



Liite 1

Rakenteiden murtumismekanismien, rakenteissa käytettyjen materiaalien ja rakenteiden hitsausliitosten laadun selvitys

Tilaaaja: Onnettomuustutkintakeskus, Helsinki



Tilaaaja	Onnettomuustutkintakeskus, Sörnäisten rantatie 33 C, 00580 HELSINKI
Tilaus	Päätös 283/5Y, B 3/2003 Y, 27.8.2003, Kai Valonen, Onnettomuustutkintakeskus.
Käsittelijä	Erikoistutkijat Jorma Salonen ja Pekka Nevasmaa, VTT Tuotteet ja tuotanto, Rakenteiden elinikä ja kestävyys, PL 1704, 02044 VTT, puh. (09) 456 5422, faksi (09) 456 7002, sähköposti: jorma.salonen@vtt.fi.
Näytteet	Tilaaajan toimittamia murtuneiden rakenteiden paloja.
Tehtävä	Rakenteiden murtumismekanismien, rakenteissa käytettyjen materiaalien ja rakenteiden hitsausliitosten laadun selvitys.
Saadut asiatiedot	Tutkittavaksi saadut näytteet ovat paloja Orivedellä huoltoasematyömaalla 25.8.2003 pettäneistä rakenteista. Hitsauksen suorituksesta ei ole tietoja.
Suoritetut tutkimukset	Tutkittavaksi saadut näytteet tarkastettiin silmämääräisesti. Kaikista tutkittavaksi saaduista pystypalkkinäytteistä valmistettiin metallografinen poikkileikkausnäyte pystypalkin ja konsolin välisen liitoksen kahdesta kohdasta. Poikkileikkausnäytteitä tutkittiin silmämääräisesti ja valomikroskoopilla ja niistä mitattiin kovuuksia standardin SFS EN ISO 6507-1 mukaisesti Vickers-yksiköissä käyttäen 49,1 N:n (5 kp:n) kuormaa. Palkkien ja hitsien kemiallinen koostumus analysoitiin käyttäen optista emissiospektrometriaa.
Tutkimusten tulokset	<p>Pettäneet rakenteet ovat konsolityyppisiä välilattian kannakkeita, joista ulokkeen muodostava konsoliosa on irronnut välilevystä, joka puolestaan on hitsattu rakennuksen teräksisiin pystypilareihin. Kaikki tarkastellut liitokset ovat pienaliitoksia.</p> <p>Tutkittavaksi saatujen näytteiden ulkonäkö ilmenee liitteen 1 kuvista 1 - 4. Kuvassa 1 on asetettu keskenään yhteensopivat liitospinnat vastakkain seuraavasti:</p> <p>pystypalkki 1 / konsoli 2.1, pystypalkki 2 / konsoli 1.1, pystypalkki 3 / konsoli 3.</p> <p>Tässä tutkimusselostuksessa näytteet on merkitty pystypalkkien mukaisesti numeroilla 1 - 6.</p> <p>Pystypalkkien 1 - 3 pettäneiden hitsausliitosten ulkonäkö ilmenee liitteen 1 kuvista 5 - 10. Varsinkin vaakapalkin kannakkeiden eli konsolien liitospinnat olivat likaiset ilmeisesti pintaan tarttuneesta betonista. Pystypalkkien välilevyjen puoleiset liitospinnat olivat edellistä puhtaampia, mutta kuitenkin paikoitellen siinä määrin likaisia, ettei yksityiskohtien tutkiminen ollut mahdollista. Kaikki pystypalkkien puoleiset liitospinnat jakautuivat kahteen</p>

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4

alueeseen. Suurin osa liitospinnoista oli pinnaltaan hapettunutta tai ruostunutta ja hyvin tasaista ja sileää vastaten suunnilleen levyn alkuperäistä pintaa. Pieni osa liitospinnoista oli puhdasta, hieman epätasaista ja ulkonäöltään sitkeälle leikkausmurtumalle tyypillistä. Karkeasti silmämääräisesti arvioituna ulkonäöltään sitkeän leikkausmurtuman kaltaisen alueen pinta-ala oli pystypalkkien 1 ja 2 liitospinnoissa noin 5 cm^2 ja pystypalkin 3 liitospinnassa noin 10 cm^2 . Tuloksiin aiheuttaa epävarmuutta arvion epätarkkuuden lisäksi pintojen osittainen likaisuus ja vahingoittuminen sortuman yhteydessä tai sen jälkeen.

Tutkittujen poikkileikkausnäytteiden ulkonäkö ilmenee liitteen 1 kuvista 11 - 22. Näytetunnuksen numero-osa vastaa pystypalkkien numeroita 1 - 6 ja kaikista pystypalkeista on otettu kaksi näytettä: näyte Y kuvissa 1 - 4 ylhäällä olevan vaakasauman keskeltä ja näyte O kuvissa 1 - 4 oikealla olevan pystysauman keskeltä. Useimmissa tutkituissa poikkileikkauksissa pystypalkin ja levyn $t = 15 \text{ mm}$ (välilevyn) välisen liitoksen tunkeuma oli pystypalkin puolella pieni ja useissa poikkileikkauksissa esiintyi kyseisessä kohdassa kylmäjuoksua. Hitsin juuren puolella kylmäjuoksun ja levyn pinnan välinen rako ulottui selvästi levyn reunan ulkopuolelle näytteissä 1Y, 1O, 3Y, 3O, 5Y ja 5O ja pisimmälle tämä rako ulottui näytteessä 1O, jossa ehjän metallisen liitoksen leveys oli noin 3 mm. Näytteessä 2O oli lisäksi pystypalkin puolella hitsin reunassa noin 2 mm leveä kylmäjuoksu ja näytteessä 2Y vastaavassa kohdassa noin 1 mm leveä kylmäjuoksu. Näytteessä 2O oli lisäksi pinta-palossa runsaasti huokosia ja näytteessä 5O oli hitsin juuressa onkalo, joka on tehty hiomalla pystypalkin pinnasta 2 - 3 mm ennen hitsausta mahdollisesti korjattaessa aikaisempaa hitsausliitosta.

Konsolin ja välilevyn liitoksissa todettiin kylmäjuoksua kummallakin liitospinnalla, mutta erityisen vakavia kylmäjuoksuvirheitä todettiin välilevyn puoleisella rajapinnalla, jota pitkin myös palkkien 1 - 3 irtoaminen oli tapahtunut. Konsolien puolella huomattavaa kylmäjuoksua todettiin näytteissä 1Y, 3Y ja 4Y. Välilevyn puolella kylmäjuoksua oli monissa poikkileikkausnäytteissä suuressa osassa rajapintaa tai jopa koko rajapinnan (liite 1, kuvat 23 - 34) alueelta. Ironneiden konsolien poikkileikkausnäytteissä 1Y, 1O, 2Y ja 2O ei todettu kyseisellä rajapinnalla materiaalin muokkautumista tai muita merkkejä metallin murtumisesta ja suuri osa pintaa oli oksidin peittämää. Tämän perusteella näissä tutkituissa poikkileikkausnäytteissä ei ole tapahtunut lainkaan metallista liittymistä ja koko rajapinta on ollut ennen vauriota kylmäjuoksua. Esimerkkinä tällaisen pinnan ulkonäöstä ovat poikkileikkauksesta 2Y otetut kuvat 35 ja 36 liitteessä 1. Poikkileikkausnäytteessä 3Y todettiin 2 - 3 mm leveä alue, jossa levyn pinnalla oli ollut kerros hitsiainetta ja materiaali oli kummallakin pinnalla kylmämuokkautunut pinnan suuntaisesti (liite 1, kuvat 37 ja 38). Tämän perusteella kyseisellä rajapinnalla on ollut 2 - 3 mm leveä alue, jossa on ollut metallinen liitos ja vaurion yhteydessä murtuminen on tapahtunut sitkeästi leikkautu-

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4

malla hitsiainetta pitkin. Näytteessä 3O todettiin lisäksi rajapinnoilla paikallista kylmämuokkautumista, mutta rakenteesta ei voida päätellä johtuuko muokkautuminen liitoksen murtumisesta vai pintojen iskeytymisestä (liite 1, kuva 39). Murtumattoman konsolin 4 poikkileikkauksessa 4Y havaittiin kylmäjuoksu sekä juuren että pinnan puolella, ja näiden välisen ehjän alueen leveys oli noin 1,5 mm. Konsolin poikkileikkauksessa 4O oli juuren puolella lähes ulkopintaan asti ulottuva kylmäjuoksu ja ehjän alueen leveys hitsin reunassa oli alle 1,5 mm. Konsolin 5 poikkileikkauksessa 5Y oli juuren puolella kylmäjuoksu joka ulottui useita millimetrejä konsolin ulkopinnan ulkopuolelle ja poikkileikkauksessa 5O hitsin reunassa noin 1 mm leveä kylmäjuoksu. Esimerkkeinä kiinnipysyneiden liitosten kylmäjuoksualueiden yksityiskohdista ovat liitteen 1 kuvat 40 - 42.

Mikrorakenteeltaan tutkitut perusaineet olivat ferriittiä ja perliittiä. Liitosten hitsiaineiden mikrorakenne oli pääasiassa asikulaarista ferriittiä ja Widmannstättenin ferriittiä ja muutosvyöhykkeissä mikrorakenne oli pääasiassa Widmannstättenin ferriittiä ja bainiittia. Selvä muutosvyöhyke oli havaittavissa kaikissa niissäkin kohdissa, joissa koko rajapinta oli kylmäjuoksuja, joten välilevyn pinta on kuumentunut selvästi austeniittiselle alueelle, vaikka minkäänlaista metallista liitosta ei ole syntynyt.

Kovuusmittauksissa saatiin tulokseksi (HV 5):

Poikkileikkaus 1Y:

Mittauskohta	Konsoli	Välilevy	Hitsiaine
Kovuus	167	160	174
	169	166	167
	172	170	186
	175	167	183
	176	159	183
Keskiarvo	172	164	179

Poikkileikkaus 4Y:

Mittauskohta	Konsoli	Välilevy	Hitsiaine
Kovuus	176	164	186
	180	166	186
	178	163	187
	177	164	190
	186	177	191
Keskiarvo	179	167	187

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4

Näytteen 4Y välilevyn sularajan yli 0,5 mm:n välein mitattuna saatiin kovuudeksi (HV 5):

181	}	hitsiaine
231		
231	}	muutosvyöhyke
211		
201		
194		

Seosaineanalyysitulokset ovat liitteessä 2.

Tulosten tarkastelu

Koostumuksen perusteella arvioituna pystypalkki, välilevy ja konsoli ovat standardin SFS-EN 10025 mukaista alumiiniitivistettyä, seostamatonta CMn rakenneterästä S 355. Kovuuden perusteella arvioituna välilevyn murtolujuus on noin 520 - 550 N/mm², konsolin murtolujuus noin 540 - 580 N/mm² ja hitsiaineen murtolujuus noin 560 - 600 N/mm².

Hitsien kemiallisen koostumuksen (liite 2) perusteella hitsiaine vastaa pääosin tavanomaisen, seostamattomalla AWS A/SFA 5.18: ER70S-6 eli SFS-EN 440: G3 Si mukaisella MAG-umpilangalla hitsatun hitsiaineen koostumusta. Hitsiaineen alumiinipitoisuus oli poikkeuksellisen alhainen: 0,004 - 0,005 %, mikä osaltaan kertoo sekoittumisen perusaineesta hitsiin olleen erittäin vähäistä, nimenomaan olemattoman tunkeuman takia. Perusaineesta poiketen ei hitsiaine täytä alumiiniitivistyksen vähimmäisrajaa n. 0,020 %.

Palkkien 1, 2 ja 3 konsolien irtoaminen on tapahtunut konsolin ja välilevyn välisestä liitoksesta hitsiaineen ja levyn rajapinnalta. Liitospintojen ulkonäön ja liitosten poikkileikkausnäytteiden mikroskooppitutkimusten perusteella hitsiaineen ja levyn välisestä rajapinnasta on selvästi suurin osa ollut kylmäjuoksua. Metallista liittymistä on tapahtunut vain paikoitellen, pystypalkeissa 1 ja 2 arviolta noin 5 cm²:n ja pystypalkissa 3 arviolta noin 10 cm²:n alueella. Näistä hitsausvirheistä johtuen kyseisen liitoksen lujuus on ollut vain hyvin pieni murto-osa sen oletetusta lujuudesta. Murtuminen on tapahtunut näissä paikallisissa metallisesti liittyneissä kohdissa sitkeästi leikkautumalla ja murtuma on ainakin pääasiassa edennyt pitkin hitsiainetta, koska hitsiaineen kovuus ja samalla lujuus on pienempi kuin muutosvyöhykkeessä.

Ironneiden konsolien hitsausliitosten liitospinnoista oli selvästi havaittavissa, että hitsien tunkeuma on lähes kaikista kohdin ollut olematon, ja metallinen liittyminen näin jäänyt käytännöllisesti katsoen tapahtumatta. Tämä viittaa siihen, että hitsauksen suoritustekniikan epäsopivuus ja/tai käytettyjen hitsausparametrien virheellinen valinta on myötävaikuttanut ratkaisevasti siihen, että metallista liittymistä hitsiaineen ja levyn raja-

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4

pinnassa on havaittavissa ainoastaan aivan paikoitellen, suurimman osan ollessa kylmäjuoksua. Tällaisen liitoksen kuormankantokyky jää vääjäämättä merkittävästi alhaisemmaksi kuin sellaisen, vastaavan a-mitan omaavan hitsausliitoksen, jossa tunkeuma on riittävä ja metallinen liittyminen tapahtuu koko hitsin pituudelta.

Espoo, 7.11.2003

Tutkimuspäällikön sijainen Pentti Kauppinen

Erikoistutkija Jorma Salonen

LIITTEET 2 kpl

JAKELU Tilaaaja, 1 kpl
VTT Tuotteet ja tuotanto/TUO7, 1 kpl

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4



Kuva 1. Murtuneet pystypalkit 1, 2 ja 3 ja niitä vastaavat vaakapalkin kannakkeet 2.1, 1.1 ja 3.



Kuva 2. Ehjä pystypalkki nro 4.



Kuvat 3 ja 4. Ehjät pystypalkit 5 ja 6.



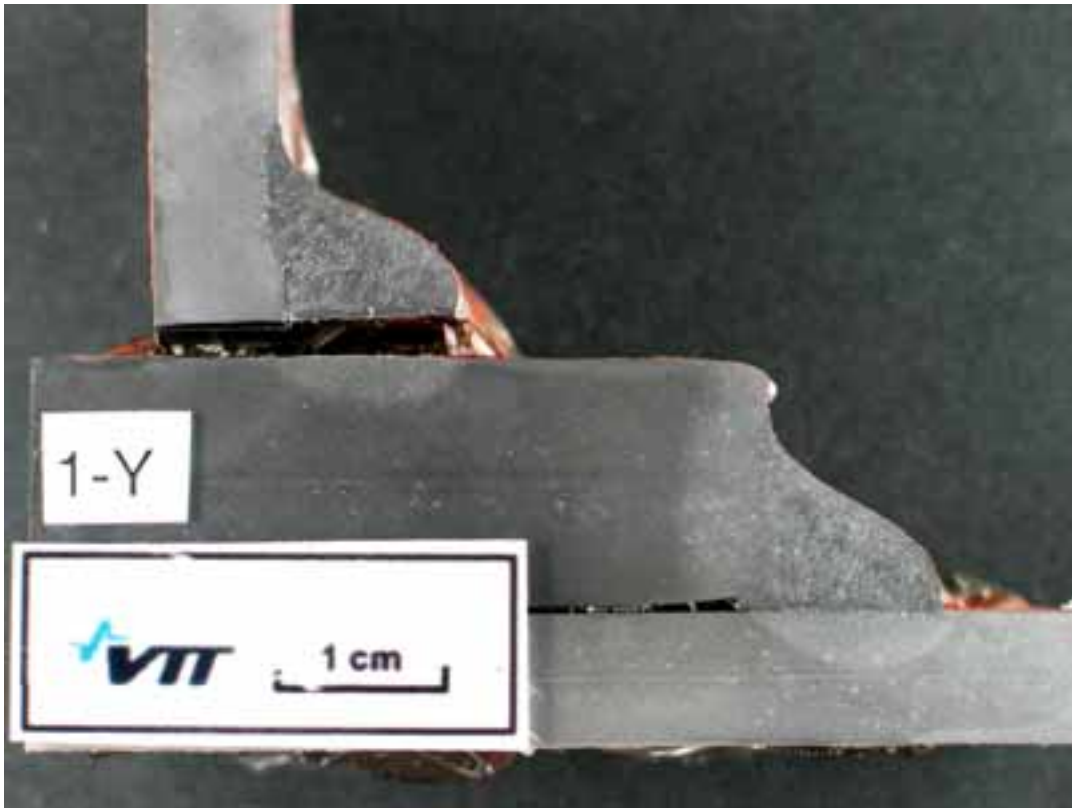
Kuvat 5 ja 6. Pystypalkin 1 murtopinnat.



Kuvat 7 ja 8. Pystypalkin 2 murtopinnat.



