

Tilaaaja: Energiataloudellinen Yhdistys, Soodakattila-valiokunta, kestoisuuskomitea, PL 27, 00131 Helsinki, dipl.ins. Asmo Rantanen.

Tilaus: Suullinen tilaus 26.05.1988 kestoisuuskomitean kokouksessa.

Käsittelijät: Erikoistutkija Hannu Hänninen VTT/MET, puh. 4565860 ja erikoistutkija Jorma Laine VTT/MRG, puh. 4565589.

Näytteet: Metsä-Botnian Kaskisten soodakattilasta irrotetut näytteet on esitetty kuvassa 1. Kuvassa 1 näkyvä pienempi näyte on otettu compound-putken ja mustan putken hitsausliitoksesta, joka on kattilan seinässä noin 10 m korkeudella pohjasta. Suuremman näytteen (merkintä nro 10) irrotuskohta on tuntematon; todennäköisesti näyte on irrotettu jostakin kattilan pohjan alueesta.

Tehtävä: Mitata lähetetyistä näytteistä jäännösvetypitoisuudet heterogeenisen rakenteen eri vyöhykkeistä.

Saadut asiatiedot:

Näytteet ovat peräisin Metsä-Botnian Kaskisten soodakattilasta (1500 tka/24 h), joka on ollut käytössä vuodesta 1977 noin 80 000 h. Normaali käyttölämpötila on noin 300 °C. Putkimateriaali on St 45.83 -teräs ja compound putkissa ruostumaton pinnoite on AISI 347 -terästä. Näytteessä 10 oli ollut poikittaisia halkeamia, joita on tutkittu A. Ahlström Oy:n höyrykattilatehtaalla Varkaudessa. Kuten kuvasta 1 voidaan todeta säröt oli kuitenkin poistettu ennen vetypitoisuusmittauksia.

Suoritetut tutkimukset:

Tutkittavista hitseistä sahattiin timanttileikkurilla pieniä näytteitä eri vyöhykkeistä vetypitoisuusmittauksia varten. Vetypitoisuusmittaus suoritettiin Leybold-Hereaus H2A 2002 laitteella, jossa ekstraktiounin lämpötila oli 1100 °C. Mittausmenetelmä perustuu termiseen johtavuuteen. Näytteen maksimipaino mittauksissa on 10 g. Laitteen mitta-alue on 0 - 60 ppm; yli 60 ppm:n vetypitoisuuksien mittauksessa on käytetty kymmenkertaista näytteen painoa mittauksissa. Ennen näytteiden sahausta hitsit tutkittiin metallograafisesti ja kovuusmittausten avulla, jotta kaikki erilaiset kiinnostavat vyöhykkeet saataisiin mukaan vetypitoisuusmittauksiin.

Tutkimusten tulokset:

Näytteiden poikkileikkauset on esitetty kuvassa 2, josta nähdään myös kovuusmittauspisteiden (Vickers HV10) jäljet. Mittauspisteet on numeroitu ja vastaavat kovuusarvot on esitetty taulukossa 1. Tuloksista voidaan todeta, että näytteessä 10 on hitsiaineen kovuus korkea (yli 300 HV10). Taulukon 1 kaaviokuvaan on merkitty alueet A - K, joiden metallograafinen mikrorakenne näkyy kuvista 3 - 8. Kuvista voidaan todeta, että perusaineen tyyppillinen ferriittis-perliittinen mikrorakenne muuttuu lämpövyöhykkeessä tyyppilliseksi nopeasti jäähtyneeksi rakenteeksi, jossa esieutektoidinen ferriitti on yleensä neulasmaisena (Widmanstätten-ferriitti) (ks. esim. kuvat 4a ja 7a). Mustan juuripalon rakennne on paljon hienojakoisempi (ks. kuvat 4b ja 5 sekä 7). Ruostumattomien terästen syövytteillä ei

tehty syövytyksiä ruostumattoman hitsiaineen eri vyöhykkeiden paljastamiseksi.

Näytteistä sahattiin eri kohdista pienet kappaleet vetypitoisuusmittausta varten. Mitatut vetypitoisuudet on esitetty taulukossa 2, jonka yhteydessä on myös kaaviokuva kuinka näytteet on irrotettu. Taulukossa 2 on myös esitetty mitattujen näytteiden painot. Kappaleessa 10 on ruostumattoman pinnoitteen vetypitoisuus erittäin suuri. Samoin mustassa juuripalossa on runsaasti vetyä. Sen sijaan ruostumattoman hitsiaineen (ei sisällä martensiittia) vetypitoisuus on matala. Toisessa tutkitussa näytteessä (compound/musta päittäishitsi) molemmissa perusaineissa on suunnilleen yhtä paljon vetyä. Ruostumattomassa pinnoitteessa ja ruostumattomassa hitsiaineessa (osittain martensiittinen) on runsaasti vetyä ja mustassa juuripalossa tässä tapauksessa on erittäin runsaasti vetyä.

Tulosten tarkastelu:

Tutkimus osoitti, että käytön aikana soodakattilan putkistomateriaalien jäännösvetypitoisuus kasvaa. Vetypitoisuus näyttää riippuvan hitsausliitoksissa mikrorakenteesta. Austeniittisen ruostumattoman compound-pinnoitteen vetypitoisuus on molemmissa tutkituissa näytteissä korkea. Samoin ruostumaton hitsiaine, joka osittain on muuttunut martensiittiseksi rakenteeksi, sisälsi runsaasti vetyä. Kaikkein korkein vetypitoisuus mitattiin compound/musta päittäishitsin juuripalosta (105 ppm). Tyypillinen mustien terästen jäännösvetypitoisuus valmistuksen jälkeen on 1 - 3 ppm. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että soodakattilahitseissä todettu käytön aikainen haurastuminen ja

hitsin sisälle tapahtuva säröjen muodostuminen ja käytönaikainen kasvu saattavat liittyä ko. metallurgisessa rakenteessa tapahtuviin vanhenemisilmiöihin ja kohenneeseen metalliin liuenneeseen vetypitoisuuteen. Jotta metalliin liuenneen vedyn vaikutuksista saataisiin tarkempi kuva pitäisi jatkossa suorittaa tarkempi kar-toitus huolellisesti valituilla näytteillä, joissa on joko säröjä tai joiden haurastumisaste tunnetaan tarkoin.

