

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Konetekniikan koulutusohjelma
Kunnossapito

Antti Tiittanen

WikiScan hitsaussaumojen tarkastuslaite

Opinnäytetyö 2017

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua WikiScan-merkkiseen hitsaus-saumojen mittauslaitteeseen. Inspecta Oy:n suunnitelmissa on tulevaisuudessa ottaa käyttöön sähköiset hitsaus-saumojen raportointimenetelmät, vähentää pa-periarkistoja sekä yhtenäistää tarkastusmetodeja. Näihin tarpeisiin tarjoaa Ser-vo-Robot inc.:in valmistama WikiScan vaihtoehdon, johon tässä opinnäytetyös-sä tutustuttiin.

Työn tarkoituksena oli tutkia, kuinka hyvin WikiScanin mittaukset vastaavat la-boratoriomittauksia ja voiko Inspecta käyttää kyseistä laitetta omien asiak-kaidensa hitsisaumojen tutkimiseen. Lisäksi tutkittiin laitteen raportointiominais-suuksia.

Inspectan laatupäällikkö Juha Visurilta saatiin tutkittavaksi WikiScan-laite ja omatoimisesti tutustuttiin sen käyttöön. Mittauksia varten koekappaleita tehtiin Saimaan ammattikorkeakoulun laboratoriossa sekä Inspectan Varkauden toimi-pisteessä. Lisäksi saatiin Inspectan Vantaan toimipisteestä mitattavaksi muu-tamia koekappaleita.

Varsinaiset mittaukset suoritettiin Lauritsalan paloasemalla, joka on tämän opinnäytetyöntekijän harrastuspaikka. Tarkkoja mittauksia varten rakennettiin tarkoitukseen sopivia telineitä sekä WikiScanille että koekappaleille. Lisäksi asennettiin WikiScanin tietokoneohjelma tietokoneeseen ja tutustuttiin ohjelman käyttöön ja ominaisuuksiin.

Lopuksi tehtiin kerätystä aineistosta taulukot, vertailtiin laboratorion tuloksia Wi-kiScanilla saatuihin tuloksiin ja tehtiin päätelmät laitteen mittauskyvystä.

Abstract

The purpose of the research was to examine how the WikiScan is suitable for the use of Inspecta Oy. The WikiScan is a handheld welding inspection system, manufactured by Servo-robot Inc. in Canada. The work was commissioned by Inspecta Oy, who needs the new technology for welding inspections and reporting. Especially they want to know, how well the WikiScan can find the undercuts. Another important thing is the reporting. Nowadays inspectors are using paper and pen. In future, reporting is supposed to be made digitally.

The WikiScan for this thesis was from Inspecta by quality manager Juha Visuri. The testing was done in the Lauritsala firestation. The tests were made by three different groups of test pieces. In the school laboratory were steel plates with different sizes of slots made. Other two groups of test pieces were received from Inspecta, where they also were measured. Then the Inspecta's results were compared to the Wikiscan's results and the conclusion was made. The reporting feature is tested by others while working. Data for this study were collected by Inspecta, the manufacturer of WikiScan, the Internet, and Sintrol Oy, which was previously WikiScan importer.

The results of the study show that the WikiScan got less measurement results than laboratory. This concerns also the undercuts. In addition WikiScan found undercuts where they are not. WikiScan creates a report on the Excel-file, so the reporting feature is easy to use and working great.

Sisälllys

1	Johdanto.....	5
2	Työn aloitus	5
2.1	Aiheen etsintä	5
2.2	WikiScanin esittely.....	6
2.3	WikiScanin käyttötilat	9
2.4	Kokemuksia WikiScanin käytöstä	9
2.4.1	Yleisiä huomioita	10
2.4.2	Käyttölämpötilat.....	12
2.4.3	Liittäminen tietokoneeseen.....	12
2.4.4	Mittauksien yksilöinti.....	12
2.4.5	Akut.....	13
2.4.6	Raportit.....	13
2.4.7	Mittauksen tila	14
2.4.8	Pienahitsien mittaaminen	14
2.5	Reunahaavan teoriaa.....	16
2.6	Reunahaavan mittaustapoja	17
3	Koekappaleet ja mittaukset.....	20
3.1	Lappeenrannan Inspectan koekappaleet	20
3.2	Koulun koekappaleet	20
3.3	Vantaan Inspectan koekappaleet.....	23
3.4	Varkauden Inspectan koekappaleet.....	27
4	Raportointi	32
4.1	WikiForPC:n hankinta	35
4.2	WikiForPC:n ominaisuudet ja käyttö	37
5	Tulokset.....	44
5.1	Koulun koekappaleet	44
5.2	Vantaan Inspectan koekappaleet.....	44
5.2.1	Koekappale nro 277	44
5.2.2	Koekappale nro 272	47
5.2.3	Koekappale nro 276	49
5.2.4	Koekappale nro 226	51
5.2.5	Koekappale nro 203	53
5.2.6	Koekappale nro 270b	54
5.3	Varkauden Inspectan koekappaleet.....	55
5.3.1	Reunahaavakoekappale nro 1	56
5.3.2	Reunahaavakoekappale nro 2	58
5.3.3	Reunahaavakoekappale nro 3	60
5.3.4	Reunahaavakoekappale nro 4	66
6	Kokemuksia työn tekemisestä	68
7	Yhteenveto ja pohdinta	70
	Lähteet.....	75

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan WikiScan-hitsisaumojen tarkastuslaitteeseen, sen käyttö- ja raportointiominaisuuksiin sekä mittaustarkkuuteen. Nykyisin suurin osa hitsausaumojen tarkastuksista suoritetaan silmämääräisesti ja raportit niistä kirjoitetaan käsin. WikiScan-laitteen tarkoituksena on digitalisoida hitsausaumojen tutkimista ja mittaamista sekä helpottaa raportointia.

Inspecta Oy on saanut testikäyttöön WikiScanin jo pari vuotta sitten. Ongelmana on se, että Inspectalla ei kukaan ole oikein ehtinyt tutustua laitteeseen eikä testata sen soveltuvuutta käytäntöön. Tästä saatiin hyvä aihe tälle opinnäytetyölle. Inspecta on eritoten kiinnostunut laitteen kyvystä havaita ja mitata reuna-avoja. Tehtävänä on tutustua WikiScan-laitteeseen ja tutkia sen mittaustarkkuutta koekappaleiden avulla. Tavoitteena on saada selville, minkälainen on WikiScanin mittaustarkkuus ja selvittää sen raportointiominaisuuksia.

2 Työn aloitus

Tässä luvussa käsitellään sitä, kuinka päädyttiin tutkimaan hitsisaumoja, sekä tutustutaan WikiScaniin ja kokemuksiin sen käytöstä.

2.1 Aiheen etsintä

Insinööriopinnoissa tutustuimme hitsausaumojen tutkimusmenetelmiin ja ne vaikuttivat niin mielenkiintoisilta, että suunnittelin tekeväni opinnäytetyön hitsausaumojen tutkimisesta. Aluksi otin yhteyttä Inspectan aluejohtajaan Jouni Koivumäkeen, mutta lupauksista huolimatta opinnäytetyötä ei järjestynyt. Olin myös yhteydessä Dekra Oy:hyn, mutta siellä oli jo toinen opiskelija opinnäytetyötä tekemässä.

Myöhemmin otin uudelleen yhteyttä Inspectaan ja tällä kertaa muutaman mutkan kautta pääsin laatu-päällikkö Juha Visurin juttusille. Visurilta löytyikin heti aihe, WikiScan-hitsisaumojen tarkastuslaite. Visurin toimipiste sijaitsee Oulussa, joten hän lähetti laitteen postitse Lappeenrannan Inspectan toimistoon, josta kävin sen noutamassa. Visurin kanssa sovittiin, että tavataan myöhemmin, kun hän on tulossa Lappeenrantaan.

Tutustuin WikiScanin käyttöön aluksi kotona. Kun opin käyttämään laitetta riittävästi hyvin, siirryin harrastuspaikkaani Lauritsalan paloasemalle mittatailemaan erilaisia hitsausaumoja. Näistä mittauksista ei ollut sen suuremmin hyötyä, koska en tiennyt saumojen oikeita mittoja, mutta sain laitteen käytöstä hyvää harjoitusta.

2.2 WikiScanin esittely

WikiScan käsiskanneri toimitettiin tukevassa muovisalkussa, joka oli sisäpuolelta hyvin pehmustettu (Kuva 2.1). Salkku sisälsi seuraavat tarvikkeet:

- lyhyt suomenkielinen esittely laitteesta
- englanninkielinen käyttöohje
- Olympuksen esitteitä, eivät liittyneet WikiScaniin millään tavalla
- WikiScan käsiskanneri
- USB kaapeli muistitikun liittämiseksi laiteeseen
- USB-muistitikku raporttien tallentamiseen, sisälsi myös käyttöohjeen
- kalibrointikappale
- vara-akku
- verkkovirtamuuntaja ja akkulaturi.



Kuva 2.1 Salkku ja sen sisältö.

Laite on nimensä mukaisesti käsiskanneri, jota käytetään siten, että laitetta pidetään kädessä ja liikutellaan sopivan etäisyyden päässä hitsisaumasta. (Kuva 2.2)



Kuva 2.2 Laite mittajaan kädessä.

Laitteen päällä ovat kosketusnäyttö, käyttönäppäimet sekä merkkivalot (Kuva 2.3). Käyttönäppäimillä hallitaan laitteen perustoimintoja, kuten virta päälle ja pois päältä, menu-näppäin, jolla avataan valikko, kursorinäppäimet, joita en saanut toimimaan sekä paluunäppäin, jolla palataan valikoissa takaisinpäin. Laitteen kahvassa on liipaisin, jolla suoritetaan mittaukset. Liipaisin toimii myös paluunäppäimenä: sillä palataan suoraan perus- eli mittaustilaan. Laitetta käytetään sekä näppäimiä painelemalla, että kosketusnäytön avulla. (1.)

Lisäksi laitteessa on kaksi merkkivaloa. Ne kertovat sekä akun että laitteen tilasta. Akun merkkivalon ollessa vihreä on akun varaustila hyvä. Mikäli valo muuttuu punaiseksi, akku on tyhjenemässä. Tässä vaiheessa ehtii vielä vaihtaa täyden akun tilalle, ennen kuin laite sammuu. Näytössä on lisäksi akun varuksesta kertova mittari, josta akun varauksen näkee tarkemmin. (1.)

Laitteen tilasta kertovalla merkkivalolla on kolme tilaa. Vihreä kertoo, että laite on päällä ja kaikki toimii normaalisti. Valo palaa keltaisena, kun laite käynnistyy. Punainen ilmoittaa, että laitteessa on jokin toimintahäiriö, esimerkiksi ylikuumentuminen. (1.)



Kuva 2.3 Laite päältä.

2.3 WikiScanin käyttötilat

Laitteessa on erilaisia käyttötiloja, joita käytetään erilaisiin tarkoituksiin riippuen mitattavasta kohteesta (1).

”Snapshot”-tila ottaa liipaisinta painamalla yhden mittauksen halutusta kohteesta ja tallentaa tiedot laitteeseen. Mittausarvoille ei anneta raja-arvoja eikä niitä verrata mihinkään. Tätä käytetään niissä tapauksissa, joissa halutaan tietää yksittäisen hitsin mitat. Mittaukset tallentuvat arkistoon samalla värikoodilla. (1.)

”Snapshot”-tila varustettuna ”GO/NO-GO”-tilalla toimii siten, että laitteeseen annetaan hitsisaumalle raja-arvoja, joita ei saa ylittää tai alittaa. Mikäli näin tapahtuu, tallentuu mittaus arkistoon punaisella värikoodilla. Jos kaikki mittauksen arvot ovat raja-arvojen sisällä, tallentuu mittaus vihreällä värikoodilla. Mikäli jonkin arvon mittaus ei onnistu tai sille ei ole aseteltu raja-arvoa, tallentuu tämä tieto harmaana. Tämä soveltuu tilanteisiin, joissa otetaan paljon mittauksia tietyistä kohdista ja halutaan erottaa hitsausvirheet helposti. (1.)

”Continuous”-tila jatkuvaan mittaukseen. Tässäkin tilassa laitteelle täytyy antaa hitsisauman raja-arvot. Liipaisinta painettaessa mittaus käynnistyy, mutta laite ei tallenna vielä mitään. Sädetä liikutetaan sopivalla nopeudella pitkin hitsisaumaa. Kun säde osuu kohtaan, jossa hitsisauman arvo ylittää raja-arvon, ottaa laite kuvan ja tallentaa tiedot. Mikäli hitsi on virheetön eli määriteltujen raja-arvojen sisällä, ei mittauksesta tallenneta mitään tietoja. Tämä soveltuu pitkiin hitsisaumoihin, joista halutaan löytää virheet. (1.)

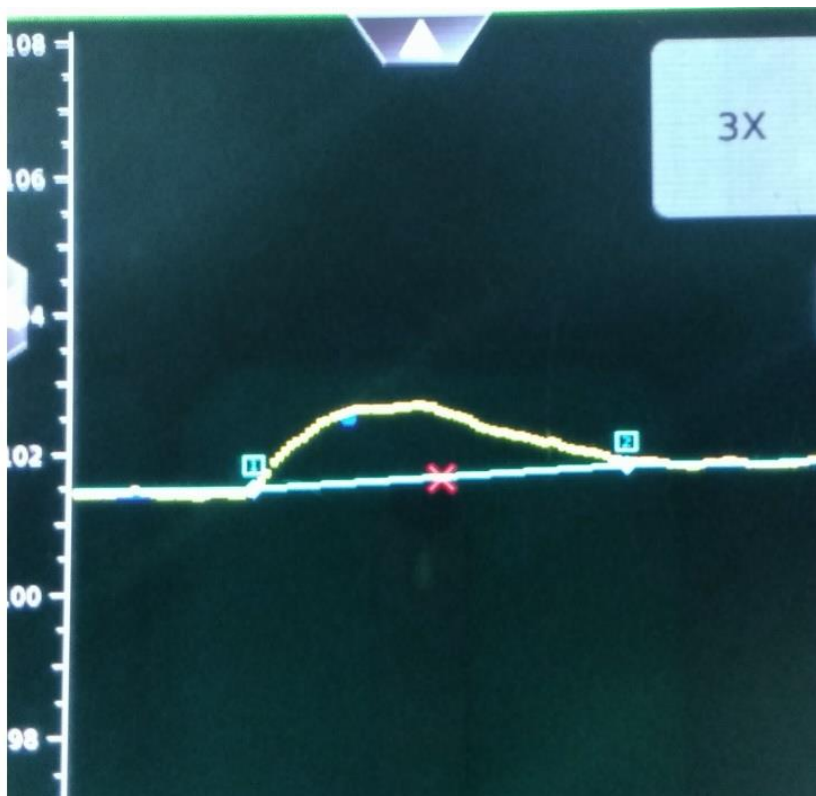
2.4 Kokemuksia WikiScanin käytöstä

Alkuun tutustuttiin laitteen käyttöön selaamalla valikoita, tekemällä käyttäjäprofiili ja ottamalla muutama mittaus sattumanvaraisista esineistä. Laitteen mukana tuli lyhyt englanninkielinen käyttöohje, joka opasti laitteen perustoiminnot. Lisäksi mukana tuli Olympuksen esitteitä ja ohjeita, jotka eivät liittyneet tähän laitteeseen mitenkään. Salkussa oli myös muistitikku, joka sisälsi käyttöohjeen sähköisessä muodossa. Tikkoa tarvitaan myös mittaustulosten säilytykseen sekä siirtoon laitteelta tietokoneelle.

2.4.1 Yleisiä huomioita

Laitetta käyttäessä huomattiin, että kosketusnäyttö reagoi kosketuksiin välillä hitaasti tai ei lainkaan. Tämä aiheutti ärtymystä, koska laitetta joutui välillä odotamaan eikä tiennyt, oliko näppäimen painallus vaikuttanut mihinkään vai ei. Laitteessa ja myös käyttöohjeessa oli esitelty kursorinäppäimet, mutta niitä ei saatu toimimaan missään tilanteessa.

Hitsauksen profiilikuvaan ja sieltä pois siirrytään pyyhkäisemällä näyttöä. Profiilikuvassa on sinisiä neliöitä, jotka ovat siirrettäviä mittapisteitä. Kuvaa vaihdettaessa tulee olla huolellinen, ettei samalla siirrä pisteitä (Kuva 2.4). Arkistoon tallennuksen jälkeen mittapisteitä ei voi enää siirtää.



Kuva 2.4 Mittapisteet.

Pidempään laitetta kädessä pidettäessä huomattiin sen olevan etupainoinen, jonka johdosta ranne rasittui. Todettiin, että pidempää mittausrupeamaa tehdessä on parempi pitää kahdella kädellä kiinni. Tällöin tulee huomioida, ettei toinen käsi jää kameran eteen.

Menu-näppäimen toiminta poikkeaa joissain tilanteissa laitteista, joita yleisesti käytetään, esimerkiksi puhelimissa ja tableteissa. Välillä menu-näppäimellä tallennetaan valittu asetus ja palataan takaisin päin, ja joissain valikoissa menu-näppäintä painamalla saadaan esiin vielä uusi, pienempi valikko.

Näytön kalibroinnin todettiin olevan vähän väärin säädetty: kosketuspainikkeita ja mittapisteitä täytyi painaa hiukan ylälaidasta, että osuu oikeaan objektiin. Näytön kalibrointia ei laiteesta löytänyt.

Todettiin, että laitteen kosketusnäyttö toimii kynällä paremmin kuin sormella. Käytössä ei ollut virallista kosketusnäyttökynää, mutta ilman terää oleva kuula-kärkikynä toimi vallan hyvin.

Mukana tullut ohje oli aloittelijalle sekava, sillä esimerkeissä käytetään tasahitsiä ja pienahitsiä sekalaisessa järjestyksessä. Erityyppisistä hitseistä ei voi mitata kaikkia samoja asioita, mutta esimerkit olisi voitu laatia niin, että ensin käsitellään tasahitsi ja sen jälkeen pienahitsi.

Laiteessa on työvalo, joka helpottaa hitsisauman etsintää etenkin pimeässä paikassa. Lisäksi laite ottaa mittauksen yhteydessä valokuvan mitattavasta kohteesta. Valoa kannattaa käyttää lähes aina, koska näin kuvista tulee parempia.

Laite jumittui muutaman kerran niin, että näyttö meni hetkeksi kokonaan vihreäksi ja näytöllä olleet mittaustulokset hävisivät. Onneksi ne löytyivät tallennettuna kansiosta. Tästä pääteltiin, että laitteen ohjelmistossa olisi vielä kehitettävää.

Laiteen kello ei kestä ajassa. Tällä on suuri merkitys siinä vaiheessa, kun aletaan valitsemaan raporttiin mittauksia, koska se on yleensä järkevintä tehdä päivämäärän ja kellonajan pohjalta. Myös mittaustuloksien etsintä myöhemmin voi olla hankalaa, jos niihin on tullut väärä kellonaika tai päivämäärä. Eli aina ennen mittauksia tulee laittaa kello oikeaan aikaan.

2.4.2 Käyttölämpötilat

Laite lämpiää jonkin verran käytön aikana, ei kuitenkaan niin paljon, että se aiheuttaisi esimerkiksi hanskojen käytön tarvetta. Laitetta ei tutkittu kuumassa käyttöolosuhteessa, joten sen vaikutuksesta ei ole havaintoja. Valmistaja ilmoittaa laitteen maksimikäyttölämpötilaksi 110 °F eli noin 43 °C. Mikäli kuumat osat eivät kosketa laitetta, ei mitattavalle kohteelle ole lämpötilarajoituksia. Näin ollen sillä pystytään mittaamaan myös punahehkuista hitsisaumaa (2).

2.4.3 Liittäminen tietokoneeseen

Laitteeseen voidaan kytkeä muistitikku USB-johdon välityksellä. Johdon kytkeminen on kuitenkin hieman hankalaa laitteessa olevan kumisen suojuksen takia. Suojukseen on tehty pieni luukku, josta johdon voi asettaa laitteeseen, mutta tämä vaatii sorminäppäryyttä. Suojus kannattaa ottaa kokonaan pois tai laittaa USB-johdot pienestä luukusta, koska suojuksen jättäminen puolittain koneen päälle haittaa sen käyttöä.

Laite voidaan liittää myös langattomasti tietokoneeseen Bluetooth-yhteyden avulla. Tätä toimintoa varten tietokoneeseen tarvitsee asentaa WikiforPC-ohjelma. Jostain syystä Bluetooth-yhteys ei toiminut, mutta se ei tässä työssä haitannut, sillä muutamat raportit saatiin siirrettyä muistitikkaa käyttämällä. Aktiivisemmassa käytössä langaton tiedonsiirto on parempi vaihtoehto.

2.4.4 Mittauksien yksilöinti

Mittauksen yksilöinti eli kappaleen, hitsisauman ja siitä tehdyn mittauksen nimeäminen voi unohtua helposti. Mittausta aloitettaessa laite ei oletusarvoisesti kysy mitään, joten mittaajan täytyy muistaa vaihtaa yksilöintitiedot valikosta. Muuten uusi mittaus saa edellisen mittauksen tiedot, lisättynä yhdellä juoksevalla numerolla. Tässä auttaisi, jos laite ennen mittauksen aloitusta kysyisi mittauksen yksilöintitietoja tai vaihtoehtoisesti tiedot näkyisivät näytöllä mittauksen tehdessä. Mittauksen tiedot voi vaihtaa jälkeenkäinkin, mutta tässä on vaarana antaa sama nimi kuin jollain edellisellä mittauksella. Jos näin käy, laitteen tallennuskansioon tallentuu kaksi samoilla tiedoilla olevaa mittausta ja näiden erottaminen raportointia varten on mahdotonta.

2.4.5 Akut

Akkujen virtaliittimet ovat heikkoa tekoa (Kuva 2.5), ja asennettaessa akkua huolimattomasti laitteeseen tai laturiin ne voivat vääntyä. Tällöin kunnollista kosketusta ei tapahdu eikä laite toimi. Näin kävi myös opinnäytetyön mittauksia tehdessä, ja pienellä ruuvimeisselillä jouduttiin vääntelemään liittimiä takaisin kohdilleen. Ahkerassa mittaustyössä akku kestää noin 2 tuntia (1; 2). Laitteessa on mahdollisuus vaihtaa akku ”lennossa”, eli laite kestää käynnissä vaikka akun hetkeksi irrottaa (1). Tämä on kätevä toiminto, eikä mittaustyö keskeydy pitkäksi aikaa.



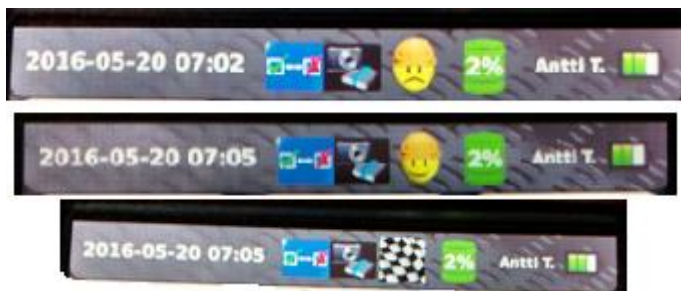
Kuva 2.5 Akun virtaliittimet.