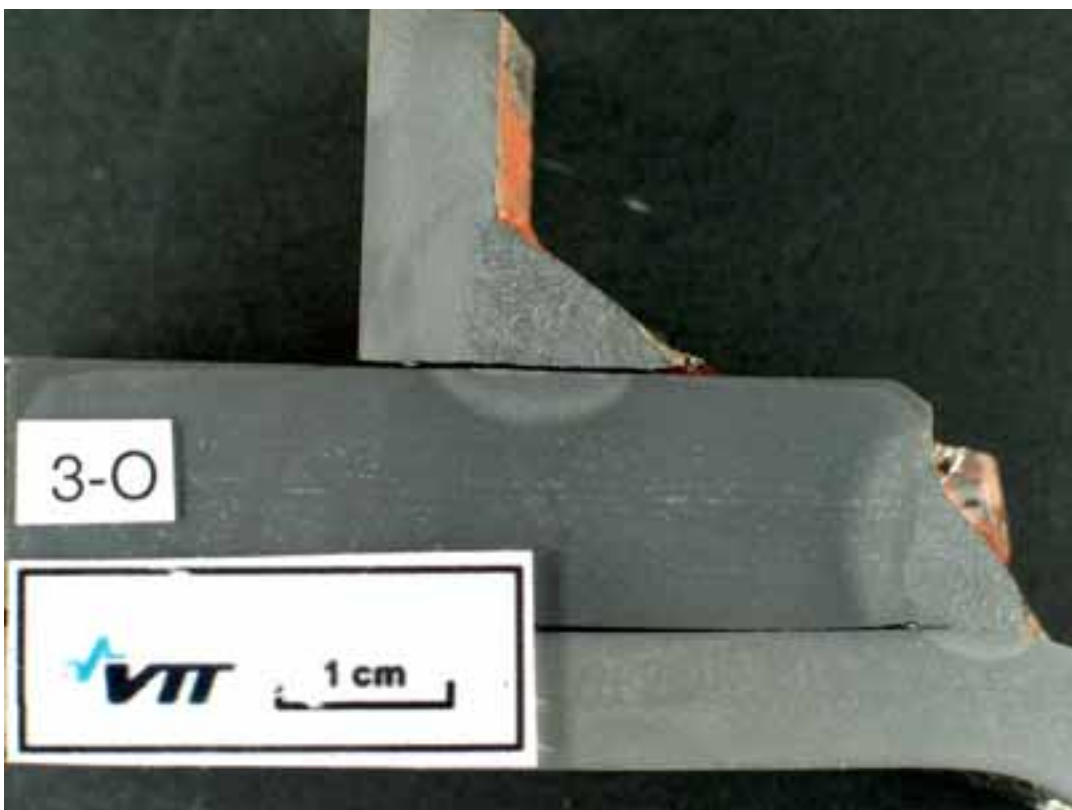
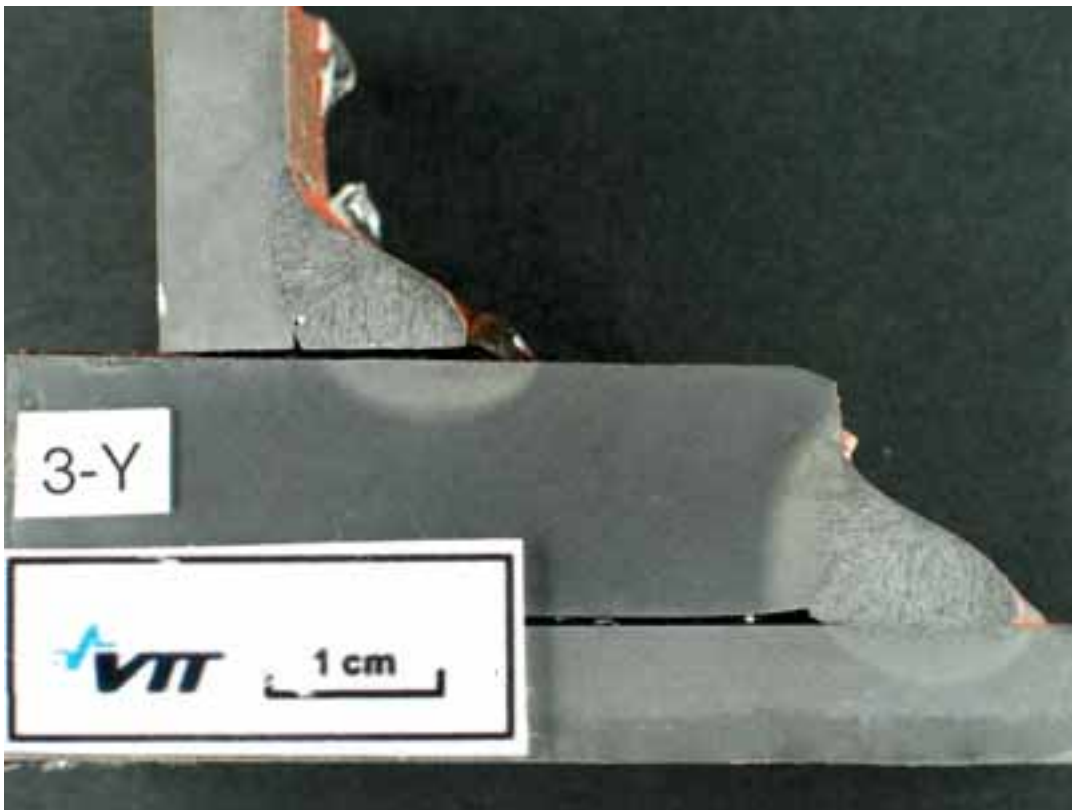
Kuvat 9 ja 10. Pystypalkin 3 murtopinnat.



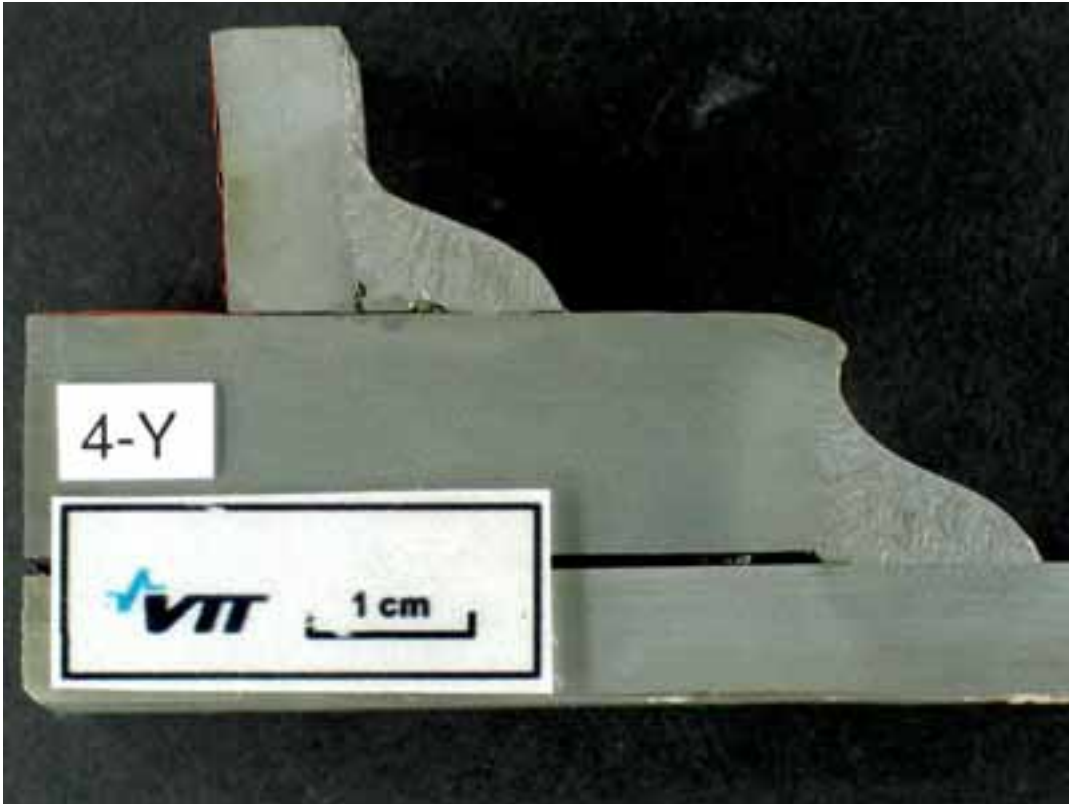
Kuvat 11 ja 12. Poikkileikkausnäytteet 1Y ja 1O.



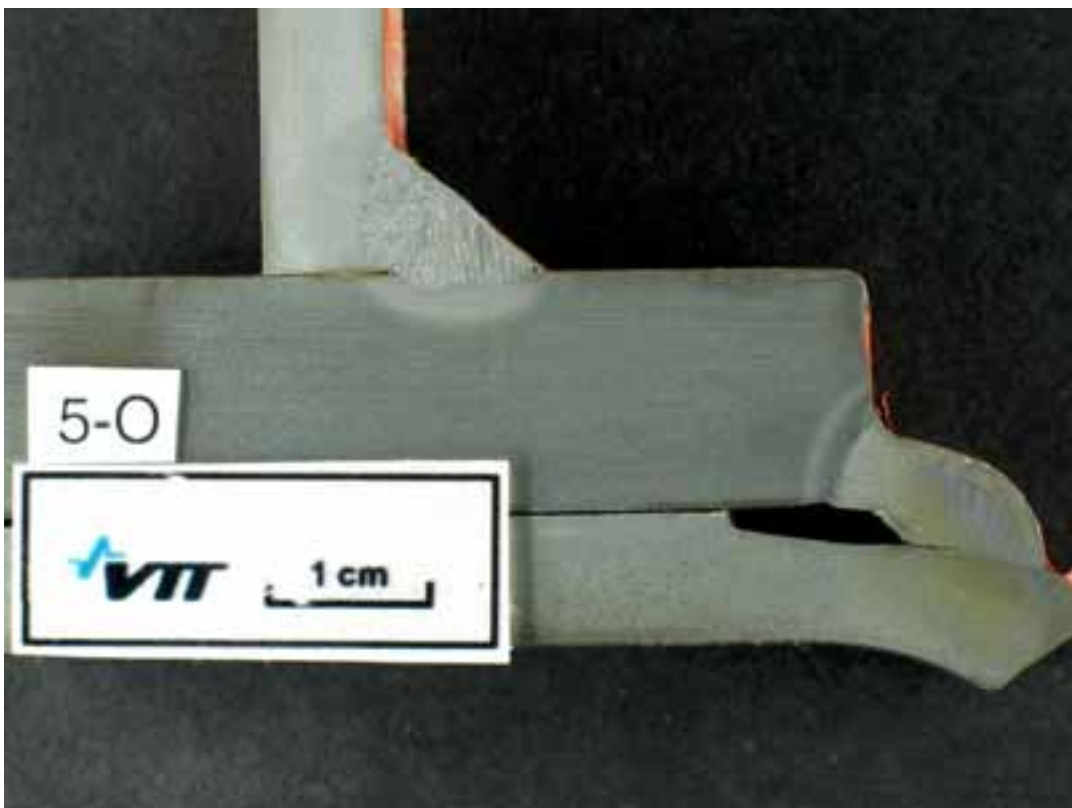
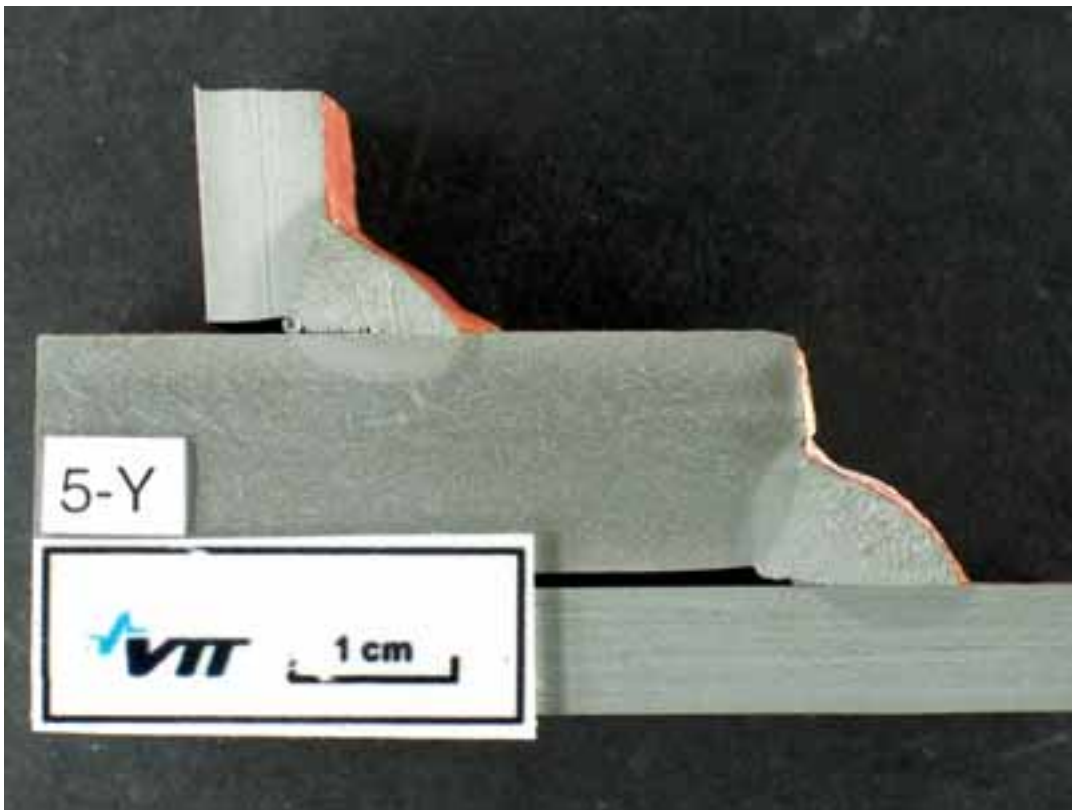
Kuvat 13 ja 14. Poikkileikkausnäytteet 2Y ja 2O.



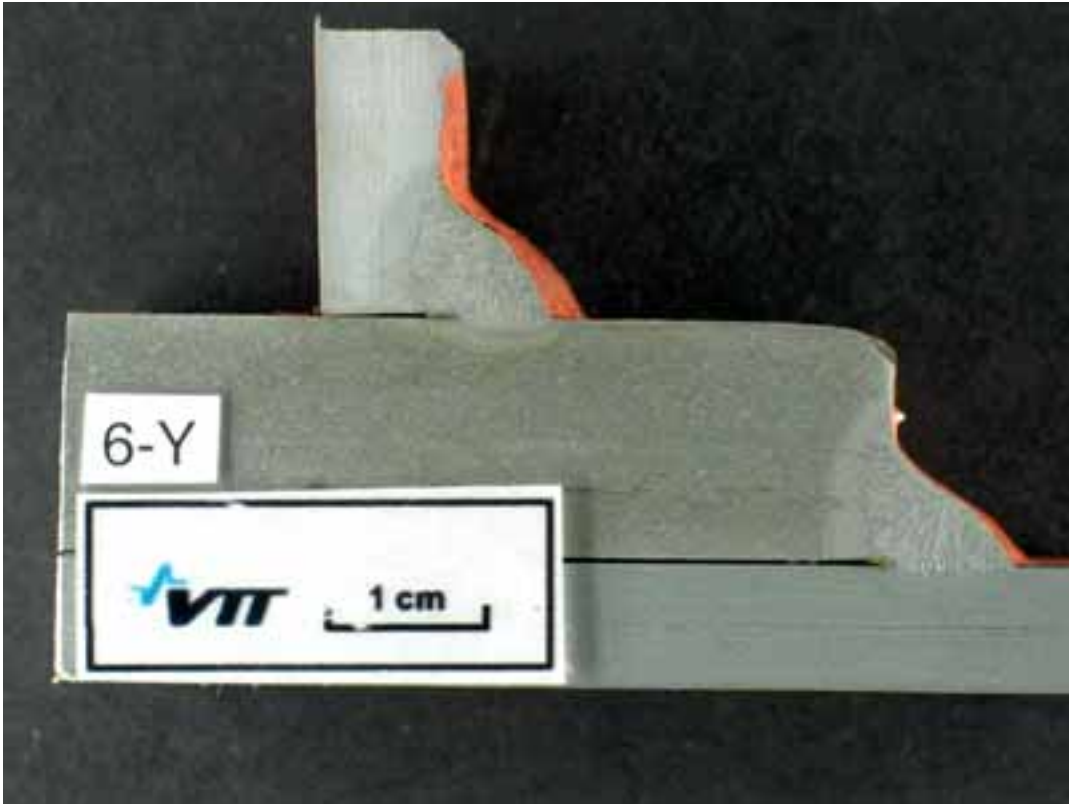
Kuvat 15 ja 16. Poikkileikkausnäytteet 3Y ja 3O.



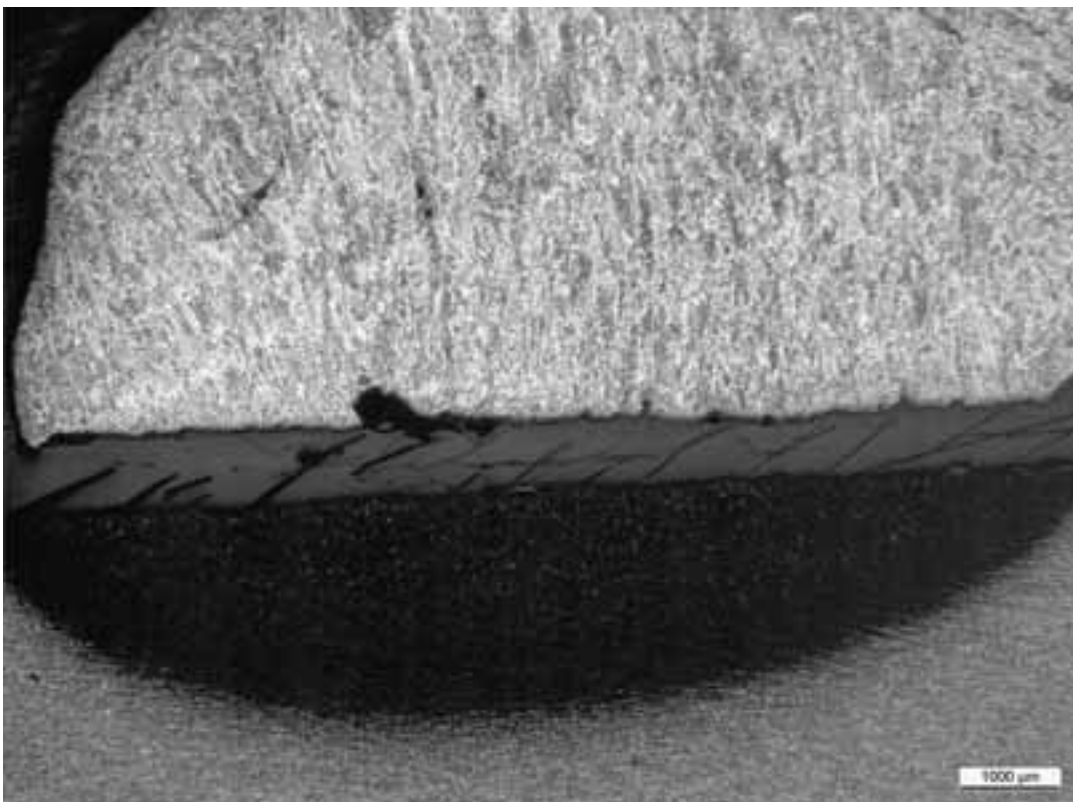
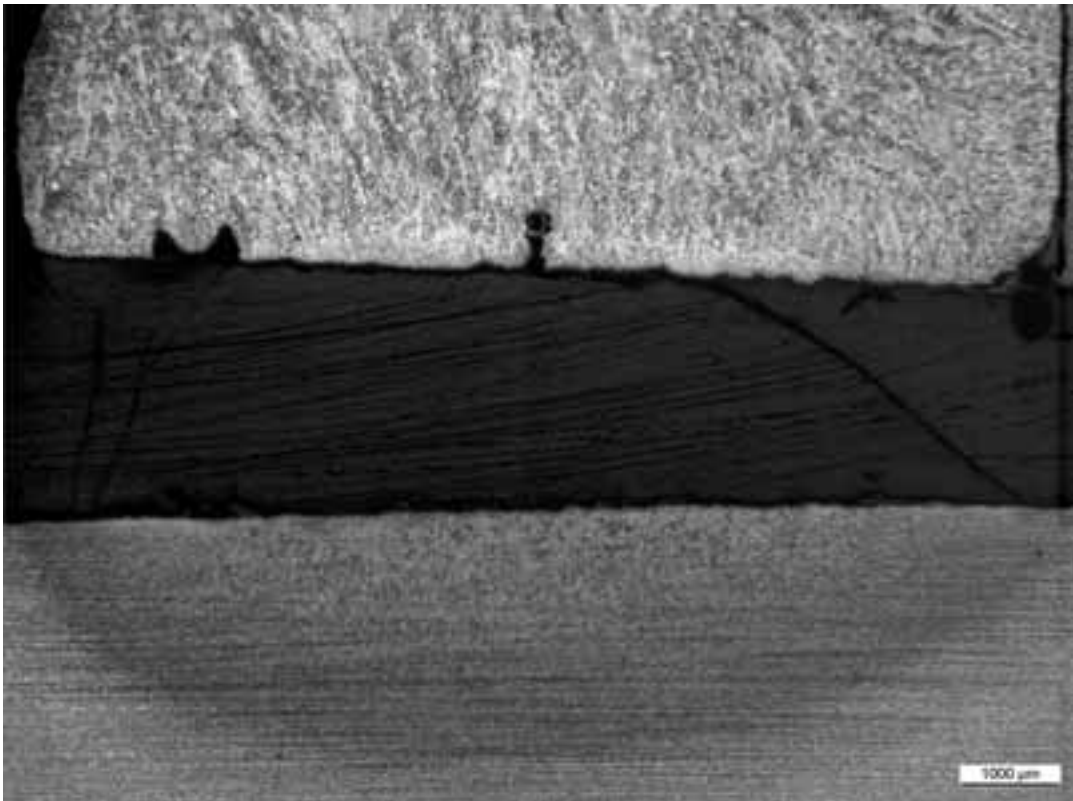
Kuvat 17 ja 18. Poikkileikkausnäytteet 4Y ja 4O.