Espoo, 24.10.1988

VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS

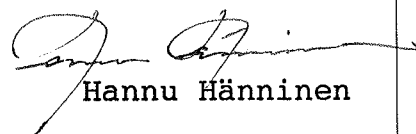
Metallilaboratorio

Laboratorionjohtaja



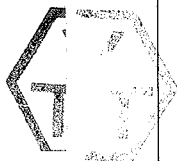
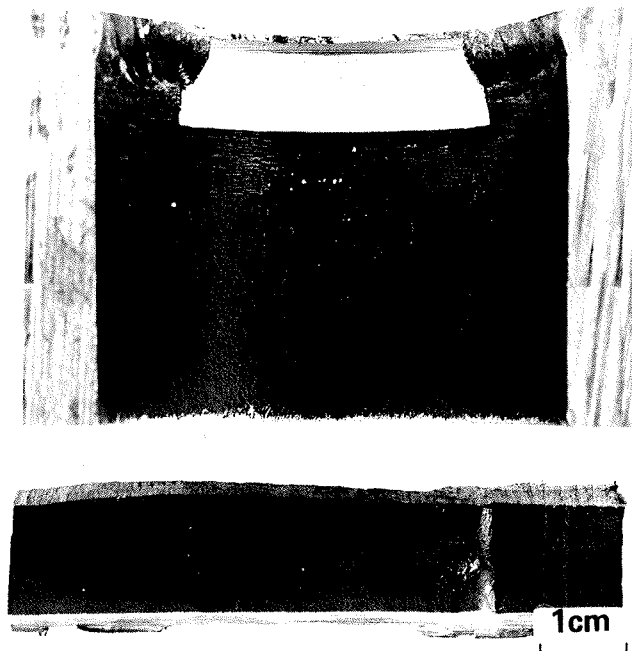
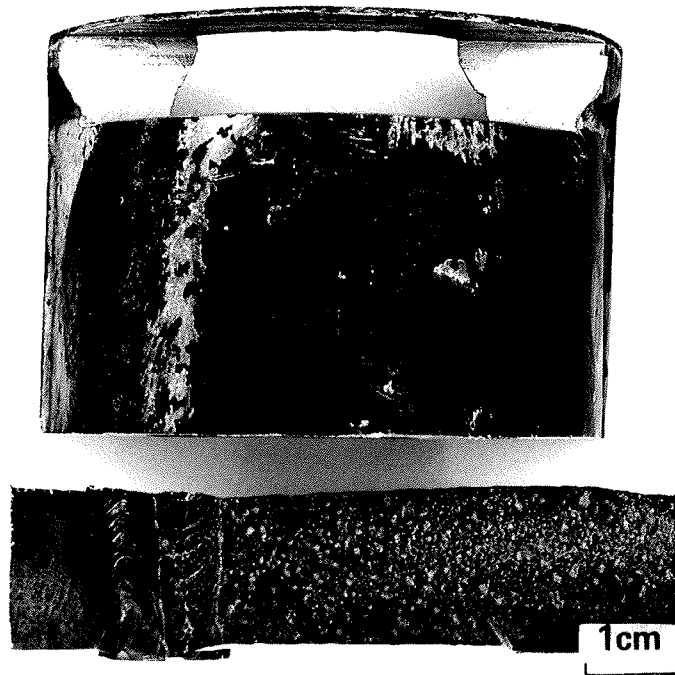
Kari Törrönen

Erikoistutkija

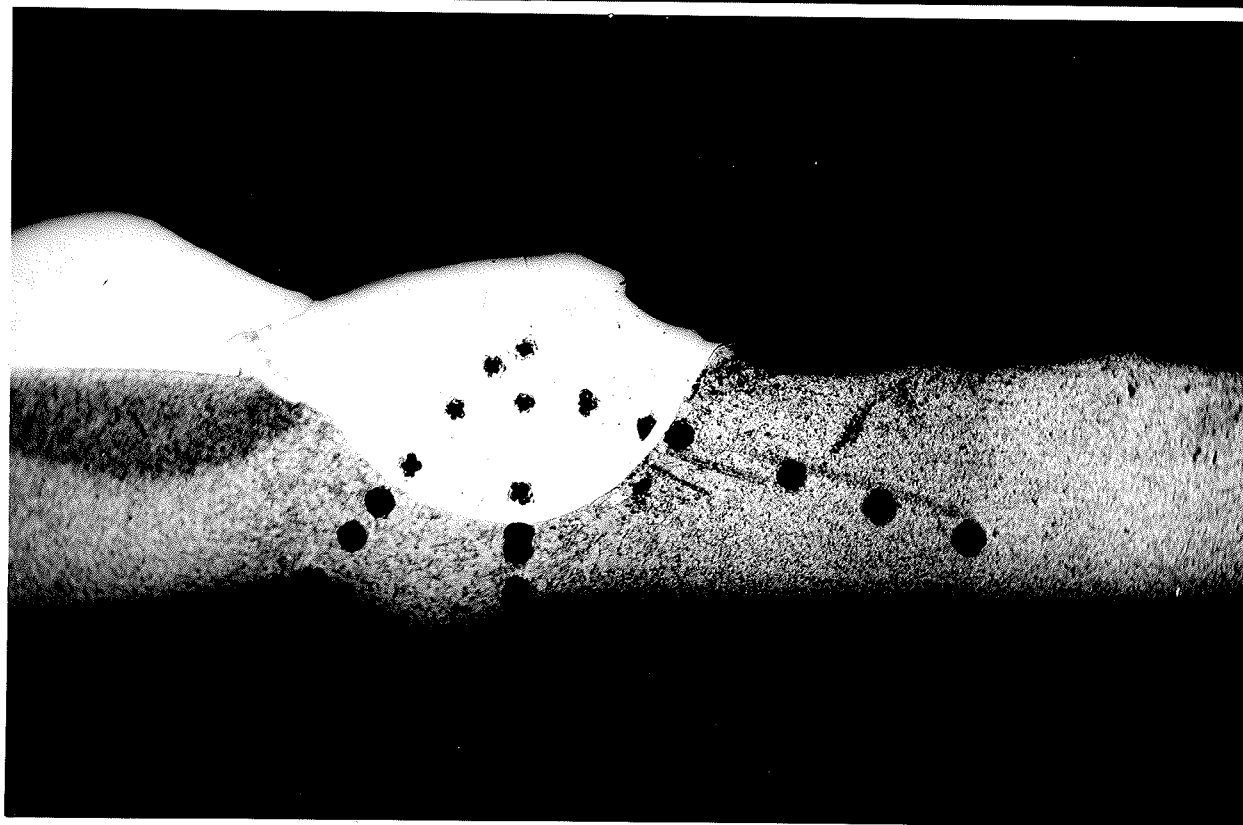
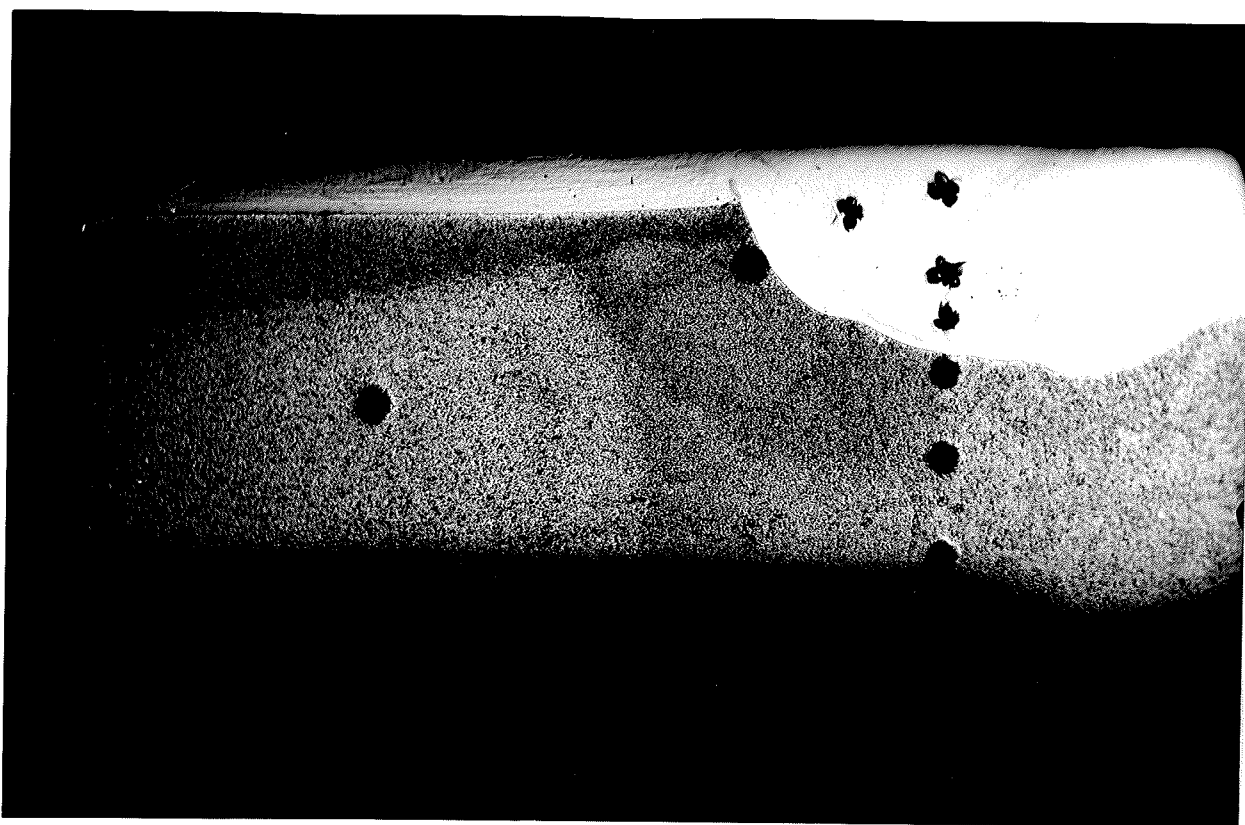