2.4.6 Raportit

Jostain syystä WikiScanin tekemien Excel-raporttien värit ovat joskus todella huonoja. Yleensä raportissa on vaaleansinisellä pohjalla mustaa tai tummansinistä tekstiä, mutta välillä teksti on vaihtunut valkoiseksi. Vaaleansiniseltä tai vaaleanpunaiselta pohjalta vaalea teksti ei tahdo erottua, varsinkaan jos raportin tulostaa mustavalkotulostimella.

2.4.7 Mittauksen tila

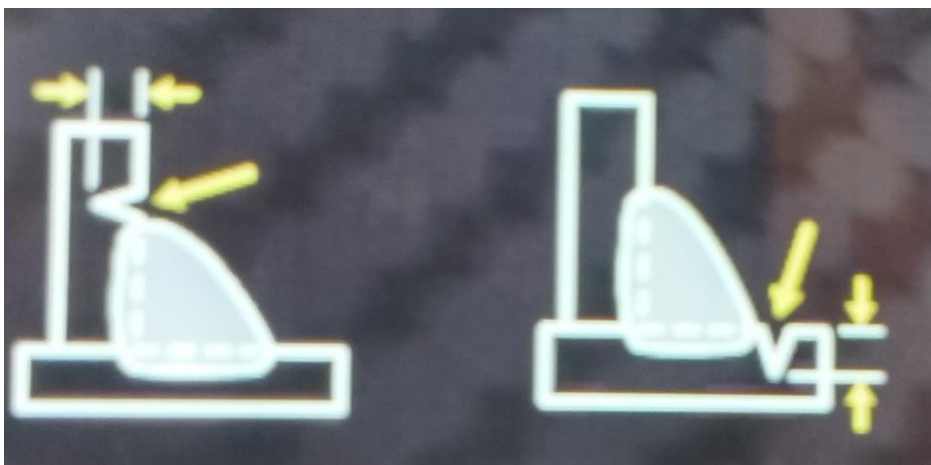
Kokonaisuutena WikiScan osoittautui harjoittelun jälkeen helppokäyttöiseksi. Kun on muutaman mittauksen ohjeiden mukaan tehnyt, onnistuu käyttö myös ilman ohjeita ainakin sujuvat ATK-taidot osaavalta henkilöltä. Näytössä on selkeä työmiehen kasvokuva, joka hymyilee, kun laite on tunnistanut hitsisauman ja on valmis mittaukseen. Surullista kasvoa näyttävä työmies kertoo, ettei hitsisaumaa ole tunnistettu, ja ruutulipulla kerrotaan, kun mittaus on valmis (Kuva 2.6).



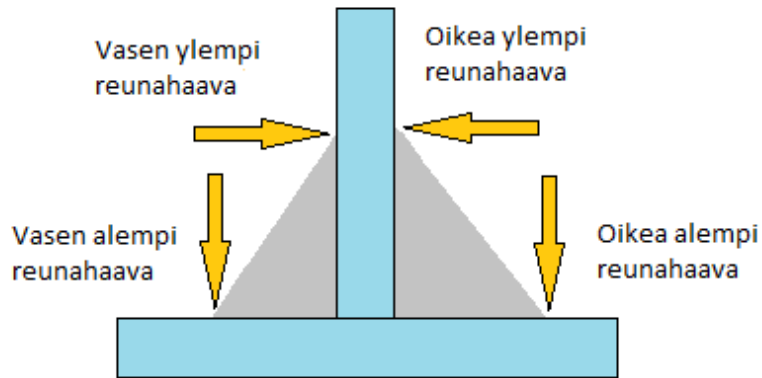
Kuva 2.6 Laitteen mittaustilat.

2.4.8 Pienahitsien mittaaminen

Pienahitsien mittauksissa tulee olla tarkkana, sillä varsinkin T-mallisissa kappaleissa voi helposti syntyä tulkintavirheitä. Laite ilmaisee pienahitsin symbolilla, joka on esitetty kuvassa 2.7.



Kuva 2.7 Pienahitsin symboli.



Kuva 2.8 T-hitsausliitoksen periaatekuva.

Kuvassa 2.8 on esitetty hitsiliitoksen periaatekuva ja reunahaavojen paikat. Kun laitteella mitataan pienahitsiä oikealta puolelta, tulevat mittaustulokset laitteelle oikeisiin paikkoihin. Vasenta puolta mitattaessa tapahtuukin niin, että alemmas- ta reunahaavasta tulee ylempi ja päinvastoin. Kuva tavallaan kääntyy 90° oike- alle.

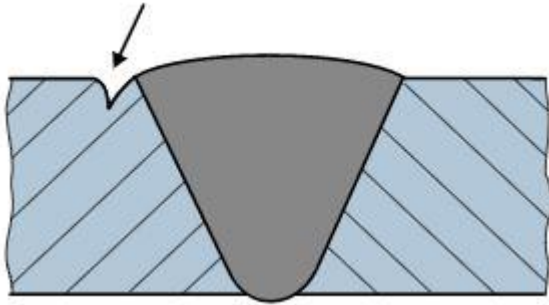


Kuva 2.9 Reunahaavojen paikat.

Kuvassa 2.9 on esitetty reunahaavojen muuttuneet paikat. Sekaannusten vält- tämiseksi kannattaa pyrkiä siihen, että laitteella mitataan pienahitsit vain oikeal- ta puolelta. Valmistajalle olisi tässä kehitettävää niin, että pienahitsin symbolin voisi tarvittaessa kääntää peilikuvaksi.

2.5 Reunahaavan teoriaa

Reunahaava on pieni kolo tai ura hitsin reunassa (Kuva 2.10). Se muodostuu, kun valokaaren sulattama perusaine valuu tai ajautuu pois eikä hitsiin tuotu liisäaine täytä sulatettua kohtaa. (3, s. 14). Reunahaava voi esiintyä myös juuren puolella.



Kuva 2.10 Reunahaava.

Reunahaavan syntymiseen vaikuttaa monta eri tekijää. Tavallisesti käytetään liian suurta virtaa tai jännitettä, väärää kuljetustekniikkaa taikka poltin kohdistetaan väärin. Reunahaavan muodostumisen estämiseksi valitaan siis oikeat hitsausparametrit, pysähdytään railon kylkeen riittävän pitkäksi aikaa, ei kuljeteta valokaarta railon yli eikä käytetä liian pitkää valokaarta. (4, s. 312; 6, s. 42,133.)

Pienahitsauksessa reunahaava voi muodostua pystylevyn ja hitsin liitoskohtaan, jos puikkoa pidetään liian pystyssä asennossa tai poltin kohdistetaan pystylevyyn. Lisäksi liian suuri a-mitta, yli 7 mm, aiheuttaa reunahaavaa. Tällöin käytetään monipalkohitsausta, joka poistaa ongelman. (5.)

Pystyhitsauksessa tehty liian laaja levityслиike voi aiheuttaa reunahaavaa. Tällöin pyritään vaihtamaan hitsausasento jalkoasentoon, jos se vain on mahdollista. (5.)

Puikolla hitsatessa, jos railokulma on kapea ja käytetään paksua puikkoa, on seurauksena V-railon kylkeen syntyvä reunahaava. Siihen muodostuu myös kuonasulkeuma, joka on havaittavissa röntgenissä kahtena yhtenäisenä kuonaviivana. Lisäksi puikolla hitsatessa tulee huolehtia siitä, että puikot ovat kuivia. (4, s. 132.)

Reunahaava ei välttämättä aiheuta ongelmia hitsatulle kappaleelle, ja hitsausstandartit määrittelevät, kuinka suuri reunahaava saa olla. Sallittu reunahaava riippuu materiaalista, hitsausluokasta, kappaleiden mitoista ja rasituksista sekä siitä, esiintyykö reunahaavaa hitsauksen koko matkalla vai pienemmissä osissa. Myös reunahaavan muoto vaikuttaa: terävä on aina pahempi kuin pyöreä. Reunahaava heikentää erityisesti liitoksen väsymiskestävyyttä (3, s. 14.)

2.6 Reunahaavan mittaustapoja

Reunahaava voidaan todeta monella eri tavalla. Ensimmäinen hitsauksen jälkeinen tehtävä tarkastus on silmämääräinen tarkastus, jossa paljastuvat jo suurimmat reunahaavat sekä muut virheet. Ammattitaitoinen hitsaaja tarkastaa itse jokaisen hitsaamansa sauman. Tarkempi hitsisauman tarkastelu voidaan tehdä joko ainetta rikkovilla taikka ainetta rikkomattomilla (NDT) tarkastuksilla (6, s. 247).

Ainetta rikkomattomia tarkastuksia, jotka soveltuvat reunahaavan havaitsemiseen, ovat muun muassa radiografinen kuvaus, magneettijauhetarkastus, erilaiset hitsimitat sekä tunkeumanestetarkastus (6). Myös tässä työssä käsiteltävä WikiScan on ainetta rikkomaton tarkastuslaite, jonka toiminta perustuu hitsisauman pinnalla kulkevaan lasersäteeseen (1).

Radiografinen kuvaus perustuu kappaleen läpi tunkeutuvaan säteilyyn. Säteilylähde voi olla röntgenlaite, kiihdytin tai radioaktiivinen isotooppi. Säteet tunkeutuvat tutkittavan kappaleen lävitse ja muodostavat sen taakse asetetulle filmille kuvan, jossa mahdolliset virheet ja epäjatkuvuudet näkyvät eriateisina mustuina. Säteet läpäisevät huokokset ja muut virheet helpommin kuin ehjän aineen, joten ne näkyvät filmillä tummempina kohtina. Radiografisella kuvauksella löydetään useimmat hitsausvirheet, myös reunahaavat, mutta parhaiten se soveltuu sisäisten virheiden havaitsemiseen (esim. kuonatulkeumat) (6, s. 247, 248.)

Ferromagneettisia aineita voidaan tutkia magneettijauhetarkastuksella. Menetelmä soveltuu pintaan asti tai pinnan lähelle ulottuvien virheiden havaitsemiseen. Menetelmä perustuu kappaleen magneettikenttään, johon hitsissä olevat virheet aiheuttavat häiriöitä. Kappaleen pinnalle levitetään magneettijauhetta, joka kerääntyy hitsissä olevien virheiden kohdalle. Kerääntyneen jauheen koon

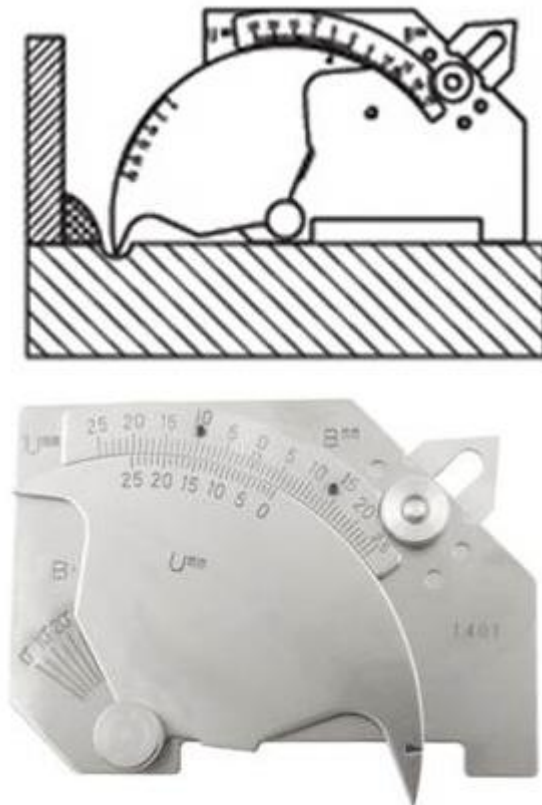
ja muodon perusteella voidaan virheestä tehdä johtopäätöksiä. Menetelmä löytää hyvin pienetkin virheet (6, s. 249.)

Hitsisaumaa voidaan mitata erilaisilla hitsimitoilla. Eräillä malleilla pystyy mittaamaan myös reunahaavoja. Kuvan 2.11 mallista hitsimittaa myyjä mainostaa reunahaavan mittaukseen soveltuvaksi (7). Mitalla pystyy mittaamaan reunahaavoja aina kahteen millimetriin asti, 0,2 millimetrin tarkkuudella.



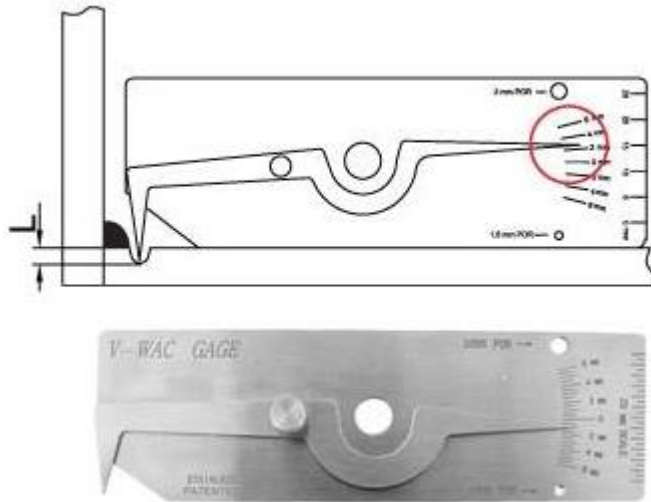
Kuva 2.11 Reunahaavamitta.

Kuvassa 2.12 on hitsisaumojen monitoimimitta, joka soveltuu myös reunahaavojen mittaukseen. Valmistajan mukaan laitteella pystyy mittaamaan reunahaavoja, joiden syvyys vaihtelee 0:sta 25 millimetriin (8).



Kuva 2.12 Hitsisauman monitoimimitta.

Kuvassa 2.13 on yksinkertaisempi monitoimimitta. Kaaviokuvasta selviää hyvin, kuinka reunahaavan mittaus tapahtuu. Mittakärki asetetaan reunahaavan pohjalle, ja punaisella ympyrällä merkitystä asteikosta luetaan reunahaavan syvyys.



Kuva 2.13 Hitsisauman monitoimimitta.

Tunkeumanestetarkastuksella voidaan havaita pintaan asti avoimia virheitä. Kappaleen pinta puhdistetaan huolellisesti ja tunkeumaneste levitetään pinnalle, josta se tunkeutuu halkeamiin kapillaari-ilmiön seurauksena. Neste annetaan vaikuttaa muutamia minuutteja, minkä jälkeen neste pestään pois ja pinnalle levitetään kehiteaine. Kehiteaine on usein valkoista ja tunkeumaneste punaista, joten virheisiin jäänyt neste ja sitä myöten virheet erottuvat helposti. (6, s. 250.)

Hitsisaumaa voidaan tutkia myös ainetta rikkovilla menetelmillä, mutta tällöin hitsi ei voi liittyä valmiiseen rakenteeseen (6, s. 247). Tässä opinnäytetyössä esitetyt koekappaleet tutkittiin tekemällä niihin poikkileikkaushie, minkä jälkeen ne tutkittiin mikroskoopilla. Mikroskooppikuvasta on mahdollista havaita mahdolliset virheet ja mitata muun muassa reunahaavojen syvyydet (9).

3 Koekappaleet ja mittaukset

WikiScanilla suoritettiin erinäisiä mittauksia, joiden tarkoitus oli selvittää sen mittauss ominaisuuksia, ja etenkin reunahaavojen havainnointikykyä, sekä mittatarkkuutta. Mittaukset tehtiin Lauritsalan paloasemalla kalustohallissa, jossa lämpötila oli noin +20 °C ja valaistus kohtalainen.

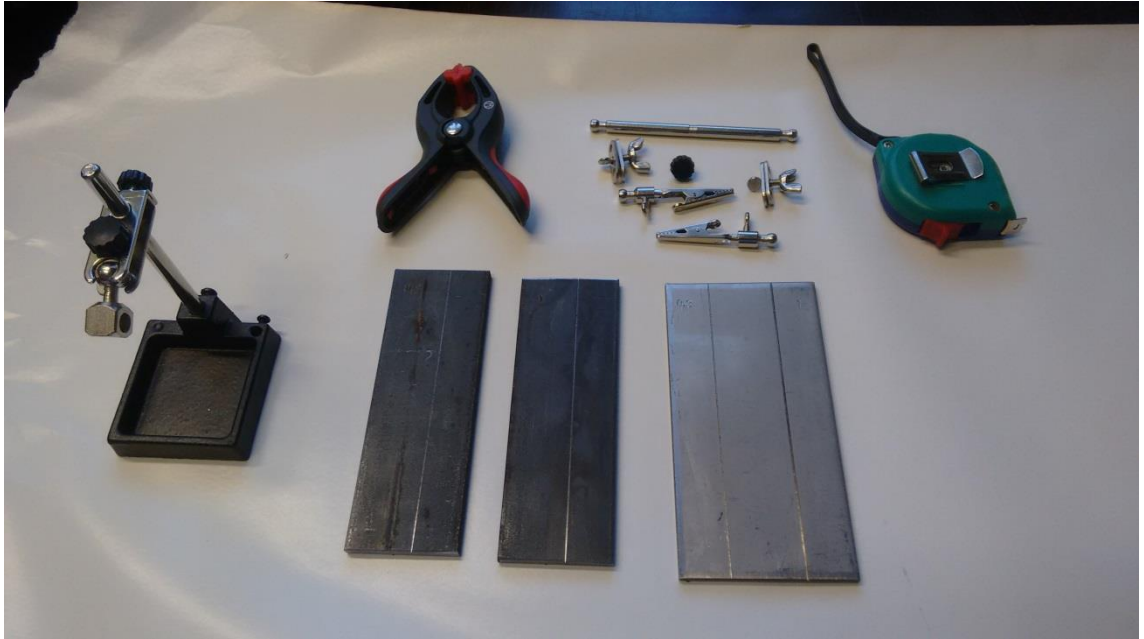
3.1 Lappeenrannan Inspectan koekappaleet

Paikalliselta Inspectan Oy:n toimistolta etsittiin koekappaleita mittauksia varten. Sieltä ei löytynyt yhtään sopivaa kappaletta, sillä metallijätteet oli juuri käyty tyhjentämässä ja arkistoivat kappaleet oli lähetetty Vantaalle. Seuraavaksi otettiin yhteyttä Saimaan ammattiopiston aikuisten koulutuksen toimipisteeseen ja sieltä löytyikin muutama hitsauskursseilta jäänyt koekappale. Kappaleille tehtiin joitain harjoitusmittauksia, mutta koska näistä kappaleista ei ollut olemassa vertailumittauksia, ei näitä mittauksia pystytty hyödyntämään. Inspecta Oy:lle tuli myöhemmin muutamia koekappaleita. Niistä käytiin paikan päällä tekemässä mittaukset, mutta vertailumittauksen puuttumisen takia näitäkään ei voinut hyödyntää laitteen tarkkuuden määrittämiseen.

3.2 Koulun koekappaleet

Mittauksia varten Saimaan ammattikorkeakoulun laboratorioinsinööri teki kolme millimetriä paksuihin teräslevyihin uria, jotka mallinsivat hitsisauman reunahaavoja. Toiset urat tehtiin rakenneteräkseen ja toiset kiiltävään, ruostumattomaan teräkseen, jotta voitiin testata, vaikuttaako pinnan kirkkaus mittaustuloksiin. Urat olivat syvyydeltään 0,3, 0,5 ja 1 millimetriä V-muotoisia uria, joiden toleranssi oli 0,01 millimetriä (10).

Mittaukset suoritettiin työpöydällä. Työpöydän yläpuolella oli loisteputkivalo, joka ei kuitenkaan sijainnut aivan mittauspisteen yläpuolella. Mittauksia varten hankittiin juotosteline, johon mitattavat kappaleet tulivat kiinni. Teline vaati hieinan rakentelua jotta se soveltuisi tähän käyttötarkoitukseen. Telineestä purettiin ylimääräiset osat, tangon ja hauenleuat pois. Koekappaleet kiinnitettiin jousivoimalla toimivalla puristimella telineeseen (Kuva 3.1).



Kuva 3.1 Mittausvälineet ja koekappaleet.

WikiScan kiinnitettiin varovasti ruuvipenkkiin. Laitteen kyljet suojattiin ilmastointiteipillä (kuva 3.2) ettei siihen jäisi naarmuja. Näillä järjestelyillä saatiin säädettyä riittävän tarkka etäisyys laitteen ja koekappaleen välille.



Kuva 3.2 WikiScan suojattuna ilmastointiteipillä.

Lisäksi telinettä kallistamalla saatiin mitattua, miten WikiScanin ja koekappaleen välinen kulma vaikuttaa mittaustuloksiin (Kuva 3.3).



Kuva 3.3 Koekappale kallistettuna telineessä.

Valitettavasti näistä mittauksista ei ollut hyötyä, sillä WikiScan ei suurimmaksi osaksi tunnistanut koekappaleita hitsausaumoiksi, eikä siis saanut mitattua reunahaavoja. Satunnaisista mittauksista tuli joitakin tuloksia, mutta ne olivat niin epämääräisiä ja vaihtelevia, ettei niitä kannattanut analysoida sen enempää.

WikiScania yritettiin huijata luulemaan uria hitsausaumoiksi niin, että laitettiin halkaistu poranterä koekappaleen päälle uran viereen (Kuva 3.4). Toivottiin, että WikiScan luulisi poranterää hitsisaumaksi ja antaisi mittaustuloksia, mutta näin ei tapahtunut. Todettiin, että tällä tavalla WikiScanin tutkiminen ei onnistu, vaan tarvitaan aitoa hitsisaumaa sekä reunahaavaa mittausten onnistumiseen.



Kuva 3.4 Halkaistu poranterä uran vieressä.

3.3 Vantaan Inspectan koekappaleet

Inspecta Oy:ltä saatiin käyttöön todellisista hitsisaumoista otettuja koekappaleita. Inspectan Oy:n velvollisuus on säilöä tutkituista saumoista otettuja koekappaleita muutama kuukausi, ja näitä kappaleita päästiin tutkimaan. Koekappaleet sijaitsivat Vantaalla, joten opinnäytetyön tekijälle tuli opintomatka pääkaupunkiseudulle.

Vantaalla yhteyshenkilönä toimi NDT-tarkastaja Ari Kaarnalehto. Valitettavasti häneltä ei löytynyt sopivia reunahaavallisia hitsisaumoja. Seuraavaksi koekappaleita etsittiin tarkastaja Anu Virralta, joka vastaa laboratorioon tulleiden koekappaleiden kuvauksista, mittauksista ja säilytyksestä. Virralla oli ilmastoidussa kaapissa koekappaleita hyvässä järjestyksessä. Niiden joukosta valittiin kiinnostavimmat koekappaleet (Kuva 3.5) ja Virta etsi tietokoneelta niistä tallennetut mittaustulokset.