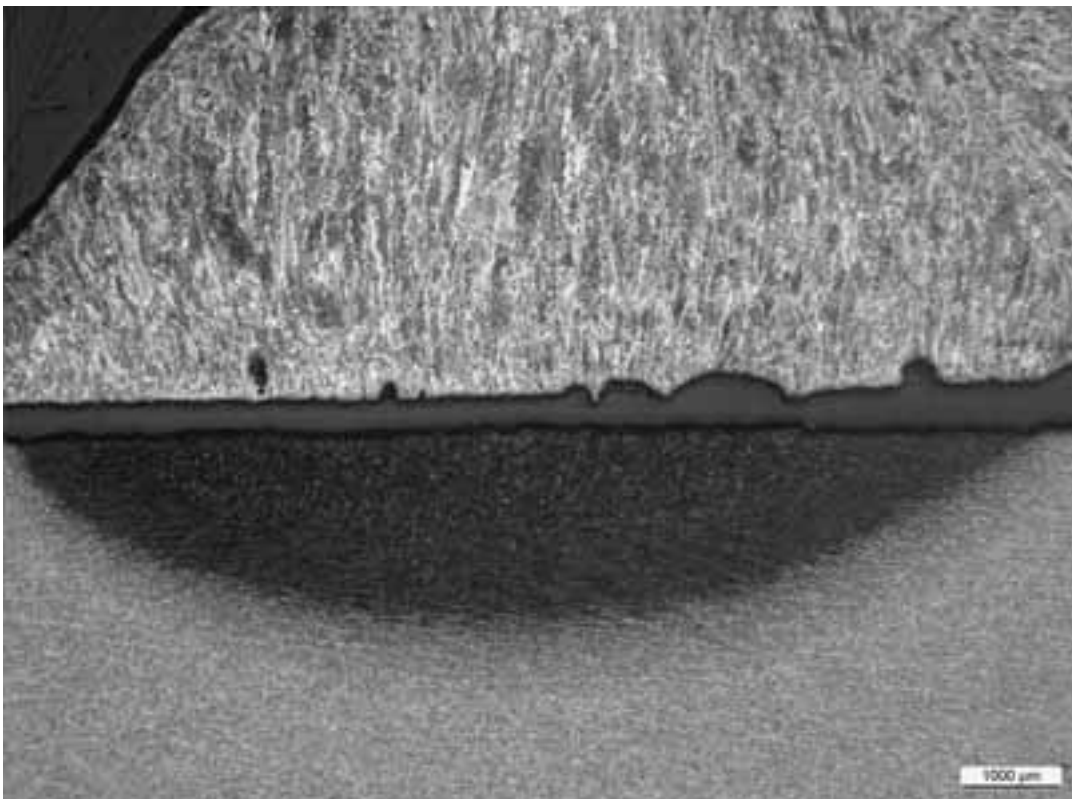
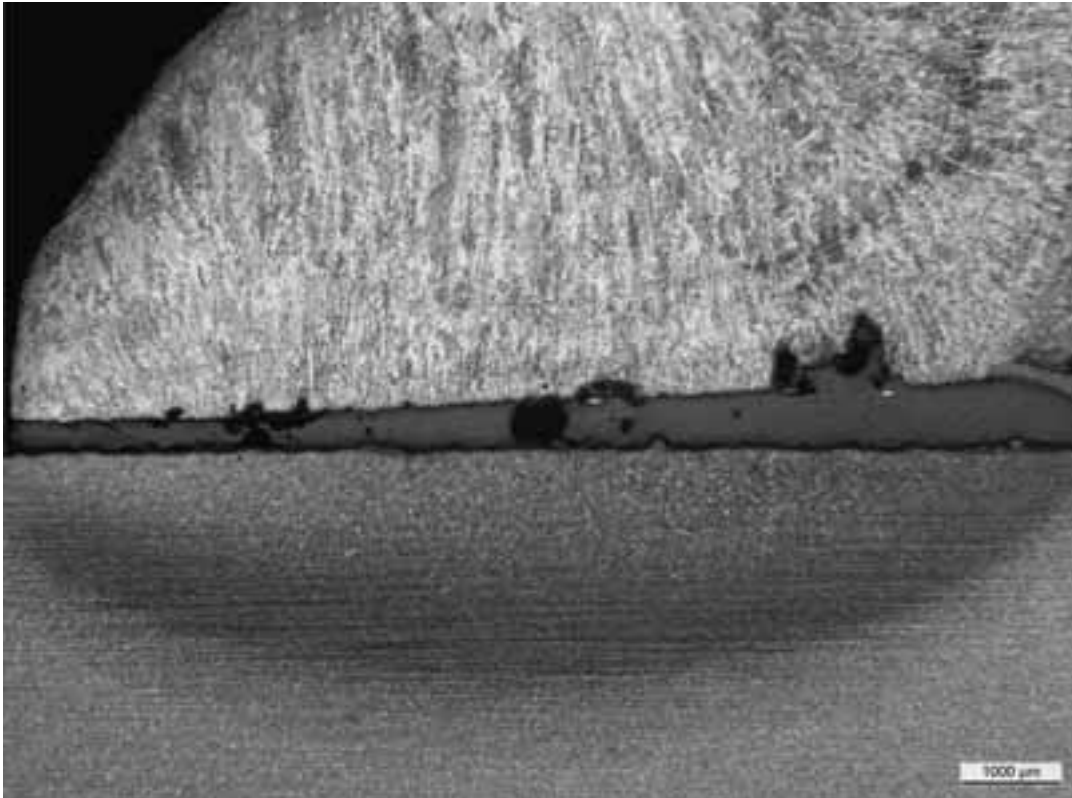
Kuvat 19 ja 20. Poikkileikkausnäytteet 5Y ja 5O.



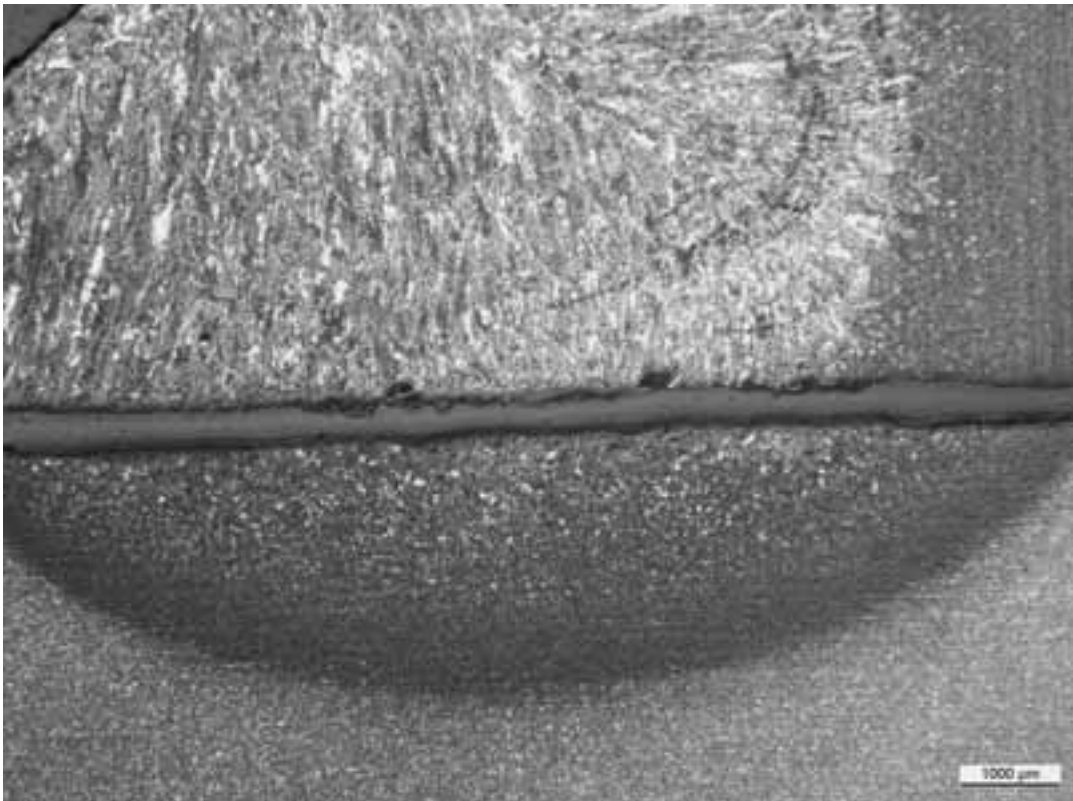
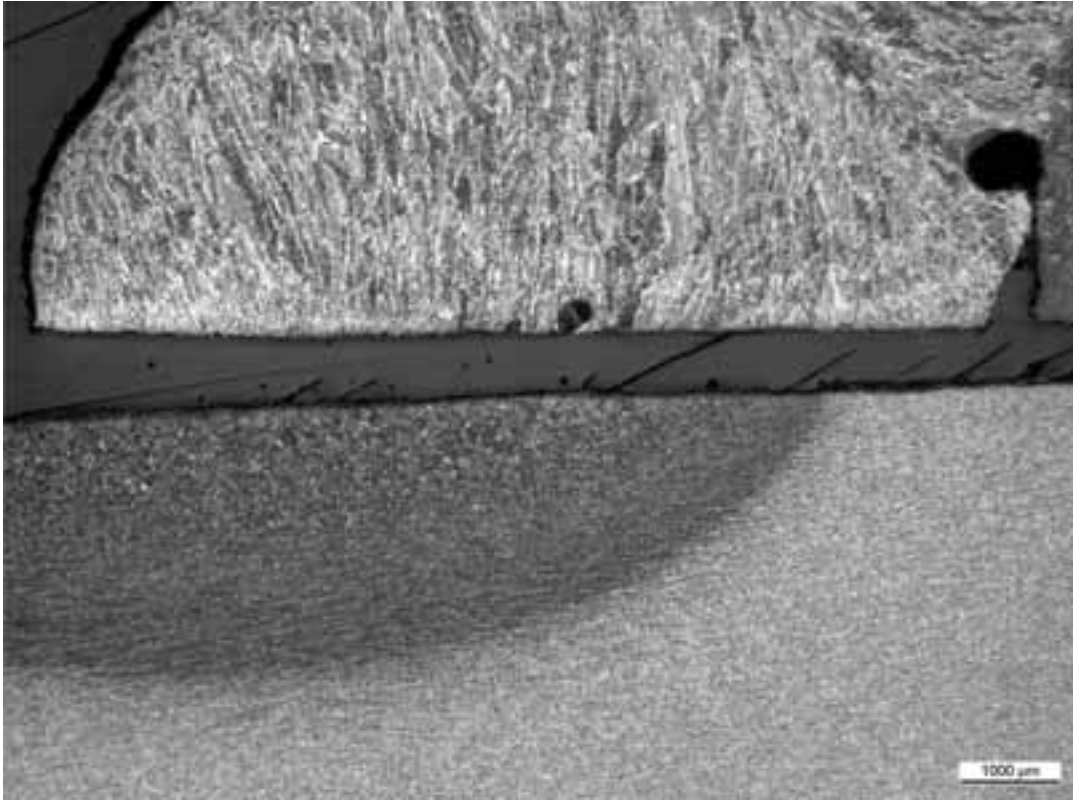
Kuvat 21 ja 22. Poikkileikkausnäytteet 6Y ja 6O.



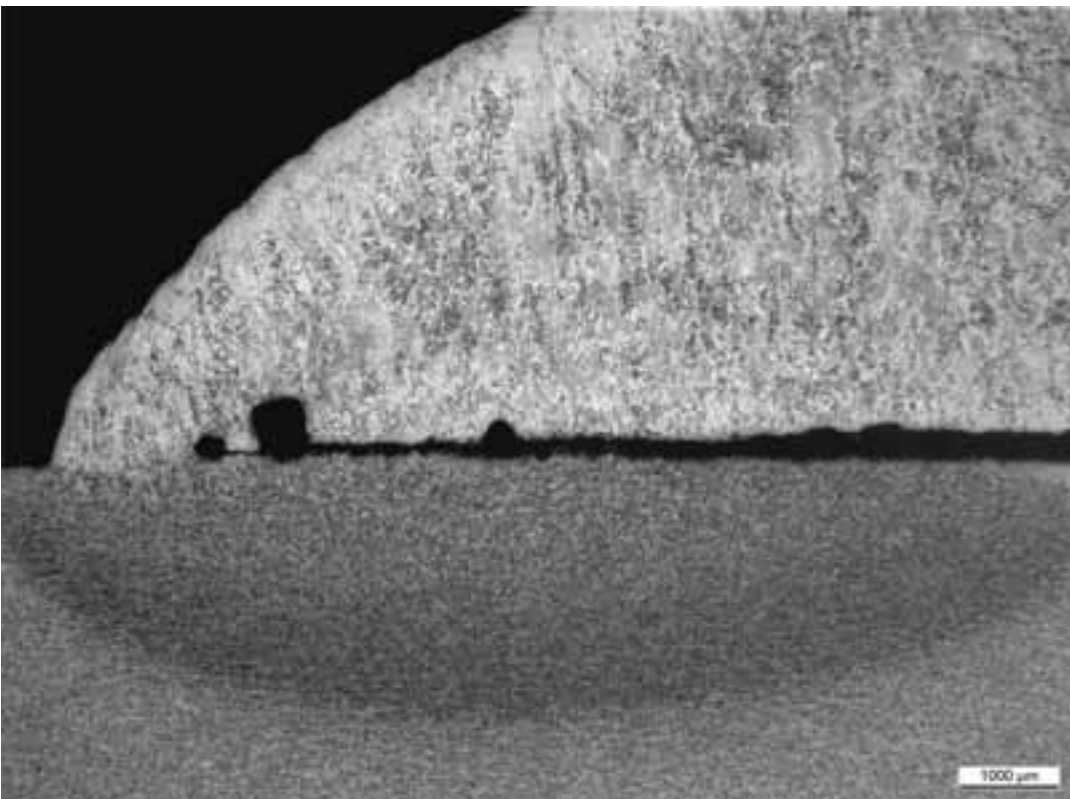
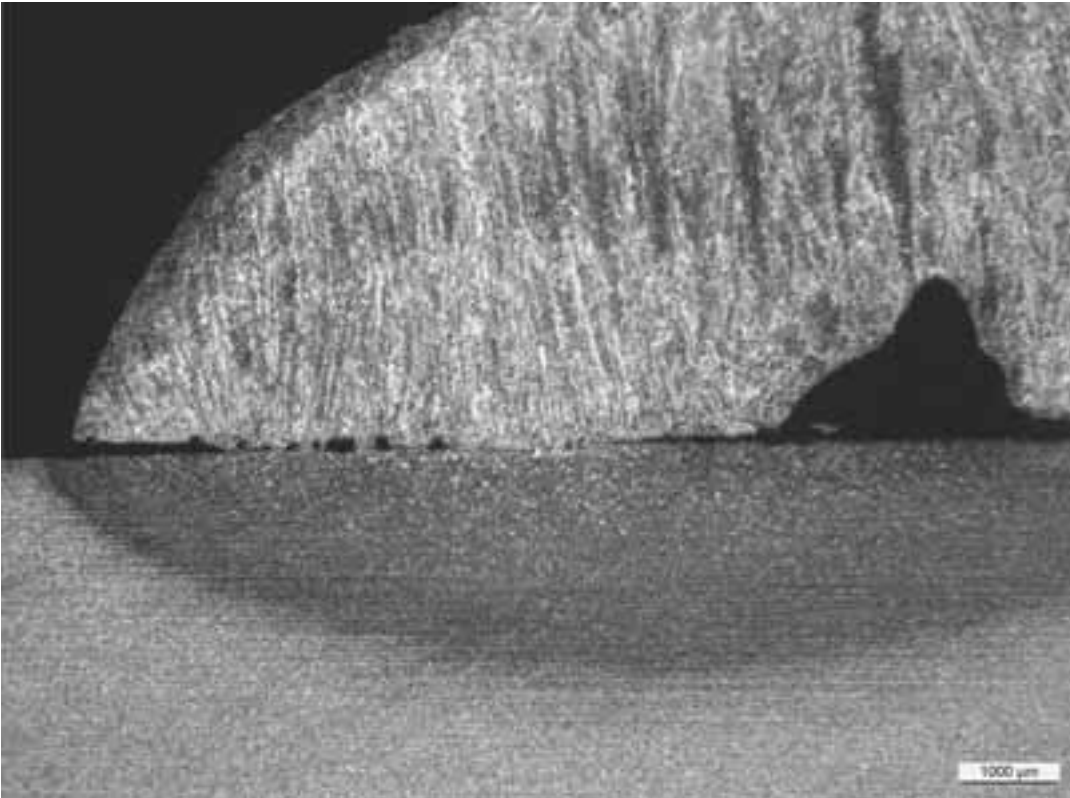
Kuvat 23 ja 24. Mikroskooppikuvat näytteistä 1Y ja 1O.