Hannu Hänninen

ety.1



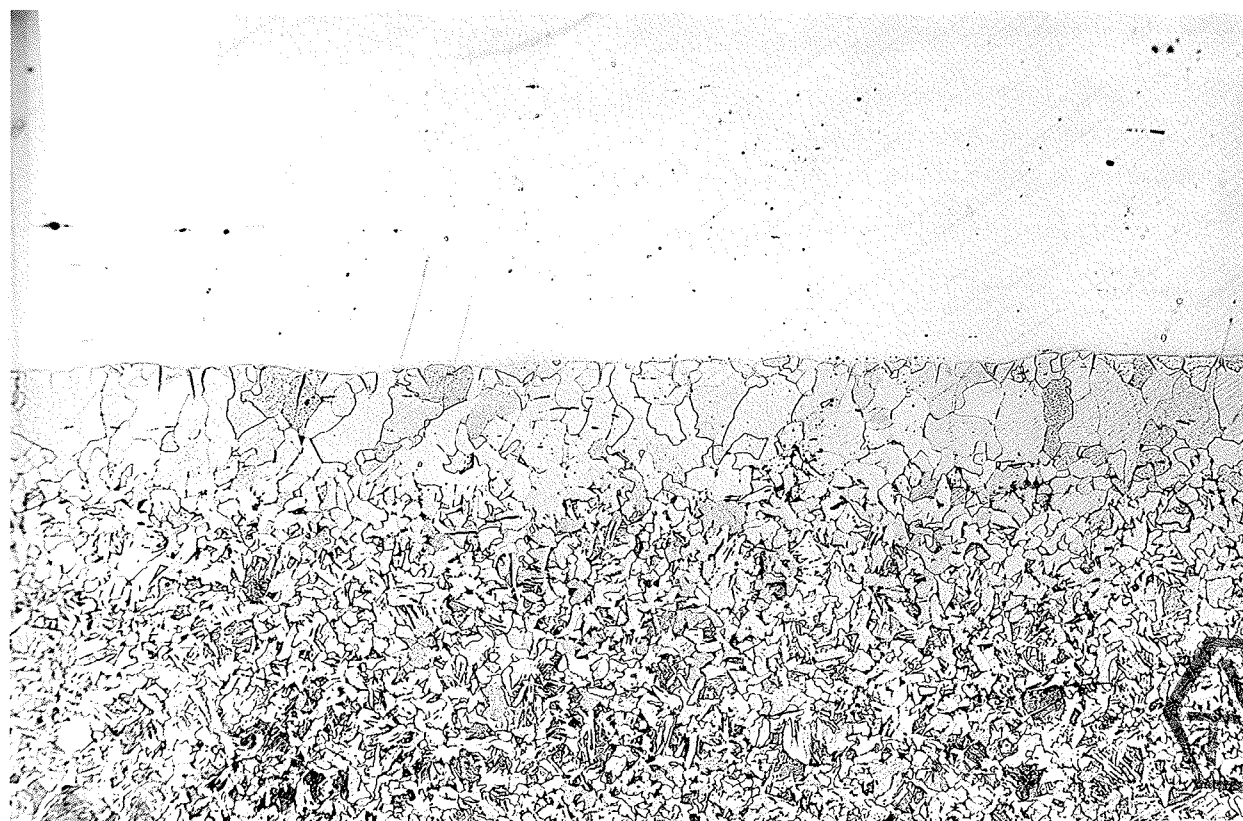
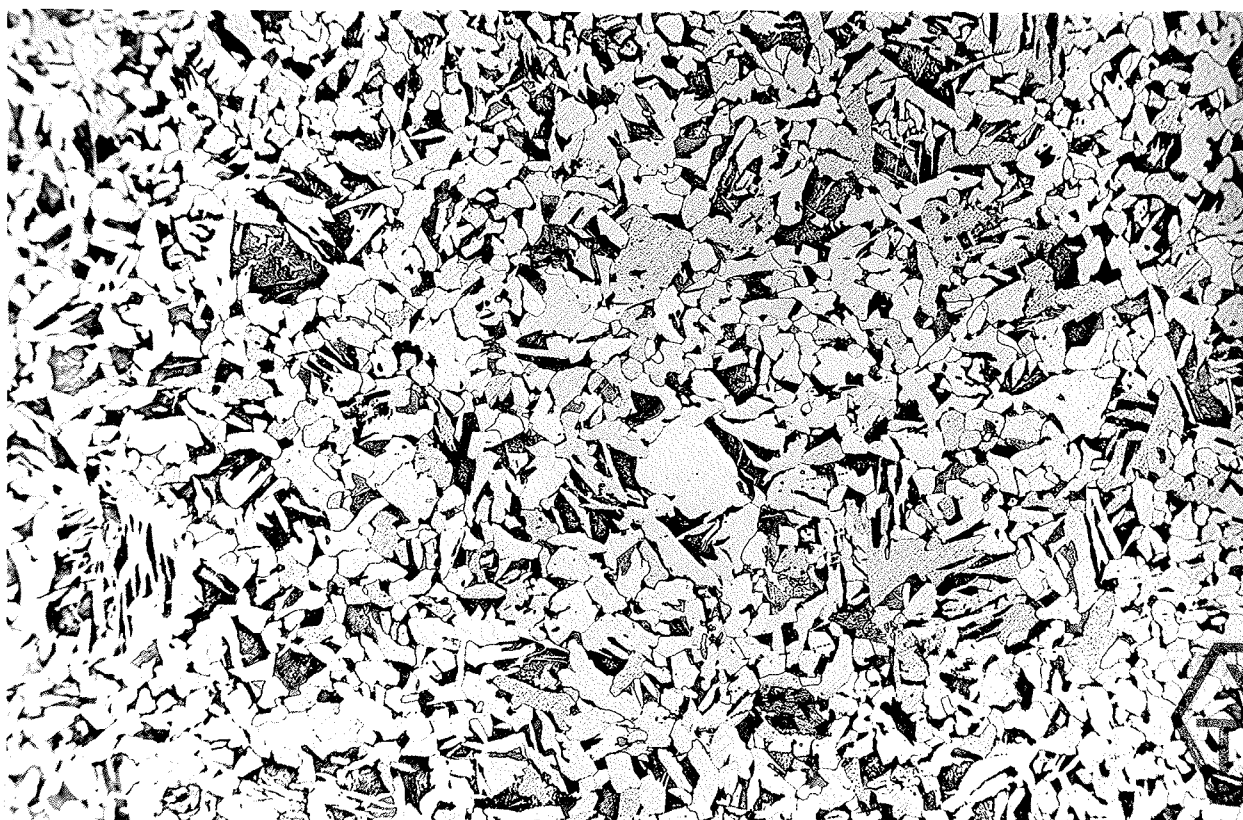
Kuva 1. Metsä-Botnian Kaskisten soodakattilasta irrotetut näytteet vetypitoisuusmittauksia varten. Compound/musta päittäisliitoksessa on musta teräs voimakkaasti syöpynyt ulkopuolelta.