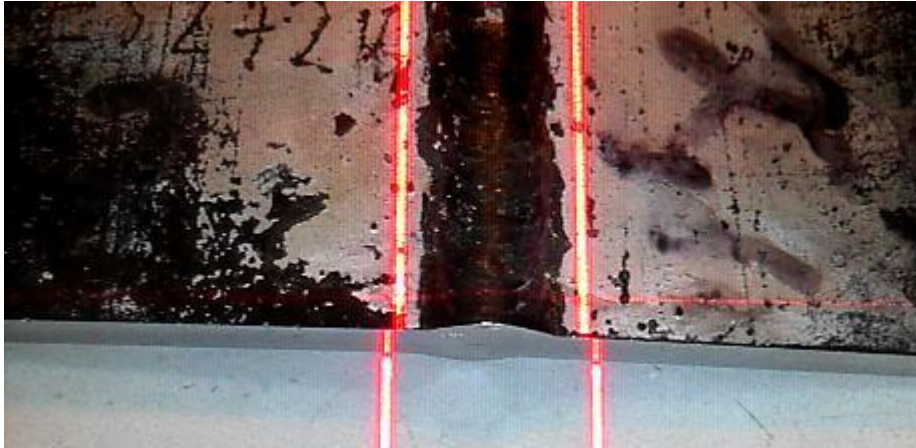
Kuva 3.5 Vantaan Inspectan koekappaleet.

Valitettavasti näissäkään koekappaleissa ei ollut kunnollisia hitsausvirheitä eikä reunahaavoja. Siitä huolimatta päästiin tutustumaan WikiScanin mittausominaisuuksiin. Tarkastaja Virralta saatiin koekappaleet mukaan, ja tarvittavat mittaukset suoritettiin Lauritsalan paloasemalla. Näillä kappaleilla oli tarkoitus tutkia, miten laitteen etäisyys mitattavaan kohteeseen sekä kallistuskulma vaikuttavat mittaustuloksiin. Samoin tutkittiin koekappaleiden eri muotojen ja pinnanlaatuja vaikutusta tuloksiin. Kun mittaukset saatiin tehtyä, lähetettiin koekappaleet takaisin Vantaalle säilytykseen.

Näiden koekappaleiden mittaukset suoritettiin käsivaralta niin, että kappale oli työpöydällä ja WikiScan mittaajan kädessä. Tasahitseistä tehtiin mittaukset viidestä eri asennosta ja mittaukset toistettiin kolme kertaa. Mittaukset pyrittiin tekemään mahdollisimman läheltä hiottua reunaa, koska siitä Inspecta Oy:kin oli mittaukset tehnyt.

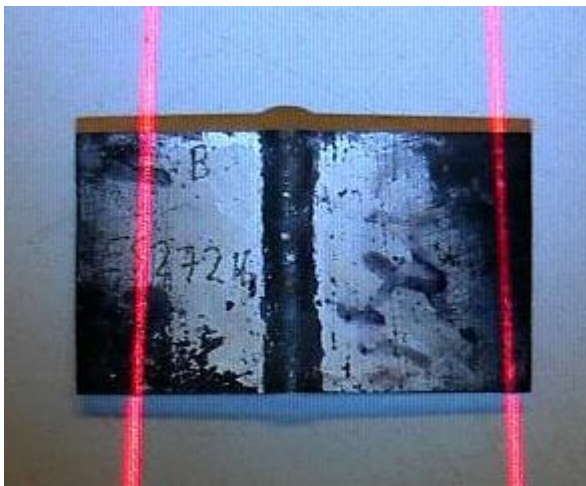
Mittausten paikat määriteltiin seuraavasti:

Läheltä: WikiScanin reunamerkkilaserit mahdollisimman läheltä hitsiä niin, että laite tunnistaa hitsisauman oikein (Kuva 3.6).



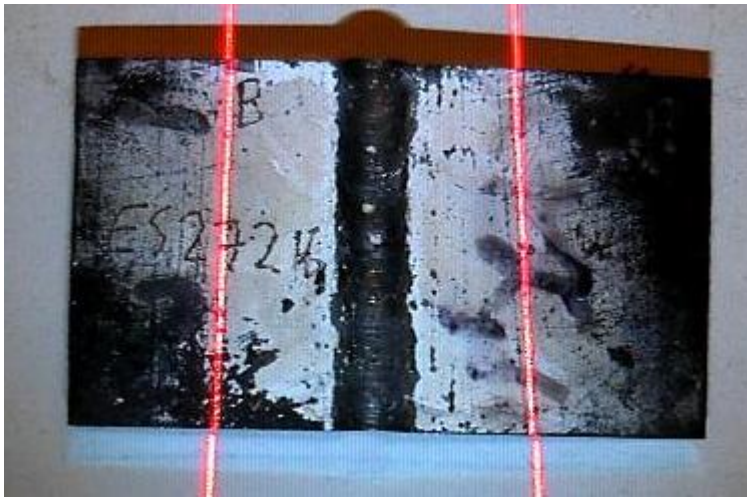
Kuva 3.6 Hitsisauman mittaus läheltä.

Etäältä: reunamerkkilaserit niin kauas, että WikiScan ei enää tunnista hitsiä. Tästä kohtaa siirto takaisin päin niin, että laite tunnistaa hitsisauman (Kuva 3.7).



Kuva 3.7 Hitsisauman mittaus etäältä.

Keskeltä: jostain edellisten väliltä, vastaa lähinnä tilannetta, jossa WikiScania käytetään todellisessa mittaustilanteessa (Kuva 3.8).

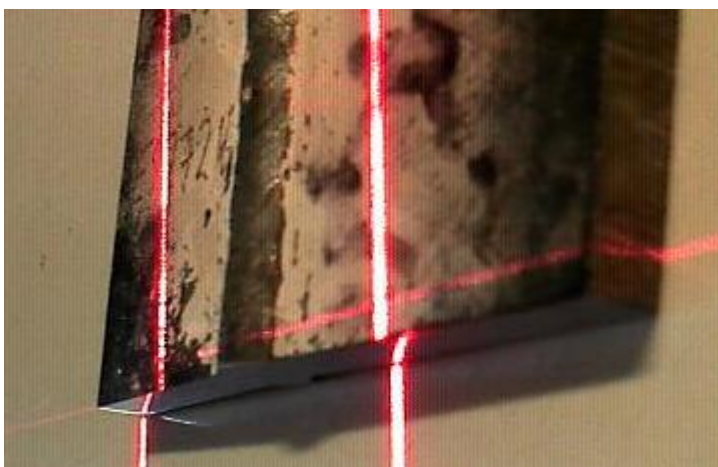


Kuva 3.8 Hitsisauman mittaus keskeltä.

Tasahitseistä tehtiin lisäksi seuraavat mittaukset:

Vasen: WikiScan kallistettuna vasemmalle niin, että koekappaleen hiottu puoli oli mittaajaan päin. Juuren puolelta mitattuna kappale oli käännetty toisinpäin, eli hiottu puoli poispäin mittaajasta.

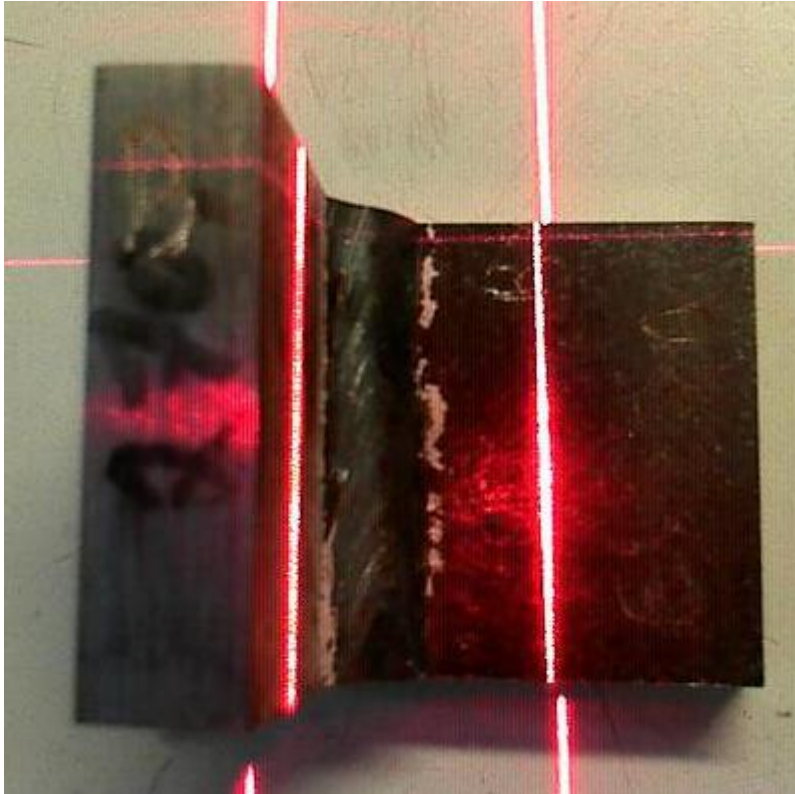
Oikea: vastaavat mittaukset kuin vasen, mutta laite kallistettuna oikealle (Kuva 3.9).



Kuva 3.9 Hitsisauman mittaus oikealle kallistettuna.

Pienahitseistä tehtiin seuraavat mittaukset:

Piena päältä: hiottu puoli mittaajaan päin, WikiScan niin ylös kappaleen päälle, että hitsisauma tunnistetaan (Kuva 3.10).



Kuva 3.10 Pienahitsin mittausta päältä.

Piena sivusta: vastaava mittausta kuin päältä, mutta laite kallistettuna vaakatasoon niin että hitsisauma tunnistetaan.

3.4 Varkauden Inspectan koekappaleet

Inspecta Oy:ltä saatiin käyttöön myös mitattuja koekappaleita, jotka tehtiin Varkaudessa tätä työtä varten. Aluksi oli tarkoitus, että Varkauden laboratorio mittaa kappaleet ensin, ja toimittaa ne sen jälkeen Lappeenrantaan Inspecta Oy:n toimistoon. Järjestely meni väärinkäsityksen takia niin, että laboratorio toimitti koekappaleet ilman mittauksia Lappeenrantaan. Niinpä mittaukset suoritettiin ensin WikiScanilla. Mittaukset onnistuivat itse asiassa paremmin, koska nyt saatiin etsiä ehjistä kappaleista reunahaavoja

WikiScanilla etsittiin reunahaavoja ja koekappaleisiin merkittiin ne kohdat, joista laite niitä löysi. Kun mittaukset ja merkkaukset saatiin tehtyä, lähetettiin koekappaleet takaisin Varkauden laboratorioon, jossa ne leikattiin merkatuista paikoista. Laboratorio oli alkuun toivonut, että kappaleiden leikkaukset tehtäisiin jossain muualla. Mittauspaikalla ei ollut muuta leikkausvälinettä kuin kulmahiomakone, mutta se ei laboratoriolle kelvannut. Kulmahiomakoneen ongelma on se, että käsivaralta leikattaessa leikkauspinnasta tulee joka suuntaan vino. Lisäksi kone polttaa metallin pinnan, jolloin poikkileikkaushieen tekeminen on työlästä. Lopulta päädyttiin siihen, että leikkaukset tehtiin Varkauden laboratoriossa (9).

Leikkauksiin tehtiin poikkileikkaushieet, ja mittaukset suoritettiin stereomikroskoopilla ottamalla leikkauksista hie kuvat. Vastaukset ja kuvat lähetettiin sähköpostitse. Näillä koekappaleilla oli tarkoitus tutkia laitteen kykyä mitata reunahaavoja ja tämä asiahan kiinnosti eniten Inspecta Oy:tä.

Jotta mittaukset onnistuisivat mahdollisimman tarkasti, järjestettiin sekä koekappaleille että WikiScanille kunnolliset telineet. Näin pyrittiin välttämään mittauksesta aiheutuvia virheitä. Kappaleille 1 ja 3 tehtiin teline hitsauskoneen alusvaunusta, jossa niitä oli kätevä liikuttaa. WikiScan kiinnitettiin nippusiteillä peräkärryn kiinni. Peräkärryn nokkapyörä toimi kätevästi WikiScanin korkeussäätimenä (Kuvat 3.11 ja 3.12). Kun lattia oli harjattu puhtaaksi, pystyttiin alusvaunua liikuttamaan tarkasti WikiScanin alapuolella.



Kuva 3.11 Koekappaleen nro 1 mittausjärjestelyt.



Kuva 3.12 Koekappaleen nro 1 mittausjärjestelyt.

Reunahaavan löydyttyä alusvaunu pysäytettiin paikalleen nippusiteen avulla (Kuva 3.13).



Kuva 3.13 Nippusidejarru.

Koekappaleen numero kolme kallistettiin puupalikan avulla sopivaan kulmaan (Kuva 3.14). Muuten mittaukset suoritettiin samalla tavalla kuin kappaleelle nro 1.



Kuva 3.14 Koekappale nro 3 mittausjärjestelyt.

Koekappale numero 2 oli putki. Sen mittausjärjestelyt tehtiin niin, että koekappale asetettiin ohuemman putken päälle ja tämä putki oli harjateräksen päällä. Harjateräs vastaavasti kiinnitettiin ruuvipenkkiin. WikiScan oli kahden autonkorjauspukin päällä, näillä saatiin säädettyä sopiva etäisyys ja mittauskulma (Kuvat 3.15 ja 3.16). Mittaus tehtiin niin, että ohuempaa putkea pyöritettiin harjateräksen päällä, jolloin myös koekappale pyöri sopivan hitaasti. Reunahaavan löydyttyä pyörittäminen lopetettiin.



Kuva 3.15 Koekappale nro 2 mittausjärjestelyt.

Koekappaleen numero neljä mittaukset järjestettiin niin, että WikiScan kiinnitettiin ilmastointiteipillä tukevasti harjateräksen pätkään. Harjateräs taas kiinnitettiin ruuvipenkkiin. Koekappaletta pyöritettiin pöydällä ja pyrittiin siihen, että etäisyys ja kulma pysyisivät samana kappaleen ja WikiScanin välillä (Kuva 3.16). Tässä yhteydessä todettiin, että pientä putkea on hieman vaikea mitata WikiScanilla. Normaalisti mitaten niin, että WikiScan on kädessä ja sitä pyöritetään putken ympäri, pyrkii joko mittauskulma tai -etäisyys muuttumaan liian paljon.



Kuva 3.16 Koekappale nro 4 mittausjärjestelyt.

4 Raportointi

Raportointia, mittauksien tallennusta ja hitsauksien vertailua varten WikiScan tuottaa Excel-taulukoita (1). Laitteen omallakin näytöllä on mahdollista tarkastella mittauksia, mutta siihen saadaan vain yksi mittaus kerrallaan näkyville, eikä pieneltä ruudulta ole kovin kätevää niitä tarkastella. Myös mittauksien keskinäinen vertailu on hankalaa. Laitteessa näkyy hitsin muotoprofiili, jota ei saa Exceliin näkyviin. Laatupäällikkö Visurin toiveena oli, että selvitettäisiin, olisiko mahdollista saada muotoprofiili tietokoneella esille.

Laitteen mukana tuli muistitikku joka sisälsi käyttöohjeen PDF-muodossa. Lisäksi tikun olisi pitänyt sisältää tietokoneelle asennettava ohjelma, WikiForPC. Jostain syystä kyseistä ohjelmaa ei tikulta löytynyt.

Raportteja on mahdollista siirtää tietokoneelle kahdella tavalla: joko muistitikun avulla, tai sitten langattomasti Wi-Fi:n välityksellä. Langattoman tiedonsiirron käyttö edellyttää, että tietokoneeseen on asennettu WikiForPC-ohjelma.

Raportteja luodessa todettiin, että kannattaa valita samaan raporttiin useampi mittaus, jos se vain on mahdollista. Muuten jokaisesta mittauksesta tulee oma

raportti ja niiden selailu sekä lukeminen ovat vaikeita. Samoin mittauksien keskinäinen vertailu on vaikeaa, mikäli käytössä on vain yksi tietokoneen näyttö.

Mittauksien valinta raportteihin voisi olla helpompaa. Kaikista kätevin tapa olisi, jos WikiScanin näytöltä voisi ”rasti ruutuun”-menetelmällä valita mittaukset raporttiin. Nyt mittauksien valinta tehdään erilaisilla hakuehdoilla. Näitä ovat päivämäärä ja kellonaika, joka ei toimi aivan täydellisesti. Päivämäärän osalta raja-kaus toimii, mutta kellonajan osalta toiminta on epämääräisempää. Lisäksi raporttiin voidaan valita mittauksia sen mukaan, ovatko ne onnistuneet tai epäonnistuneet. Myös mitatun kappaleen nimitietoja tai mittauksen tekijää voidaan käyttää valintaperusteena.

Kuvissa 4.1 ja 4.2 on WikiScanin luoma Excel-raportti. Vasemmasta laidasta löytyvät päivämäärät, ym. perustiedot mitatusta kappaleesta. Yläreunassa on selkeästi kuvalla ja tekstillä ilmaistu, mikä mittaus kappaleesta on otettu. Mikäli jokin arvo on mennyt annettujen raja-arvojen ulkopuolelle, on vasemmassa reunassa olevan mittauksen nimi punaisella taustalla. Tämä on hyvä ominaisuus, sille taulukon leveydestä johtuen kaikki mittausarvot eivät mahdu yhtä aikaa ruudulle, ja nopeasti alaspäin selatessa saattaisi virheellinen mittaus jäädä huomaamatta. Myös raja-arvot ylittänyt mittausarvo on punaisella taustalla.

Inspection	Part#	Weld#	Overall quality	Root opening	Beta angle	Mismatch	Groove angle	Bevel angle 1	Bevel angle 2	Leg1	Leg2	Leg1 Size1	Leg1 Size2
11 lahetta-3	277	Juuri	v			181	0,6						
12 lahetta-2	277	Juuri	v			181	0,2						
13 lahetta	277	Juuri	v			181	0,1						
14 keskelta-3	277	Juuri	v			180	1,4						
15 keskelta-2	277	Juuri	v			180	1,4						
16 keskelta	277	Juuri	v			180	1,4						
17 kaukaa-3	277	Juuri	v			180	0,1						
18 kaukaa-2	277	Juuri	v			180	0,2						
19 kaukaa	277	Juuri	v			180	0,2						
20 vasen-3	277	Juuri	x			180	0,7						
21 vasen-2	277	Juuri	v			180	0,9						
22 vasen	277	Juuri	x			180	1,8						
23 oikea-3	277	Juuri	v			181	4						
24 oikea-2	277	Juuri	x			182	8,5						
25 oikea	277	Juuri	x			182	8,4						
26 oikea-3	277	Juuri	x			178	12,9						
27 oikea-2	277	Juuri	x			178	12,2						
28 oikea	277	Juuri	x			178	12,1						
29 vasen-3	277	Juuri	x			180	11,1						
30 vasen-2	277	Juuri	x			180	10,7						
31 vasen	277	Juuri	x			180	11,8						

Kuva 4.1 WikiScan Excel-raportti.

Raportin loppupuolelta löytyvät mittauksen malli ja tyyppi eli piena- tai tasohitsi, pienan kulma, ym. tiedot liian kapeisiin sarakkeisiin ahdettuna. Lisäksi lopussa on tarkastuksen tekijän nimi. Viimeisessä sarakkeessa on hyperlinkki, jonka takaa löytyvät hitsisauman kuva .JPEG-muodossa, .3dx-päätteinen tiedosto, joka sisältää hitsisauman profiilikuvan sekä tekstitiedosto, jossa ovat profiilikuvan koordinaatit. Koordinaattien avulla on mahdollista tehdä profiilikuvan kaavio esimerkiksi Excelillä, joka on hieman työlästä.

Leg1 Size2	Throat	Convexity	Undercut 1	Undercut 2	Toe angle 1	Toe angle 2	Face reinforcement	Face width	Face reinforcement	Model	Type	Inspector	Additional information
0	0	0	0	0	120	142	0,5	7,1		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri lahella-3
0	0	0	0	0	176	178	0,6	9,2		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri lahella-2
0	0	0	0	0	123	177	1,7	9,4		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri lahella
0	0	0	0	0	120	174	1,6	9,2		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri keskella-3
0	0	0	0,1	0,1	123	177	1,6	9,5		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri keskella-2
0	0	0	0	0	121	175	1,7	9,3		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri keskella
0	0	0,1	0,1	0,1	125	174	1,7	9,6		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri kaukaa-3
0	0	0,1	0,1	0,1	124	173	1,6	9,4		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri kaukaa-2
0	0	0	0	0	124	177	1,6	9,7		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri kaukaa
0	5,3	0	0	0	118	170	1,5	8,6		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri vasen-3
0	1,5	0	0	0	122	176	1,4	9,9		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri vasen-2
0	4	0	0	0	131	174	1,3	14,2		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri vasen
0	0,1	0	1,1	0	156	137	4	16,7		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri oikea-3
0	0,4	0	0	0	157	49	9,6	28,8		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri oikea-2
0	0,4	0	0	0	157	49	9,2	29		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 luuri oikea
-5,3	0	0,1	0,1	0,1	160	177	16,6	13,4		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 oikea-3
-1,3	0	0,8	0,8	0,8	160	61	16,6	12,4		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 oikea-2
-1,7	0	0,7	0,7	0,7	160	75	15,8	12,3		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 oikea
-5,4	0,3	0,3	0,3	0,3	116	170	11,5	12,2		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 vasen-3
-7,6	0,5	0,1	0,1	0,1	173	169	10,7	11,3		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 vasen-2
-9,3	0,1	0	0	0	147	171	12,2	11,9		Groove-Weld Groove We Antti T.			277 vasen

Kuva 4.2 WikiScanin Excel-raportti.

Hyperlinkin takaa löytyvä .3dx-tiedosto ei valitettavasti aukea suoraan tiedoston nimeä klikkaamalla. Tähän on valmistajan mukaan tulossa parannus tulevaisuudessa. Asiaa käsitellään tarkemmin luvussa 4.2.

Kaiken kaikkiaan WikiScanin raportointiominaisuudet ovat varsin monipuoliset ja käyttökelpoiset. Hyvää on se, että laite tekee suoraan Excel-taulukon. Koska Microsoftin ohjelmisto on hyvin yleinen, pystytään raporttia lukemaan lähes jokaisella tietokoneella tai millä laitteella tahansa.

4.1 WikiForPC:n hankinta

WikiScan tuottaa Excel-raportin lisäksi .3dx-päätteisen tiedoston, josta ei ollut tietoa, mikä se oli. Valmistajan esittelyvideoista selvisi, että hitsin profiilikuva on jossakin tiedostossa, joten selvitettiin, olisiko se juuri tämä. Internetiä apuna käyttäen selvisi, että kyseinen tiedostopääte on Rhinoceros 3D mallinnusohjelman tiedosto. Rhinoceros 5.0 ohjelma asennettiin tietokoneelle ja kokeiltiin avata sillä tiedostoa, tässä kuitenkin onnistumatta.

