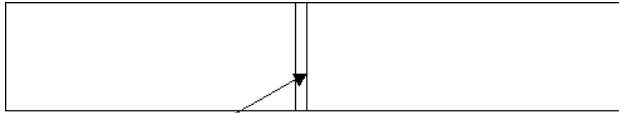
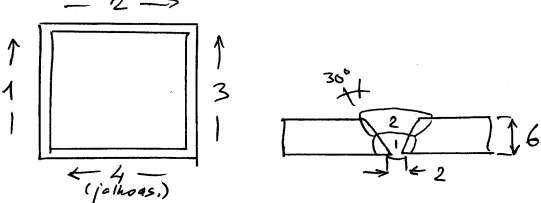
## VALMISTAJAN HITSAUSOHJE (Alustava, pWPS)

Paikka:  
**VTT**  
 Hitsausohje nro: **pWPS 122**  
 Viite nro: **RST530-projekti**  
 Hyväksymispöytäkirjan nro:  
 Valmistaja: **VTT**  
 Hitsaajan nimi: **Aarne Kanerva**  
 Hitsausprosessi: **132 (MAG-hitsaus)**  
 Liitosmuoto: **RHS- putkipalkin päittäisliitos**  
 Railon valmistuksen yksityiskohdat (kuva)\*

Kokeen valvoja/testauksen suorittaja:  
**M. Vilpas / A. Talja**  
 Railon valmistusmenetelmä ja puhdistus:  
 Perusaineen erittely: **1.4301 RHS 120x80x6**  
 Aineenpaksuus (mm): **6 mm**

Ulkohalkaisija (mm): **80 / 120 mm**

Hitsausasento: **Hitsaus alhaalta ylös (palot 1 ja 3), hitsaus jalkoasennossa (palot 2 ja 4)**

Liitoksen kuva	Hitsausjärjestys
 <p>Päittäisliitos RHS-putkipalkissa</p>	

Hitsauksen suoritusarvot

Palko/ palko- kerros <sup>(1)</sup>	Hitsaus- prosessi	Lisäaineen mitat	Hitsaus- virta (A)	Kaari- jännite (V)	Virtalaji/ napaisuus	Langan syöttö- nopeus (m / min)	Kuljetus-nopeus (cm/min)*	Lämmön- tuonti (kJ/mm)*
1	132	1.0 mm	138	14.8	DC+	5 - 7	28.8	0.43
			148	15.8			16.7	0.83
2			136	14.5			32.0	0.37
			148	15.8			17.1	0.82
3			138	14.8			28.8	0.43
			148	15.8			16.0	0.88
4			136	14.8			32.0	0.38
			148	15.8			17.1	0.82

<sup>1)</sup> esim: 1/1 = putkipalkin sivu 1 / palkokerros 1

Lisäaineen luokittelumerkintä ja kaupan nimi: <b>E19 12 3 Lsi, OK Autrod 16.32</b> Lisäaineen käsittely: Suojakaasu/jauhe: Agamix O <sub>2</sub> (Ar + 2% O <sub>2</sub> ) Juurikaasu: Kaasun virtausnopeus <ul style="list-style-type: none"> <li>Suojakaasu 10 l / min</li> <li>juurikaasu:</li> </ul> Volfrاميةlektrodin tyyppi/koko: Juuren avauksen / juurituen yksityiskohdat: Korotettu työlämpötila: Palkojen välinen työlämpötila: < 150 °C Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely ja / tai vanheneminen: Aika, lämpötila, menetelmä: Kuumennus- ja jäähtymisnopeudet. *	Muu informaatio: * esim: <ul style="list-style-type: none"> <li>sivuttaisliike ( palon enimmäisleveys):</li> <li>värähtely: amplitudi, taajuus, pysäytysaika:</li> <li>sykehitsauksen yksityiskohdat:</li> <li>vapaalankapituus:</li> <li>plasmahitsauksen yksityiskohdat:</li> <li>poltin / pistoolin kulma:</li> </ul>
---	---

Valmistajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus  15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i>	Kokeen valvojan tai testauksen suorittajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus  15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i>
--	---