Kuva 2. Tutkittujen näytteiden poikkileikkaukset, joista kovuusmitausjäljet näkyvät.

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Valtion teknillisestä tutkimuskeskuksesta saadun kirjallisen luvan perusteella.

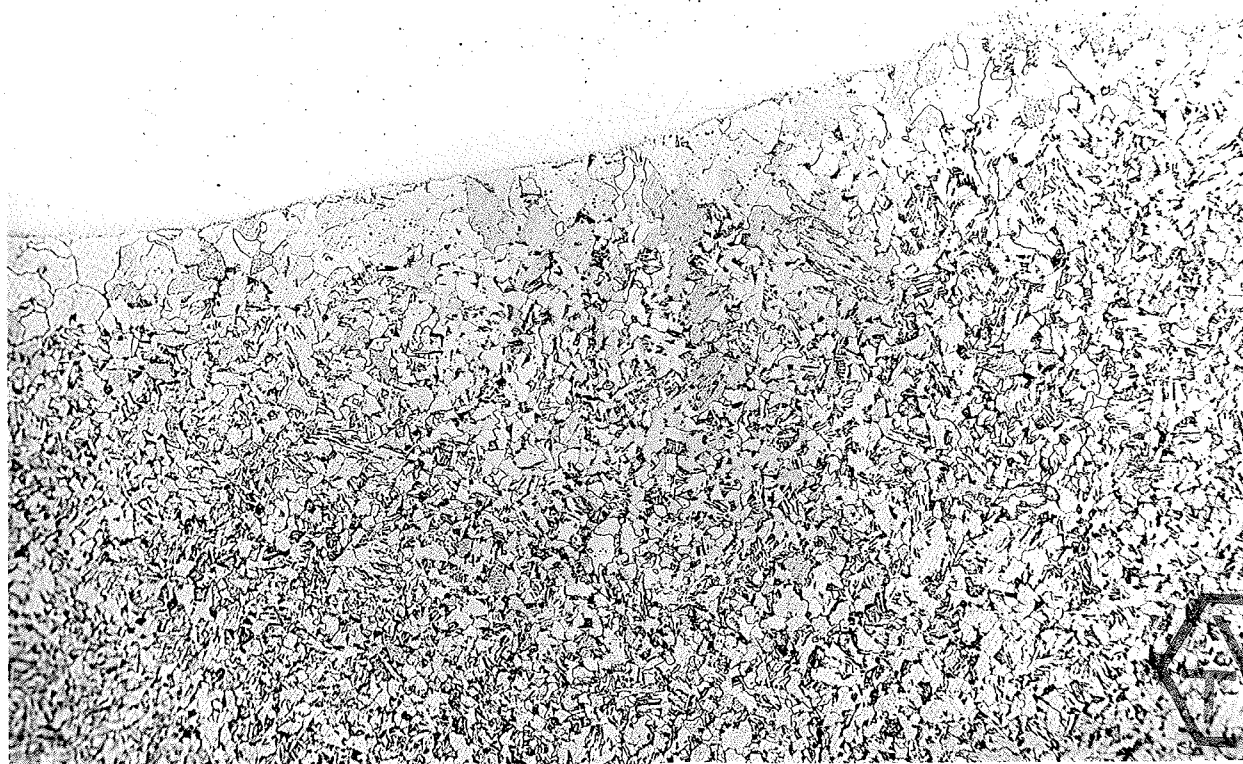
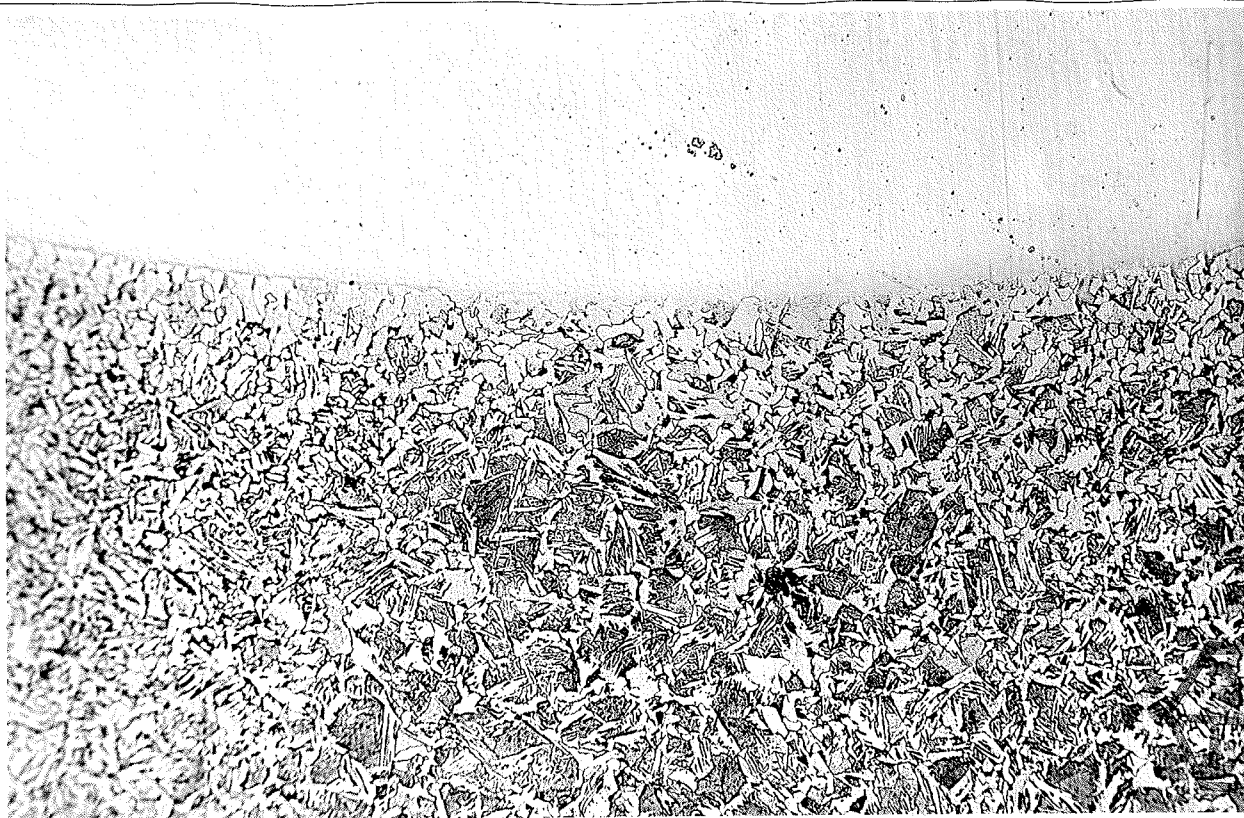
Användning av Statens tekniska forskningscentral (VTT) namn i reklamsyfte eller delvis publicering av denna rapport tillåtes endast med skriftligt begivande från Statens tekniska forskningscentral.