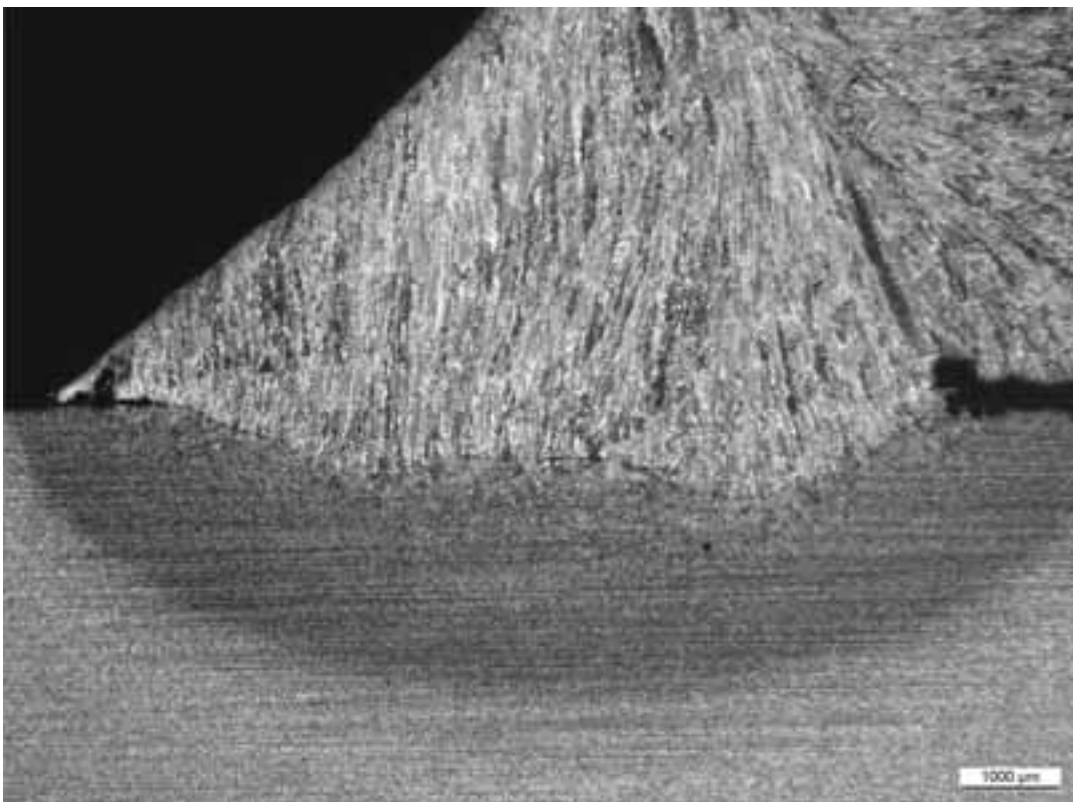
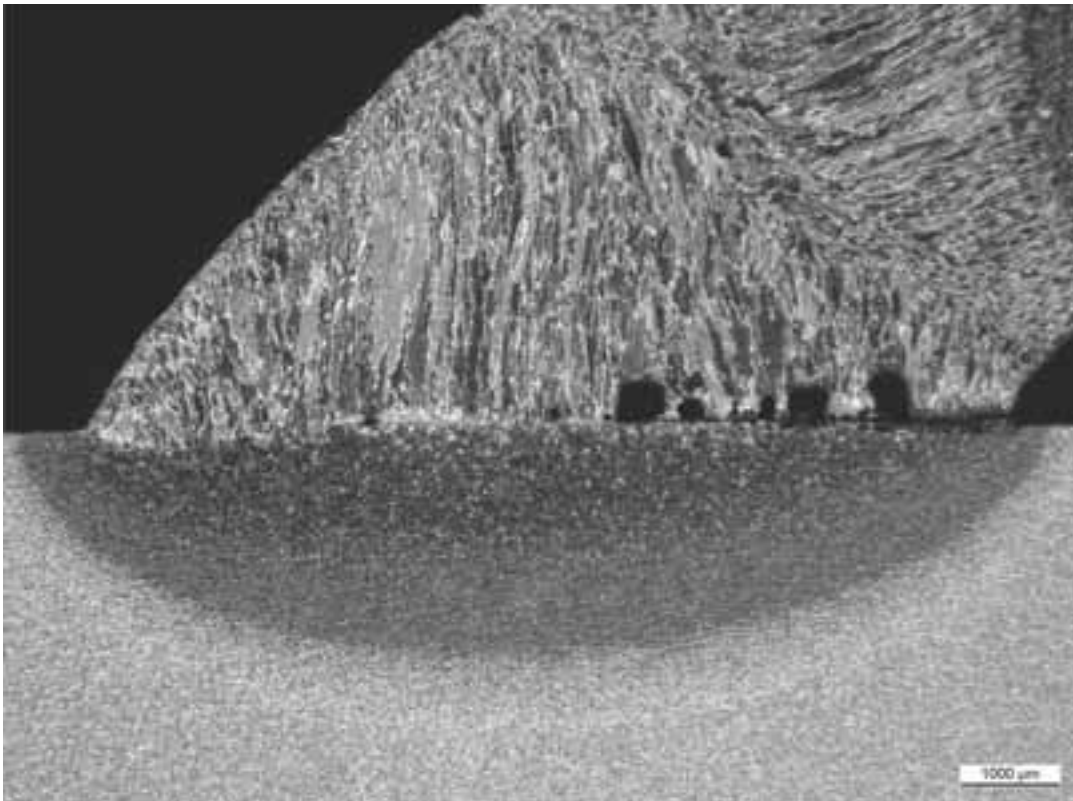
Kuvat 25 ja 26. Mikroskooppikuvat näytteistä 2Y ja 2O.



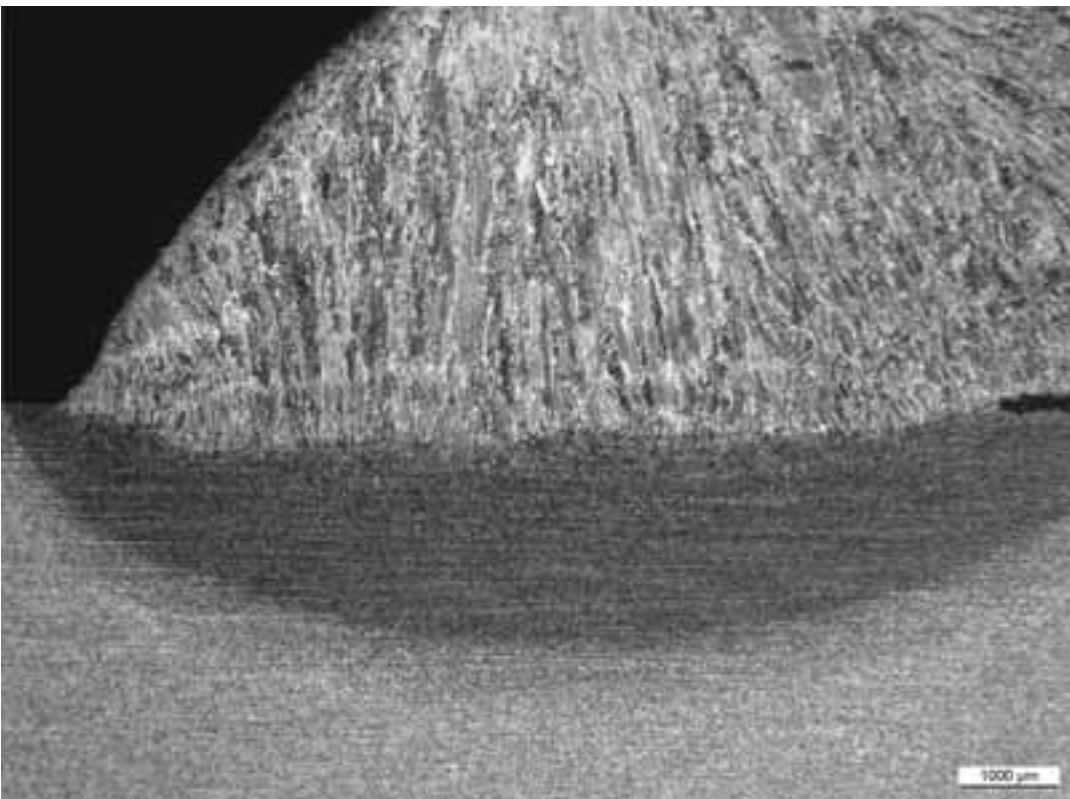
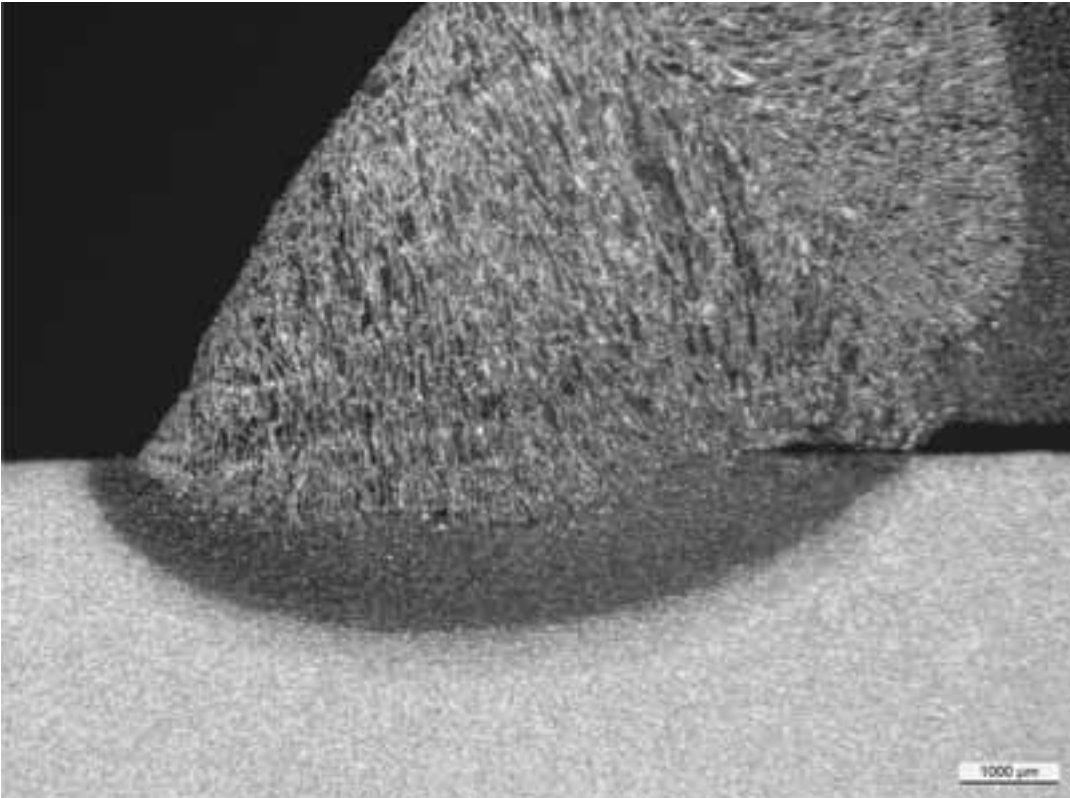
Kuvat 27 ja 28 Mikroskooppikuvat näytteistä 3Y ja 3O.



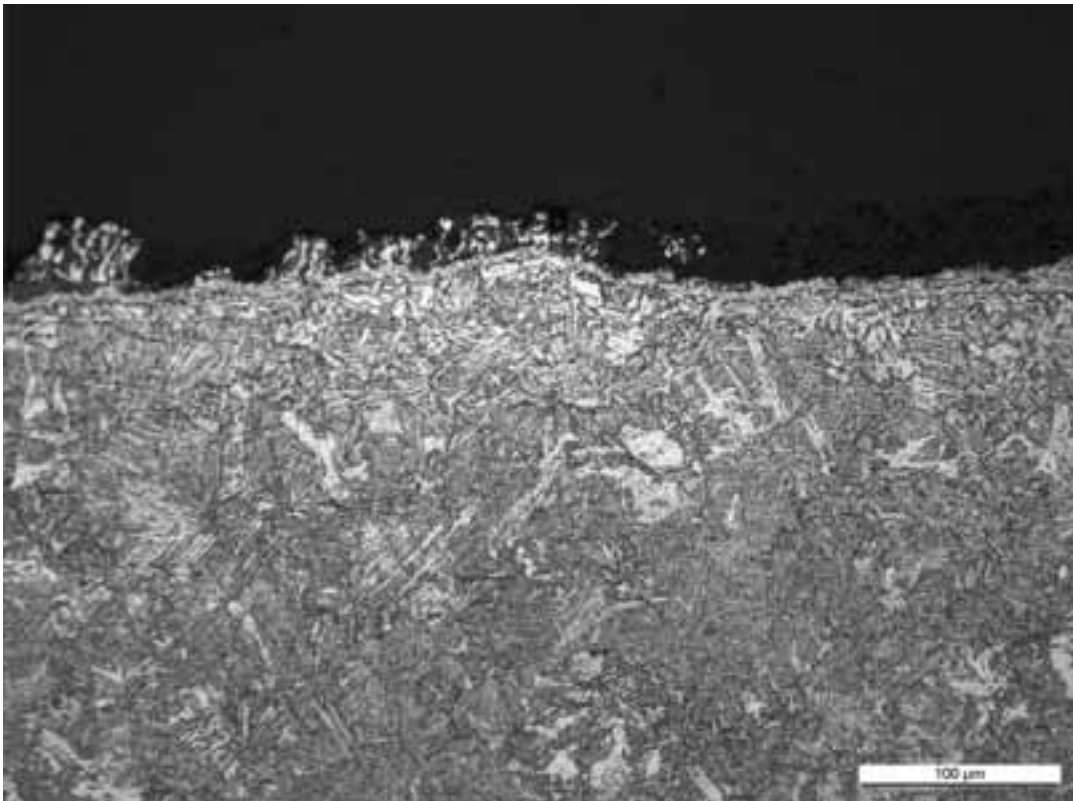
Kuvat 29 ja 30. Mikroskooppikuvat näytteistä 4Y ja 4O.



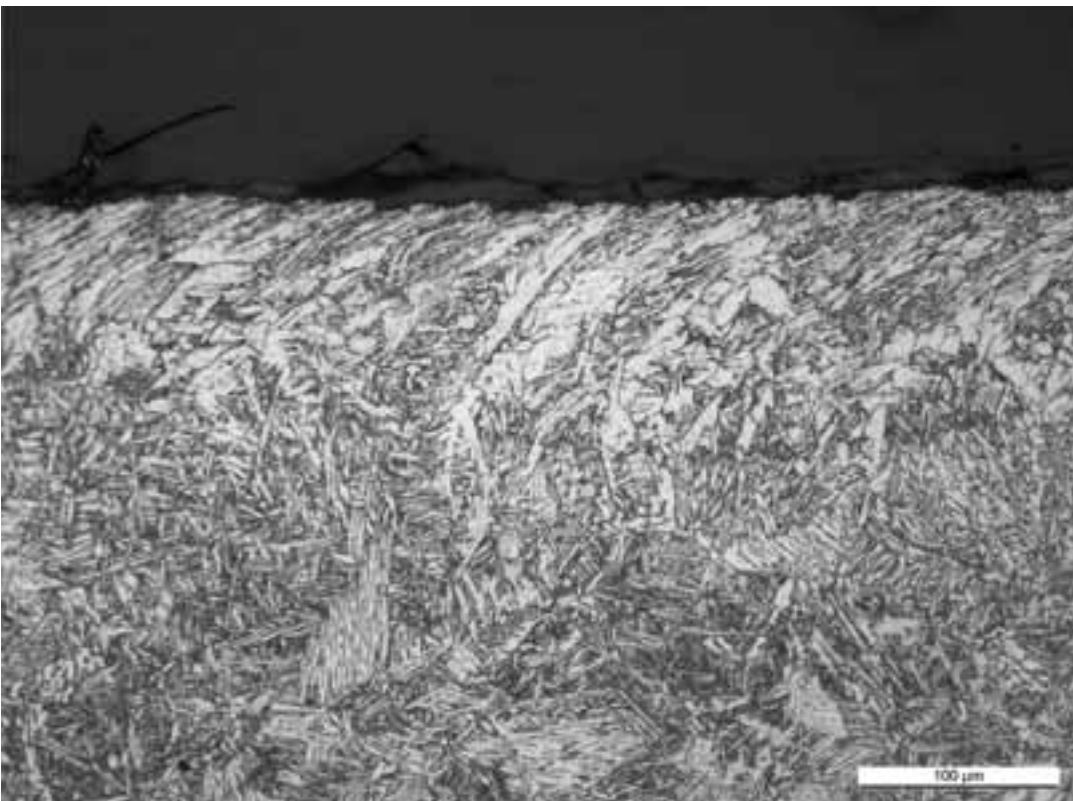
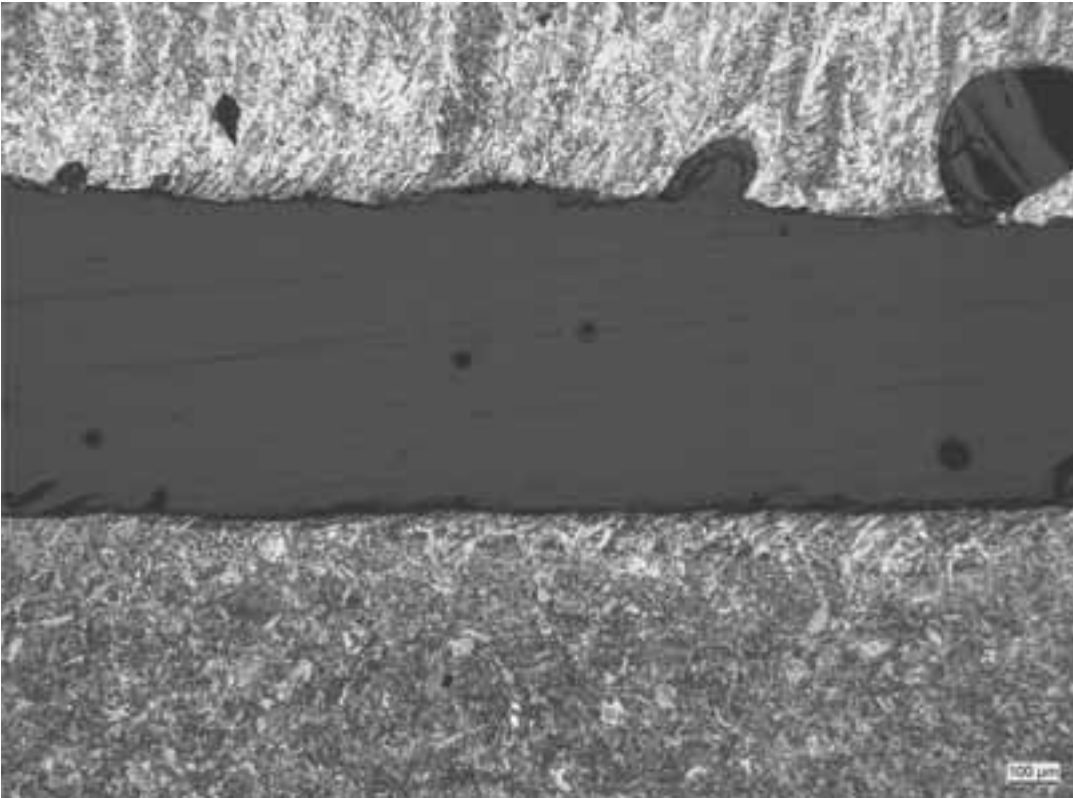
Kuvat 31 ja 32. Mikroskooppikuvat näytteistä 5Y ja 5O.