\*Jos vaadittu

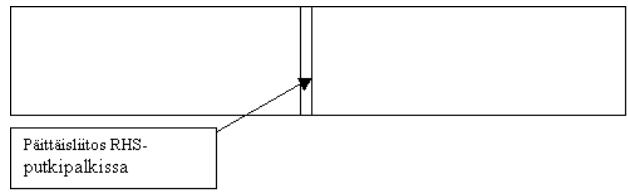
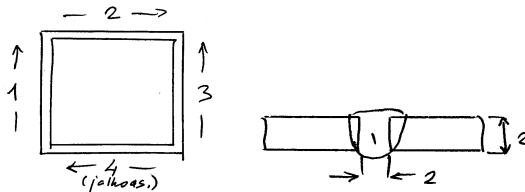
## VALMISTAJAN HITSAUSOHJE (Alustava, pWPS)

Paikka:  
**VTT**  
 Hitsausohje nro: **pWPS 221**  
 Viite nro: **RST530-projekti**  
 Hyväksymispöytäkirjan nro:  
 Valmistaja: **VTT**  
 Hitsaajan nimi: **Aarne Kanerva**  
 Hitsausprosessi: **111 (puikkohitsaus)**  
 Liitosmuoto: **RHS- putkipalkin päittäisliitos**  
 Railon valmistuksen yksityiskohdat (kuva)\*

Kokeen valvoja/testauksen suorittaja:  
**M. Vilpas / A. Talja**  
 Railon valmistusmenetelmä ja puhdistus:  
 Perusaineen erittely: **1.4301 RHS 30x30x2**  
 Aineenpaksuus (mm): **2 mm**

Ulkohalkaisija (mm): **30 mm**

Hitsausasento: **Hitsaus alhaalta ylös (palot 1 ja 3), hitsaus jalkoasennossa (palot 2 ja 4)**

Liitoksen kuva	Hitsausjärjestys
 <p>Päittäisliitos RHS-putkipalkkissa</p>	

### Hitsauksen suoritusarvot

Palko/ palko- kerros <sup>(1)</sup>	Hitsaus- prosessi	Lisäaineen mitat	Hitsaus- virta (A)	Kaari- jännite (V)	Virtalaji/ napaisuus	Langan syöttö- nopeus	Kuljetusnopeus (cm/min)*	Lämmön- tuonti (kJ/mm)*
1/1	111	2.0	25 – 30	18 – 20	DC+		5.4	0.5 - 0.7
2/1			25 – 30	18 – 20			6.8	0.4 - 0.5
3/1			25 – 30	18 – 20			4.4	0.6 - 0.8
4/1			27 – 33	18 – 22			7.9	0.4-0.6

<sup>1)</sup> esim: 1/1 = putkipalkin sivu 1 / palkokerros 1

Lisäaineen luokittelumerkintä ja kaupan nimi: <b>E 19 12 3 LR 11, OK 63.20</b> Lisäaineen käsittely: Suojakaasu/jauhe: Juurikaasu: Kaasun virtausnopeus <ul style="list-style-type: none"> <li>• suojakaasu</li> <li>• juurikaasu:</li> </ul> Wolframelektrodin tyyppi/koko: Juuren avauksen / juurituen yksityiskohdat: Korotettu työlämpötila: Palkojen välinen työlämpötila: < 150 °C Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely ja / tai vanheneminen: Aika, lämpötila, menetelmä: Kuumennus- ja jäähtymisnopeudet. *	Muu informaatio: * esim: <ul style="list-style-type: none"> <li>• sivuttaisliike ( palon enimmäisleveys):</li> <li>• värähtely: amplitudi, taajuus, pysäytysaika:</li> <li>• sykehitsauksen yksityiskohdat:</li> <li>• vapaalankapituus:</li> <li>• plasmahitsauksen yksityiskohdat:</li> <li>• polttimen / pistoolin kulma:</li> </ul>
---	--

Valmistajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus  15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i>	Kokeen valvojan tai testauksen suorittajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus  15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i>
--	---

\*Jos vaadittu

# VALMISTAJAN HITSAUSOHJE (Alustava, pWPS)

Paikka: VTT

Kokeen valvoja/testauksen suorittaja: **M. Vilpas / A. Talja**

Hitsausohje nro: **pWPS 321**

Railon valmistusmenetelmä ja puhdistus:

Viite nro: **RST530-projekti**

Perusaineen erittely: **1.4301 RHS 80x80x3**

Hyväksymispöytäkirjan nro:

