

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

2019

Eemeli Eskola

3D-SKANNAUKSEN HYÖDYNTÄMINEN LEVYTÖISSÄ

TURKU AMK 
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

2019 | 28 sivua

Eemeli Eskola

3D-SKANNAUKSEN HYÖDYNTÄMINEN LEVYTÖISSÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää miten 3D-skannauksen hyödyntäminen vaikuttaa levytöiden laatuun.

Tutkimuksen kohteena oli levyjen yhteensopivuus ja koko prosessin kulku. Käytännössä tässä työssä taivutettiin levyjä kaariksi, jonka jälkeen ne 3D-skannattiin vastakappaleiden leikkausta varten. Tavoitteena oli tutkia yhteensopivuuksia siltä kannalta, että miten hyvin levyjen yhteen hitsaaminen onnistuisi. Levyjen väliin jäävän raon tutkiminen oli keskeinen osa tätä työtä, sillä se vaikuttaa muodostuvan hitsin laatuun.

Työ suoritettiin 3D-skannausta lukuun ottamatta Turun ammattikorkeakoulun tiloissa. Työhön sisältyi levyn tavuttamista ja leikkaamista. Haastavin osa työssä oli 3D-skannauksen muuntaminen leikattavaksi radaksi, haastavuus johtui pääosin tietoteknisistä syistä.

Työn eteneminen alkoi levyjen valmistelusta. Ensimmäiseksi levyistä leikattiin sopivia taivutusta varten, jonka jälkeen ne taivutettiin halutuiksi kaariksi. Kaaret skannattiin ja skannausten avulla määritettiin leikkausradat vastakappaleille.

Työn tuloksena selvisi 3D-skannauksen hyöty ja haasteet. Vastakappaleet, joiden leikkaamisessa oli hyödynnetty 3D-skannausta sopivat lähes täydellisesti kaariin. Laskelmallisesti tehdyt vastakappaleet eivät sopineet yhteen kaarten kanssa. Vertailun tulokset viittaavat siihen, että kaaret eivät olleet suunnitelman muotoisia. Kappaleiden laadullinen ero oli selkeästi näkyvässä jo pelkästään silmämääräisellä tarkastelulla, joten tarkempaa tutkimusta ei alettu suorittamaan.

ASIASANAT:

3D-skannaus, Levytyö

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

2019 | 28 pages

Eemeli Eskola

UTILIZATION OF 3D SCANNING IN SHEET METAL WORK

The objective of this thesis was to find out how 3D scanning affects the quality of sheet metal products. The purpose of this thesis was to test how 3D scanning can be utilized in a learning environment and what kind of problems would manifest.

The focus of this study was compatibility of the sheet metals and how this whole process would progress. In practice this work was done by bending strips of sheet metal into curves, after which they were 3D-scanned for the making of the tailored counter pieces. The purpose was to examine the gap between the curve and the counter piece. The examination of the gap was a crucial part of this study, because it would affect the quality of the weld between the two pieces.

Apart from the 3D scanning the work was done in the premises of Turku University of Applied Sciences. The work included the bending and cutting of sheet metal. The most challenging part of this work was converting the data from a 3D scan into a suitable cutting path for the tailored piece.

The progress of this work started by preparing the sheet metal plates. First the sheet metal plates were cut into an appropriate shape for bending, afterwards they were bended into the desired curves. The curves were 3D-scanned and by these scans the route for cutting the counter pieces were made.

As a result of this work, the benefits and the challenges of utilizing 3D scanning were discovered. The tailormade counter pieces were almost a perfect fit. The counter pieces that were made without the assistance of 3D scanning did not fit. The results indicate that the curves were not formed as they were planned. The difference between the counter pieces was so significant that it was possible to be determined by the naked eye. Because of this, no further examination was necessary.