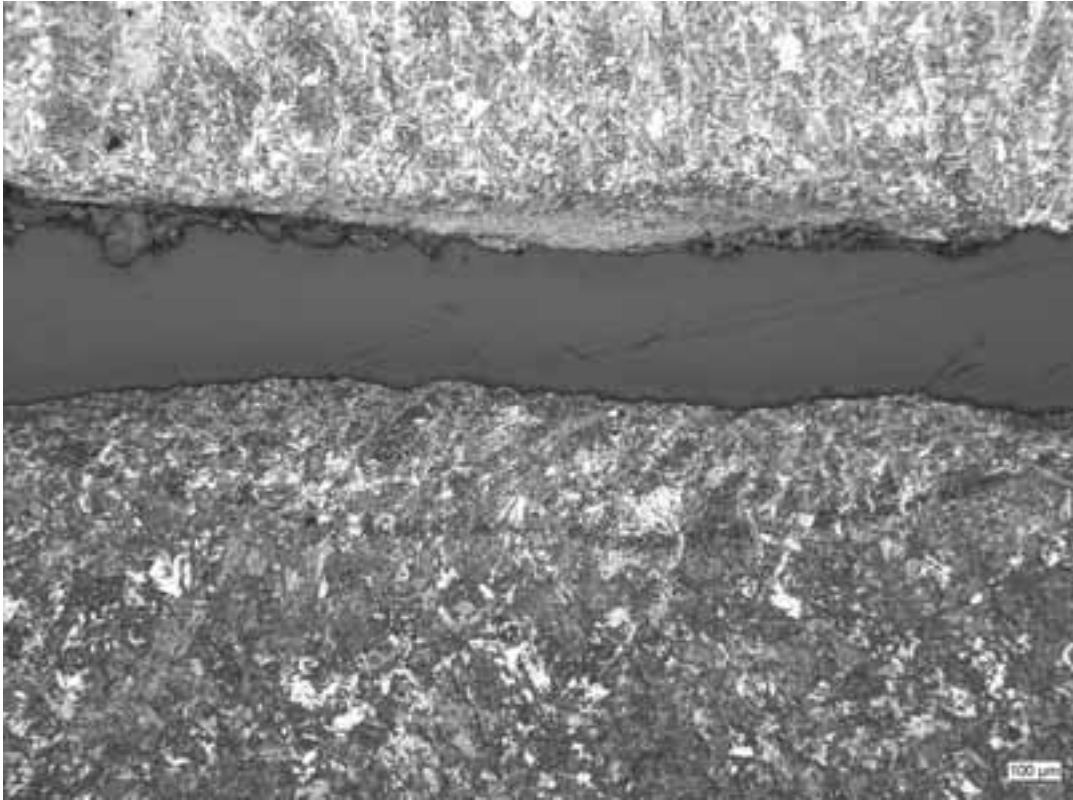
Kuvat 33 ja 34. Mikroskooppikuvat näytteistä 6Y ja 6O.



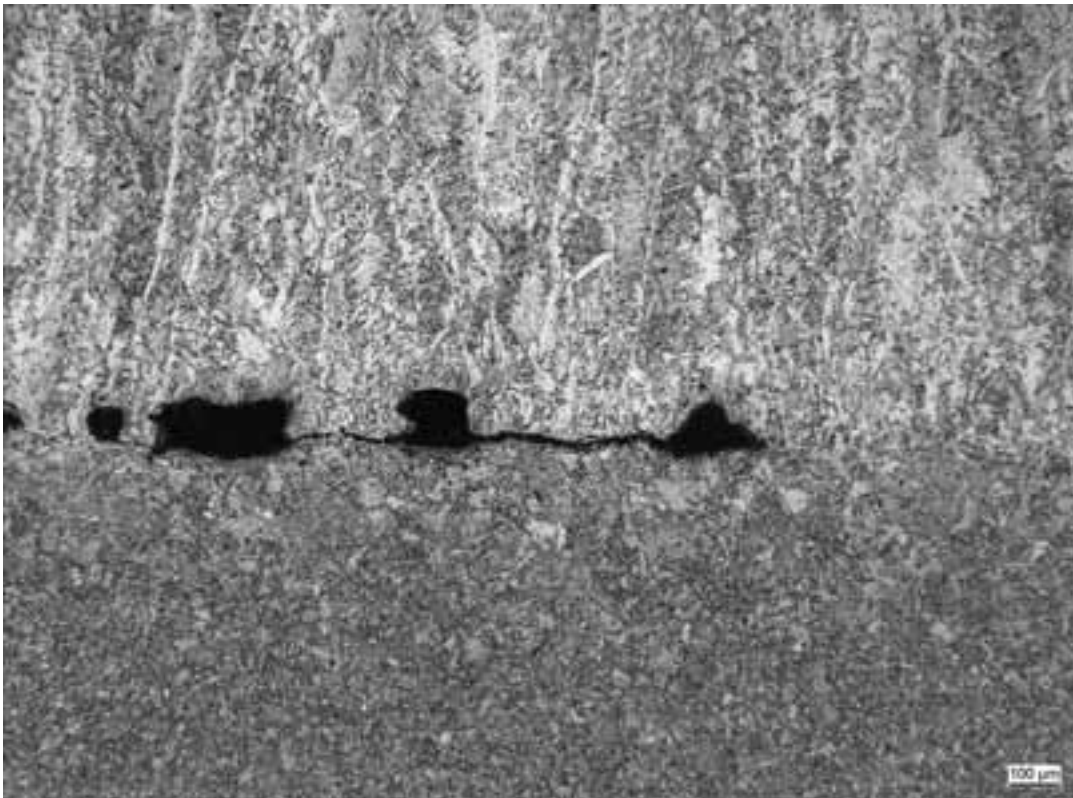
Kuvat 35 ja 36. Osasuurennukset kuvasta 25.



Kuvat 37 ja 38. Osasuurennukset kuvasta 27.



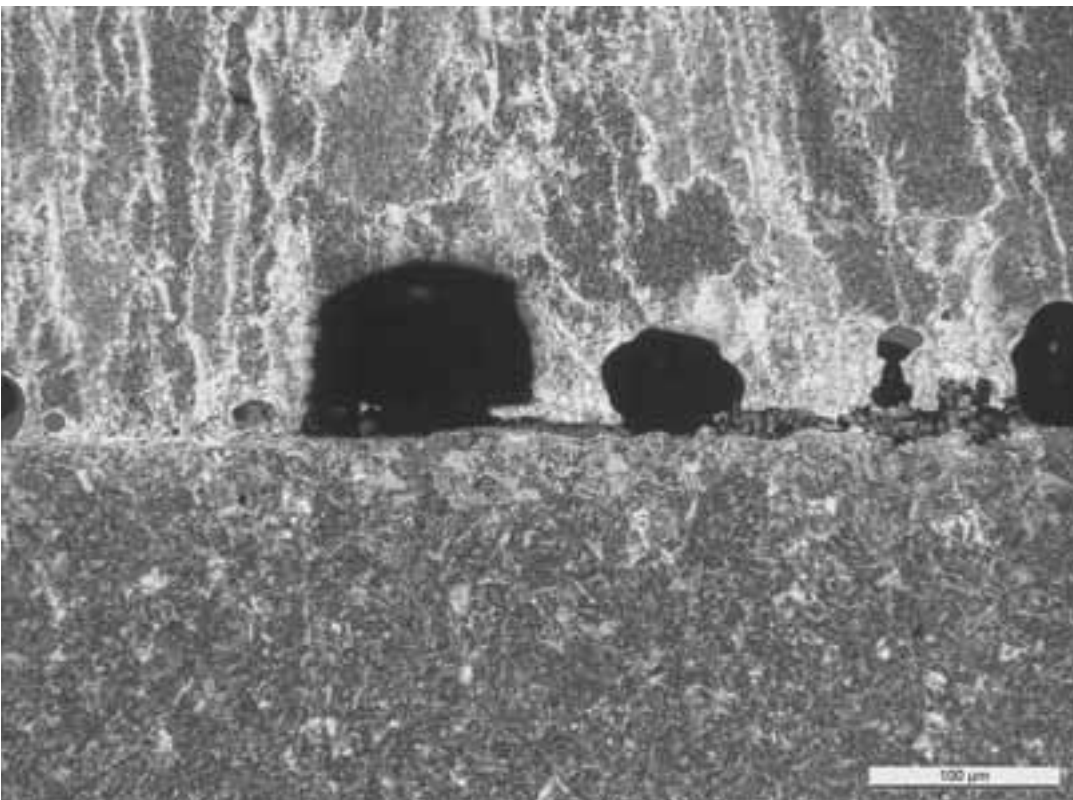
Kuva 39. Osasuurennus kuvasta 28.




Kuva 40. Osasuurennus kuvasta 29.



Kuva 41. Osasuurennus kuvasta 30.



Kuva 42. Osasuurennus kuvasta 31.

		TUOTTEET JA TUOTANTO PL 1704, 02044 VTT (Kemistintie 3, Espoo) Puh. (09) 4561, Fax (09) 456 7010		ANALYYSITODISTUS Optinen emissiospektrometri, Spectrolab S Kantokaasumenetelmä, Leco TC-136 (sisäiset menetelmät T103-001, T103-002, T103-003)										N:o MTU075-031281 Liite	
Sivuja 1/1		Saapumispäivä: 15.10.2003 Analysointipäivä: 15.10.2003													
Tilaaja: Onnettomuustutkintakeskus		Tilaus: VAUSEL 31175													
Näyte	Koostumus %													Anal. n:o.	
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	W	V	Ti		Co
palkki 1 levy 15mm	0,17	0,35	1,44	0,015	0,012	0,040	0,073	0,026	0,27	0,027	<0,01	<0,003	0,003	<0,003	423/03
palkki 1 pystypalkki	0,13	0,17	1,42	0,007	0,017	0,033	0,017	0,013	0,007	0,045	<0,01	<0,003	<0,003	<0,003	424/03
palkki 1 vaakapalkki	0,15	0,43	1,31	0,001	0,009	0,021	0,027	0,012	0,025	0,055	<0,01	<0,003	0,005	<0,003	425/03
palkki 1 hitsi	0,063	0,63	1,22	0,012	0,012	0,039	0,033	0,015	0,072	0,005	<0,01	<0,003	<0,003	<0,003	426/03
palkki 4 levy 15mm	0,17	0,34	1,48	0,015	0,012	0,040	0,070	0,026	0,27	0,024	<0,01	<0,003	0,003	<0,003	427/03
palkki 4 pystypalkki	0,15	0,17	1,40	0,012	0,019	0,026	0,014	0,013	0,005	0,056	<0,01	<0,003	<0,003	<0,003	428/03
palkki 4 vaakapalkki	0,15	0,43	1,34	0,001	0,009	0,021	0,027	0,013	0,025	0,054	<0,01	<0,003	0,006	<0,003	429/03
palkki 4 hitsi	0,072	0,80	1,47	0,014	0,011	0,038	0,027	0,015	0,065	0,004	<0,01	<0,003	<0,003	<0,003	430/03
Näytteet, palkki 1 hitsi ja palkki 4 hitsi olivat huokoisia.															
Tulos pätee vain analysoiduille näytteille. Mittausepävarmuustaulukko toimitetaan pyydettyessä.															
Tämä raportti on saatu Valtion teknillisestä tutkimuskeskuksesta saadun kirjallisen luvan perusteella.															



T103 (EN ISO/IEC 17025)

Espoo, 16.10.2003
VTT Tuotteet ja tuotanto

Erikoistutkija

Jorma Salonen
Jorma Salonen

Erikoistutkija

Tomas Törnkvist
Tomas Törnkvist

Liite 2

Rekonstruoidut T-liitoksen hitsauskokeet ja pienahitsien murtokokeet

Tilaaja: Onnettomuustutkintakeskus, Helsinki



Tilaaaja	Onnettomuustutkintakeskus, Sörnäisten rantatie 33 C, 00580 HELSINKI.
Tilaus	Sähköposti 7.1.2004, Kai Valonen. Päätös 283/5Y, B 3/2003 Y, 27.8.2003.
Käsittelijät	Tutkija Pekka Nevasmaa, johtava tutkija Klaus Rahka ja tutkimusavustaja Esko Kallinen, VTT Tuotteet ja tuotanto, PL 1704, 02044 VTT, puh. (09) 456 6872, faksi (09) 456 7002, sähköposti: pekka.nevasmaa@vtt.fi.
Kohde	VTT:n rekonstruoima, yhdeltä puolen pienahitsattu T-liitos. Liitosten pienahitsien taivuttamalla tehdyt murtokokeet.
Lähtötiedot	Aiemmin tehty vaurioselvitys: VTT:n tutkimusselostus TUO74-033240, 7.11.2003.
Työn tavoite	Kokeissa pyrittiin rekonstruoimaan hitsausolosuhteet, joissa olisi mahdollista aikaansaada aiemmin tutkitussa vauriotapauksessa (tutkimusselostus TUO74-033240) havaitun kaltaisia, tunkeumaltaan lähes olemattomia yksipuolisia pienahitseejä. Koska vaurioituneisiin liitoksiin käytetyn hitsausmenetelmän, hitsausasennon ja hitsattavan materiaalin näkökulmasta voitiin aiemmassa vaurioselvityksessä havaitun kaltaista olematonta tunkeumaa pitää yllättävänä ja poikkeuksellisenä, nähtiin tarpeelliseksi suorittaa ilmoitetun, todellisen hitsaustilanteen rekonstruointi liitosmuodoltaan vastaavaa T-liitosta käyttäen.
Tausta	<p>Saatujen lähtötietojen perusteella vaurioituneen liitoksen putkipalkin ja kannatinlevyjen perusaine oli seostamatonta rakenneterästä. Hitsausmenetelmänä oli käytetty metallikaasukaarihitsausta (MAG), halkaisijaltaan 1,0 mm:n umpilankaa sekä suojakaasuna seoskaasua SK20 (Ar-20%CO₂). Vauriotapauksen liitostyyppi oli yhdeltä puolen hitsattu pienahitsausliitos putkipalkin (seinämänpaksuus 8 mm) ja kannatin/aluslevyn (levynpaksuus 15 mm) välillä, hitsattuna palkin ympäri neljältä sivulta. Saatujen tietojen mukaan hitsaus oli tehty käsinhitsauksena jalkoasennossa, käyttäen lievää noin 40 - 50 °C esilämmitystä. Pienahitsin tavoiteltu a-mitta on ollut 8 mm, mutta toteutunut hieman pienempi, noin 7 mm. Virtalähteen tyyppi oli todennäköisimmin ollut Wallius 450.</p> <p>Lisäaineen kaupanimestä tai tyyppistä ei ollut käytettävissä tietoja, mutta kemiallisen analyysin mukaan se olisi Suomessa hyvin tavallista kotimaista valmistetta. Käytetyistä hitsausparametreista, hitsausohjeesta tai hitsauspöytäkirjasta ei ollut olemassa tietoja. VTT:n aiempi tutkimus (tutkimusselostus TUO74-033240) vaurioituneesta konstruktiosta osoitti hitsiaineen olleen perusainetta vastaavaa seostamatonta C-Mn-Si-pohjaista hitsiainetta. Hitsin kemiallisesta koostumuksesta, lähinnä sen olemattomasta alumiinipitoisuudesta, voitiin päätellä hitsien mitä ilmeisimmin olleen umpilangalla hitsattua MAG-hitsiainetta.</p>

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4

Koejärjestelyt

Rekonstruktiota varten valmistettiin kaikkiaan kahdeksan T-liitosta 8 mm paksun pystylevyn ja 15 mm paksun vaakalevyn välille, siten että kunkin liitoshitsin pituudeksi tuli noin 50 mm. Tarkoituksena oli tuottaa sekä optimaalisia hitsausliitoksia että vaurioituneen kaltaisia, tunkeumaltaan olemattomia hitsausliitoksia. Kokeet tehtiin metallikaasukaarihitsauksena (MAG) käyttäen perusainetta vastaavaa seostamatonta C-Mn-Si-pohjaista lisäainetta OK Autrod 12.51 ja suojaakaasuna AGA-Mison seoskaasua Ar-20%CO₂. Hitsaus tehtiin käsinhitsattuna jalkoasennossa kuten vaurioituneet rakenteetkin oli tehty, mutta käyttäen lisäksi aloitus- ja lopetuspalaa. Hitsaus tehtiin ilman palon levitystä ja ilman esikuumennusta. Liitostyyppi oli yhdeltä puolen hitsattu T-pienahitsausliitos kahden levyn välillä joiden paksuudet (pystylevy: 8 mm; vaakalevy: 15 mm) vastasivat alkuperäisen, vaurioituneen rakenteen aineenpaksuuksia. Tällöin rekonstruktion voidaan katsoa vastaavan riittävällä tarkkuudella aiempaa vauriotapausta, sillä hitsaustapahtuman ja syntyvän hitsipalon kannalta ei ole merkitystä sillä, onko pystykomponenttina levy vai putkipalkkiprofiili, kunhan itse liitosmuoto, hitsausmenetelmä, hitsausasento ja aineenpaksuudet ovat yhtenevät.

Suoritetut kokeet

Tutkimuksessa tehtiin seuraavat kokeet ja tarkastelut:

- *Rekonstruoidut hitsauskokeet* käyttäen (a) riittävään hitsipalon tunkeumaan johtavia "optimaalisia" hitsausparametreja ja hitsauksen suoritustekniikkaa (Kokeet 1 - 4) sekä (b) vauriotapausta vastaavaan, lähes olemattomaan hitsipalon tunkeumaan johtavia "epätarkoituksenmukaisia" hitsausparametreja ja suoritustekniikkaa (Kokeet 5 - 8). Kokeissa rekisteröitiin todelliset hitsausparametrit; kaarijännite, hitsausvirta, langansyöttönopeus ja polttimen kuljetusnopeus (laskettuna hitsipalon mitatun pituuden ja hitsipalon hitsaukseen käytetyn ja mitatun ajan avulla).
- Kaikkien rekonstruktiona tehtyjen pienahitsausliitosten ja murtuneiden liitosten murtopintojen *silmämääräinen tarkastelu* ja pienahitsin todellisen *a-mitan mittaaminen*.
- Kaikkien rekonstruktiona tehtyjen pienahitsausliitosten *murtokoe*. Koe toteutettiin taivutuskokeena kiinnittämällä kukin hitsausliitos ruuvi-penkkiin ja taivuttamalla sitä pystylevyyden holkilla kiinnitettyllä taivutusvarrella, jonka päähän ripustettiin pistemäinen kuorma. Taivutuskuormitusta lisättiin portaittain noin 10 kg askelin kohotetulla kuormalla, joko (a) siihen asti kunnes hitsausliitos murtui, tai (b) kunnes pysyvä plastinen deformaatio oli muodostunut peruslevyyn osoittaen perusaineen rajakuormatilanteen (limit-load) saavutetun. Murtokokeessa mitattiin taivutusvarren pituus ja käytetty kuorma. Esitarkasteluna laskettiin, että 50 mm pitkän, murtolujuudeltaan noin 600 MPa olevan hitsin rajakuorma taivutuskuormituksessa nyt tutkitussa tapauksessa ja käyttäen 1,5 m momenttivartta, saavutetaan noin 40 kg:n kuormituksella.

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4

Saadut tulokset

Kokeissa mitatut hitsausparametrit ja polttimen kohdistus on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1 - Hitsauskokeissa käytetyt ja mitatut hitsausparametrit.