Aineenpaksuus (mm): **3 mm**

Valmistaja: **VTT**

Ulkohalkaisija (mm): **80 mm**

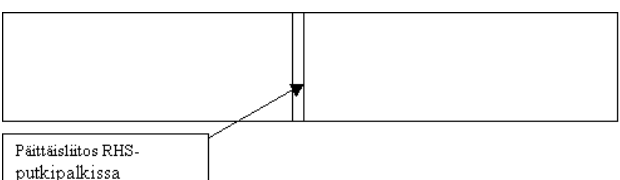
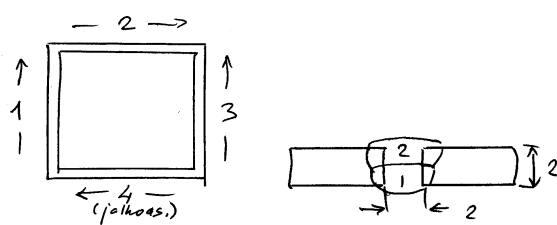
Hitsaajan nimi: **Aarne Kanerva**

Hitsausasento: **Hitsaus alhaalta ylös (palot 1 ja 3), hitsaus jalkoasennossa (palot 2 ja 4)**

Hitsausprosessi: **111 (puikkohitsaus)**

Liitosmuoto: **RHS- putkipalkin päittäisliitos**

Railon valmistuksen yksityiskohdat (kuva)\*

Liitoksen kuva	Hitsausjärjestys
 <p>Päittäisliitos RHS-putkipalkissa</p>	

## Hitsauksen suoritusarvot

Palko/palkokerros <sup>(1)</sup>	Hitsausprosessi	Lisäaineen mitat	Hitsausvirta (A)	Kaarijännite (V)	Virtalaji/napaisuus	Langan syöttönopeus	Kuljetusnopeus (cm/min)*	Lämmöntuonti (kJ/mm)*
1/1	111	2.0	40-44	18 - 20	DC+		6.5	0.7-0.8
1/2			35-42	18 - 20			7.4	0.5-0.7
2/1			39-43	19 - 21			10.5	0.4 - 0.5
3/1			38-43	18 - 20			5.1	0.8-1.0
3/2			35-42	18 - 20			6.3	0.6-0.8
4/1			38-43	19 - 20			9.8	0.4-0.5

<sup>1)</sup> esim: 1/1 = putkipalkin sivu 1 / palkokerros 1

<p>Lisäaineen luokittelumerkintä ja kaupan nimi: <b>E 19 12 3 LR 11, OK 63.20</b></p> <p>Lisäaineen käsittely:</p> <p>Suojakaasu/jauhe:</p> <p>Juurikaasu:</p> <p>Kaasun virtausnopeus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• suojakaasu</li> <li>• juurikaasu:</li> </ul> <p>Volfrاميةlektrodin tyyppi/koko:</p> <p>Juuren avauksen / juurituen yksityiskohdat:</p> <p>Korotettu työlämpötila:</p> <p>Palkojen välinen työlämpötila: &lt; 150 °C</p> <p>Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely ja / tai vanheneminen:</p> <p>Aika, lämpötila, menetelmä:</p> <p>Kuumennus- ja jäähtymisnopeudet. *</p>	<p>Muu informaatio: *</p> <p>esim:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sivuttaisliike ( palon enimmäisleveys):</li> <li>• värähtely: amplitudi, taajuus, pysäytysaika:</li> <li>• sykehitsauksen yksityiskohdat:</li> <li>• vapaalankapituus:</li> <li>• plasmahitsauksen yksityiskohdat:</li> <li>• polttimen / pistoolin kulma:</li> </ul>
--	---

<p>Valmistajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus 15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i></p>	<p>Kokeen valvojan tai testauksen suorittajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus 15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i></p>
---	--

\*Jos vaadittu

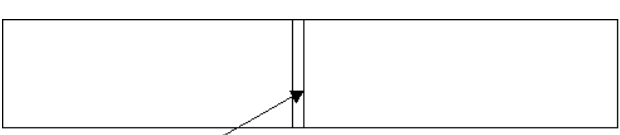
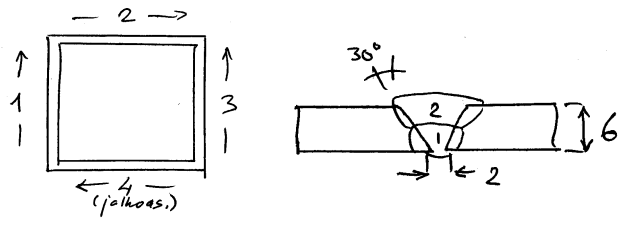
## VALMISTAJAN HITSAUSOHJE (Alustava, pWPS)