KEYWORDS:

3D-scanning, Sheetmetal

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 HITSAUS	7
2.1 Yleisesti laserhitsauksesta	7
2.2 Laserhitsauksen hyödyt	7
2.3 Laserhitsauksen rajoitukset	8
3 3D-SKANNAUS	9
3.1 Takaisinmallintamisen historiaa	11
3.2 3D-skannauksen tekniikka	11
4 TYÖN ETENEMINEN	17
4.1 Koekappaleen valmistus	17
4.2 Koekappaleiden arviointi	20
4.3 3D-skannauksen suorittaminen	21
4.4 Tiedostojen käsittely ja leikattavan radan piirto	23
4.5 Vastakappaleen valmistus	24
5 TULOKSIEN VERTAILU	26
5.1 Tulosten pohdintaa	27
6 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	29

KUVAT

Kuva 1. Skannattu vaurioitunut vesiputki (Thames water)	9
Kuva 2. Mobiililaitteella tehtävä skannaus (Qlone)	10
Kuva 3. Gom touch probe - GOM	12
Kuva 4. MICRO-EPSILON blue laser scanner	12
Kuva 5. RIFTEK Laserskanneri sovellus	13
Kuva 6. MICRO-EPSILON Laser scanner	14
Kuva 7. "Triple scan principle" - GOM	14
Kuva 8. Shining 3D EinScan pro	15
Kuva 9. Referenssipiste-tarroja	16
Kuva 10. Kappaleiden leikkaukset	18
Kuva 11. Koneteknologiakeskuksen levytyöoperaattori Sami Valtonen särmäämässä kappaleita numero 2	19
Kuva 12. Koekappaleet 1, 2 & 3 rivissä	20
Kuva 13. Artemii Polishchuk operoimassa 3D-skanneria	21
Kuva 14. Solidworks:illa avattu STL- tiedosto kappaleesta 1	22
Kuva 15. Kappaleen nro. 1 DXF	24
Kuva 16. Räätelöidyt vastakappaleet ja taivutetut kaaret	25
Kuva 17. 700mm vastakappale	26
Kuva 18. Räätelöidysti tehty vastakappale nro.3	27

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, miten 3D-skannausta hyödynnetään levytyöissä. Työ sai ideansa DigRob-hankkeesta, jonka tavoitteena on helpottaa yksilökappaleiden tuotantoa. DigRob-hankkeen tavoitteena on myös helpottaa yksittäiskappaleiden hitsauksen automatisointia.

Ideana oli taivuttaa levyistä kaaret ja tehdä niille vastakappaleet kahdella eri tavalla. Ensimmäinen tapa tehdä vastakappale on luottaa kaaren olevan sen muotoinen kuin on suunniteltu. Toinen tapa on 3D-skannata kaari ja tehdä skannauksen perusteella juurille kaarelle sopiva vastakappale. Kaari ja vastakappale valmistettaisiin samasta teräslevystä ja ne liitettäisiin yhteen pienahitsillä. Tarkoituksena on selvittää, onko valmistusmenetelmien tarkkuuksien eroilla merkitystä hitsauksen näkökulmasta.

Hitsauksen kannalta kappaleiden yhdistävällä pinnalla on suuri merkitys. Kappaleiden väliin jäävät ilmaraot voivat aiheuttaa hitsausvirheitä. Työssä tehdään MAG-hitsaus laser-hitsauksen sijaan. Tuloksia tarkastellaan silmämääräisesti.

Levytyöt, hitsaus ja tulosten tarkastelu tehdään Turku AMK:n tiloissa Koneteknologiakeskuksen henkilöstön apua hyödyntäen. Koneteknologiakeskuksella on tarvikkeet kaaren särmäämiseen ja hitsaamiseen. 3D-skannaus kalustoa ei kuitenkaan löydy Turun ammattikorkeakoululta eikä Koneteknologiakeskukselta. 3D-skannauspalvelu ostetaan Hämeen ammattikorkeakoululta.

2 HITSAUS

”Hitsauksella tarkoitetaan osien liittämistä toisiinsa käyttämällä hyväksi lämpöä ja/tai puristusta siten, että osat muodostavat jatkuvan yhteyden. Lämmön lähteenä hitsauksessa käytetään yleensä hitsausvirtalähteen tuottamalla sähköllä aikaansaataavaa valokaarta.” (Kemppe Oy.)