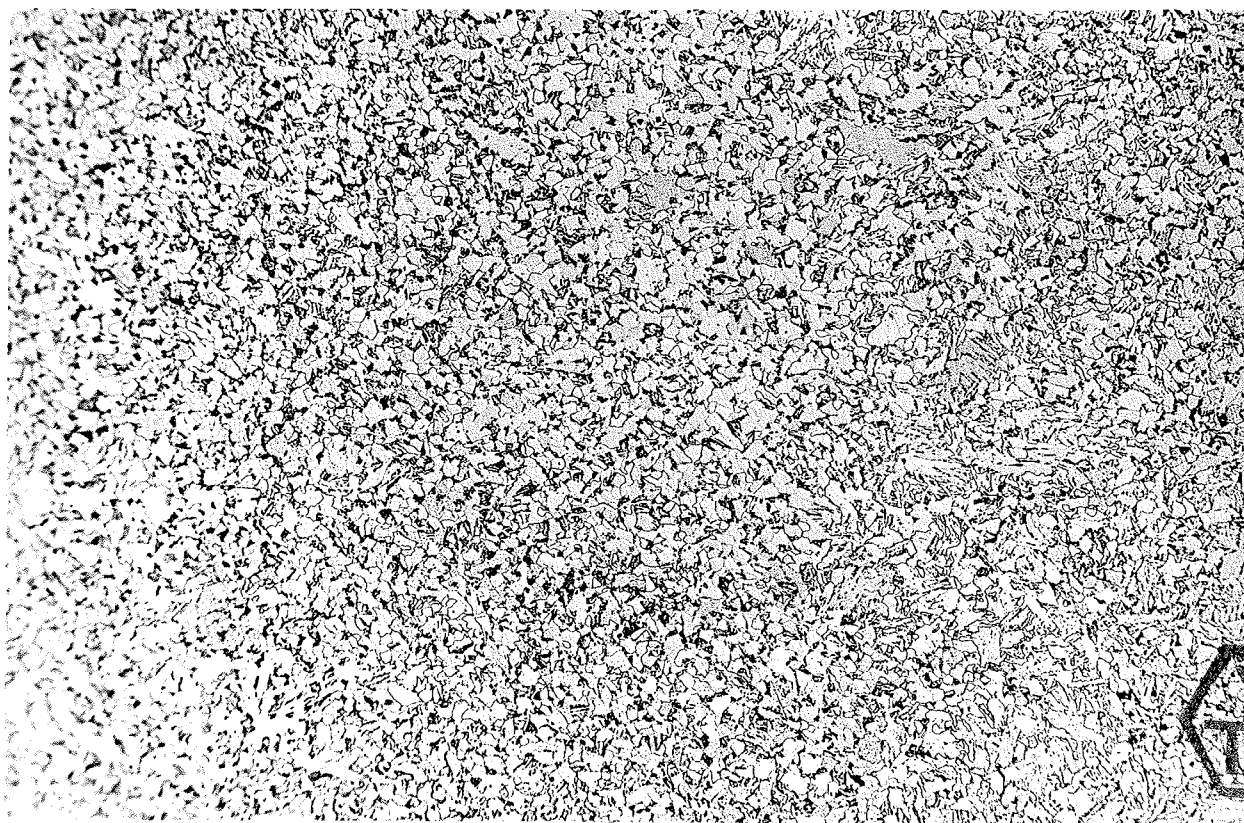
Kuva 3. Kohtien A (a) ja B (b) mikrorakenteet: perusaine on ferriittis-perliittinen ja ruostumattoman pintakerroksen alla mustassa perusaineessa on ohut hiilenkatokerros. 200x.

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Valtion teknillisestä tutkimuskeskuksesta saadun kirjallisen luvan perusteella.

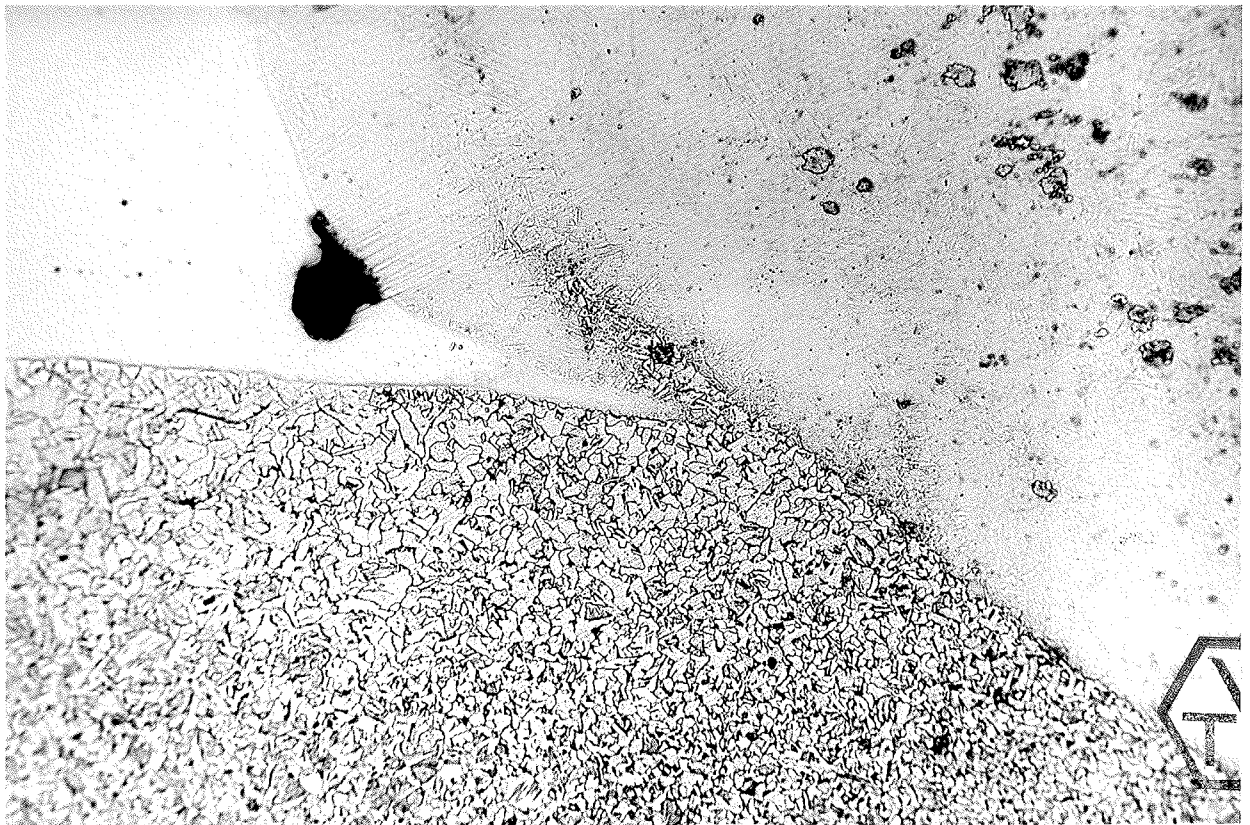
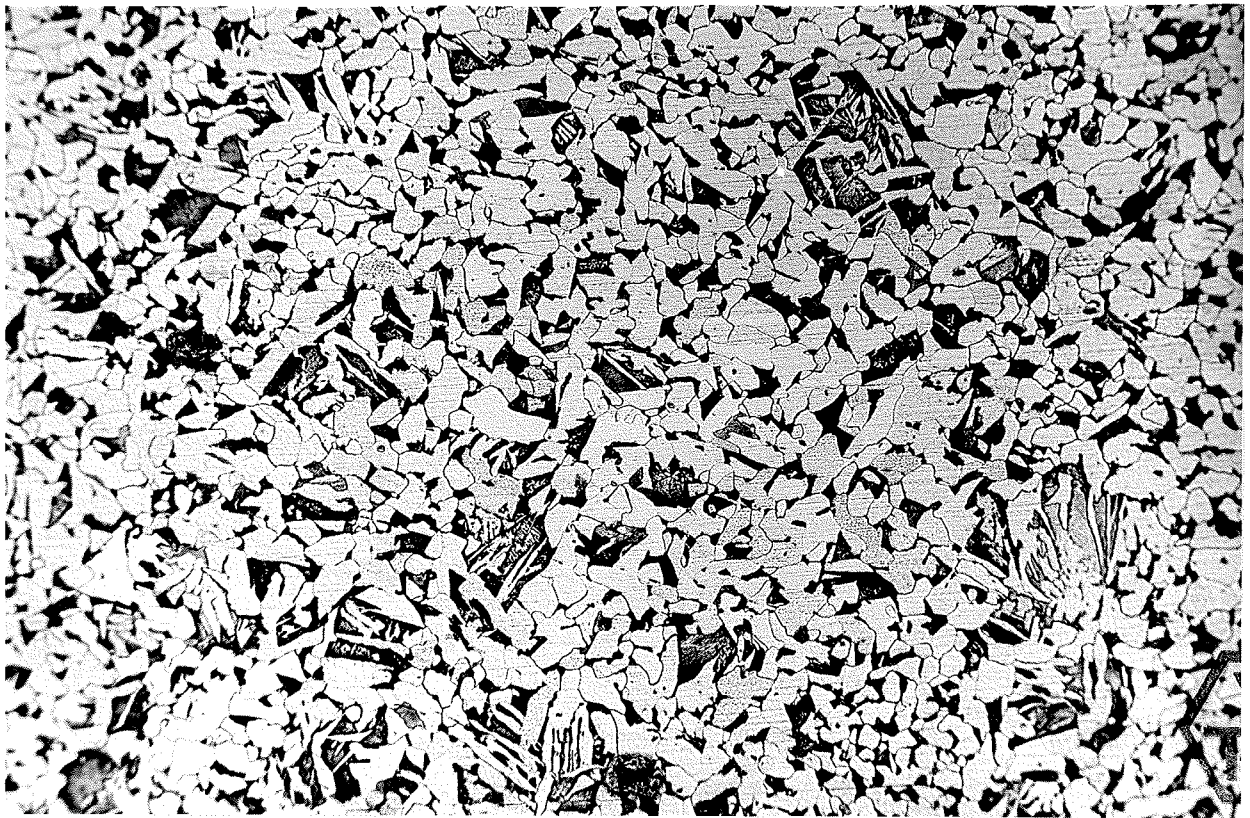
Användning av Statens tekniska forskningscentralens (VTT) namn i reklamsyfte eller delvis publicering av denna rapport tillåtes endast med skriftligt begivande från Statens tekniska forskningscentral.