Seuraavaksi tiedusteltiin valmistajalta, Servo-Robot Inc.:lta mahdollisuutta tarkastella hitsausprofiileita tietokoneella. Sieltä tuli vastaus, että WikiScaniin on oma tietokoneohjelmansa: WikiforPC. Valmistajalta ei sitä suoraan saatu, mutta sen mukaan jokaisen toimitetun laitteen mukana tulee kyseinen ohjelma. Seuraavaksi otettiin yhteyttä laatupäällikkö Visuriin, joka ei muistanut ohjelmaa nähneensä. Hän pyysi ottamaan yhteyttä laitteen maahantuojaan, Sintrol Oy: n ja siellä tuotepäällikkö Kenneth Engbergiin. Engberg muisti tapauksen, ja lupasi etsiä ohjelmaa, sekä samalla ihmetteli, miksei valmistaja voinut sitä suoraan toimittaa. Lisäksi Engberg kertoi, että he eivät enää toimi WikiScanin maahantuojana. Asiakkaat olivat kyllä kiinnostuneita laitteesta, mutta hinta muodostui lopulta hankintojen ja myynnin esteeksi. Myöhemmin Engberg soitti takaisin ja kertoi, ettei ohjelmaa löytynyt heiltäkään.

Etsintöjä jatkettiin ottamalla uudestaan yhteyttä valmistajaan, Servo-Robot Inc.:iin. Muutaman sähköpostiviestin jälkeen saatiin sieltä tunnukset, joilla päästiin kirjautumaan nettipohjaiseen ohjelmaan. Pikaisen kokeilun tuloksena hitsiprofiilia ei saatu tälläkään ohjelmalla näkyviin. Seuraavalla kerralla tunnukset eivät enää toimineet, joten ohjelmaan ei päästy tutustumaan tarkemmin.

Noin viikon odottelun jälkeen saatiin uudet tunnukset. Ohjelma oli muuttunut ulkoisesti kokonaan toisen näköiseksi verrattuna edelliseen käyttökertaan. Tarkempi tutustuminen ohjelmaan selvitti, että kyseessä ei ole sellainen ohjelma, jolla olisi mahdollista saada hitsauksen profiilikuva näkyviin. Eikä sillä näkynyt raportitkaan, vaan avattaessa raporttia, ohjelma latsi Excel-tiedoston tietokoneelle ja avasi raportin Excelissä. Kyseessä oli siis enemmänkin tiedostojen ja

raporttien jakoon sekä säilytykseen soveltuva nettipohjainen ohjelma, jonka valmistaja tarjoaa WikiScanin hankkineille.

Jälleen otettiin yhteyttä valmistajaan asian tiimoilta, ja tällä kertaa se tarjosi ongelman ratkaisuun VNC-viewer-nimistä ohjelmaa, jolla voisi peilata WikiScanin näytön tietokoneelle. Kyseinen ohjelma asennettiin tietokoneelle ja yritettiin saada se toimimaan. Useamman yrityksen jälkeen todettiin, että ohjelman toimintakuntoon saaminen ei kohtuullisessa ajassa onnistu, eivätkä opinnäytetyöntekijän tietotekniset taidot riitä tämän ongelman ratkaisemiseen. Eikä WikiScanin näytön peilaus tietokoneelle olisi oikea ratkaisu ongelmaan. Tarkoitus oli, että hitsisauman profiilikuvan saa tarvittaessa näkyviin kun raporttia tarkastelee tietokoneella.

Vielä kerran lähetettiin pyyntö valmistajalle, olisiko mahdollista saada WikiScanin oma ohjelma, WikiForPC käyttöön. Valmistajan piti alun perin laittaa ohjelma jakoon nettiin juuri siihen palveluun, johon oli aikaisemmin kirjaututtu. Valmistaja ei ollut ymmärtänyt, että palvelussa ei ollut jaossa mitään ohjelmaa, ja luuli, että etsitään jotain muuta opinnäytetyötä varten. Valmistaja oletti kokoajan, että WikiForPC on jo käytössä. Lopulta ohjelma saatiin aikaisemmin mainitun palvelun kautta ja asennettiin tietokoneelle.

Jostain syystä langatonta tiedonsiirtoa ei saatu toimimaan. Se olisi varmasti järkevämpi tiedonsiirtotapa aktiivisessa käytössä, mutta tässä tapauksessa muistitikkukin toimi riittävän hyvin.

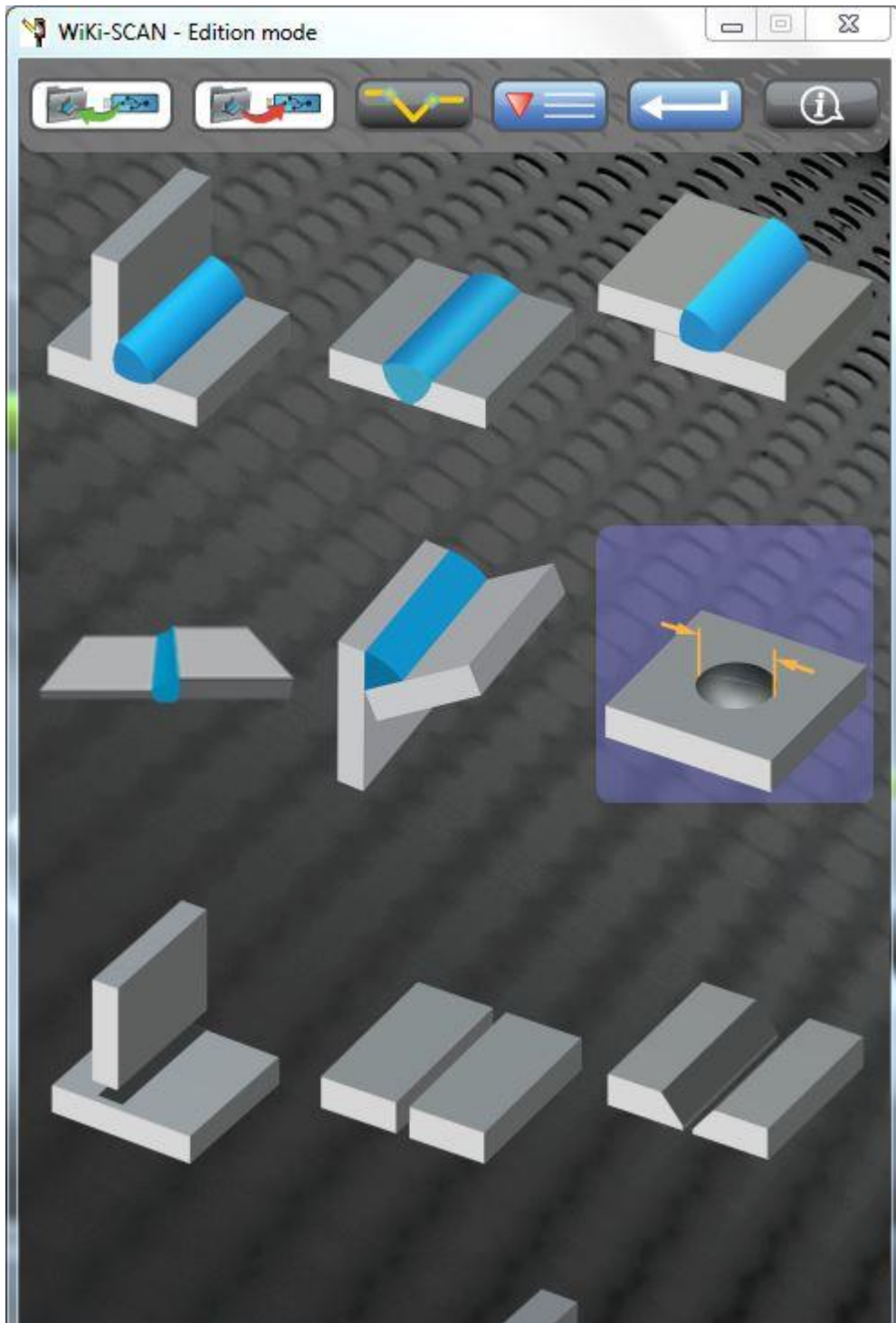
Valmistajan esittelyvideolla näytetään, kuinka raportista voi suoraan hyperlinkin kautta katsoa hitsauksen profiilikuvaa. Tätäkään ominaisuutta ei saatu toimimaan, vaan erikseen täytyi avata WikiForPC-ohjelma ja katsoa profiilikuva sieltä. Asiaa tiedusteltiin valmistajalta, ja se totesi, että tällä hetkellä ei ole mahdollista avata profiilikuvaa hyperlinkin kautta. Ominaisuus on tulossa käyttöön myöhemmin.

4.2 WikiForPC:n ominaisuudet ja käyttö

WikiForPC on ohjelma, joka asennetaan tietokoneelle, ja sen avulla voidaan siirtää langattomasti tietoa WikiScanin ja tietokoneen välillä. Lisäksi sillä voidaan tehdä eri hitsityypeille mittausprofiileita, sekä tutkia WikiScanin tekemiä profiilikuvia hitsaussaumoista. Profiilikuvista on myös mahdollista mitata hitsin muotoja mittaus työkalun avulla. Ohjelman kaikkiin ominaisuuksiin ei tässä työssä perehdytty, sillä laatupäällikkö Visurin mukaan tärkeintä oli saada profiilikuva tietokoneen ruudulle näkyviin.

WikiForPC:n aloitusnäyttö on kuvassa 4.3. Näytön yläreunassa ovat toimintonäppäimet, joilla voidaan tehdä seuraavia asioita: siirtää tietoja laitteesta tai laitteelle, katsella profiilikuvaa, sekä muuttaa ohjelman asetuksia. Lisäksi näppäinrivistä löytyy yleinen paluu- näppäin, jolla palataan takaisinpäin valikoista ja toiminnoista, sekä ohjelman tiedoista kertova infonäppäin.

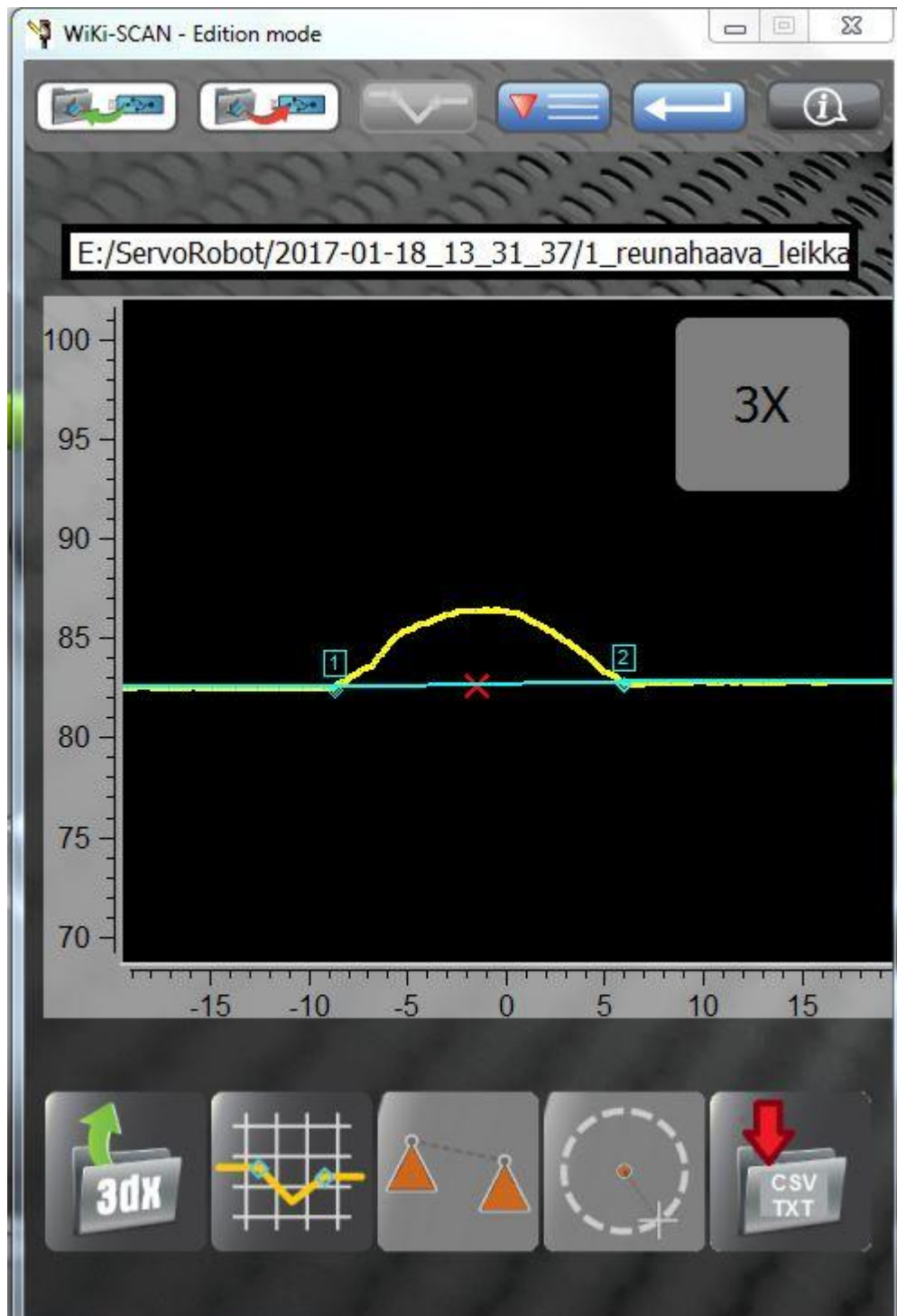
Painamalla kappaleiden kuvia, päästään tekemään mittausprofiileita ja muuttamaan asetuksia, samalla tavalla kuin suoraan WikiScanin näytöltä.



Kuva 4.3 WikiForPC aloitusnäyttö.

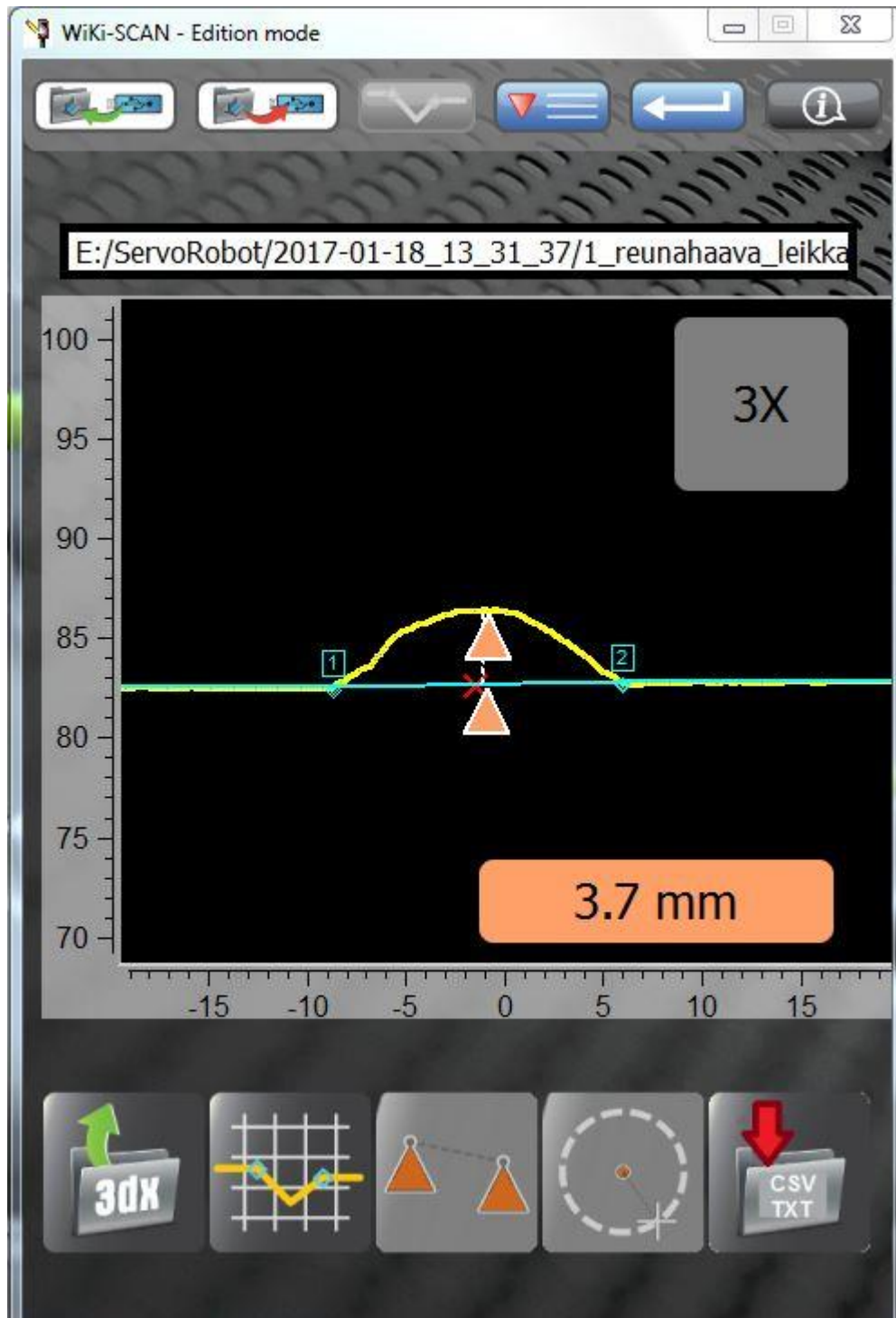
Painamalla profiilikuvan tarkastelunappia päästään kuvan 4.4 näkymään. Tämä on se toiminto, josta Inspecta oli kiinnostunut. Profiilikuvan tarkastelutilassa on erilaisia toimintoja, joita käytetään alareunan painikkeilla. Näitä ovat: .3dx tiedoston eli profiilikuvan avaus, ruudukko päälle tai pois päältä, sekä mittanauhhat. Ruudukko helpottaa joissakin tapauksissa kuvan tulkintaa. Mittanauhoja löytyy kahta erilaista, joilla voidaan mitata kahden eri pisteen välimatka, tai ympyrän muotoisen profiilikuvan säde. Lisäksi on mahdollista tallentaa kuvan koordinaatit kahdessa eri tekstimuodossa, joko .txt tai .csv päätteisenä. .csv-tiedoston voi avata Excelillä, mutta koordinaatteja tulee useita satoja rivejä, joten niiden hyödyllisyyttä ei tässä työssä selvitetty.

Kuvan suurennoksen voi muuttaa painamalla 3X-nappulaa, joka samalla näyttää suurennoksen kertoimen. Esimerkkikuvassa on reunahaavakoekappale nro 1, leikkaus1 ja mittaus 1, kolminkertaisella suurennoksella.



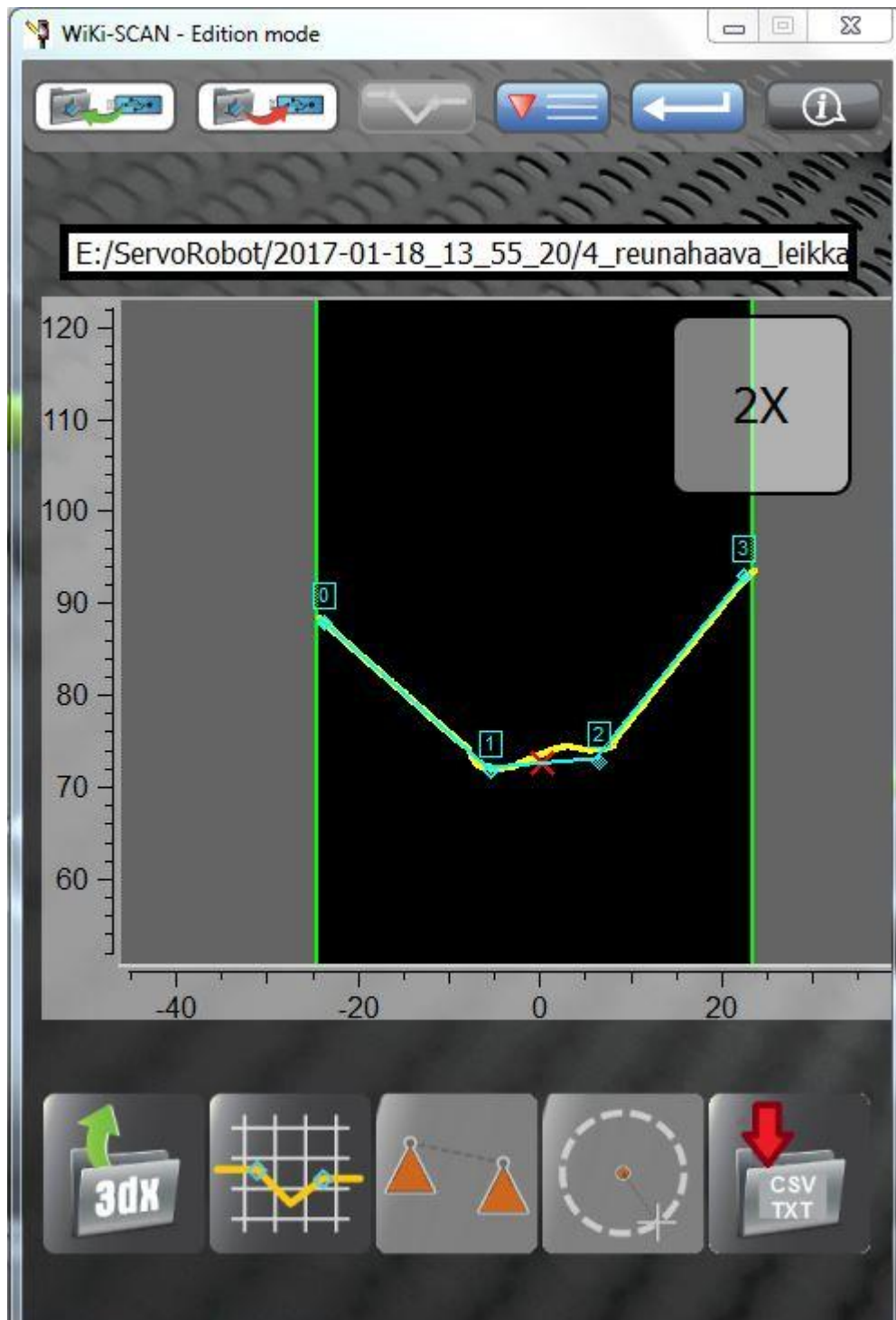
Kuva 4.4 Profiilikuvan tarkastelunäkymä.

Kuvassa 4.5 on mitattuna esimerkkikappaleen hitsikuvun korkeus. WikiScanilla saatu mittaustulos oli 3,8 mm. (Taulukko 5.1), eroa tuli 0,1 mm. Mittatyökalun kolmion kärkien asettaminen halutulle kohdalle oli hieman hankalaa, joten pientä eroa tuli WikiScanin ja profiilikuvamittauksen välille.



Kuva 4.5 Mittatyökalu käytössä.