Koe nro	Langansyötönnopeus (m/min)	Kaarijännite (V)	Hitsausvirta (A)	Polttimen kuljetusnopeus (cm/min)	Polttimen kohdistus T-liitoksessa
Hyvä hitsaustulos					
1	15	29,0	272-276	15,8	n. 45° (*)
2	15	29,0	268-272	15,9	n. 45° (*)
3	15	29,0	272-280	13,6	n. 45° (*)
4	15	29,0	268-272	17,6	n. 45° (*)
Olematon tunkeuma paksumpaan levyyn					
5	15	29,8	208-212	13,0	poikkeutettu (**)
6	15	29,8	208-212	13,6	poikkeutettu (**)
7	15	30,0	200-208	13,6	poikkeutettu (**)
8	15	29,5	212-216	13,2	poikkeutettu (**)

(*) : hitsauspoltin kohdistettu n. 1–2 mm 45° kulmasta 15 mm paksuun vaakalevyyn päin

(**): hitsauspoltin poikkeutettu 15–25° verran 45° kulmasta 8 mm paksun pystylevyyn päin

Voidaan todeta, että hitsausvirta-kaarijännite-suhteen poikkeuttamisen – tässä tapauksessa tuon suhteen pienentämisen eli hitsausjännitteen korotuksen – ohella keskeisin hitsaustekninen toimenpide olemattoman tunkeuman aikaansaamiseen oli hitsauspolttimen kohdistuksen poikkeuttaminen ohuempaan pystylevyyn päin, jolloin valokaaren sulattava vaikutus kohdistui olennaisilta osin nimenomaan ohuempaan pystylevyyn. Hitsausliitosten silmämääräinen pikatarkastelu osoitti, että päällisin puolin sekä optimaalisesti että epätarkoituksenmukaisesti hitsatut pienahitsit näyttivät kellovullisilta: hitsipalko oli runsas, hitsikupu korkeahko ja hitsin ulkonäkö näennäisen virheetön. Yksityiskohtaisessa tarkastelussa voitiin kuitenkin selvästi havaita, että optimaalisesti hitsatut hitsit (Kokeet 1 - 4) olivat molemmilta kyljiltään juoheita; hitsipalon ja perusaineen liittymäkohdan riittävä sulamista osoittava valkea kapea juova sularajan vieressä oli selvästi näkyvissä. Sitä vastoin epätarkoituksenmukaisesti hitsatuissa liitoksissa (Kokeet 5 - 8) oli runsaasta hitsikuvusta huolimatta selvästi nähtävissä hitsauspolttimen poikkeutuksen vaikutus: pystylevyn puoleinen liittymä oli juohea, mutta vaakalevyn puoleinen liittymä reunaltaan jyrkkä; puutteellisesta sulamisesta kertoi mm. edellä kuvatun valkean juovan täydellinen puuttuminen pienahitsin vaakalevyn puoleiselta sularajalta.

Epätarkoituksenmukaisesti hitsattujen liitosten esikokeista tehdyt murto-koekokeet paljastivat murtopinnan olevan lähes identtisesti sen kaltainen kuin todellisista, vaurioituneista hitsausliitoksista raportoidut löydökset liitospintojen puutteista. Tunkeuma oli käytännöllisesti katsoen olematon, ainoastaan paikoitellen oli havaittavissa yksittäisiä, kiinnisulaneita saarekkeita.

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

 Kemistintie 3, Espoo
 PL 1704, 02044 VTT

 Puh. (09) 4561
 Faksi (09) 456 7002,
 (09) 456 6990

 etunimi.sukunimi@vtt.fi
 www.vtt.fi/tuo
 Y-tunnus 0244679-4

Hitsin keskilinjan asemesta murtuma oli tapahtunut testauksessa pystyssä olleen paksumman levyn pinnan suuntaisesti, pitkin hitsin ja perusaineen rajaviivaa, käytännöllisesti katsoen ilman minkäänlaista plastista deformaatiota. Tästä huolimatta osoittautui että kaikkien kahdeksan – siis myös epätarkoituksenmukaisesti hitsattujen – liitosten hitsien a-mitta oli likimain 7 mm, mikä vastasi nimellisvaatimusta alkuperäisen vaurioituneen rakenteen murtuneissa pienahitseissä.

Hitsaustapahtuman osalta voitiin havaita, että epätarkoituksenmukaisen, tässä tapauksessa liian pienen, hitsausvirta-kaarijännite-suhteen vaikutus oli selvästi havaittavissa valokaaren palamistapahtumassa. Kaaritila oli olennaisesti levottomampi kuin hitsattaessa optimaalisella virta-jännitesuhteella. Sen sijaan hitsauspolttimen suuntaaminen ja kohdistus eivät ilmenneet suoraan valokaaren levottomuutena, vaan niiden vaikutus oli havaittavissa lähinnä sulan liikkeissä. Sulaa seuraamalla virheen syntyminen on havaittavissa vaatien näin hitsaajalta "tarkkaa silmää" hitsaustapahtuman aikana.

Liitoksen esikuumentamista siten kuin lähtötiedoissa oli esitetty käytetyn vaurioitunutta konstruktioita hitsattaessa, ei voida pitää tarpeellisena, koska teräs on matalalujuuksinen, liitettävät levyt ovat ohuehkoja ja hitsausprosessi on luonteeltaan matalavetyinen MAG-umpilankahitsaus. Hitsatun liitoksen vetyhalkeiluriski, jota esikuumennuksella tehokkaasti voidaan torjua, on tässä tapauksessa käytännössä olematon.

Murtokokeet

Näytehitsausliitokset testattiin kiinnittämällä ne paksummasta aluspalasta ruuvipenkkiin ja vaakasuoraan asettuneen ohuemman levyn jatkeeksi 1,5 metriä pitkä putkesta tehty vipuvarsi, jonka toiseen päähän oli tehty koukku painoja varten, kuva 1.

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4



Kuva 1. Hitsauskoeliitoksen murtokoelaitteisto. Testattava koepala vasemmalla kiinnitettynä ruuvipenkkiin. Putkesta valmistetun kuormitusvivun päässä sanko painojen lisäämistä varten.

Esilaskelman mukaan 50 mm pitkän, murtolujuudeltaan 600 MPa olevan 8 mm:n pienahitsin rajakuorma taivutuskuormituksessa, käytettäessä 1,5 m momenttivivuvartta, saavutetaan n. 40 kg:n painoilla.

Hitsatuille liitoksille taivuttamalla tehtyjen murtokokeiden tulokset on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2 - Hitsausliitosten murtokokeiden tulokset.

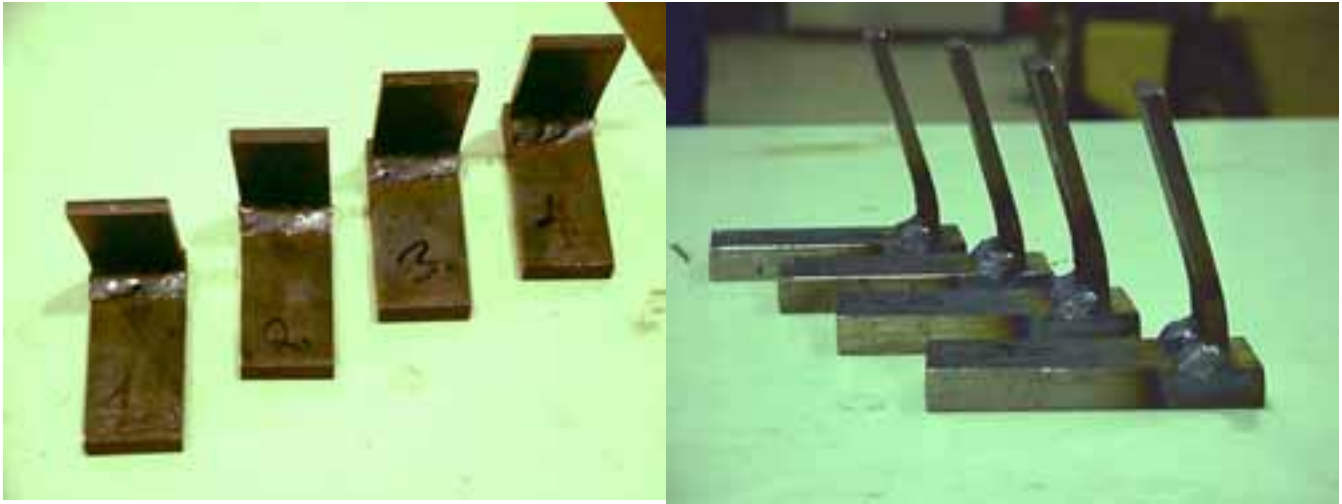
Koe nro	Kokeen lopputilan tulos	Käytetty maksimi-kuorma (kg)	Huomautuksia
1	ei murtunut	40	pystylevy deformoitui plastisesti
2	ei murtunut	40	pystylevy deformoitui plastisesti
3	ei murtunut	40	pystylevy deformoitui plastisesti
4	ei murtunut	40	pystylevy deformoitui plastisesti, huolimatta pienestä hitsausvirheestä
5	murtui	14,7	murtui leikkautumalla hitsin rajaviivalta
6	murtui	7,5	murtui leikkautumalla hitsin rajaviivalta
7	murtui	6,5	murtui leikkautumalla hitsin rajaviivalta
8	murtui	14,7	murtui leikkautumalla hitsin rajaviivalta

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4



Kuva 2. Priimat koehitsausliitospalat testauksen jälkeen. Kuormitettu ohuempi 8 mm:n levy taipunut, liitos ehjä.

Tuloksista nähdään, että kaikki optimaalisesti hitsatut liitokset (Kokeet 1 - 4, kuva 2) kestivät taivutuksen murtumatta aina hitsin rajakuormaan asti, ts. kuormitustilaan jossa perusaineen rajakuorma jo ylittyy aikaansaaden 8 mm pystylevyn pysyvän muodonmuutoksen, ilman että pienahitsi murtui. Näin kävi siinäkin yksittäistapauksessa (Koe 4), jossa valokaaren sammuminen kesken hitsauksen johti hitsausvirheeseen hitsin keskivaiheilla, ts. puutteelliseen sulamiseen ja vajaan tunkeumaan. Perusaineen deformatuminen ennen hitsiainetta selittyy pitkälti hitsin suuremmalla lujuudella suhteessa perusaineeseen: tyypillinen myötölujuus OK Autrod 12.51 -tyypin hitsiaineella on noin 470 MPa, seostamattoman rakenneteräksen myötölujuuden ollessa tyypillisesti luokkaa 280 - 350 MPa. Kokeen 4 tapauksessa todennäköisesti nimenomaan hitsin ylilujuus osittain suojaa sitä paikallisen hitsausvirheen kuormankantokykyä alentavalta vaikutukselta, kun hitsiaine on sitkeää ja muu osa hitsistä on eheää.

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4



Kuva 3. Väärällä polttimen asennolla hitsatut koepalat kuormituksen jälkeen. Kuormankantokyky vain murto-osa koepalojen 1, 2, 3 ja 4 rajakuormituksesta.

Sitä vastoin kaikki epätarkoituksenmukaisesti hitsatut liitokset (Kokeet 5-8) murtuivat jo aivan taivutuksen alkuvaiheessa, kuormilla jotka alimmillaan olivat ainoastaan 16 % lasketusta rajakuormasta, ja parhaimmillaankin ylsivät vain noin 37 % rajakuormasta. Silmämääräinen murtopintatarkastelu osoitti murtuman kaikissa tapauksissa edennen levyn pinnan suuntaisena, leikkautumalla hitsipalon ja perusaineen liittymäkohdassa, eikä hitsin keskilinjaa pitkin. Murtopintojen olemus oli täysin samankaltainen esikokeessa havaitun kanssa, ja hyvin samankaltainen alkuperäisen vauriotapauksen kanssa. Osittaista sulamista eli hitsin liittymistä perusaineeseen havaittiin ainoastaan paikoitellen, satunnaisissa kohdissa, kaiken muun osan murtopinnasta ollessa "auki", mikä kertoo perusaineen jäämisestä täysin sulamatta.

Yhteenveto

VTT:n rekonstruoimissa hitsauskokeissa onnistuttiin tuottamaan T-liitoksen pienahitsejä jotka sekä olemattoman tunkeuman että murtopinnan ulkonäön osalta vastasivat hyvin tarkasti alkuperäisen vauriotapauksen pienahitsejä. Kokeet osoittivat että ulkonäöltään näennäisen kelvollinen, ja amitaltaan jopa vaatimukset täyttävä pienahitsi voi todellisuudessa olla tunkeumaltaan olematon, mikäli hitsausparametrit ja hitsauksen suoritustekniikka ovat syystä tai toisesta epätarkoituksenmukaiset. Keskeisin olemattomaan tunkeumaan johtanut tekijä oli hitsauspolttimen kohdistuksen poikkeuttaminen siten, että valokaari suuntautui T-liitoksen levyistä ohuempaan: 8 mm:n pystylevyyn. Tämä, yhdessä tavanomaista alhaisemman virta-jännite-suhteen kanssa (pieni ylijännite) johti puutteelliseen sulamiseen

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4

ja näin jyrkkään hitsipalon liittymään ja olemattomaan tunkeumaan 15 mm:n vaakalevyn ja hitsipalon liittymäkohdassa.

Puutteellista sulamista näyttää varsin hyvin indikoivan hitsatun alueen silmin havaittava värimuutos: riittävästi sulaneen ja moitteettomasti liittyneen hitsipalon vieressä perusaineen puolella oli havaittavissa hyvin kapea, vaalea juova; tämä juova puuttui kokonaan niistä tapauksista joissa sulaminen oli selvästi puutteellista.

Ruuvipenkkiin kiinnitettyjen liitosten taivuttamalla tehdyt murtokokeet osoittivat, että epätarkoituksenmukaisesti hitsattujen, ja tunkeumaltaan olemattomien pienahitsausliitosten kuormankantokyky oli vain murto-osa eheän, tunkeumaltaan optimaalisen liitoksen kuormankantokyvystä. Näin oli siinäkin tapauksessa, että liitosten a-mitat olivat yhtä suuret. Myöskään paikallinen hitsausvirhe (puutteellisesti sulanut kohta) ei heikentänyt kelvollisen liitoksen kuormankantokykyä, kun muu osa liitoksesta oli tunkeumaltaan riittävä. Tällainen koe on hinnaltaan olematon ja teknisesti mahdollinen "joka pajassa".

Kaikki optimaalisiin parametreihin ja suoritustekniikoin hitsatut liitokset kestivät murtumatta perusaineen rajakuormaan saakka, ts. tilaan jossa perusaineeseen syntyi pysyvä plastinen muodonmuutos, mutta perusaineeseen nähden luja hitsi ei murtunut.

Kaikki epätarkoituksenmukaisesti hitsatut liitokset murtuivat jo alhaisilla kuormitustasoilla hitsipalon ja perusaineen (vaakalevyn) liittymäkohdasta, ilman minkäänlaista havaittavaa muodonmuutosta. Liitosten murtopintatarkastelu osoitti tämän aiheutuneen hitsipalon olemattomasta tunkeumasta vaakalevyyn.

Tulokset osoittavat, että optimaalisen virta-jännite-suhteen ohella hitsauspolttimen oikea kohdistus on ratkaisevan tärkeää riittävän tunkeuman aikaansaamiseksi T-liitoksen pienahitsin molempiin liitettyihin eripaksuisiin levyihin. Tämän seikan tärkeys korostuu erityisesti käsinhitsauksessa. Polttimen kohdistuksesta olisikin syytä erikseen mainita esimerkiksi hitsausohjeessa (WPS), ja se tulisi raportoida hitsauspöytäkirjassa. Rungas palko, korkea kupu tai nimellisesti riittävä a-mitta eivät yksin takaa riittävää kuormankantokykyä, mikäli hitsipalon tunkeuma on jäänyt selvästi puutteelliseksi.

Espoo, 26.1.2004

Tutkimuspäällikkö

Rauno Rintamaa

Tutkija

Pekka Nevasmaa

JAKELU

Tilaaaja, 1 kpl
VTT Tuotteet ja tuotanto/TUO7, 1 kpl

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Kemistintie 3, Espoo
PL 1704, 02044 VTT

Puh. (09) 4561
Faksi (09) 456 7002,
(09) 456 6990

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi/tuo
Y-tunnus 0244679-4

LAUSUNNOT



YMPÄRISTÖMINISTERIÖ
MILJÖ MINISTERIET
MINISTRY OF THE ENVIRONMENT

Päiväys
Datum

Dnro
Dnr

18.6.2004

YM15/629/2004

Onnettomuustutkintakeskus
Sörnäisten rantatie 33 C
00580 Helsinki

SAAPUNUT

4. 6. 2004

281/54

Viite
Hänvisning

Kirjeenne 254/5Y 9.6.2004

Asia
Ärende

LAUSUNTO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA B 3/2003Y

Viitekohdassa mainitun kirjeenne johdosta ympäristöministeriö esittää pyydettyinä lausuntonaan seuraavaa:

Tutkintaselostuksen luonnoksessa on selkeästi kuvattu onnettomuus ja sen analysointi sekä onnettomuuteen johtanut puute eli se seikka, että hitsattujen teräsrakenteiden kelpoisuutta ei ollut selvitetty.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan "B7 Teräsrakenteet, ohjeet 1996" kohdan 11 mukaan rakenteiden vaatimuksenmukaisuus arvioidaan rakenneaineiden, tarvikkeiden, valmisosien sekä rakenteiden laadusta olevan aineiston sekä suunnitelmien perusteella vaihtoehtoisia menettelytapoja noudattaen. Näitä vaihtoehtoisia menettelytapoja ovat hyväksytyyn tarkastuslaitoksen valvonta ja projektikohtainen valvonta. Tässä tapauksessa teräsrakenteiden valmistaja ei kuulunut hyväksytyyn tarkastuslaitoksen valvontaan, joten projektikohtaista valvontaa olisi pitänyt noudattaa. Sen mukaan mm. laadunvarmistustoimenpiteiden dokumenteista kootaan ns. laatupassi, joka toimitetaan rakennusvalvontaviranomaisille.

Edellä esitetyissä ohjeissa ei oteta kantaa siihen, kuka tekee mitään. Näiden seikkojen on katsottu kuuluvan toimijoiden keskenään sovittaviin asioihin.

Kuten luonnoksessa todetaan, pääurakoitsija tai rakennuttaja ei vaatinut työn tai tuotteiden laatua tai laadunvarmistustapoja osoittavia asiakirjoja, koska yrityksen toiminta- ja laadunvarmistustapojen ajateltiin olevan kunnossa ja koska toimitettavia rakenteita todennäköisesti pidettiin suhteellisen yksinkertaisina eikä niihin arveltu sisältyvän erityisiä riskejä.

Luonnoksessa on aivan oikein todettu, että hitsauksen laatu syntyy tekemällä, ei tarkastamalla. Menetelmäkokeeseen perustuvaa hitsausohjetta ei ollut tehty, eikä hitsaajalla ollut voimassa olevaa ja kyseiseen hitsaustapaan soveltuvaa pätevyystodistusta eikä hitsaustyön aikana käytetyistä asetuksista ollut pidetty hitsaustyöpöytäkirjaa.

Luonnokseen sisältyy kaksi suositusta.

Teräsrakentamisen toimialajärjestöjen tulisi kehittää rakennusvalvonnan ja rakennuttajien avuksi menettelytavat hitsattujen teräsrakennetuotteiden kelpoisuuden selvittämiseksi. (1)

Rakennustarkastajan tulisi aloituskokouksessa selvittää rakennuttajalle, mitä huolehtimisvelvollisuus edellyttää rakennuttajalta ja kirjata asia aloituskokouksen pöytäkirjaan. Rakennuttajan tulee vaatia sopimuskumppaneitaan esittämään, miten nämä konkreettisesti huolehtivat kaikkien sopimukseen kuuluvien rakennusosien vaatimuksenmukaisuudesta ja turvallisuudesta. Rakennustarkastajan tehtävänä on varmistaa, että kelpoisuus todella on selvitetty. (2)

Molemmat ehdotukset ovat kannatettavia. Hitsattujen terästuotteiden kelpoisuuden määrityksessä on mahdollista käyttää hyväksytyt tarkastuslaitoksen valvontaa. Tämä käytäntö tulisi saada mahdollisimman laaja-alaiseksi.