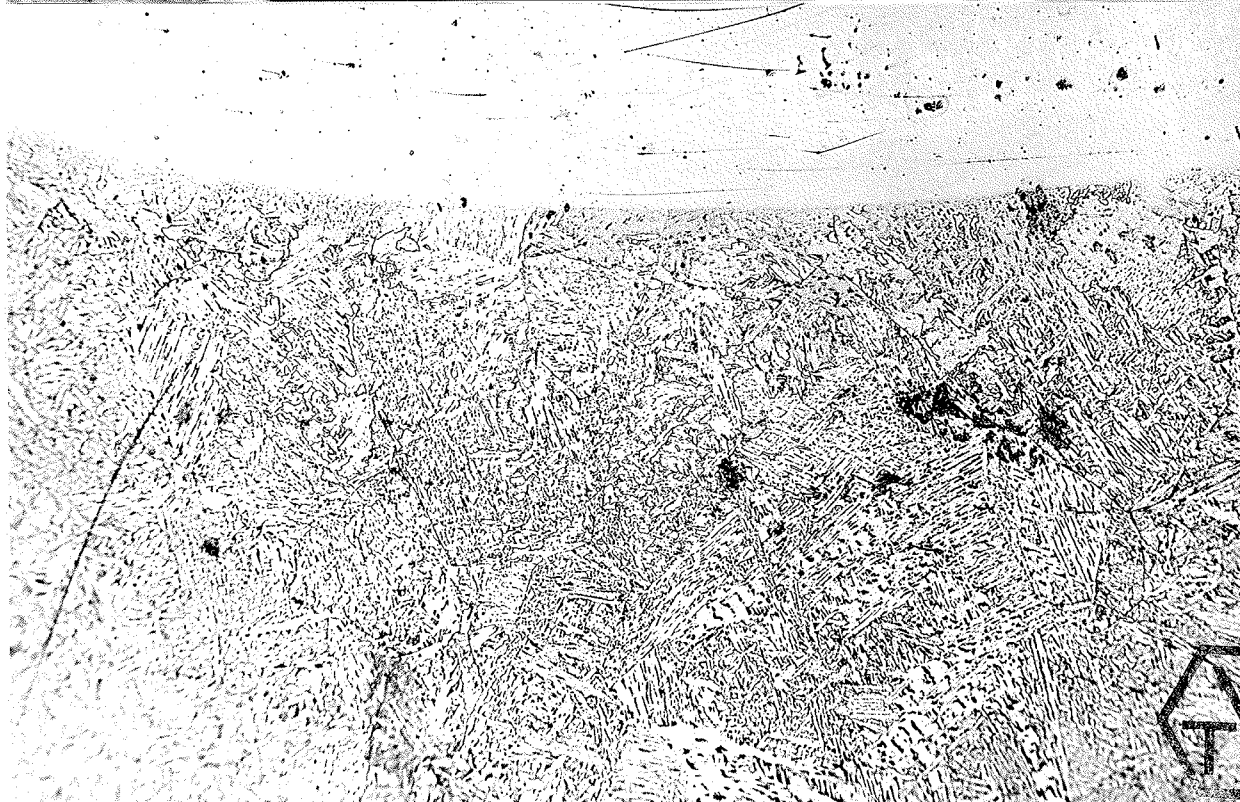
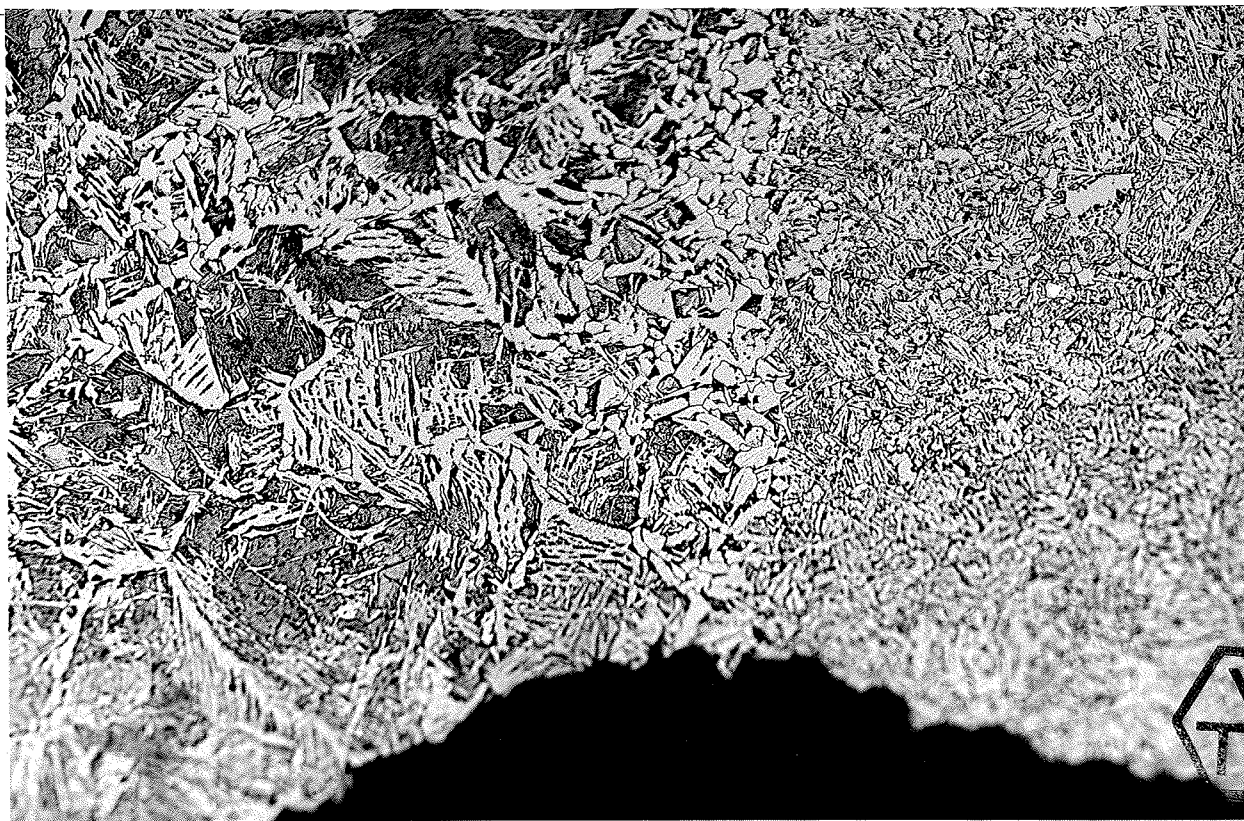
Kuva 4. Kohtien C (a) ja D (b) mikrorakenteet: perusaineen muutosvöyhykkeen rakenne on karkearakeinen verrattuna mustan hitsiaineen mikrorakenteeseen. Kummassakin tapauksessa esieutektoidinen ferriitti on neulasmaista. 200x.