Paikka:  
**VTT**  
 Hitsausohje nro: **pWPS 521**  
 Viite nro: **RST530-projekti**  
 Hyväksymispöytäkirjan nro:  
 Valmistaja: **VTT**  
 Hitsaajan nimi: **Aarne Kanerva**  
 Hitsausprosessi: **111 (puikkohitsaus)**  
 Liitosmuoto: **RHS- putkipalkin päittäisliitos**  
 Railon valmistuksen yksityiskohdat (kuva)\*

Kokeen valvoja/testauksen suorittaja:  
**M. Vilpas / A. Talja**  
 Railon valmistusmenetelmä ja puhdistus:  
 Perusaineen erittely: **1.4301 RHS 150x150x6**  
 Aineenpaksuus (mm): **6 mm**

Ulkohalkaisija (mm): **150 mm**

Hitsausasento: **Hitsaus alhaalta ylös (palot 1 ja 3), hitsaus jalkaosennossa (palot 2 ja 4)**

Liitoksen kuva	Hitsausjärjestys
 <p>Päittäisliitos RHS-putkipalkissa</p>	

### Hitsauksen suoritusarvot

Palko/palkokerros <sup>1)</sup>	Hitsausprosessi	Lisäaineen mitat	Hitsausvirta (A)	Kaarijännite (V)	Virtalaji/napaisuus	Langan syöttönopeus	Kuljetus-nopeus (cm/min)*	Lämmöntuonti (kJ/mm)*
1/1	111	2.0	40-50	20-21	DC+		4.1 - 4.7	1.0 - 1.5
1/2		2.5	50-60	20-22			4.8 - 5.4	1.1 - 1.7
2/1		2.0	45-60	20-21			9.4 - 10.7	0.5 - 0.8
2/2		3.2	85-95	22-24			15.9	0.7 - 0.9
3/1		2.0	45-50	20-21			4.3 - 4.6	1.0 - 1.5
3/2		2.5	50-60	20-22			4.0 - 4.9	1.3 - 2.0
4/1		2.5	45-55	20-22			7.8 - 8.9	0.6 - 0.9
4/2		3.2	95-100	22-24			15.1	0.8 - 1.0

<sup>1)</sup> esim: 1/1 = putkipalkin sivu 1 / palkokerros 1

Lisäaineen luokittelumerkintä ja kaupan nimi: <b>E19 12 3 LR 11, OK 63.20</b> Lisäaineen käsittely: Suojakaasu/jauhe: Agamix O2 (Art 2% O2) Juurikaasu: Kaasun virtausnopeus <ul style="list-style-type: none"> <li>Suojakaasu 10 l / min</li> <li>juurikaasu:</li> </ul> Volframelektrodin tyyppi/koko: Juuren avauksen / juurituen yksityiskohdat: Korotettu työlämpötila: Palkojen välinen työlämpötila: < 150 °C Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely ja / tai vanheneminen: Aika, lämpötila, menetelmä: Kuumennus- ja jäähtymisnopeudet. *	Muu informaatio: * esim: <ul style="list-style-type: none"> <li>sivuttaisliike ( palon enimmäisleveys):</li> <li>värähtely: amplitudi, taajuus, pysäytysaika:</li> <li>sykehitsauksen yksityiskohdat:</li> <li>vapaalankapituus:</li> <li>plasmahitsauksen yksityiskohdat:</li> <li>polttimen / pistoolin kulma:</li> </ul>
---	--

Valmistajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus  15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i>	Kokeen valvojan tai testauksen suorittajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus  15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i>
--	---