B7:n täsmentämistä ja selkiyttämistä koskevat ehdotukset pyritään ottamaan huomioon nyt uudistustyön alla olevassa B7:ssä. Ohjeessa olevaan sovellettavien standardien luettelo -menettelyyn päädyttiin sen vuoksi, että luettelon uusiminen standardien uusiutuksessa on helpompaa kuin itse ohjeen uusiminen. Ohjeesta tulee lisäksi sivumäärältään laaja, jos standardeihin viittaamisesta luovutaan ja standardien sisältöä kirjoitetaan ohjeeseen. Standardisoimisjärjestöillä on lisäksi standardeihinsa tekijänoikeus, joten niitä ei voi vapaasti kopioida. Standardeihin viittaaminen tulee lisääntymään eurooppalaisen kehityksen myötä.

Muissa huomioissa on esitetty, että rakenteisiin, joissa tukena on pienehkö konsoli tai muu tuki, tulisi laittaa tuelta putoamisen estävä haitta tai muu vastaava osa. Näin on ehdottomasti meneteltävä.

Kehittämisjohtaja


Helena Säteri

Yli-insinööri


Anja Nylund



SOSIAALI- JA
TERVEYSMINISTERIÖ
Työsuojeluosasto

Dnro 25/70/2004

4.8.2004

Onnettomuustutkintakeskus
Sörnäisten rantatie 33 C

00580 Helsinki

Viite: Onnettomuustutkintakeskuksen lausuntopyyntö 9.6.2004

Asia: Lausunto Oritupa-nimisen huoltoaseman työmaalla sattuneen onnettomuuden tutkintaselostuksesta

Ministeriö toteaa aluksi, että se on saanut tutkintalautakunnan puheenjohtajalta suullisesti tiedon, että lausunto voidaan antaa kolme viikkoa lähetteessä annetun määräajan (16.7.2004) jälkeen.

Ministeriö pitää hyvänä sitä, että Onnettomuustutkintakeskus on tutkinut ko. onnettomuuden ja tehnyt siitä seikkaperäisen tutkintaselostuksen, josta on hyötyä rakennusosalalla toimiville yrityksille sekä rakentamista valvoville viranomaisille pyrittäessä kohti turvallisempaa rakentamista.

Ministeriö toteaa yleisenä lausuntonaan, että koska onnettomuudessa oli kysymys myös työtapaturmasta, tutkinnassa olisi ollut hyvä selvittää asioita enemmän myös rakennustyötä koskevien turvallisuusmääräysten ja niiden noudattamisen näkökulmasta. Onnettomuuden syynä oli rakennuselementin pettäminen, mistä syystä tapaukseen sovelletaan kaikkia elementtirakentamiseen ja erityisesti elementtien asennukseen liittyviä työturvallisuusmääräyksiä. Viranomaistoiminnan kehittämisen kannalta olisi ollut hyvä tarkastella myös työsuojelupiirin toimintaa kyseessä olevan rakennushankkeen valvonnassa sekä rakennusvalvonta- ja työsuojeluviranomaisen välistä yhteistyötä. Viranomaisten yhteistyön kehittämistä on esitetty mm. Botniahallin sekä Jyväskylän messuhallin kattosortumien tutkintaraporttien yhteisessä suositusosiossa.

Ministeriö haluaa kiinnittää tutkintaselostuksessa huomiota muutamaankin yksityiskohtaan:

s. 18, toinen kappale: Kappaleen viimeisessä lauseessa voisi ehkä oikeammin todeta, että koska teräsrakenteiden työnjohtajaa ei oltu nimetty, ko. erityisalan työnjohtajan tehtäviä ei käytännössä hoitanut kukaan.

s.21, toiseksi viimeinen kappale: Kappaleessa todetaan, että rakennusvalvonta jätti vastuun rakennuttajalle. Huolehtimisvastuu on määräysten mukaan nimenomaan ai-

K:\Lausunnot 2004\Oriveden laattasortumia lausunto 4.8.2004.doc



Postiosoite: ,
Käyntiosoite:

Puhelin:
Suorapuhelin:
Telekopio:

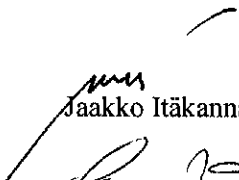
Sähköposti:
X400:

na rakennuttajalla. Tämä kohta olisi parempi muotoilla niin, että rakennusvalvonta ei aktiivisesti varmistautunut siitä, kuinka rakennuttaja huolehtii sille määrätystä tehtävistä.

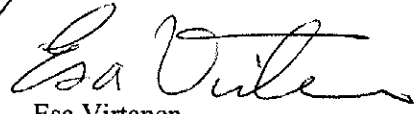
s. 31, ensimmäinen suositus: Suosituksessa puhutaan teräsrakennetuotteiden kelpoisuuden selvittämisestä. Olisiko parempi puhua laajemmin kelpoisuuden varmistamisesta. Menettelyistä hyötyjiä olisivat rakennusvalvonnan ja rakennuttajien lisäksi teräsrakenteita valmistavat yritykset, joiden ensisijassa pitää varmistaa omien tuotteidensa kelpoisuus sekä tarvittaessa pystyä osoittamaan se rakennuttajalle ja valvontaviranomaiselle.

s. 31, toinen suositus: Ministeriön käsityksen mukaan saattaisi olla tarpeen se, että aloituskokouksessa käytäisiin aina läpi, millä menettelyillä ko. hankkeessa esivalmistettujen rakennuselementtien laadusta, erityisesti kantavien elementtien lujuudesta varmistaudutaan. Lujuuden osalta tulisi varmistaa myös elementin kestävyys asennuksen aikaisia kuormia vastaan. Tähän liittyy yhtenä osana elementtien suunnittelijoiden ja valmistajien pätevyyden sekä muiden elementtien kelpoisuuden kannalta tärkeiden resurssien riittävyyden varmentaminen. Sovitut menettelyt on syytä kirjata kokouksen pöytäkirjaan.

Yksikön päällikkö,
valvontajohtaja


Jaakko Itäkannas

Yli-insinööri


Esa Virtanen



SISÄASIAINMINISTERIÖ
Pelastusosasto

23.8.2004

SM-2003-02574/Tu-33

Onnettomuustutkintakeskus
Sörnäisten rantatie 33 C
00580 Helsinki

26.08.2004

26.08.2004

342/54

lausuntopyyntö 9.6.2004, 254/5Y

ORIVEDEN ORITUPA-NIMISEN HUOLTOASEMAN ONNETTOMUUS

Sisäasiainministeriön pelastusosastolla ei ole huomautettavaa Oriveden Oritupa-nimisen huoltoaseman välipohjarakenteen sortumisen tutkintaselosteessa B 3/2003 Y esille tulleista asioista.

Tekninen johtaja

Hannu Olamo

Toimistoinsinööri

Pekka Rajajärvi

ORIVEDEN KAUPUNKI

OTE PÖYTÄKIRJASTA

Kaupunginhallitus

§ 218

28.06.2004

06.2004
295/54

ONNETTOMUUSTUTKINTAKESKUKSEN LAUSUNTOPYYNTÖ

Khall § 218

Onnettomuuskeskus pyytää Oriveden kaupungilta lausuntoa tutkintaselostusluonnoksesta, joka koskee Oritupa-nimisen huoltoaseman laajennustyömaalla 25.08.2003 sattunutta onnettomuutta. Lausuntoa on pyydetty 16.07.2004 mennessä.

Tutkintaselostuksen tiivistelmä ja alkusanat ovat kokoukseen osallistuville liitteenä. Tutkintaselostusluonnos, joka on tässä vaiheessa salassa pidettävä, on kokonaisuudessaan luettavissa kokouksessa.

Kaupunginjohtajan ehdotus: Kaupunginhallitus toteaa lausuntonaan tutkintaselostusluonnoksesta seuraavaa:

Tutkintaselostuksessa selvitetään kattavasti ja perusteellisesti itse onnettomuus, sen tutkinta, siitä tehdyt analysoinnit, johtopäätökset ja suositukset. Tarkennuksena voidaan todeta raportin sivulle 12, että rakennusvalvonnan viranomaistehtävistä huolehtii Orivedellä ympäristölautakunta, jossa myös rakennuslupa käsiteltiin.

Oriveden kaupungilla ei ole muuta huomauttamista tutkintaselostusluonnoksesta.

Päätös: Ehdotus hyväksyttiin.

Asianmukaisesti allekirjoitetusta ja tarkastetusta pöytäkirjasta kirjoitetun otteen oikeaksi todistaa:

Orivedellä 5.7.2004


Helena Lappi
pöytäkirjanpitäjä

JAKELU Onnettomuustutkintakeskus
rakennustarkastaja
maankäyttöinsinööri
kaupunginjohtaja



Onnettomuustutkintakeskus
Sörnäisten rantatie 33C
00580 HELSINKI

Viite Lausuntopyyntö 254/5Y

Asia Lausunto tutkintaselostuksesta B 3/2003Y

Tampereen aluepelastuslaitos ilmoittaa asiakohdassa mainitusta tutkintaselostusluonnoksesta, että se on ammattimaisesti laadittu ja antaa selkeän kuvan tapahtuneesta. Pelastustoiminnan osalta tutkintaselostuksen kuvaus vastaa tapahtumien kulkua.

Pirkanmaalla oli tapahtuma-aikaan jo toiminnassa koko Pirkanmaan kattava alueellinen pelastustoimi. Pelastuslaitoksena Pirkanmaalla toimii Tampereen aluepelastuslaitos. Esitämme terminologista täsmennystä selostuksen tekstiin tästä syystä seuraavasti:

kohta 1.4.1 Hälytykset (toinen kappale)

Aluehälytyskeskus hälytti Tampereen aluepelastuslaitoksen Oriveden aluepaloaseman lähdön, jonka ensimmäinen yksikkö oli paikalla 11.42.39. Oriveden aluepaloaseman lähtö sai tehtävän ensivastetehtävänä, jolloin onnettomuuden koko laajuus ei vielä ollut selvillä. Seuraavat Oriveden yksiköt olivat paikalla kello 11.43, 11.46 ja 11.59. Lisäksi paikalle hälytettiin täydennyslähtönä useita yksiköitä muilta Tampereen aluepelastuslaitoksen asemilta. Paikalle tuli kaiken kaikkiaan kaksitoista yksikköä kello 12.10 mennessä. Jo ennen ensimmäisen yksikön saapumista työmaan vastaava työnjohtaja oli tilannut paikalle ison autonosturin ontelolaattojen nostamiseksi pois miesten päältä.

Seppo Männikkö
vs. pelastusjohtaja

Osoite	Puhelin	Telefax	Sähköposti
Satakunnankatu 16 33100 TAMPERE	vaihde 03 - 246 2111	03 - 212 9900	aluepelastuslaitos @tampere.fi



H. Tarvainen/ar

30.6.2004

1(1)
SAAPUNUT

02.07.2004

291 / 54

Onnettomuustutkintakeskus
Sörnäisten Rantatie 33C
00580 Helsinki

Lausuntopyyntö 254/5Y, 9.6.2004


Tapaturmavakuutuslaitosten liitolla ei ole sinänsä mitään erityisen merkittävää lisättävää tutkintaselostuksen B3/2003Y suositukseen. Tutkintaselostuksessa on hyvin kuvattu onnettomuuden tausta, kulku, puutteet rakentamisen eri vaiheissa ja vastaavan onnettomuuden torjunta. Esitettyjen toimenpiteiden lisäksi haluamme kuitenkin korostaa rakennusaikaisen työn turvallisuuden varmistamista.

Tapaturmavakuutuslaitosten liiton suorittamassa TOT-tutkinnassa on havaittu vastaavantyyppisiä ongelmia. TOT-raporteissa ehdotetuissa torjuntatoimenpiteissä on viime aikoina korostunut rakennuttajan keskeinen asema rakennustyön turvallisuuden varmistamisessa. Ongelmaksi on kuitenkin koettu rakennuttajien ammattitaidon puute ja lainsäädännön tuntemattomuus.

Kuvatussa onnettomuudessa keskeinen ongelma on liittynyt myös alihankintaketjun työn laadun ja ammattitaidon varmistamiseen. Ongelma juontuu nykyisten rakentamistapojen vaatimaan laajaan osaamiskirjoon, jollaista on harvalla yksittäisellä rakennustyötä ohjaavalla ja valvovalla asiantuntijalla. Sinänsä teräsrakentamisen piirissä työskenteleville asiantuntijoille onnettomuudessa esiin tulleet asiat ovat tuttuja ja myös keskeisiä tarkistuskohteita. Erityisasiantuntijoiden käyttöä on siksi aina korostettava.

Koska rakennuttajat eivät suinkaan ole aina rakentamisen asiantuntijoita, on rakentamista valvovien viranomaisten varmistettava, että koko suunnittelu- ja valmistamisketjussa ei ole osaamattomuudesta johtuvia aukkoja. Olennaista on kiinnittää huomiota rakennusturvallisuuden kannalta kriittisiin yksittäisiin kohteisiin ja toimintatapoihin. Lisäksi on varmistettava, että vaadittavat lisätoimenpiteet ja varmistukset myös toteutetaan käytännössä.

TAPATURMAVAKUUTUSLAITOSTEN LIITTO


Tapani Miettinen
toimitusjohtaja

TAPATURMAVAKUUTUSLAITOSTEN LIITTO



SUOMEN KUNTALIITTO
FINLANDS KOMMUNFÖRBUND

Yhdyskunta, tekniikka ja ympäristö
Hannu Huhtala

SAAPUNUT

03.08.2004 30.7.2004

322/5Y

Onnettomuustutkintakeskus
Sörnäisten rantatie 33 C
00580 HELSINKI

Viite :Lähetä 254/5Y

Lausunto tutkintaselostusluonnoksesta

Onnettomuustutkintakeskus on pyytänyt Suomen Kuntaliiton lausuntoa Orivedellä Oritupa-nimisen huoltoaseman laajennustyömaalla 25.8.2003 sattuneen onnettomuuden tutkintaselostusluonnoksesta. Liiton toimisto esittää kantanaan seuraavaa:

Lausunnolla oleva tutkintaselostusluonnos antaa hyvän kuvan tapahtumien kulusta ja onnettomuuteen johtaneista syistä. Esitämme kuitenkin joitakin tarkennuksia itse selostusosaan ja kannanottoja annettuihin suosituksiin.

Selostusosa:

(Tutkintaselostuksen liitteenä julkaistaan vain suosituksia koskevat lausunnot)

Suosituksset

B3/03Y/S1

"Teräsrakentamisen toimialajärjestöjen tulisi kehittää rakennusvalvonnan ja rakennuttajien avuksi menettelytavat hitsattujen teräsrakennetuotteiden kelpoisuuden selvittämiseksi".

Kommentteja suosituksesta:

Suositus on paikallaan ja kannatettava. Menettelytavat tulisi kuitenkin kehittää **yhteistyössä** muiden alalla vaikuttavien keskeisten toimijoiden kanssa mukaan lukien viranomaistoimijat, rakennuttajat, urakoitsijat, suunnittelijat ja valvojat.

Kohtaan 5.1 S1 Hitsattujen teräsrakenteiden kelpoisuus ehdotamme lisättäväksi suosituksen , että Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B7 keskeiset laadunvarmistustoimenpiteet **nostetaan määräystasolle** ohjetasolta.

B3/03Y/S2

"Rakennustarkastajan tulisi aloituskokouksessa selvittää rakennuttajalle, mitä huolehtimisvelvollisuus edellyttää rakennuttajalta ja kirjata asia aloituskokouksen pöytäkirjaan. Rakennuttajan tulee vaatia sopimuskumppaneitaan esittämään, miten nämä konkreettisesti huolehtivat kaikkien sopimukseen kuuluvien rakennusosien vaatimuksenmukaisuudesta ja turvallisuudesta. Rakennustarkastajan tehtävänä on varmistaa, että kelpoisuus todella on selvitetty".

Kommentteja suosituksesta:

Maankäyttö- ja rakennuslain 119 §:ssä säädetään huolehtimisvelvollisuudesta rakentamisessa. Sen mukaan **rakennushankkeeseen ryhtyvän** on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö.

Selostuksen kohdan 4.2 kappaleessa 3 todetaan, että "hitsausliitoksen laatu syntyy tekemällä, ei tarkastamalla". Tästä periaatteesta olemme samaa mieltä. Tämän vuoksi suositukset tuleekin kohdistaa pääasiassa varsinaisiin toimijoihin. Tässäkin tapauksessa, vaikka pääurakoitsijalla oli laatujärjestelmä sitä ei enää ulotettukaan aliurakoitsijan toimintaan vaan huonolaatuinen tuote pääsi työmaalle. Rakennusvalvonnan resursseilla on mahdotonta puuttua tähän toimintaketjuun ja varmistaa kelpoisuuden selvittäminen kuten suosituksen loppuosa toteaa. Vaikka

rakennuttajalla itselläänkin oli pätevä henkilöstö mm. valvoja, ei hänkään kyennyt laatua turvaamaan. Toimijoiden tulee olla oma-aloitteisesti aktiivisia ja pitää yhteyttä viranomaisiin hyväksyttävän laatutason turvaamiseksi. Rakennusvalvonnalla tulee olla apuna suosituksen S1 tuloksena syntyvät toimivat menettelytavat kelpoisuuden selvittämiseksi.

On oikein, että esim. aloituskokouksessa kiinnitetään rakennustuotteiden kelpoisuuden selvittämiseen huomiota, mutta se ei vielä takaa tuotteiden laatua, sillä aloituskokousvaiheessa ei vielä välttämättä tiedetä millainen urakka-/tuoteosajako on työn toteutuksessa. Lisäksi aloituskokousta ei aina edes pidetä, jolloin asiaan tulee kiinnittää huomiota rakennusluvassa kuten maankäyttö- ja rakennuslain 121 §:ssä säädetään.

Näin ollen suositus S2 tulisi kirjata esim. muotoon:

Rakennusvalvontaviranomaisen tulisi rakennusluvassa tai aloituskokouksessa kiinnittää rakennushankkeeseen ryhtyvän huomiota maankäyttö- ja rakennuslain 119 §:n mukaiseen huolehtimisvelvollisuuteen kantavien rakennusosien vaatimuksenmukaisuudesta ja turvallisuudesta.

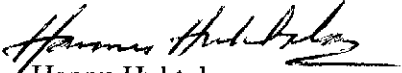
Rakennuttajan tulee urakkasopimusasiakirjoihin sisällyttää urakoitsijoita koskevat vaatimukset rakennustuotteiden kelpoisuuden osoittamiseksi. Laadunvarmistuksesta tulee tehdä merkinnät rakennustyön tarkastusasiakirjaan ja tarvittaessa toimittaa laadunvarmistusdokumentit ennen työn aloittamista rakennusvalvontaviranomaiselle.