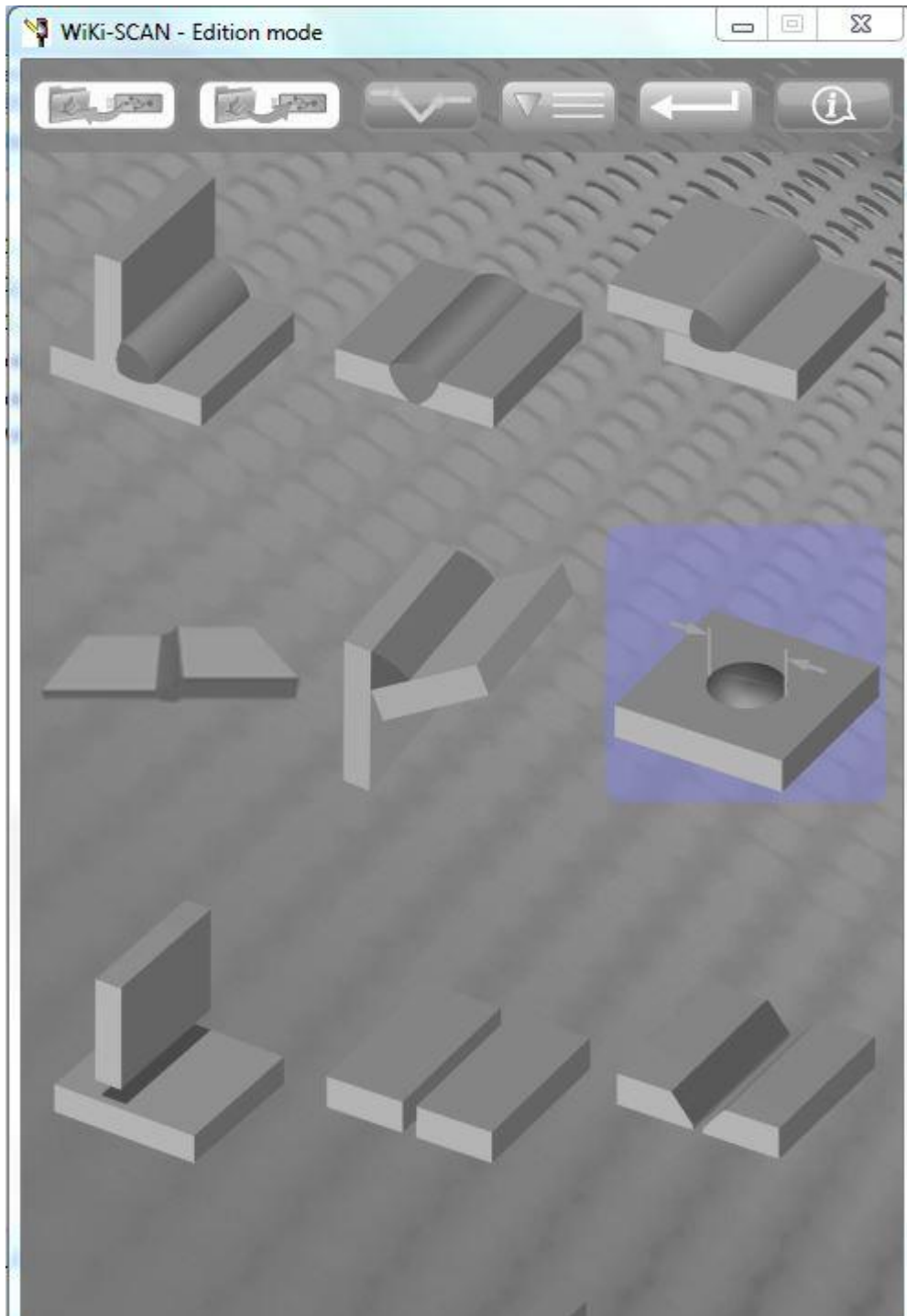
Kuvassa 4.6 esitetään, miltä pienahitsin profiilikuva näyttää.



Kuva 4.6 Pienahitsin profiilikuva.

Valitettavasti WikiForPC ei osannut avata .3dx tiedostoja suoraan Excel-
taulukossa olevan hyperlinkin kautta. Jos näin yritti tehdä, WikiForPC kyllä
käynnistyi, mutta alkunäyttö jäi harmaaksi (Kuva 4.7). Tällöin eivät valikot eivät-

kä profiilikuvat toimineet, vaan ainoa vaihtoehto oli sulkea ohjelma ja käynnistää se uudelleen. Profiilikuvan avaaminen suoraan Excel-taulukosta olisi erittäin kätevä toiminto, mutta se ei valmistajan mukaan ole tällä hetkellä mahdollista. Ominaisuus on tulossa käyttöön myöhemmin tulevaisuudessa. Mielenkiintoista tosin on se, että WikiScanin esittelyvideolla kyseinen toiminto onnistuu.



Kuva 4.7 Harmaa aloitussivu.

Ohjelma olisi saanut antaa parempaa opastusta käyttäjälle. Ohjeita ei ohjelmassa ole, eikä niitä myöskään löytynyt valmistajan nettisivuilta. Kokeilemalla saatiin tarvittavat asiat ohjelmalla tehtyä, eli hitsisauman profiilikuva näkyviin. Langatonta yhteyttä ei lukuisista yrityksistä huolimatta saatu toimimaan, mikä olisi varmasti ollut kätevä ominaisuus raporttien siirtoon.

5 Tulokset

5.1 Koulun koekappaleet

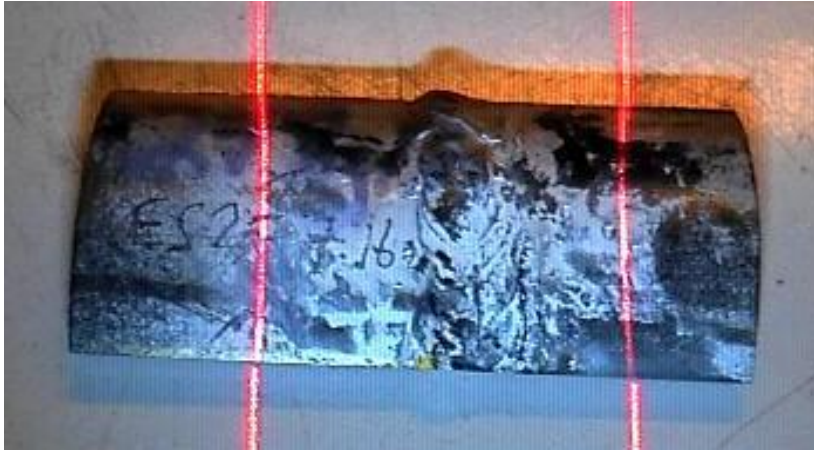
Kuten jo aikaisemmin todettiin, Saimaan ammattikorkeakoulun laboratoriossa valmistetuille koekappaleille ei saatu tehtyä kunnollisia tuloksia antavia mittauksia. Ongelmaksi muodostui se, että WikiScan ei tunnistanut tasaista teräslevyä hitsisaumaksi, eikä siinä ollut uraa reunahaavaksi. Näistä syistä johtuen se ei suostunut tekemään mittauksia.

5.2 Vantaan Inspectan koekappaleet





Nämä koekappaleet saatiin Inspectan Vantaan toimipisteeltä lainaksi mittauksia varten. Siellä niistä oli mitattu hitsin kuvun korkeudet ja leveydet, sekä pienahitseistä a-mitta. Näissä kappaleissa ei ollut reunahaavoja, joten niitä ei päästy mittaamaan. Näiden kappaleiden avulla tutkittiin, miten WikiScanin ja koekappaleiden väliset kulmat ja eri mittaustäisyydet vaikuttavat mittaustuloksiin.

5.2.1 Koekappale nro 277

Koekappale numero 277 (kuva 5.1) oli ohuesta rakenneteräksestä tehdystä putkesta otettu koekappale. Putket olivat päittäishitsatut. Taulukoissa 5.1 ja 5.2 ovat mittaustulokset.







Kuva 5.1 Koekappale nro 277.

Kappale: 277 Ohut putki Päittäishitsi Hitsin puoli	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 kuvun korkeus	 kuvun leveys
Inspectan mittaukset	-	-	1,3	6,4
etäältä, mittaus 1	0,1	0,0	1,2	7,0
etäältä, mittaus 2	0,1	0,0	1,1	5,7
etäältä, mittaus 3	0,1	0,0	5,5	33,6
keskeltä, mittaus 1	0,1	3,7	0,0	3,3
keskeltä, mittaus 2	0,0	0,1	1,1	6,3
keskeltä, mittaus 3	0,0	0,0	1,2	5,8
läheltä, mittaus 1	0,0	0,0	0,7	5,5
läheltä, mittaus 2	0,0	0,3	0,0	11,7
läheltä, mittaus 3	0,3	0,1	0,3	13,5
oikea, mittaus 1	0,0	0,7	15,8	12,3
oikea, mittaus 2	0,0	0,8	16,6	12,4
oikea, mittaus 3	0,0	0,1	16,6	13,4
vasen, mittaus 1	0,1	0,0	12,2	11,9
vasen, mittaus 2	0,5	0,1	10,7	11,3
vasen, mittaus 3	0,3	0,3	11,5	12,2

Taulukko 5.1 Koekappale nro 277 hitsin puolen mittaustulokset.

Tuloksista voidaan päätellä, että kuperaa pintaa mitattaessa WikiScan tulee pitää sopivalla etäisyydellä mitattavasta kohteesta. Läheltä mitattuna kuvun leveysmittaus antaa pääsääntöisesti aivan liian suuria tuloksia, ja vastaavasti kuvun korkeusmittaus liian pieniä tuloksia. Tässä tapauksessa keskeltä tehdyt

mittaukset antoivat parhaimmat tulokset, mutta niissäkin oli jonkun verran hajontaa. Etäältä tehdyt mittaukset antoivat samansuuntaisia tuloksia kuin keskeltä mitatut. Varsinkin viistosta tehdyt mittaukset antoivat aivan vääriä tuloksia, joten putkia mitattaessa laite tulee pitää mahdollisimman suorassa kulmassa hitsisaumaan nähden.

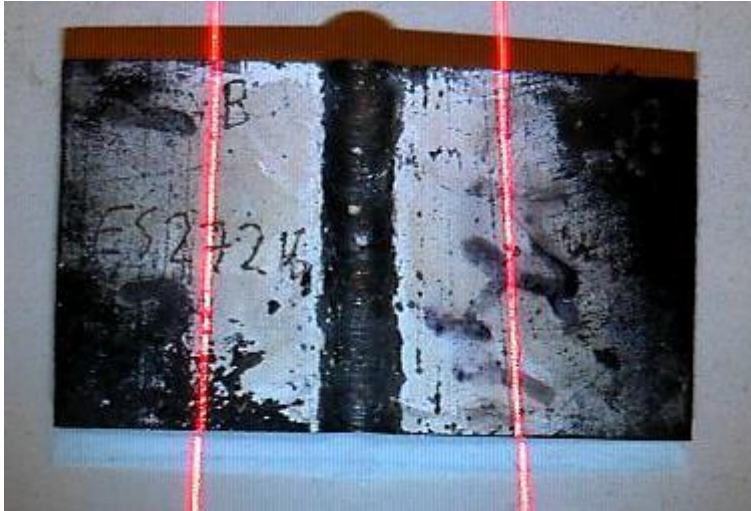
Kappale: 277 Ohut putki Päittäishitsi Juuren puoli	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 kuvun korkeus	 kuvun leveys
Inspectan mittaukset	-	-	1,8	8,0
etäältä, mittaus 1	0,0	0,0	1,6	9,7
etäältä, mittaus 2	0,1	0,1	1,6	9,4
etäältä, mittaus 3	0,1	0,1	1,7	9,6
keskeltä, mittaus 1	0,0	0,0	1,7	9,3
keskeltä, mittaus 2	0,0	0,1	1,6	9,5
keskeltä, mittaus 3	0,0	0,0	1,6	9,2
läheltä, mittaus 1	0,0	0,0	1,7	9,4
läheltä, mittaus 2	0,0	0,0	0,6	9,2
läheltä, mittaus 3	0,0	0,0	0,5	7,1
oikea, mittaus 1	0,4	0,0	9,2	29,0
oikea, mittaus 2	0,4	0,0	9,6	28,8
oikea, mittaus 3	0,1	1,1	4,0	16,7
vasen, mittaus 1	4,0	0,0	1,3	14,2
vasen, mittaus 2	1,9	0,0	1,4	9,9
vasen, mittaus 3	5,3	0,0	1,5	8,6

Taulukko 5.2 Koekappale nro 277 juuren puolen mittaustulokset.





Juuren puolelta eli koveralta pinnalta tehdyt mittaukset onnistuivat paremmin, ja tulokset olivat lähempänä totuutta, vaikka WikiScanin asentoa ja etäisyyttä muutettiin. Läheltä mitattuna kuvun korkeusmittaukset putosivat osassa mitauksia todella pieniksi. Laite mittasi lähes jokaisessa tapauksessa pienempiä kuvun korkeuksia ja suurempia kuvun leveyksiä kuin Inspectan mittaustulokset. Viistosta tehdyt mittaukset tuottivat aivan vääriä tuloksia. Näistä tuloksista voidaan päätellä, että WikiScanilla mitattaessa tulee mittaus tehdä joko keskeltä tai hieman kauempaa, näin saadaan todennäköisesti oikeita tuloksia. Viistosta tai liian läheltä mitattaessa tulokset vääristyvät.

5.2.2 Koekappale nro 272

Koekappale nro 272 (kuva 5.2) oli kahdesta päittäishitsatusta rakenneteräslävystä otettu koekappale. Mittaustulokset ovat taulukoista 5.3 ja 5.4.







Kuva 5.2 Kappale nro 272.

Kappale: 272 Lattatanko Päittäishitsi Hitsin puoli	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 kuvun korkeus	 kuvun leveys
Inspectan mittaukset	-	-	1,9	8,0
etäältä, mittaus 1	0,0	0,1	1,6	7,6
etäältä, mittaus 2	0,1	0,1	1,6	7,3
etäältä, mittaus 3	0,1	0,1	1,6	7,3
keskeltä, mittaus 1	0,1	0,0	1,5	7,5
keskeltä, mittaus 2	0,1	0,0	1,6	7,5
keskeltä, mittaus 3	0,1	0,0	1,6	7,4
läheltä, mittaus 1	0,2	0,1	0,3	7,3
läheltä, mittaus 2	0,1	0,0	0,4	7,5
läheltä, mittaus 3	0,2	0,2	0,2	5,7
oikea, mittaus 1	0,0	0,0	1,5	8,5
oikea, mittaus 2	0,0	0,0	1,5	8,4
oikea, mittaus 3	0,0	0,0	1,5	8,4
vasen, mittaus 1	0,0	0,0	1,5	10,3
vasen, mittaus 2	0,0	0,0	1,4	10,0
vasen, mittaus 3	0,0	0,0	1,4	9,8

Taulukko 5.3 Koekappale nro 272 hitsinpuolen mittaustulokset.

Teräslevyn tapauksessa voidaan todeta, että mittausetäisyys vaikutti tuloksiin samalla tavalla kuin putkea mitattaessa. WikiScanin siirtäminen kauemmas ei vaikuttanut merkittävästi tuloksiin, mutta lähelle tultaessa kuvun korkeusarvot muuttuivat pieniksi ja reunahaavoja alkoi löytyä. Viistosta tehdyt mittaukset eivät onnistuneet tässäkään tapauksessa, vaikkakin lukemat eivät kasvaneet yhtä suuriksi kuin putkella. Onnistuneissa mittauksissa WikiScan antoi lähes aina sekä kuvun korkeudelle että leveydelle pienempiä arvoja kuin laboratoriomittaukset.

Kappale: 272 Lattatanko Päittäishitsi Juuren puoli	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 kuvun korkeus	 kuvun leveys
Inspectan mittaukset	-	-	1,3	6,9
etäältä, mittaus 1	0,1	0,2	1,1	5,6
etäältä, mittaus 2	0,0	0,1	1,2	5,6
etäältä, mittaus 3	0,0	0,1	1,2	5,9
keskeltä, mittaus 1	0,1	0,1	1,3	5,9
keskeltä, mittaus 2	0,1	0,1	1,3	6,0
keskeltä, mittaus 3	0,1	0,1	1,3	6,0
läheltä, mittaus 1	0,0	0,4	0,9	6,3
läheltä, mittaus 2	0,0	0,1	1,3	5,9
läheltä, mittaus 3	0,0	0,1	1,3	5,9
oikea, mittaus 1	0,0	0,0	1,2	6,3
oikea, mittaus 2	0,0	0,1	1,2	6,2
oikea, mittaus 3	0,0	0,1	1,2	6,4
vasen, mittaus 1	0,0	0,0	11,2	29,5
vasen, mittaus 2	0,0	0,0	8,5	28,9
vasen, mittaus 3	0,0	0,0	9,8	28,4

Taulukko 5.4 Kappale 272 juuren puolen mittaukset.





Juuren puolelta oikealta viistosta mitattaessa saatiin lähes samoja tuloksia kuin suoraan mitattaessa. Myös läheltä mittaukset yhtä lukuun ottamatta antoivat hyvin samansuuntaisia tuloksia. Vasemmalta puolelta viistosti mitattaessa tuli aivan vääriä tuloksia. Yleisesti kuvun korkeudet olivat lähes samoja kuin Inspectan mitaamat, mutta leveydet olivat kapeampia.

5.2.3 Koekappale nro 276

Koekappale nro 276 (kuva 5.3) oli hieman paksummasta putkesta kuin kappale nro 277 otettu koekappale. Materiaalina oli rakenneteräs ja kyseessä oli päittäishitsi. Mittaustulokset ovat taulukoissa 5.5 ja 5.6.







Kuva 5.3 Koekappale nro 276 juuren puolelta.

Kappale: 276 Paksu putki Päittäishitsi Hitsin puoli	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 kuvun korkeus	 kuvun leveys
Inspectan mittaukset	-	-	2,6	15,6
etäältä, mittaus 1	0,1	0,1	2,3	20,6
etäältä, mittaus 2	0,1	0,2	2,6	14,1
etäältä, mittaus 3	0,1	0,1	2,7	14,1
keskeltä, mittaus 1	0,1	0,2	2,3	14,2
keskeltä, mittaus 2	0,1	0,1	2,3	14,3
keskeltä, mittaus 3	0,1	0,2	2,3	14,3
läheltä, mittaus 1	0,0	0,1	2,4	17,2
läheltä, mittaus 2	0,0	0,1	2,3	14,3
läheltä, mittaus 3	0,0	0,1	2,3	16,1
oikea, mittaus 1	0,2	0,0	2,4	15,9
oikea, mittaus 2	0,2	0,1	2,4	15,9
oikea, mittaus 3	0,3	0,1	2,8	15,8
vasen, mittaus 1	0,4	0,2	2,1	13,6
vasen, mittaus 2	0,0	0,2	2,4	14,3
vasen, mittaus 3	0,0	0,2	2,5	14,5

Taulukko 5.5. Koekappale nro 276 hitsinpuolen mittaustulokset.

Tuloksista voidaan päätellä, kun hitsin mitat muuttuvat suuremmiksi, pystyy Wi-kiScan mittaamaan ne luotettavammin, vaikka mittauskulmaa ja -etäisyyttä vaihdellaan reilusti. Sivukallistuksilla reunahaavamittausten arvot kasvoivat. Muuten tulokset olivat lähellä laboratorion mittauksia, joskin pääsääntöisesti arvoltaan hieman pienempiä.

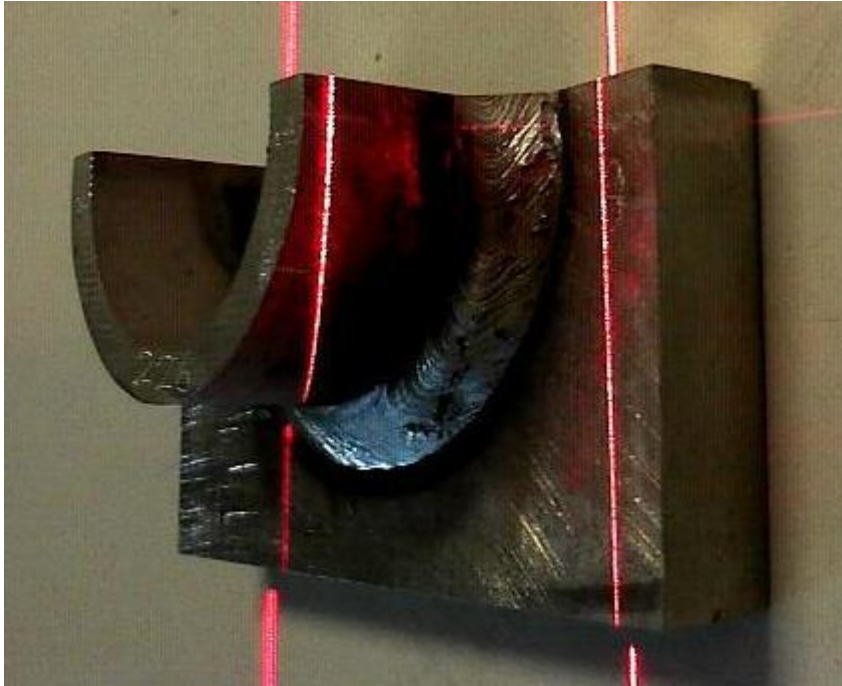
Kappale: 276 Paksu putki Päittäishitsi Juuren puoli	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 kuvun korkeus	 kuvun leveys
Inspectan mittaukset	-	-	0,8	4,6
etäältä, mittaus 1	0,5	0,4	0,9	25,1
etäältä, mittaus 2	0,4	0,4	0,8	24,5
etäältä, mittaus 3	0,3	0,4	0,9	23,6
keskeltä, mittaus 1	0,4	0,4	0,9	24,3
keskeltä, mittaus 2	0,4	0,4	0,9	25,7
keskeltä, mittaus 3	0,5	0,5	0,8	26,5
läheltä, mittaus 1	0,2	0,2	0,9	19,3
läheltä, mittaus 2	0,4	0,4	0,9	25,2
läheltä, mittaus 3	0,0	0,0	0,2	12,0
oikea, mittaus 1	0,2	0,4	1,8	15,7
oikea, mittaus 2	0,1	0,1	2,2	21,3
oikea, mittaus 3	0,5	0,1	2,1	13,5
vasen, mittaus 1	0,4	0,4	0,3	5,9
vasen, mittaus 2	0,3	0,3	0,8	8,1
vasen, mittaus 3	0,3	0,3	0,7	7,8

Taulukko 5.6 Koekappale nro 276 juuren puolen mittaustulokset.




Juuren puolelta kuvun korkeuden mittaukset onnistuivat hyvin, vain oikealta viis-
tosta saatiin väärä tuloksia. Kuvun leveyttä WikiScan ei jostain syystä onnistu-
nut mittaamaan, vaan antoi todella suuria mittaustuloksia. Pieniä haamureuna-
haavoja oli lähes jokaisesta mittauksesta.

5.2.4 Koekappale nro 226

Koekappale nro 226 (kuva 5.4) oli otettu putken laippaliitoksesta. Materiaalina
oli kirkas, ruostumaton teräs ja hitsaustyyppinä pienahitsi. Tulokset ovat taulu-
kossa 5.7.



Kuva 5.4 Koekappale nro 226.