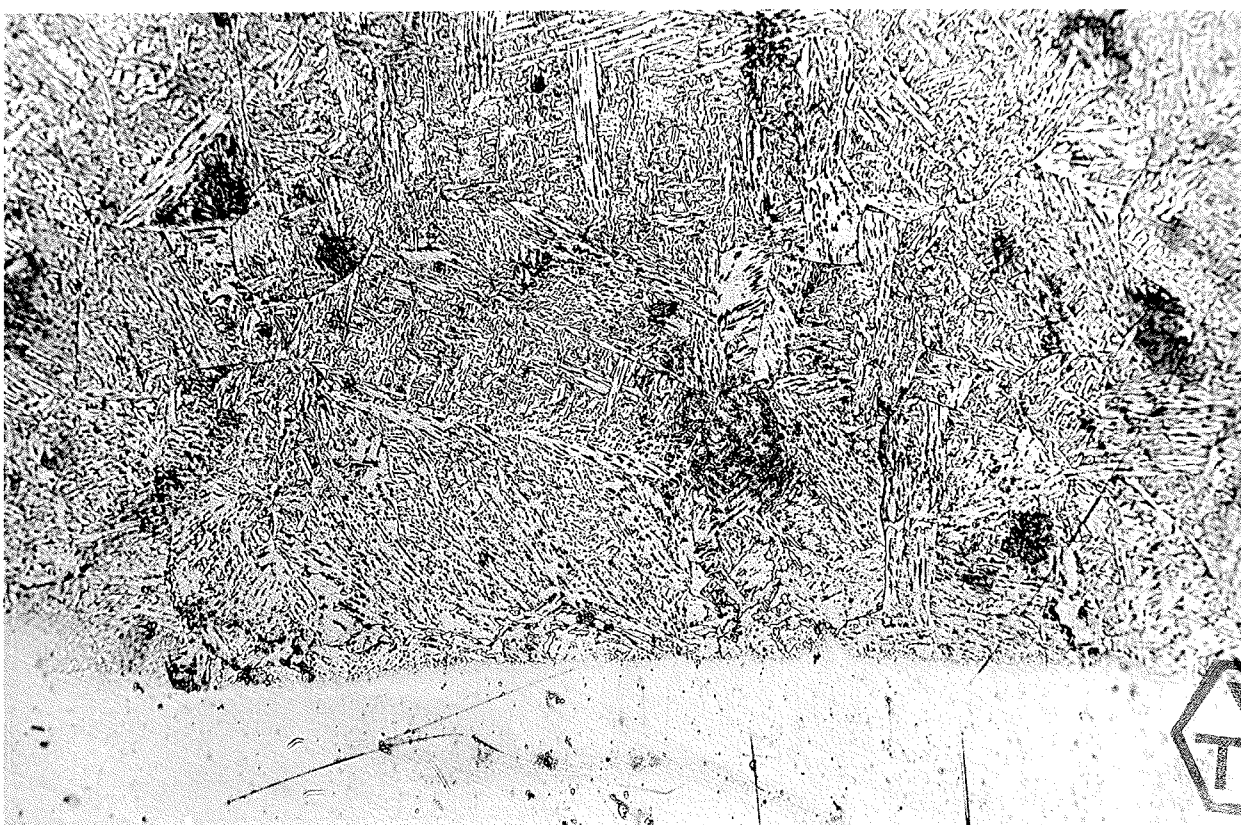
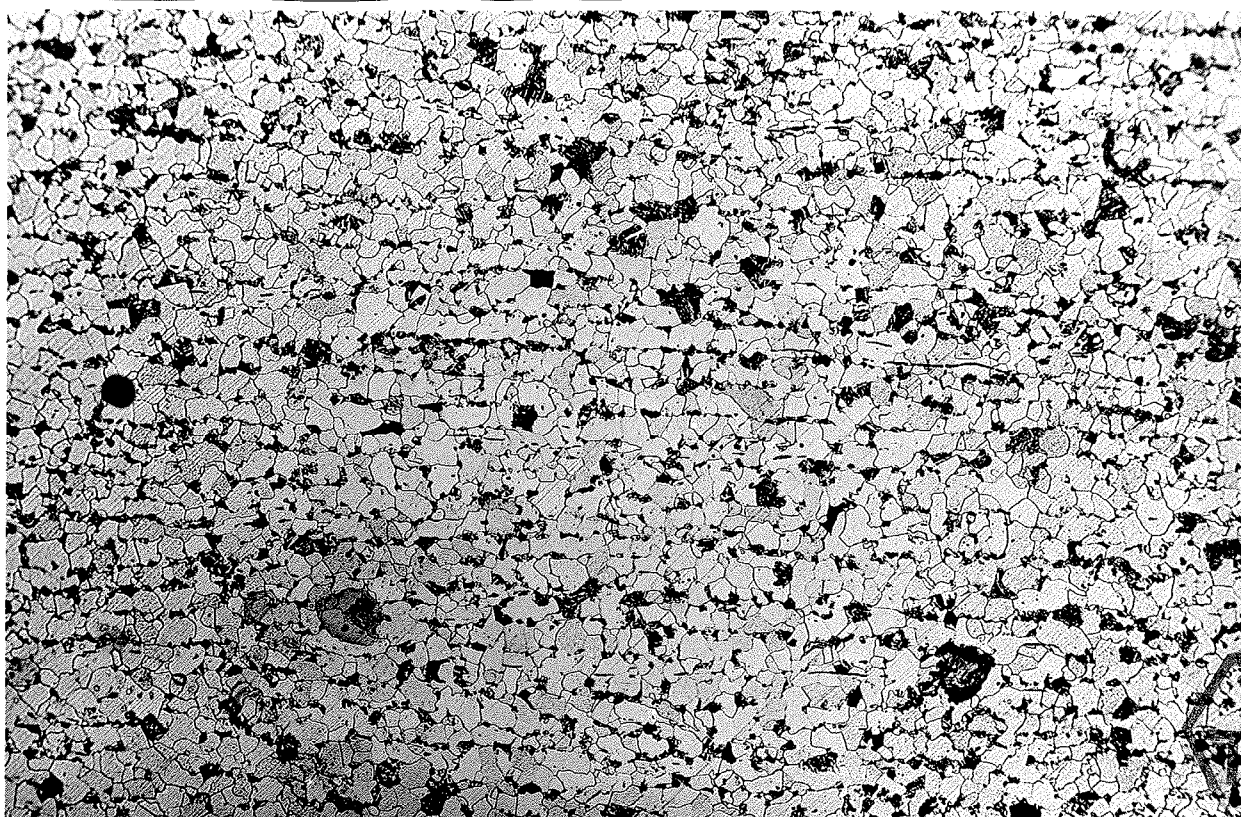
Kuva 5. Kohdan E mikrorakenne mustassa juuripalossa. 200x.