\*Jos vaadittu

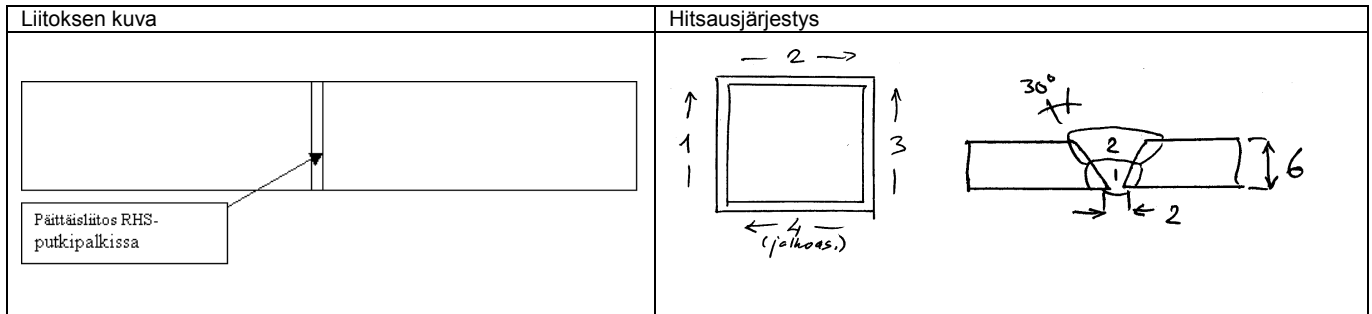
## VALMISTAJAN HITSAUSOHJE (Alustava, pWPS)

Paikka:  
**VTT**  
 Hitsausohje nro: **pWPS 523**  
 Viite nro: **RST530-projekti**  
 Hyväksymispöytäkirjan nro:  
 Valmistaja: **VTT**  
 Hitsaajan nimi: **Aarne Kanerva**  
 Hitsausprosessi: **111 (puikkohitsaus)**  
 Liitosmuoto: **RHS- putkipalkin päittäisliitos**  
 Railon valmistuksen yksityiskohdat (kuva)\*

Kokeen valvoja/testauksen suorittaja:  
**M. Vilpas / A. Talja**  
 Railon valmistusmenetelmä ja puhdistus:  
 Perusaineen erittely: **1.4301 RHS 150x150x6**  
 Aineenpaksuus (mm) : **6 mm**

Ulkohalkaisija (mm): **150 mm**

Hitsausasento: **Hitsaus alhaalta ylös (palot 1 ja 3), hitsaus jalkaosennossa (palot 2 ja 4)**



Hitsauksen suoritusarvot

Palko/palko-kerros <sup>(1)</sup>	Hitsausprosessi	Lisäaineen mitat	Hitsausvirta (A)	Kaarijännite (V)	Virtalaji/napaisuus	Langan syöttönopeus	Kuljetusnopeus (cm/min)*	Lämmöntuonti (kJ/mm)*
1/1	111	2.0	42 – 50	21 – 22	DC+		4.9 - 6.5	0.8 - 1.3
1/2		2.5	62 – 65	21 – 23		4.7 - 5.2	1.5 - 1.9	
2/1		2.0	55 – 58	22 – 23		9.3 - 10.1	0.7 - 0.8	
2/2		2.5	84 – 87	24 – 25		13.0 - 15.0	0.8 - 1.0	
3/1		2.0	40 – 48	20 – 22		4.7 - 6.3	0.8 - 1.3	
3/2		2.5	61 – 65	21 – 23		4.2 - 5.1	1.5 - 2.1	
4/1		2.0	49 – 54	22 – 24		7.8 - 8.4	0.8 - 1.0	
4/2		2.5	90 – 95	25 – 27		14.1 - 14.6	0.9 - 1.1	

<sup>1)</sup> esim: 1/1 = putkipalkin sivu 1 / palko-kerros 1

Lisäaineen luokittelumerkintä ja kaupan nimi: <b>E19 12 2 LR 11, OK 67.20</b> Lisäaineen käsittely: Suojakaasu/jauhe: Juurikaasu: Kaasun virtausnopeus • Suojakaasu: • Juurikaasu: Volframielektrodin tyyppi/koko: Juuren avauksen / juurituen yksityiskohdat: Korotettu työlämpötila: Palkojen välinen työlämpötila: < 150 °C Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely ja / tai vanheneminen: Aika, lämpötila, menetelmä: Kuumennus- ja jäähtymisnopeudet. *	Muu informaatio: * esim: • sivuttaisliike ( palon enimmäisleveys): • värähtely: amplitudi, taajuus, pysäytysaika: • sykehitsauksen yksityiskohdat: • vapaalankapituus: • plasmahitsauksen yksityiskohdat: • polttimen / pistoolin kulma:
--	---

Valmistajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus  15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i>	Kokeen valvojan tai testauksen suorittajan nimi: Päivämäärä ja allekirjoitus  15.9.2001 <i>Martti Vilpas</i>
--	---

\*Jos vaadittu