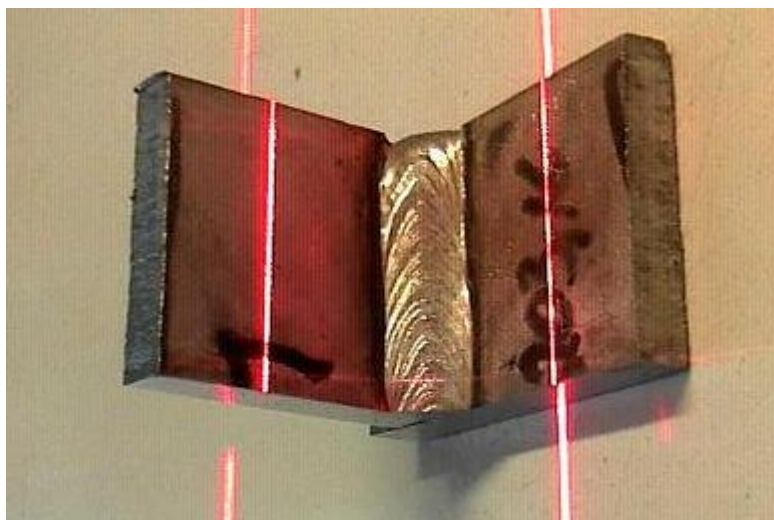
Kappale: 226 Putkilaippa Pienahitsi	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 a-mitta
Inspectan mittaukset	-	-	4,0
etäältä, mittaus 1	0,0	0,0	4,0
etäältä, mittaus 2	0,0	0,0	4,0
etäältä, mittaus 3	0,0	0,0	4,0
keskeltä, mittaus 1	0,0	0,0	4,0
keskeltä, mittaus 2	0,0	0,0	4,0
keskeltä, mittaus 3	0,0	0,0	4,0
läheltä, mittaus 1	0,0	0,0	4,0
läheltä, mittaus 2	0,0	0,0	4,0
läheltä, mittaus 3	0,0	0,0	4,0

Taulukko 5.7 Koekappale nro 226 mittaustulokset.




WikiScanin mittaustulokset olivat täsmälleen samat kuin Inspectan laboratoriossa otetut, etäisyydestä riippumatta. Myöskään reunahaavaa ei esiintynyt. Tätä kappaletta ei voitu mitata sivulta eikä päältä. Näissä tapauksissa ilmeisesti kappaleen muoto ja pinnan kirkkaus aiheuttivat sen, että WikiScan ei onnistunut tunnistamaan hitsisaumaa.

5.2.5 Koekappale nro 203

Koekappale nro 203 (kuva 5.5) oli lattarauodoista pienahitsillä hitsattu kappale ja materiaalina kirkas, ruostumaton teräs. Tulokset ovat taulukossa 5.8.



Kuva 5.5 Koekappale nro 203.

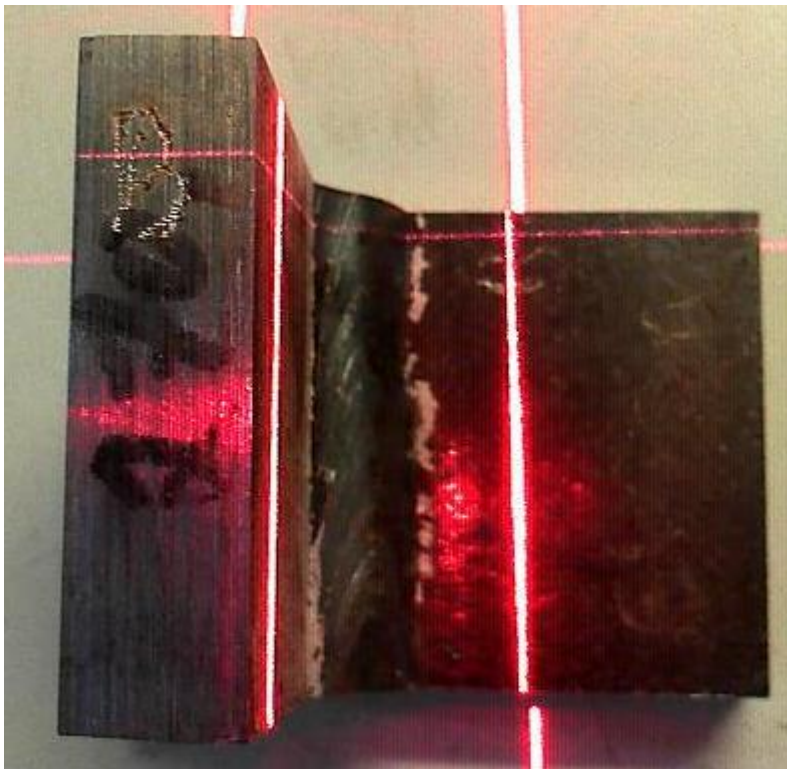
Kappale: 203 Lattatanko Pienahitsi	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 a-mitta
Inspectan mittaukset	-	-	3,7
etäältä, mittaus 1	0,0	0,0	3,8
etäältä, mittaus 2	0,0	0,0	3,7
etäältä, mittaus 3	0,0	0,0	3,7
keskeltä, mittaus 1	0,0	0,0	3,8
keskeltä, mittaus 2	0,0	0,0	3,8
keskeltä, mittaus 3	0,0	0,0	3,8
lahelta, mittaus 1	0,0	0,0	3,8
lahelta, mittaus 2	0,0	0,0	3,8
lahelta, mittaus 3	0,0	0,0	3,8
päältä, mittaus 1	0,0	0,0	8,2
päältä, mittaus 2	0,0	0,0	8,2
päältä, mittaus 3	0,0	0,0	8,3
sivulta, mittaus 1	0,0	0,4	4,4
sivulta, mittaus 2	0,0	0,0	3,9
sivulta, mittaus 3	0,1	0,0	3,8

Taulukko 5.8 Koekappale nro 203 mittaustulokset.




Tuloksista voidaan päätellä, että kirkas pinta ja pienahitsi olivat WikiScanille helppoja mitattavia. A-mitat olivat lähes kaikissa mittauksissa lähellä Inspectan laboratorion mittauksia. Päättä mitaten alkoi eroa tulla, ja sivulta mitaten arvot kasvoivat hieman. Reunahaavojaakaan ei löytynyt, paitsi kaksi pientä sivulta tehdyissä mittauksissa.

5.2.6 Koekappale nro 270b

Koekappale nro 270b (kuva 5.6) oli vastaavan muotoinen kuin edellinen kappale, mutta materiaalina tummapintaisempi rakenneteräs. Tulokset ovat taulukossa 5.9.



Kuva 5.6 Koekappale nro 270b.

Kappale: 270b Lattatanko Pienahitsi			
	reunahaava 1	reunahaava 2	a-mitta
Inspectan mittaukset	-	-	4,6
etäältä, mittaus 1	1,1	0,0	7,3
etäältä, mittaus 2	0,0	0,1	9,2
etäältä, mittaus 3	0,0	0,1	12,7
keskeltä, mittaus 1	0,0	0,0	4,6
keskeltä, mittaus 2	0,0	0,0	4,6
keskeltä, mittaus 3	0,0	0,0	4,6
läheltä, mittaus 1	0,0	0,0	4,6
läheltä, mittaus 2	0,0	0,0	4,6
läheltä, mittaus 3	0,0	0,0	4,5
päältä, mittaus 1	0,0	0,0	4,4
päältä, mittaus 2	0,0	0,0	4,5
päältä, mittaus 3	0,0	0,0	4,4
sivulta, mittaus 1	0,0	0,3	4,5
sivulta, mittaus 2	0,0	0,4	4,5
sivulta, mittaus 3	0,0	0,7	4,5

Taulukko 5.9 Koekappale nro 270b mittaustulokset.

Tuloksista voidaan päätellä, että WikiScanilla pienahitsin mittaus näyttäisi onnistuvan paremmin kuin tasahitsin. Tässä tapauksessa etäältä tehdyt mittaukset aiheuttivat suurimmat erot Inspectan tuloksiin. Päältä ja sivulta mitattaessa a-mitta oli samaa suuruusluokkaa suoraan tehtyjen mittausten kanssa. Sivulta tehdyissä mittauksissa esiintyi toisella puolella reunahaavaa.

5.3 Varkauden Inspectan koekappaleet

Nämä reunahaavalliset koekappaleet teetettiin tätä opinnäytetyötä varten Varkaudessa, jossa niille tehtiin myös laboratoriomittaukset. Reunahaavat olivat tämän työn tärkein mittauskohde, joten mittaukset pyrittiin tekemään erityisen huolellisesti.

5.3.1 Reunahaavakoekappale nro 1

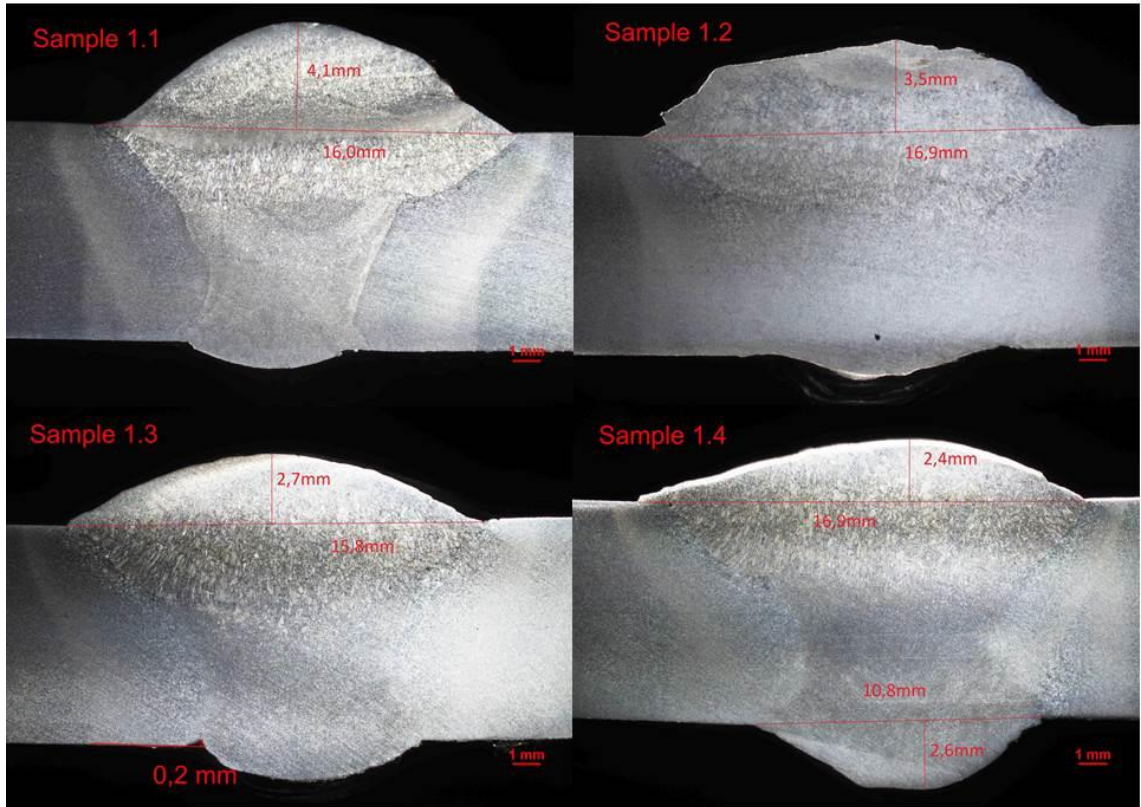
Reunahaavakoekappale nro 1 oli päittäisliitetty, pystyasennossa ylöspäin hitsattu ja rakenneteräksestä valmistettu koekappale (Kuva 5.7). WikiScanilla etsittiin reunahaavoja ja merkittiin kohdat, joista niitä löytyi. WikiScan löysi pieniä reunahaavoja useammasta kohdasta, mutta kun laite vietiin uudestaan takaisin samaan kohtaan, ei haavaa enää löytynytäkään. Merkatuista leikkauskohdista reunahaava löytyi jokaisella mittauskerralla.







Kuva 5.7 Reunahaavakoekappale nro 1.

Jokaisesta leikkauksesta tehtiin kolme mittausta, tulokset ovat taulukossa 5.10.

Leikkauksista otettiin Inspectan laboratoriossa hiekuvat sekä tehtiin mikroskooppimittaukset (Kuva 5.8). Hiekuvissa ei näkynyt reunahaavoja, paitsi leikkauksessa 3 oli yksi pieni juuren puolella. WikiScanilla ei mitattu juuren puolta. Kuvissa oleva teksti "Sample x.y" tarkoittaa: x = kappaleen numero ja y = leikkauksen numero.



Kuva 5.8 Reunahaavakoekappale nro 1 hiekuvat.

Kappale:Reunahaava1 Levy Päittäishitsi Hitsin puoli	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 kuvun korkeus	 kuvun leveys
leikkaus 1, Inspecta	0,0	0,0	4,1	16,0
leikkaus 1, mittaus 1	0,0	0,1	3,8	14,7
leikkaus 1, mittaus 2	0,0	0,1	3,8	14,7
leikkaus 1, mittaus 3	0,1	0,1	3,8	14,7
leikkaus 2, Inspecta	0,0	0,0	3,5	16,9
leikkaus 2, mittaus 1	0,1	0,0	3,3	15,4
leikkaus 2, mittaus 2	0,1	0,0	3,2	15,4
leikkaus 2, mittaus 3	0,1	0,0	3,2	15,4
leikkaus 3, Inspecta	0,0	0,0	2,7	15,8
leikkaus 3, mittaus 1	0,0	0,1	2,4	14,3
leikkaus 3, mittaus 2	0,0	0,1	2,4	14,2
leikkaus 3, mittaus 3	0,0	0,1	2,3	14,2
leikkaus 4, Inspecta	0,0	0,0	2,4	16,9
leikkaus 4, mittaus 1	0,0	0,2	2,0	15,7
leikkaus 4, mittaus 2	0,0	0,2	2,1	15,8
leikkaus 4, mittaus 3	0,0	0,2	2,1	15,8

Taulukko 5.10 Reunahaavakoekappale nro 1 mittaustulokset.

WikiScan löysi mittauksissa pieniä reunahaavoja, kooltaan 0,1...0,2 millimetriä. Hiekuvissa niitä ei näkynyt lainkaan. Kuvun mitat, korkeudet ja leveydet WikiScan mittasi jonkin verran pienemmiksi kuin Inspectan mikroskooppimittaus. Mittaustulosten toistuvuus oli hyvä, eroa oli eri mittausten kesken enimmillään 0,1 mm.

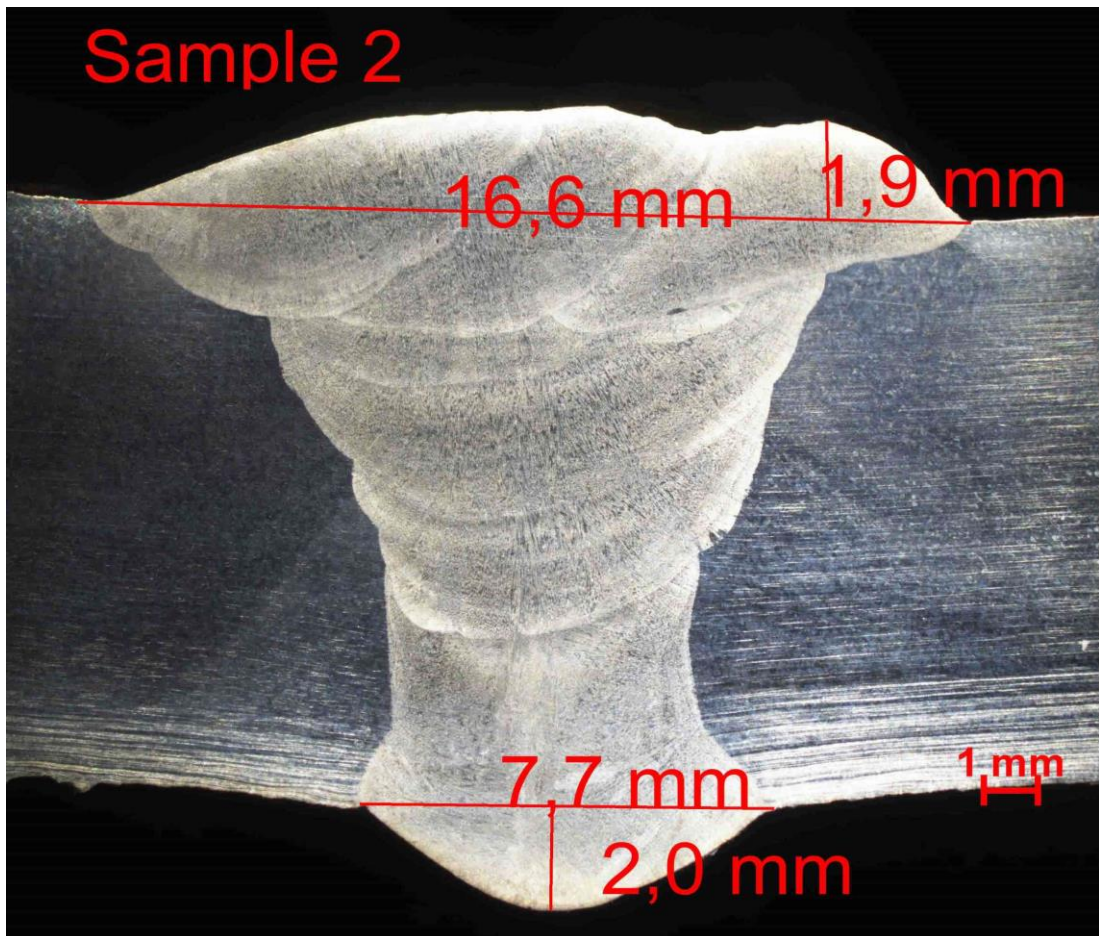
5.3.2 Reunahaavakoekappale nro 2

Reunahaavakoekappale nro 2 oli kahdesta kirkaasta kappaleesta tehty putki, jotka olivat päittäishitsatut (Kuva 5.9). Hitsausasento oli H-L045. WikiScan löysi lähes koko hitsisauman pituudelta 0,1...0,2 mm reunahaavoja hitsin molemmiin puolin. Leikkausviiva piirrettiin kohtaan, jossa joka kierroksella löytyi reunahaava. Muualta reunahaavoja löytyi satunnaisesti.







Kuva 5.9 Reunahaavakoekappale nro 2.

Inspectan laboratoriossa otetussa hiekuvassa ei näkynyt reunahaavaa (Kuva 5.10). Kuvassa ovat myös juuren puolen mittaukset. Tämän kokoisesta putkenmallisesta kappaleesta ei juuren puolta voida mitata WikiScanilla, koska se ei mahdu putkeen sisälle.



Kuva 5.10 Reunahaavakoekappale nro 2 hiekuva.

Kappale:Reunahaava2 Putki Päittäishitsi Hitsin puoli				
	reunahaava 1	reunahaava 2	kuvun korkeus	kuvun leveys
Inspectan mittaukset	0,0	0,0	1,9	16,6
leikkaus 1, mittaus 1	0,2	0,1	2,1	15,3
leikkaus 1, mittaus 2	0,1	0,1	2,1	15,3
leikkaus 1, mittaus 3	0,2	0,1	2,1	15,2

Taulukko 5.11 Reunahaavakoekappale nro 2 mittaustulokset.

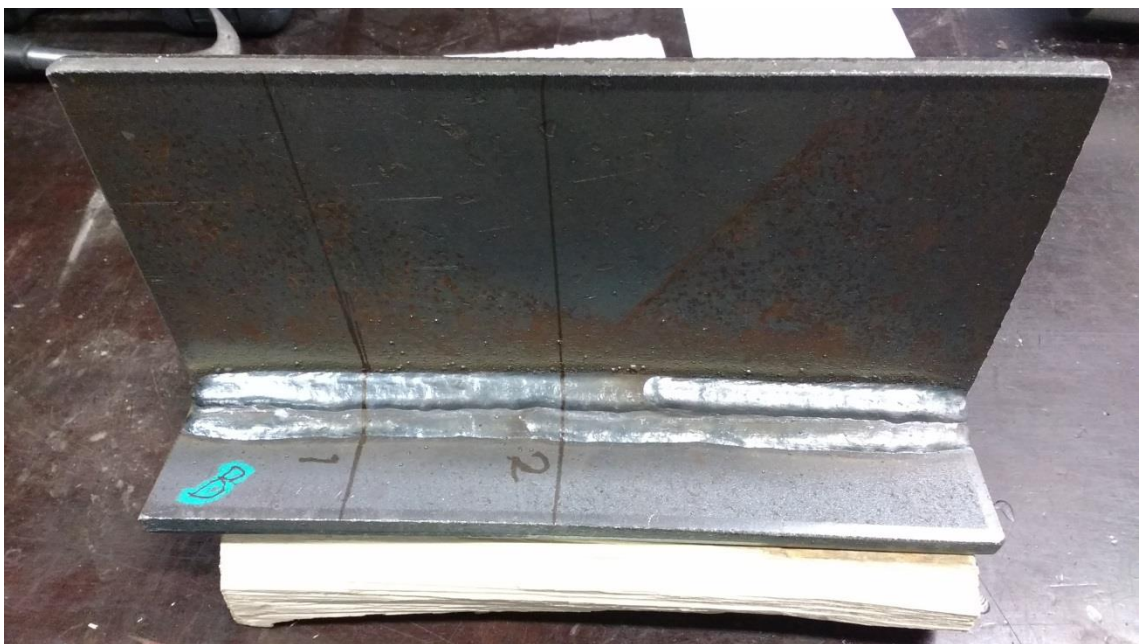
Tuloksista voidaan päätellä, että WikiScan mittasi kuvun korkeuden hieman suuremmaksi kuin Inspectan laboratorio. Tämä voi johtua kuvun kahdesta erillisestä huipusta. Kuvun leveys sitä vastoin mitattiin pienemmäksi kuin Inspectan mittaus. Reunahaavaa kuvasta ei löytynyt, vaikka WikiScan niitä joka mittauksella löysikin. Mittauksien toistuvuus oli hyvä, lähes samat tulokset saatiin jokaisella mittauskerralla.

5.3.3 Reunahaavakoekappale nro 3

Reunahaavakoekappale nro 3 oli tehty kahdesta rakenneteräslevystä, jotka olivat hitsattu T:n muotoiseksi kappaleeksi pienahitseillä (Kuvat 5.11 ja 5.12). Hitsausasento oli jalko-vaaka. Pienahitsien puolikkaat erotettiin kirjaintunnuksilla A ja B.