Kuva 6. Kohtien F (a) ja G (b) mikrorakenteet: perusaine on ferriittis-perliittinen ja ruostumattoman pintakerroksen ja hitsiaineen sularajalla on pieni liitosvirhe. 200x.



Kuva 7. Kohtien H (a) ja I (b) mikrorakenteet: nopeasti jäähtyneen mustan perusaineen muutosvyöhyke on paljon karkearakeisempi kuin mustan juuripalon rakenne. Mustan juuripalon ja mustan perusaineen välinen raja on jonkin verran söppynyt putken sisäpinnalla. 200x.

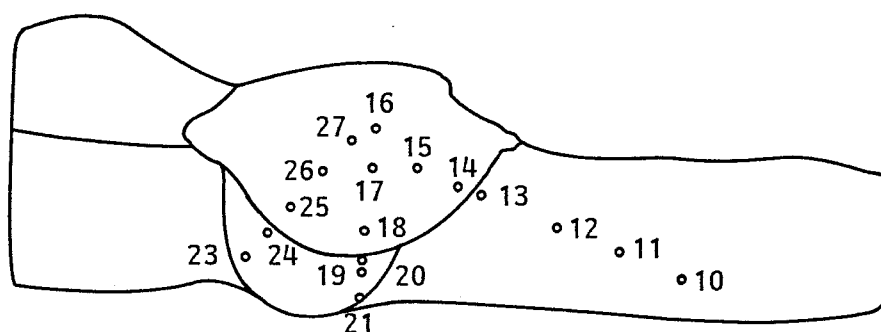
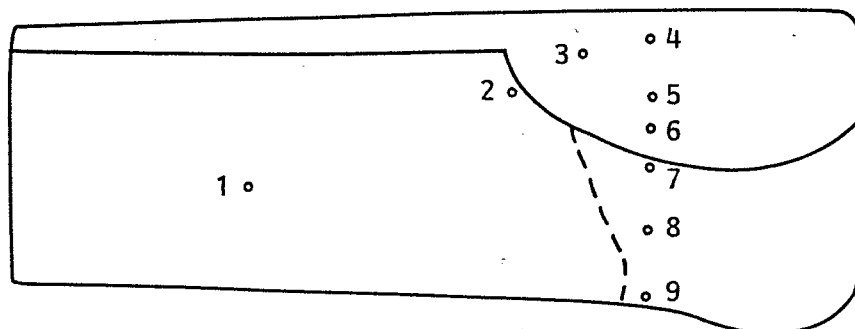


Kuva 8. Kohtien J (a) ja K (b) mikrorakenteet. 200x.

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Valtion teknillisestä tutkimuskeskuksesta saadun kirjallisen luvan perusteella.

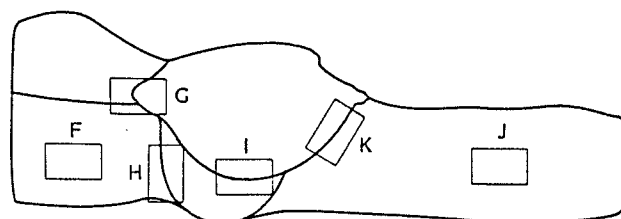
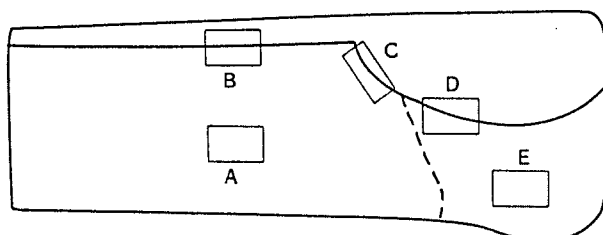
Användning av Statens tekniska forskningscentralens (VTT) namn i reklamsyfte eller delvis publicering av denna rapport tillåtes endast med skriftligt begivande från Statens tekniska forskningscentral.

Taulukko 1. Kovuusmittaustulokset. Alueiden A - K mikrorakenteet on esitetty kuvissa 3 - 8.



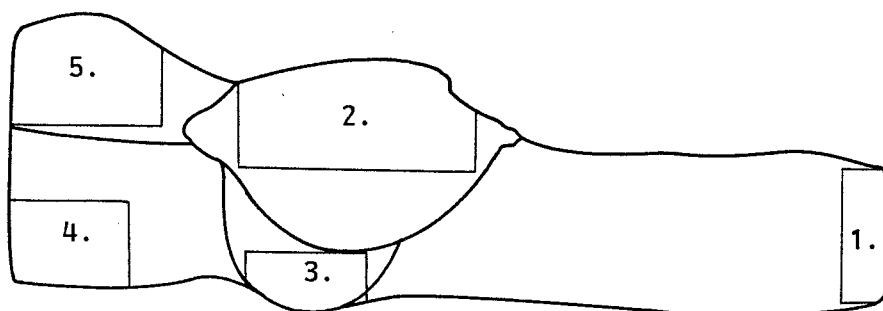
VICKERS HV10

1.	160	10.	192	19.	236
2.	172	11.	191	20.	233
3.	201	12.	210	21.	233
4.	215	13.	222	22.	207
5.	181	14.	266	23.	216
6.	213	15.	314	24.	222
7.	199	16.	314	25.	330
8.	193	17.	325	26.	319
9.	206	18.	325	27.	319

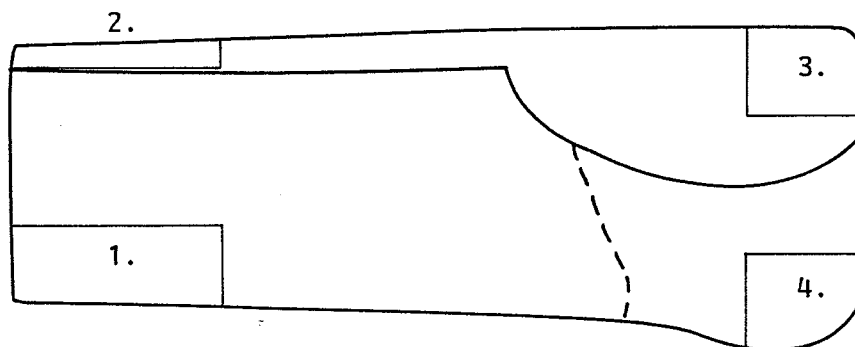


Taulukko 2. Vetytitoisuusmittaustulokset. Oheinen kaaviokuva osoittaa kuinka näytteet leikattiin timanttileikkurin avulla vetytitoisuusmittausta varten.

Kappale A (pitkä kappale)



Kappale B (kappale 10)



		H ₂ ppm	paino g
Kappale A (pitkä kappale)			
Kohta 1.	perusaine (hiiliteräs)	4,4	2,310
Kohta 2.	ruostumaton hitsiaine	6,3	0,265
Kohta 3.	juuripalko (musta teräs)	105	0,046
Kohta 4.	perusaine	4,3	0,553
Kohta 5.	ruostumaton pinnoite	11,6	0,150
kappale B (kappale 10)			
Kohta 1.	perusaine (hiiliteräs)	3,3	0,510
Kohta 2.	ruostumaton pinnoite	36	0,080
Kohta 3.	ruostumaton hitsiaine	2,8	0,608
Kohta 4.	juuripalko (musta teräs)	6,3	0,152