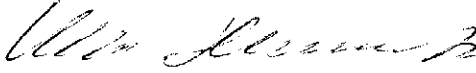
Mikäli työn aikana havaitaan puutteita laadunvarmistuksessa rakennusvalvontaviranomaisen tulee tarvittaessa vaatia selvitys toimenpiteistä epäkohdan korjaamiseksi (SRMK A1 3.2.3).

Lisäksi toteamme, että onnettomuustutkintakeskuksen käytäntö toimijoiden nimien julkaisemisessa vaihtelee. Joissakin tutkintaselostuksissa toimijoiden nimet mainitaan, mutta tässä ne on jätetty mainitsematta. Käytäntö olisi hyvä olla yhtenäinen.

Muilta osin Suomen Kuntaliitolla ei ole huomautettavaa.

Suomen Kuntaliitto


Hannu Huhtala
rakennuttajainsinööri


Ulla Hurmeranta
lakimies

Liite 3 / 12 (17)

RAKENNUSTARKASTUSYHDISTYS RTY ry.
Kettutie 2, 00800 HELSINKI

LAUSUNTO
11.7.2004

ONNETTOMUUSTUTKINTAKESKUS
Tutkintalautakunnan puheenjohtaja Kai Valonen
Sörnäisten rantatie 33 C
00580 HELSINKI

Viite Lähete 254/5Y 9.6.2004

Asia Lausunto tutkintaselostuksen B 3/2003 Y luonnoksesta koskien Orivedellä Oritupanimisen huoltoaseman laajennustyömaalla 25.3.2003 sattunutta onnettomuutta

Rakennustarkastusyhdistys kiittää Onnettomuustutkintakeskusta aktiivisesta, avoimesta ja tiedottavasta otteesta viime aikaisissa rakennusalan onnettomuustapauksissa. Onnettomuuksien perusteellinen selvittäminen ja niiden pohjalta annetut suositukset edistävät laadukkaan lopputuloksen aikaansaamista rakentamisessa ja mahdollistavat vastaavien onnettomuuksien välttämisen.

Nyt esillä olevan huoltoaseman laajennustyömaan onnettomuuden tutkintaselostukseen on kirjattu oleelliset teräsrakentamisen prosessissa tapahtuneet puutteet ja annettu koetun pohjalta perustellut suositukset. Rakennustarkastusyhdistyksellä ei ole tähän huomauttamista. Suomen rakennustarkastajakunta on keskeisessä asemassa rakentamisen laadun varmistamisessa ja valtakunnallisten pelisääntöjen noudattamisen valvomisessa.

Hitsattujen teräsrakenteiden valmistus pitää tapahtua ns. kolmannen osapuolen laadunvalvonnan alaisuudessa tai sitten on tapauskohtaisesti selvitettävä teräsrakenteiden kelpoisuus. Niin rakennustarkastajien kuin rakennuttajien ja rakentajien keskuudessa on teräsrakentamisen tuntemus valitettavasti vajavaista. Suoranaiseen ammattitaidottomuuteen teräsrakentamisessa törmätään pienillä paikkakunnilla ja alihankintayrityksissä.

Tutkintaselostuksessa on otettu esiin myös teknisen normiston vaikeaselkoisuus. Lisäksi viime vuosien jatkuva muutostila on hämärtänyt menettelytapoja laadunvarmistuksessa. Sirpaloituneessa rakentamisprosessissa vastuuta lopputuotteen laadusta vyörytetään vielä yleisesti rakennustuotetoimittajille.

Aiheellinen huomio tutkintaselostuksessa kohdistetaan pilarin ja palkin liitosdetaljiin, mikä ei pysty siirtämään teräsrungon asennusaikaisia vaakavoimia. Liitosdetalji poikkeaa teräsrakentamisen liitossuosituksista ja käytetty konsoli aiheuttaa hitsausliitoksen rasitusta myös taivutusmomentista.

RAKENNUSTARKASTUSYHDISTYS RTY ry:n puolesta

Kalevi Lammi
Tampereen rakennustarkastaja



Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto ry

Helsinki 24.6.2004

Onnettomuustutkintakeskus
Sörnäisten rantatie 33 C
00580 Helsinki

SAAPUNUT

29. 6. 2004

285/54

Viite: Lausuntopyyntö 9.6.2004

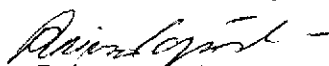
Lausunto tutkintaselostuksesta B 3/2003 Y luonnos 9.6.2004


Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry:ltä on pyydetty lausuntoa luonnoksesta tutkintaselostukseksi ”Pysyväksi tarkoitettun välipohjarakenteen putoaminen huoltoasematyömaalla Orivedellä 25.8.2003”.

(Tutkintaselostuksen liitteenä julkaistaan vain suosituksia koskevat lausunnot)

Kohdan 5 suosituksissa on sivulla 32 esitetty, että rakennuttajan pitää huolehtia ennen rakenneosien asennusta, että vaatimusten täytyminen on tarkistettu. Rakennuttaja ei itse voi tietää, mitä rakenneosia on tarkistettava mitenkään. Suunnittelijat laativat suunnitelmat, joissa on esitetty rakenneosille asetetut vaatimukset, jotka urakoitsija toteuttaa. Urakoitsija vastaa tekemistään töistä ja hankkimistaan rakennustavaroista ja rakennusosista sekä alustensa ja urakan täyttämässä mahdollisesti käyttämiensä muiden osapuolten töistä ja toimenpiteistä. Urakoitsijan tehtäviin kuuluu myös (YSE 11 §) rakennustavaroiden ja rakennusosien tarkastus sekä laadun toteamiseksi tarpeelliset kokeet.

Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry


Raimo Seppälä
Tekninen johtaja


Seppo Kuitunen
Lakimies

2004-06-23

SAAPUNUT

28. 6. 2004

283/54

Onnettomuustutkintakeskus
Sörnäisten rantatie 33C
00580 HELSINKI

LAUSUNTO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA B 3/2003 Y LUONNOS 9.6.2004

Kiitämme mahdollisuudesta esittää lausuntomme tutkintaselostusluonnoksesta.

Selvitys vaikuttaa perusteelliselta ja ehdotetut suositukset perustelluilta. Onnettomuuden syykin näyttää olevan harvinaisen yksiselitteinen, eikä useiden tekijöiden summa kuten yleensä.

Yksilöityinä kommentteina esitämme seuraavaa:

Hitsausohjeen (WPS) hyväksyntä voi menetelmäkokeen ohella tapahtua myös esim. aiemman kokemuksen perusteella (esim. Tiivistelmä, sivut 18 ja 23).

Suositus 1:

Teräsrakenteita koskevien rakentamismääräyskokoelman ohjeet B7 Teräsrakenteet antavat teräsrakenteiden vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen kaksi vaihtoehtoa:

- Valmistuksen todetaan tapahtuneen ympäristöministeriön hyväksymän tarkastuslaitoksen valvonnan alaisena tai
- Rakenteiden ominaisuuksista varmistetaan ohjeiden B7 kohdan 11.3 mukaan ja vaadittujen laadunvarmistustoimenpiteiden dokumenteista kootaan laatupassi, joka toimitetaan viranomaiselle.

Teräsrakenneyhdistys ry:n toimesta perustettiin vuonna 1988 Teräsrakenteiden Laaduntarkastusyhdistys TLT, jonka ympäristöministeriö hyväksyi ohjeiden B7 tarkoittamaksi hyväksytyksi tarkastuslaitokseksi. TLT:n tarkastustoiminta käynnistyi 1990 luvun alussa. Joidenkin fuusioiden jälkeen TLT:n toimesta käynnistetty teräsrakenteiden valmistuksen tarkastustoiminta tapahtuu nykyään SFS- Inspecta Sertifiointi Oy:n toimesta. Järjestelmä perustettiin erityisesti rakennustarkastuksen ja rakennuttajien avuksi teräsrakenteiden kelpoisuuden toteamiseen. Tärkeä tavoite oli myös teräsrakenteiden laatuvaatimusten yhdenmukaistaminen.

Käsittääksemme hyväksytyyn tarkastuslaitoksen valvonta on hyvin pitkälle se menettelytapa, joka suosituksessa 1 ehdotetaan alalle kehitettäväksi. Tämä menettelytapa hitsattujen teräsrakenteiden kelpoisuuden selvittämiseksi on ollut käytettävissä jo yli kymmenen vuotta. Hyväksytyyn tarkastuslaitoksen valvontaan liittyy valmistajan teräsrakenteiden valmistukseen tarkoitettun

laatujärjestelmän alkutarkastus ja jatkuvat vuositarkastukset (2 kpl vuosi). Järjestelmään liittyy myös merkittävä koulutuksellinen funktio. Tämä ns. kolmannen osapuolen valvonta ei kuitenkaan ole pakollista. Ohjeissa B7:kin esitetään vaihtoehtoisena menettelytapana vaatimustenmukaisuuden osoittamiselle projektikohtainen valvonta. Tämä menettelytapa ei ole kuitenkaan ollenkaan toiminut ja vaatimustaso eri kunnissa on ollut vaihteleva. Puutteellisen valvonnan vuoksi tarjoutuva mahdollisuus toimittaa kantavia teräsrakenteita noudattamatta ohjeiden B7 minimivaatimuksia on vaikuttanut myös yritysten väliseen kilpailutilanteeseen epäterveellä tavalla ja mahdollistanut arveluttavat säästöt laatuvaatimuksesta tinkimällä.

Laatujärjestelmästandardit luokittelevat hitsauksen erikoisprosessiksi, mikä tarkoittaa, että lopputuotteen laatua on mahdoton täysin luotettavasti varmentaa jälkikäteen ilman ainettarikkovaa tarkastusta. Pienahitsi on erityisen vaikea tarkastaa jälkikäteen, eikä esim. ohjeissa B7 esitetäkään vaatimuksia tarkastaa pienahitsejä sisäisten virheiden paljastamiseksi. Hitsaustyön laadun varmistuksessa keskeistä on, että:

- Hitsaus ja muu valmistus tapahtuu valmistuksesta vastaavan pätevän työnjohtajan valvonnassa
- Hitsaajilla on voimassaoleva pätevyystodistus kyseiseen työhön
- Valmistaja noudattaa standardin SFS-EN 729-3 mukaisia laatuvaatimuksia rakenneluokkien 1 ja 2 teräsrakenteiden hitsauksessa. Tällöin edellytetään mm, että valmistajalla on käytettävissään riittävä SFS-EN 719:n mukainen hitsauksen koordinaatiohenkilöstö, jotta hitsaavalle henkilöstölle voidaan antaa tarvittavat hitsaus- tai työohjeet ja, jotta työ voidaan suorittaa ja valvoa asianmukaisesti
- Valmistajalla on valmistuksessa ja asennuksessa käytettäviä hitsausmenetelmiä koskevat hitsausohjeet (WPS)

Käytäntö on osoittanut, että näiden vaatimusten valvominen ilman pakollista kolmannen osapuolen valvontaa ei toimi.

Mielestämme ohjeiden B7 mukaisten rakenneluokkien 1 ja 2 kantavien teräsrakenteiden valmistajilta tulee vaatia pakollista kolmannen osapuolen valvontaa. Tämä vaatimus pitäisi esittää rakennustuotteiden hyväksyntää koskevissa rakentamismääräyskokoelman määräyksissä A3 kaikille kantaville rakenteille, joita käytetään kohteissa, joissa mahdollinen vaurio aiheuttaa merkittävän riskin henkilöiden turvallisuudelle. Vaatimus tulisi esittää määräyksissä, jolloin siitä tulisi todella pakollinen. Ohjetasolla esitetty vaatimus jäisi vain ohjeelliseksi. Tämä vastaisi myös EU:n Rakennustuotedirektiivin mukaisesti CE-merkittäviltä tuotteilta yleisesti vaadittavaa valvonnan tasoa.

Hitsausta koskevien asianmukaisten laatuvaatimusten pakollinen noudattaminen ja niihin kytketty kolmannen osapuolen valvonta rajaisi epäilemättä joitakin valmistajia pois markkinoilta ja saattaisi myös nostaa rakennuskustannuksia jonkin verran ainakin joissakin yksittäisissä hankkeissa. Vaikka valvottuun laatujärjestelmään perustuva valmistuskaan ei toki poista kaikkia inhimilliseen toimintaan liittyviä riskejä, voidaan hyvillä perusteilla kysyä, ovatko nykyiseen yleiseen käytäntöön (ohjeita ei noudateta, eikä noudattamista valvota) liittyvät tiedostetut turvallisuusriskit todella hyväksyttävissä.

Tutkimuslostopuonnoksen kohdassa 3.1.1 todetaan havaitun, että kesäaikaan muiden toimittajien toimitusajat olivat pitkät ja, että osa teräsrakennetoimittajista ei ole halukkaita toimittamaan näin pieniä teräsrakenteita. SFS-Inspecta Sertifiointin tarkastustoiminnan piirissä on tällä hetkellä kuitenkin jo 17 teräsrakenteiden valmistajaa. Lisäksi on oletettavissa, että järjestelmän piiriin

Liite 3 / 16 (17)

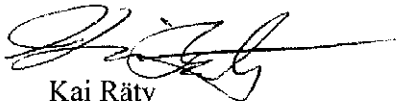
hakeutuu monia uusia yrityksiä, jos mahdollisuus hankkia kilpailuetua laatuvaatimuksista tinkimällä kokonaan häviää.

Ohjeiden B7 hitsausta koskevat kohdat on syytä yrittää muokata helpommin luettaviksi tutkimuslautakunnan esittämällä tavalla. Tähän tarjoutuukin nyt erinomainen tilaisuus, koska ohjeita B7 uusitaan parhaillaan.

Suositus 2

Kannatamme varauksetta tutkimuslautakunnan suosituksessa S2 ehdottamia menettelytapoja.

TERÄSRAKENNEYHDISTYS ry



Kai Rätty
toimitusjohtaja

8.7.2004

Välipohjarakenteen putoaminen Orivedellä

Olen tutustunut lausuntopyyntöönnne, joka koskee välipohjarakenteen putoamista tutkintaselostusluonnosta.

Selostus on perusteellisesti laadittu ja tärkeät asiat otettu esille useassa kohdassa. Selostus toi seuraavia ajatuksia mieleeni:

Hitsaajan ammattitaito

Ihmetystä herättää, että 20 vuotta alalla ollut henkilö voi tehdä näin heikkolaatuista alapienahitsausta. Olisiko ne sittenkin ammattikoululaisen tekemiä? Hitsaaja suoritti hitsaajan pätevyyskokeen jälkeensä, joten hänellä olisi pitänyt olla riittävä ammattitaito. Epäselväksi jäi, minkälaisen pätevyyskokeen hitsaaja suoritti. Jos tuotannossa suoritetaan pääasiassa pienahitsausta, suositellaan (SFS-EN 287-1), että hitsaaja on pätevytetty pienahitsauskokeella.

Suomessa on viime vuosina suoritettu hitsaajan ammattitutkintoja, joihin sisältyy pienahitsauskokeita. Yllättävää on, että suurimmat vaikeudet kokeneillakin hitsaajilla on ollut juuri pienahitsaus. Kanadassa väitetään, että useimmat pätevyyskokeen hylkäämiseen hitsaukset ovat alapienahitsauksia.

Hitsausohje

Hitsausohjeen puuttuminen on valitettavaa. Jo ISO 9000 edellyttää, että erikoisprosessit, kuten hitsaus suoritetaan ohjeiden mukaan, Jos ei kaikista hitsauksista löydy ohjeita, niin ainakin vaativat hitsaukset tarvitsevat niitä. Kyseessä oli staattisesti kuormitettu rakenne, jonka hitsille oli asetettu hitsiluokka WC.

Hitsin hyväksymistavalle on ehdotettu menetelmäkoe (SFS-EN 288-3). Koska kyseessä ei ole T-liitos, vaan päällekkäisliitos voisi harkita hyväksymistavaksi esituotannollinen koe (SFS-EN 288-8).

On myös ehdotettu, että hitsauksesta pidettäisiin työn aikana pöytäkirjaa. Asia olisi ihanteellinen, mutta aiheuttaisi mielestäni kohtuuttomia kustannuksia. Tällainen seuranta on erittäin harvinaista, joskin sitä tehdään pistokoemuodossa. Uusilla hitsauskoneilla se saattaa olla mahdollista kohtuullisinkin kustannuksin.

Terminologia

Koska, kyseessä on luonnos, ehdotan seuraavia toimituksellisia korjauksia.

hitsityyppi pitää olla hitsilaji
 hitsausmenetelmä pitää olla hitsausprosessi
 hitsisauma tai hitsaussauma pitää olla hitsi
 esilämmitys pitää olla esikuuminen
 hitsiliitos pitää olla hitsausliitos

Muutama muu korjaus ehdotus:

2.7.2 Toinen kappale: hitsausohjstandardi on SFS-EN 288-2 (ei SFS EN 288-3)

3.1.2 Neljäs kappale, kohta 1, neljäs lause: Koesaumasta tehdään.... Koehitsille tehdään makrohietutkimus (hitsin poikkileikkauksesta otettu näyte), josta katsotaan täyttääkö hitsi sille asetetut vaatimukset (hitsiluokka WC).

Kunnioitavasti

Teknolgiateollisuus ry.
Standardisointi

Carl-Gustaf Lindewald

	Teknolgiateollisuus ry www.teknolgiateollisuus.fi
--	--

LÄHDELUETTELO

Seuraavat lähteet on taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa:

1. Päätös tutkinnan aloittamisesta B 3/2003 Y, 27.8.2003.
2. Rakennuslupahakemus liitteineen 21.3.2003 ja päätös rakennusluvasta 10.4.2003.
3. Rakennuksen arkkitehti-, rakenne- ja konepajasuunnitelmat.
4. Rakennuttajan ja pääurakoitsijan välinen urakkasopimus, 26.5.2003.
5. Rakenteiden murtumismekanismien, rakenteissa käytettyjen materiaalien ja rakenteiden hitsausliitosten laadun selvitys, VTT Tuotteet ja tuotanto, 7.11.2003.
6. Rekonstruoidut T-liitoksen hitsauskokeet ja pienahitsien murtokokeet, VTT Tuotteet ja tuotanto, 26.1.2004.
7. Teräsmateriaalin analyysitodistus, optinen emissiospektrometri ja kovuusmittaus, VTT Tuotteet ja tuotanto, 16.10.2003.
8. Hitsaajan pätevyystodistus, 10.9.2003.
9. Pilareiden sijainti- ja kallistumamittaus 28.8.2003.
10. Hätäkeskuksen hälytysseleste ja pelastuslaitoksen onnettomuusseleste.
11. Valokuvia.
12. Kommentit tutkintaselostusluonnoksesta:
 - Kuntaliiton lausunto 30.7.2004
 - Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry:n lausunto 24.6.2004
 - Hämeen työsuojelupiirin kommentit 2.7.2004
 - Teräsrakennetoimittajan asiamiehen/avustajan kommentit 12.7.2004
 - Rakennuttajan ja rakennuttajan edustajien kommentit 7.7.2004
 - Pääurakoitsijan kommentit 4.8.2004
 - Pääsuunnittelijan kommentit 1.7.2004
 - Rakennesuunnittelijan kommentit 8.7.2004