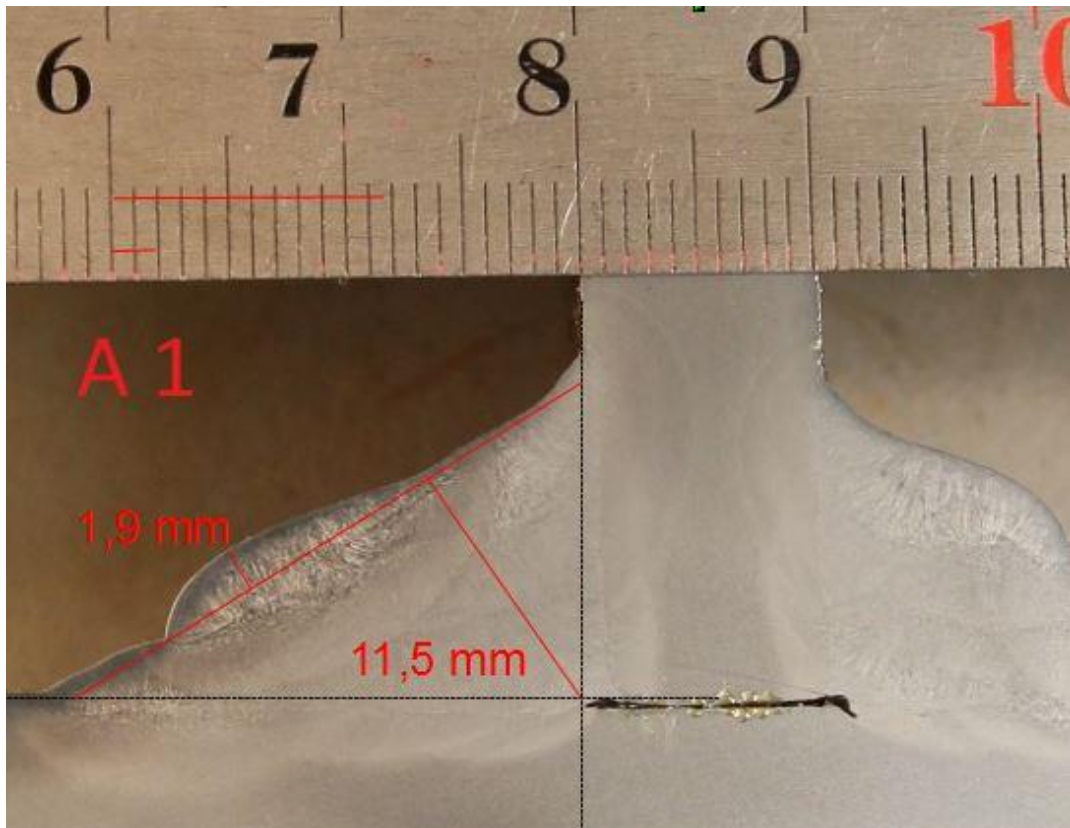


Kuva 5.11 Reunahaavakoe kappale nro 3, A-puoli.

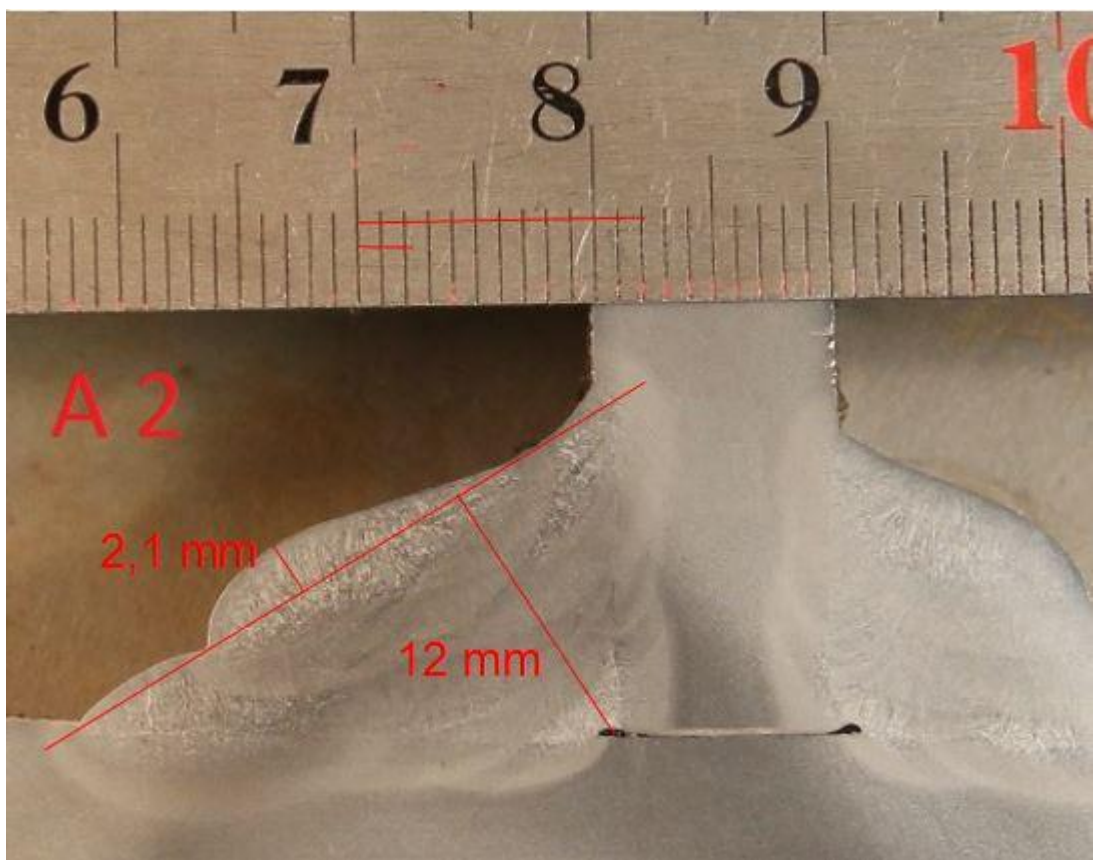


Kuva 5.12 Reunahaavakoe kappale nro 3, B-puoli.

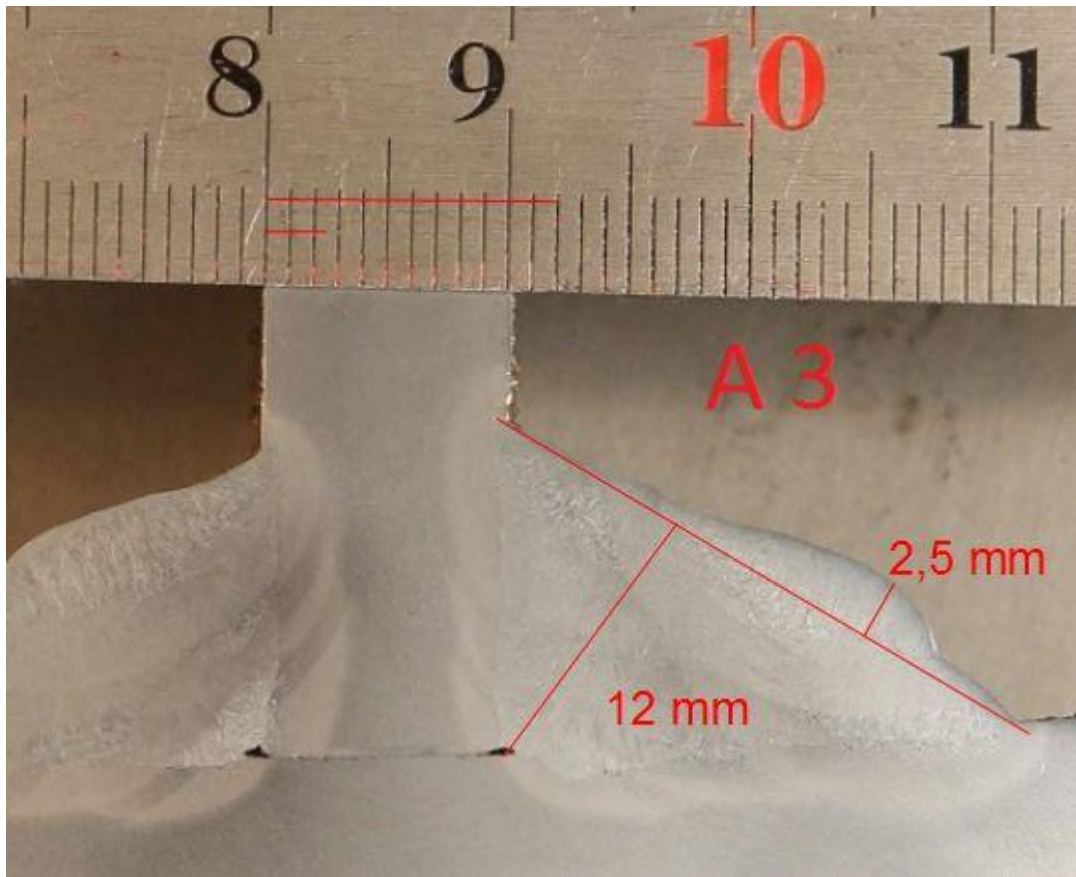
Näihin koekappaleisiin laboratorio ei jostain syystä pystynyt tekemään mittauksia stereomikroskoopilla. Mittajana kuvista kuitenkin löytyi, joten tarvittavat mittauksset tehtiin kuvankäsittelyohjelmaa apuna käyttäen. Kuvankäsittelyohjelma ei ole yhtä tarkka mittaväline kuin stereomikroskooppi, eikä käytettävissä ollut tarvittavaa koulutusta ja kokemusta tällaisista mittauksista, mutta suuntaa antavana ne puolustavat tässä työssä paikkaansa (Kuvat 5.13, 5.14, 5.15, 5.16 ja 5.17).







Kuva 5.13 Reunahaavakoekappale nro 3, leikkaus A1.



Kuva 5.14 Reunahaavakoekappale nro 3, leikkaus A2.

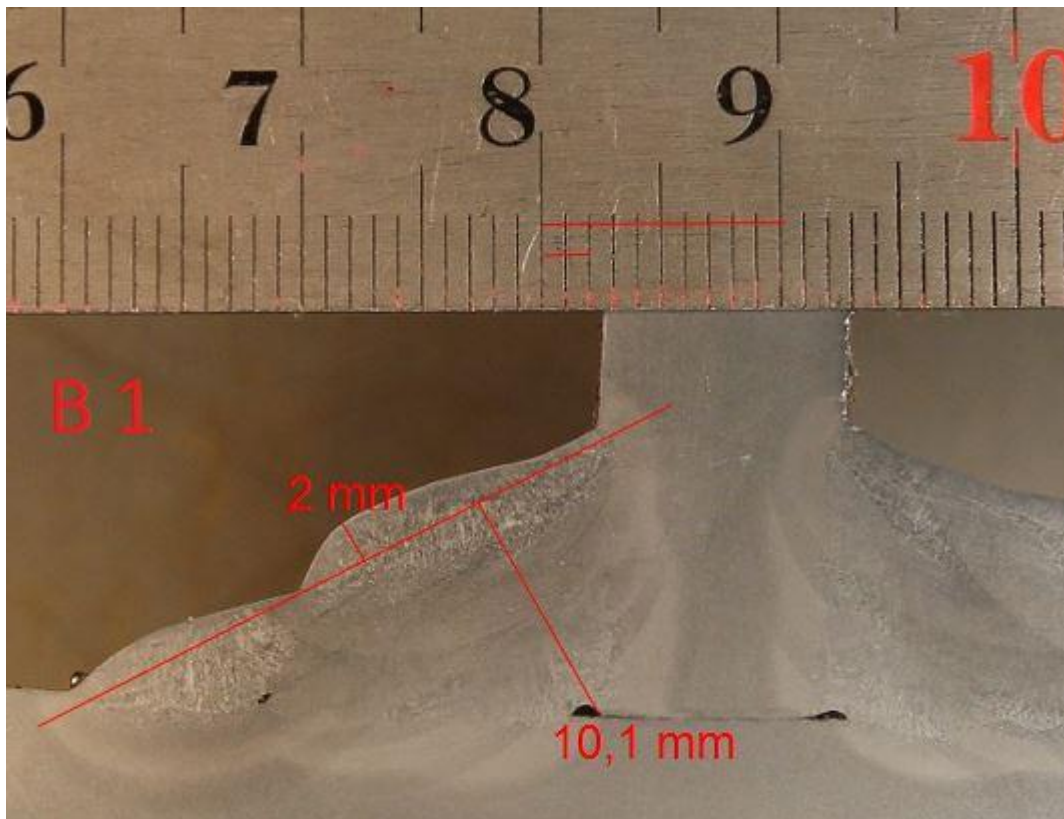


Kuva 5.15 Reunahaavakoekappale nro 3, leikkaus A3.

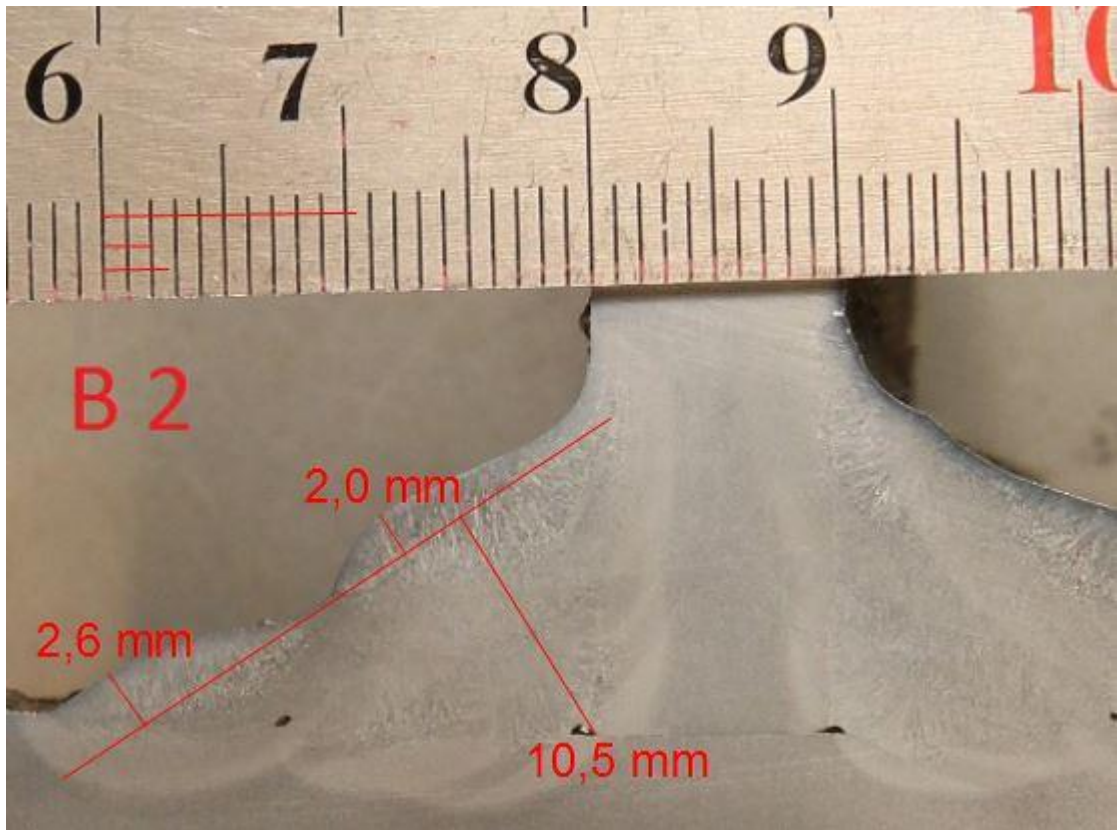
Kappale:Reunahaava3 Levy A-puoli Pienahitsi	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 a-mitta	 kuvun korkeus
leikkaus 1, Inspecta	0,0	0,0	11,5	1,9
leikkaus 1, mittaus 1	0,0	0,1	10,4	-0,9
leikkaus 1, mittaus 2	0,0	0,1	10,4	-1,0
leikkaus 1, mittaus 3	0,0	0,1	10,4	-0,6
leikkaus 2, Inspecta	0,0	0,0	12,0	2,1
leikkaus 2, mittaus 1	0,0	0,1	10,3	1,5
leikkaus 2, mittaus 2	0,0	0,1	10,2	1,5
leikkaus 2, mittaus 3	0,0	0,1	10,2	1,5
leikkaus 3, Inspecta	0,0	0,0	12,0	2,5
leikkaus 3, mittaus 1	0,2	0,1	9,7	2,2
leikkaus 3, mittaus 2	0,2	0,1	9,7	2,2
leikkaus 3, mittaus 3	0,1	0,1	9,9	2,1

Taulukko 5.12 Reunahaavakoekappale nro 3, A-puolen mittaustulokset.





Valitettavasti näissäkään hiekuvista ei ollut yhtään reunahaavoja, vaikka WikiScan pieniä reunahaavoja löysikin. Leikkauksen nro 1 kuvun korkeudet olivat jostain syystä negatiiviset, ilmeisesti kuvun muoto aiheutti tämän virheen. A-mitat ja kuvun korkeudet WikiScan mittasi jälleen pienemmiksi kuin mitä hiekuvista saatiin mitattua. Mittauksien toistuvuus oli hyvä, lähes kaikki arvot olivat keskenään samansuuruisia.



Kuva 5.16 Reunahaavakoe kappale nro 3, leikkaus B1.



Kuva 5.17 Reunahaavakoeekappale nro 3, leikkaus B2.

Kappale:Reunahaava3 Levy B-puoli Pienahitsi	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 a-mitta	 kuvun korkeus
leikkaus 1, Inspecta	0,0	0,0	10,1	2,0
leikkaus 1, mittaus 1	0,0	0,1	9,4	-1,1
leikkaus 1, mittaus 2	0,0	0,0	9,3	-0,7
leikkaus 1, mittaus 3	0,0	0,1	9,3	-0,8
leikkaus 2, Inspecta	0,0	0,0	10,5	2,6 / 2,0
leikkaus 2, mittaus 1	0,1	0,0	10,0	-2,0
leikkaus 2, mittaus 2	0,1	0,0	10,0	-2,0
leikkaus 2, mittaus 3	0,1	0,0	10,0	-2,0

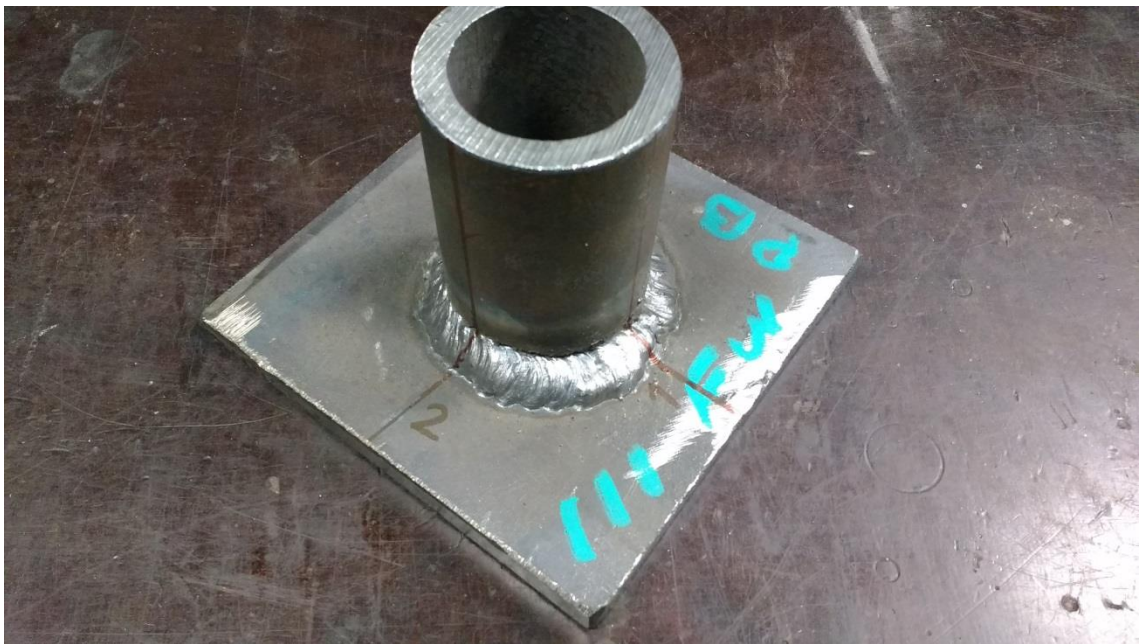
Taulukko 5.13 Reunahaavakoeekappale nro 3, B-puolen mittaustulokset.

B-puolella WikiScanilla tehdyt kupujen korkeusmittaukset antoivat jostain syystä negatiivisia tuloksia. Etenkin toisen leikkauksen hitsissä oli kaksi selkeää huip-

pua, joten niiden molempien korkeudet mitattiin. Mittaustulokset olivat erittäin tasaisia, lukuun ottamatta ensimmäisen leikkauksen kuvun korkeuksia. A-mitat olivat hieman pienempiä WikiScanilla mitattuna kuin Inspectan laboratoriotulokset.

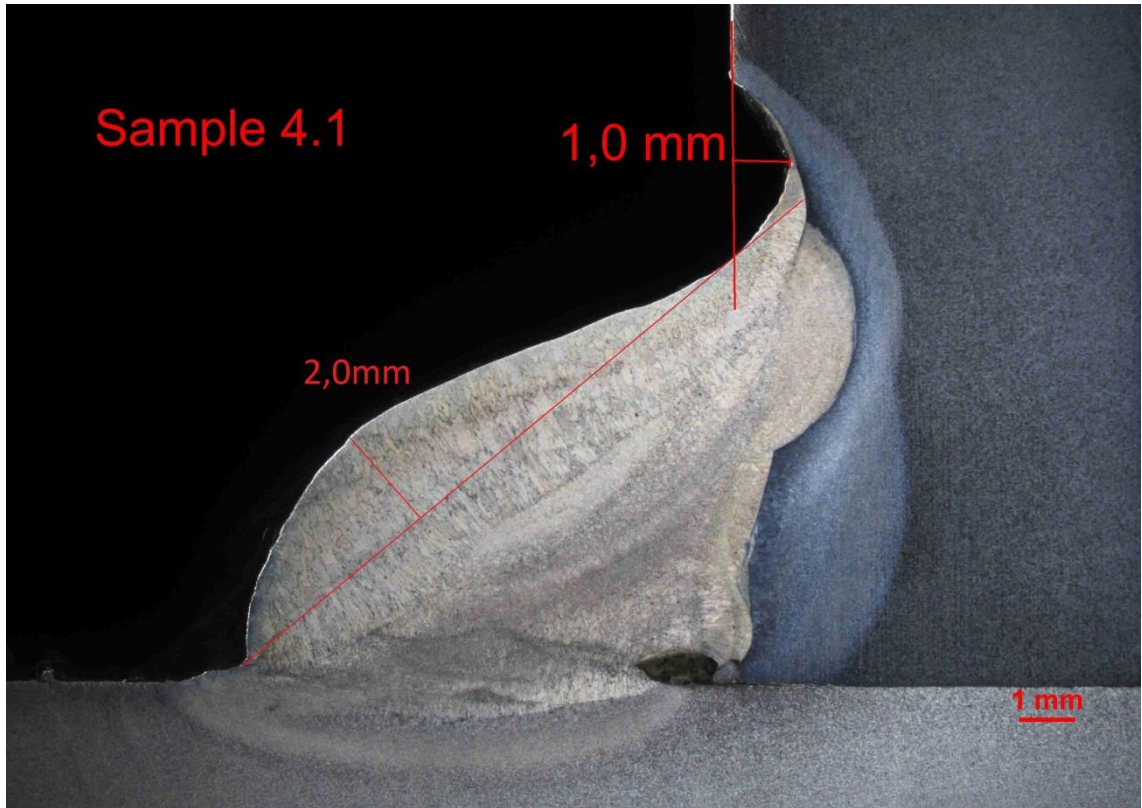
5.3.4 Reunahaavakoekappale nro 4

Reunahaavakoekappale nro 4 oli tehty kahdesta erilaisesta kappaleesta, levystä ja putkesta, jotka oli liitetty toisiinsa pienahitsillä (Kuva 5.18). Materiaalina oli rakenneteräs ja hitsaus oli suoritettu jalko-vaaka-asennossa.

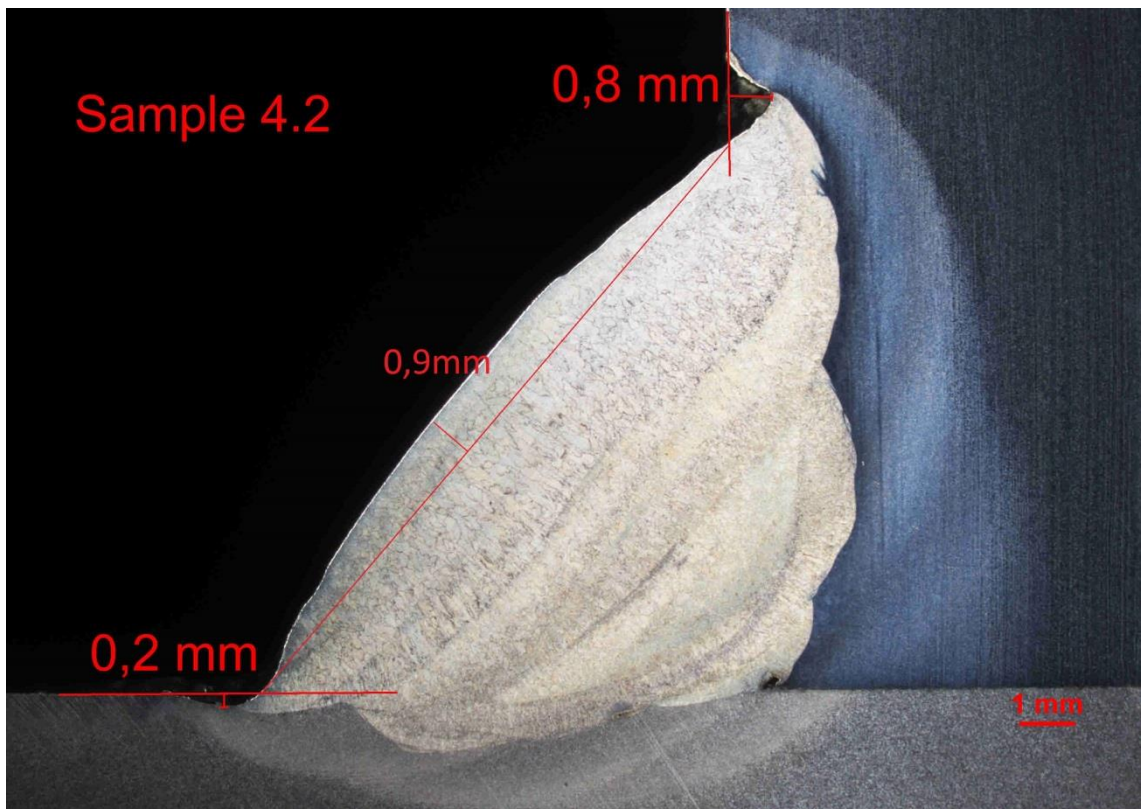


Kuva 5.18 Reunahaavakoekappale nro 4.




WikiScan havaitsi kahdessa kohdassa reunahaavan, joten ne merkattiin koekappaleeseen. Inspectan laboratoriomittaukset (Kuvat 5.19 ja 5.20) aiheuttivat hämmästyksiä, koska niissä ei ollut hitsin a-mittaa mitattuna. Laboratorio selvitti asian: koska koekappaleet olivat särmän sulamattomuuden vuoksi hylättyjä, ei niistä a-mittaa silloin mitata. Laboratorio oli mitannut kupujen korkeudet, joten ne otettiin vertailuarvoiksi taulukkoon.



Kuva 5.19 Reunahaavakoekappale nro 4, leikkaus 1, hiekuva.



Kuva 5.20 Reunahaavakoekappale nro 4, leikkaus 2, hiekuva.

Kappale:Reunahaava4 Putkilaippa Pienahitsi	 reunahaava 1	 reunahaava 2	 kuvun korkeus
leikkaus 1, Inspecta	1,0	0,0	2,0
leikkaus 1, mittaus 1	0,6	0,3	0,9
leikkaus 1, mittaus 2	0,6	0,3	0,9
leikkaus 1, mittaus 3	0,6	0,3	0,9
leikkaus 2, Inspecta	0,8	0,2	0,9
leikkaus 2, mittaus 1	0,4	0,2	0,1
leikkaus 2, mittaus 2	0,4	0,2	1,0
leikkaus 2, mittaus 3	0,4	0,2	0,1

Taulukko 5.14 Reunahaavakoekappale nro 4 mittaustulokset.

Taulukossa 5.14 ovat mittaustulokset. Tämä olikin ainoa koekappale, jossa reunahaavoja oli myös laboratoriomittauksissa. WikiScanin reunahaavamittaus ei vastannut laboratoriomittauksia, sillä se mittasi ne lähes aina 0,4 mm pienemmäksi. Ensimmäisen leikkauksen hiekuvissa ei toista reunahaavaa näkynyt lainkaan, mutta silti WikiScan sai tulokseksi 0,3 mm joka mittauksella. Ainoastaan yksi reunahaavamittaus oli sama kuin stereomikroskoopilla. Myöskään kuvun korkeuden mittaukset eivät tällä koekappaleella olleet samoja. WikiScanin tulokset olivat reilusti Inspectan arvoja pienemmät, paitsi yhdessä toisen leikkauksen mittauksessa. Kaiken kaikkiaan mittauksien toistuvuus oli todella hyvä, yhtä kuvun korkeuden mittausta lukuun ottamatta tulokset olivat täysin yhtenevät keskenään.

6 Kokemuksia työn tekemisestä

Opinnäytetyön tekeminen osoittautui yllättävän haasteelliseksi. Halusin itselleni aiheen, joka jollakin tavalla kiinnostaisi ja josta olisi hyötyä myös aiheen antaneelle yritykselle. Pitkällisten etsintöjen jälkeen löytyi tämä aihe. Itse WikiScanin lisäksi sain tutustua hitsisaumojen ominaisuuksiin, Inspectan mielenkiintoiseen maailmaan sekä erilaisiin ihmisiin.

Tutustumiskäynti Vantaan Inspectan toimipisteeseen oli avartava, ja sain samalla hieman tietää, mitä tuollaisissa laitoksissa oikeastaan tehdään. Myös hitsaamojen koekappaleiden säilytys ja kaikenlainen raportoinnin tarkkuus tekivät vaikutuksen.

Englannin kieltä ja kansainvälistä sähköpostin vaihtoa tuli myös harjoiteltua ahkerasti. Tämä johtui siitä, että laitteen mukana tulleella muistitikulla ei ollut tietokoneeseen asennettavaa ohjelmaa ja jouduin sitä etsimään valmistajalta asti. Kanadalaiset olivat hyvin kiinnostuneita tekemisistäni, mutta jostain syystä ohjelman toimittaminen oli haasteellista. Ensin he eivät ymmärtäneet, ettei minulla ole kyseistä ohjelmaa, koska heidän mukaan sellainen toimitetaan jokaisen laitteen mukana. Selvittelyiden jälkeen he antoivat tunnukset heidän palvelimelleen, josta ohjelman piti löytyä. Alkuun luulin, että palvelin on se ohjelma, jota etsin. Asiaa tutkiessani selvisi, että palvelimella piti olla ohjelma, joka ladataan tietokoneelle. Jostain syystä valmistaja oli unohtanut laittaa sen palvelimelle ja tietenkin oletti, että olen saanut ohjelman itselleni, ja tästä syystä tarjosi kyseilyhini mitä mielenkiintoisimpia vastauksia. Lopulta tämäkin ongelma selvisi ja sain ohjelman käyttöni.

Tuli jälleen kerran havaittua, että kunnollinen dokumentointi on erittäin tärkeää tällaisessa pitkään kestävässä työssä. Muistin varaan ei kannata paljoa jättää, sillä asiat unohtuvat helposti, ja pienimmistäkin asioista kannattaa tehdä muistiinpanoja. Minullekin kävi tätä työtä tehdessä niin, että löysin yhden tietokonekansiollisen mittauksia, joista ei ollut mitään tietoa, miksi ne oli tehty.

Hyvien reunahaavallisten koekappaleiden löytyminen osoittautui vaikeaksi tehtäväksi. Mikäli Inspecta sattuu mittauksissa löytämään jostain koekappaleista reunahaavoja, kyseiset kappaleet heitetään yleensä suoraan roskeen ja pyydetään lähettämään uudet näytteet sekä tietenkin uusimaan virheelliset hitsaumat. Sopivien koekappaleiden puute hidasti tämän työn valmistumista jonkin verran. Varkauden toimipisteestä sain sitten reunahaavallisia koekappaleita, mutta niistäkin löytyi lopulta vain yhdestä kunnollinen reunahaava.

Inspectan Varkauden laboratorion kanssa kävi pieni väärinkäsitys. Laatupäällikkö Visuri antoi sähköpostitse ohjeet, että hitsauskoordinaattori Tommi Kirjavai-

nen tekee koekappaleita, joissa on reunahaavoja. Tämän jälkeen tarkastaja Riitta Maijanen mittaa ne laboratoriossa. Mittauksien jälkeen tarkastaja Maijanen piti lähettää koekappaleet minulle. Siinä vaiheessa kun tarkastaja Maijanen sai kappaleet hitsauskoordinaattori Kirjavaiselta, hän tiedusteli minulta, mitä mitataan. Jotenkin oletin, että tarkastaja Maijanen oli jo tehnyt reunahaavamittaukset laatupäällikkö Visurin antamien ohjeiden mukaan ja vastasin, että ei tarvitse mitata enää mitään. Tarkastaja Maijanen lähetti koekappaleet minulle, ja minä ihmettelin, miksi en saanut niiden mukana mitään mittausraporttia. Tarkastaja Maijanen kanssa asiaa selviteltiin ja päädyttiin siihen, että teen mittaukset ensin ja lähetän sitten koekappaleet takaisin hänelle mittauksia varten. Itse asiassa näin päin olikin parempi toimia, koska tarkastaja Maijanen joutui rikkomaan koekappaleet stereomikroskooppitutkimuksia varten.

Kaiken kaikkiaan opinnäytetyön tekeminen opetti toimimaan erilaisten ihmisten kanssa, kyselemään asiasta josta ei oikein itsekään mitään tiedä, sekä yleensäkin etsimään tietoa ja soveltamaan sitä tämän työn tekemiseen. Etenkin tietotekniikan ulottuminen jokaiselle työelämän alueelle vaatii sen tuntemista ammatissa kuin ammatissa. Tässäkin työssä tuli tutustuttua erilaisiin ohjelmiin sekä tiedostoihin, kun tarvitsi etsiä ohjelmia, joilla tiedostot saa auki. Kaiken kaikkiaan tämän opinnäytetyön tekemiseen meni aikaa noin vuosi. Ongelmia oli toki ohjelmissa, koekappaleiden saatavuudessa ja muissa pienissä asioissa.

7 Yhteenveto ja pohdinta

Tässä opinnäytetyössä tutustuttiin WikiScan-merkkisen hitsisaumojen tarkastuslaitteen toimintaan, ominaisuuksiin sekä mittaustarkkuuteen. Pääpaino työssä oli tutkia, kuinka tarkkaan WikiScan mittaa hitsisaumoja ja etenkin reunahaavoja. Tutkimuksia varten käytössä oli Inspectan laboratorioista lainattuja koekappaleita, joiden mitat olivat tiedossa. Näitä mittaustuloksia sitten vertailtiin keskenään. Lisäksi selviteltiin laitteen raportointiominaisuuksia sekä mahdollisuutta saada laitteen näytöllä näkyvä hitsauksen profiilikuva tietokoneella näkyviin.

WikiScanin käyttö on suhteellisen helppoa, jos on aikaisempaa kokemusta älypuhelimista ja tableteista, mutta osa toiminnoista poikkeaa hieman edellä mainituista laitteista. Muutamat käytössä ilmaantuneet ongelmat hieman hämärsivät kokemusta muuten laadukkaasta laitteesta. Näitä olivat muun muassa laitteen reagoinnin hitaus, kosketusnäytön hankala käyttö ilman kynää sekä joidenkin valikoiden epäloogisuus. Eniten käytännön ongelmia aiheutti mittauksen otsikoinnin vaihdon unohtaminen.

WikiScan sai hieman erilaisia tuloksia kuin mitä laboratoriomittaukset olivat. Pieniä 0,1...0,2 mm reunahaavoja tuntui löytyvän sellaisistakin paikoista, joissa niitä ei todellisuudessa ollut. Vastaavasti laboratoriossa löydetyt reunahaavat ovat WikiScanilla mitattuna 0,0...0,4 mm pienempiä. Myös hitsin kuvun mitat, korkeus ja leveys, ovat yleensä WikiScanilla mitattuna pienempiä kuin laboratoriomittauksissa. Harmillisesti tätä työtä varten ei saatu kuin yksi reunahaavallinen koekappale, niitä olisi saanut olla enemmän. Siihen, kuinka paljon laboratoriotuloksista poikkeaminen sekä haamureunahaavojen löytäminen haittaa, ei tässä yhteydessä oteta kantaa. Haamureunahaavat voivat aiheuttaa turhia tarkempia laboratoriotutkimuksia tai mahdollisesti jopa hylkäyksiä tarkastuksissa.

Tässä työssä kokeiltiin tarkoituksella erilaisia etäisyyksiä ja mittauskulmia, koska todellisuudessakaan ei aina ole mahdollista päästä ohjeen mukaiselle mittausetäisyydelle hitsisaumasta. Pääsääntöisesti WikiScania kannattaa pitää mahdollisimman suoraan hitsisauman yläpuolella ja niin, että reunaviivalaserit eivät ole aivan hitsisaumassa kiinni. Jos tilaa on, niin laitteen voi nostaa ylemmäs ilman, että mittaustulokset huononevat. Näin saadaan yleensä luotettavimmat tulokset. Joissain tapauksissa myös sivuviistosta tehty mittausta onnistuu.

Mitattava hitsin muoto ja koekappaleen materiaali vaikuttavat jonkin verran mittaustuloksiin. Kirkaspintaisilla metalleilla ja pienahitseillä päästiin kaikkein lähimmäs laboratorion arvoja ja mittaukset olivat keskenään hyvin lähellä toisiinsa. Kuperat ja koverat kappaleet tuntuivat olevan kaikkein hankalimpia mitattavia, ja niiden mittaustuloksissa oli eniten vaihtelua. Ne olivat myös kaikkein tarkimpia sekä mittausetäisyydestä että kulmasta. Myös kaksihuippuiset hitsikuvut WikiScan mittaa yleensä väärin ja antaa kuvun korkeudeksi negatiivisen

lukeman. Ilmeisesti laite hämääntyy tällaisesta hitsin muodosta ja kuvittelee sitä kourupienahitsiksi.

Raportointi on hyvin suunniteltu, koska WikiScan tekee sen suoraan Excel-
taulukon muotoon. Ainoastaan jossain satunnaisissa tapauksissa raportin värit
olivat epäselvät. Onneksi värien vaihtaminen mieleksi onnistuu Excelillä helpos-
ti, ja se on niin yleinen, että raportin avaaminen, tarkastelu ja tarvittaessa
muokkaaminen onnistuu lähes laitteella kuin laitteella. Raporttiin valittavat mit-
tauokset valitaan hieman hankalasti tietyillä hakuehdoilla. WikiScan mahdollistaa
täysin paperittoman raporttien teon ja arkistoinnin sekä vähentää inhimillisiä
virheitä.

Hitsausprofiilin kuvan saaminen tietokoneen näytölle olikin melko hankala teh-
tävä. Hitsausprofiilin kuva saadaan kyllä näkymään tietokoneella, mutta se ei
onnistu suoraan Excel-raportista, vaan kuva pitää avata erikseen WikiForPC:lla.

Kuvat

- Kuva 2.1. Salkku ja sen sisältö, s. 7
- Kuva 2.2. Laite mittaajan kädessä, s. 7
- Kuva 2.3. Laite päältä, s. 8
- Kuva 2.4. Mittapisteet, s. 10
- Kuva 2.5. Akun virtaliittimet, s. 13
- Kuva 2.6. Laitteen mittaustilat, s. 14
- Kuva 2.7. Pienahitsin symboli, s. 14
- Kuva 2.8. T-hitsausliitoksen periaatekuva, s. 15
- Kuva 2.9. Reunahaavojen paikat, s. 15
- Kuva 2.10 Reunahaava, s. 16
- Kuva 2.11 Reunahaavamitta, s. 18
- Kuva 2.12 Hitsisauman monitoimimitta, s. 18
- Kuva 2.13 Hitsisauman monitoimimitta, s. 19
- Kuva 3.1. Mittausvälineet ja koekappaleet, s. 21
- Kuva 3.2. WikiScan suojattuna ilmastointiteipillä, s. 21
- Kuva 3.3. Koekappale kallistettuna telineessä, s. 22
- Kuva 3.4. Halkaistu poranterä uran vieressä, s. 23
- Kuva 3.5. Vantaan Inspectan koekappaleet, s. 24
- Kuva 3.6. Hitsisauman mittaus läheltä, s. 25
- Kuva 3.7. Hitsisauman mittaus etäältä, s. 25
- Kuva 3.8. Hitsisauman mittaus keskeltä, s. 26
- Kuva 3.9. Hitsisauman mittaus oikealle kallistettuna, s. 26
- Kuva 3.10. Pienahitsin mittaus päältä, s. 27
- Kuva 3.11. Koekappaleen nro 1 mittausjärjestelyt, s. 29
- Kuva 3.12. Koekappaleen nro 1 mittausjärjestelyt, s. 29
- Kuva 3.13. Nippusidejarru, s. 30
- Kuva 3.14. Koekappale nro 3 mittausjärjestelyt, s. 30
- Kuva 3.15. Koekappale nro 2 mittausjärjestelyt, s. 31
- Kuva 3.16. Koekappale nro 4 mittausjärjestelyt, s. 32
- Kuva 4.1. WikiScan Excel-raportti, s. 33
- Kuva 4.2. WikiScan Excel-raportti, s. 34
- Kuva 4.3. WikiForPC aloitusnäyttö, s. 38
- Kuva 4.4. Profiilikuvan tarkastelunäkymä, s. 40
- Kuva 4.5. Mittatyökalu käytössä, s. 41
- Kuva 4.6. Pienahitsin profiilikuva, s. 42
- Kuva 4.7. Harmaa aloitussivu, s. 43
- Kuva 5.1. Koekappale nro 277, s. 45
- Kuva 5.2. Koekappale nro 272, s. 47
- Kuva 5.3. Koekappale nro 276 juuren puolelta, s. 49
- Kuva 5.4. Koekappale nro 226, s. 52
- Kuva 5.5. Koekappale nro 203, s. 53
- Kuva 5.6. Koekappale nro 270b, s. 54
- Kuva 5.7. Reunahaavakoekappale nro 1, s. 56
- Kuva 5.8. Reunahaavakoekappale nro 1 hiekuvat, s. 57
- Kuva 5.9. Reunahaavakoekappale nro 2, s. 59
- Kuva 5.10. Reunahaavakoekappale nro 2 hiekuva, s. 59
- Kuva 5.11. Reunahaavakoekappale nro 3, A-puoli, s. 61
- Kuva 5.12. Reunahaavakoekappale nro 3, B-puoli, s. 61

- Kuva 5.13. Reunahaavakoekappale nro 3, leikkaus A1, s. 62
Kuva 5.14. Reunahaavakoekappale nro 3, leikkaus A2, s. 62
Kuva 5.15. Reunahaavakoekappale nro 3, leikkaus A3, s. 63
Kuva 5.16. Reunahaavakoekappale nro 3, leikkaus B1, s. 64
Kuva 5.17. Reunahaavakoekappale nro 3, leikkaus B2, s. 65
Kuva 5.18. Reunahaavakoekappale nro 4, s. 66
Kuva 5.19. Reunahaavakoekappale nro 4, leikkaus 1, hiekuva, s. 67
Kuva 5.20. Reunahaavakoekappale nro 4, leikkaus 2, hiekuva, s. 67

Taulukot

- Taulukko 5.1. Koekappale nro 277 hitsinpuolen mittaustulokset, s. 45
Taulukko 5.2. Koekappale nro 277 juurenpuolen mittaustulokset, s. 46
Taulukko 5.3. Koekappale nro 272 hitsinpuolen mittaustulokset, s. 47
Taulukko 5.4. Koekappale nro 272 juurenpuolen mittaustulokset, s. 48
Taulukko 5.5. Koekappale nro 276 hitsinpuolen mittaustulokset, s. 50
Taulukko 5.6. Koekappale nro 276 juurenpuolen mittaustulokset, s. 51
Taulukko 5.7. Koekappale nro 226 mittaustulokset, s. 52
Taulukko 5.8. Koekappale nro 203 mittaustulokset, s. 53
Taulukko 5.9. Koekappale nro 270b mittaustulokset, s. 55
Taulukko 5.10. Reunahaavakoekappale nro 1 mittaustulokset, s. 58
Taulukko 5.11. Reunahaavakoekappale nro 2 mittaustulokset, s. 60
Taulukko 5.12. Reunahaavakoekappale nro 3, A-puolen mittaustulokset, s. 63
Taulukko 5.13. Reunahaavakoekappale nro 3, B-puolen mittaustulokset, s. 65
Taulukko 5.14. Reunahaavakoekappale nro 4 mittaustulokset, s. 68

Lähteet

1. Servo-Robot Inc., WikiScan käyttöohje
2. Servo-Robot Inc., Following your inquiry. Sähköposti tiittanen.antti@gmail.com 05.10.2016
3. Ovako 2012. Ovakon terästen hitsaus.
<http://docplayer.fi/65815-Ovakon-terasten-hitsaus.html>. Luettu 3.3.2017
4. Grönlund, E. 1970. Hitsauksen perusteet. HTKK.
5. Jurvanen, V-P. 1984. Hitsaustekniikka ja levytyöt opintojakso, Saimaan ammattikorkeakoulu.
6. Katainen, H. & Mäkinen, A. 1994. Aineliitostekniikka. Porvoo: WSOY
- 7 Etra Oy 2016 tuotehakemisto
<http://tuotteet.etra.fi/fi/g23825291/diesella-hitsimitta-malli-l>. Luettu 5.3.2017
8. Diesella A/S 2016 valmistajan kotisivut
<http://www.diesella.com/webshop/welding-tools/welding-gauge/welding-gauge-cam-type.aspx>. Luettu 5.3.2016
9. Maijanen, Riitta 2017, tarkastaja, Inspecta Oy, WikiScan lopputyö. Sähköposti tiittanen.antti@gmail.com 13.01.2017
10. Orkamaa, Olli, 2016, Laboratorioinsinööri, Saimaan ammattikorkeakoulu, Keskustelu 14.03.2016