2.1 Yleisesti laserhitsauksesta

Laserhitsauksessa vain yhtä aallonpituutta sisältävä valonsäde kohdistetaan sulatettavalle pinnalle, jonka seurauksena kaksi kappaletta liittyvät yhteen ilman lisäainetta. Hitsaus tapahtuu siis valon avulla eikä täten vaadi kontaktia kappaleeseen. Isoin etu laserhitsauksessa verrattuna perinteisiin hitsausmenetelmiin on energiantuonti. Pienen energiantuontinsa puolesta laserhitsaus soveltuu pienemmille aineen paksuuksille hyvin, sillä lämpöenergia on myös pieni. Laserhitsaus ei kuitenkaan rajoitu vain pienille materiaalin vahvuuksille vaan sen avulla voidaan hitsata erittäin paksuja materiaaleja. Laserhitsaus on tarkasti hallittavissa, joten sen avulla saadaan aikaiseksi hyvää laatua. Lämmöntuontinsa ansiosta laserhitsaus ei aiheuta isoja rakenteen muutoksia verrattuna perinteisten hitsausmenetelmien lämmöntuontiin. (Hietala ym. 2018, Laserhitsauskäsikirja s. 14-17.)

2.2 Laserhitsauksen hyödyt

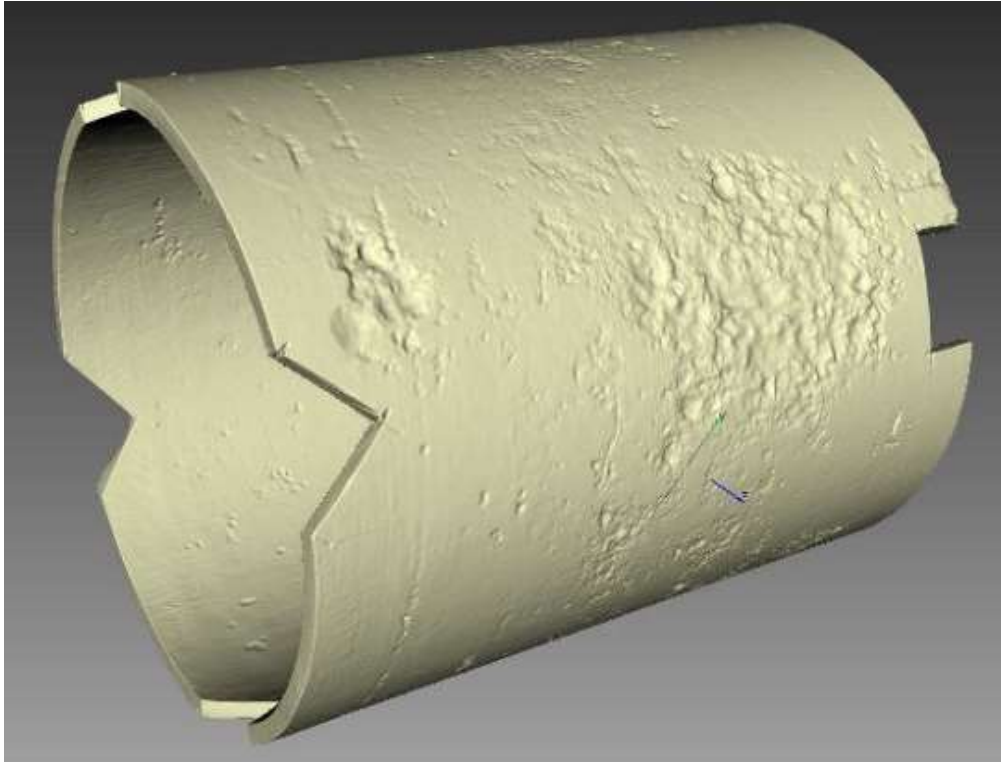
Metalleja kuumennettaessa ne laajenevat ja niiden rakenteet muuttuvat. Hitsauksen yhteydessä metallit kuumenevat ja sulavat osittain tietyllä etäisyydellä hitsauksesta, tätä aluetta kutsutaan nimellä HAZ eli heat affected zone. Laserhitsauksessa HAZ on pieni, sillä lasersäde on kohdistettu hyvin pienelle alueelle. Tämä mahdollistaa pienten ja tarkkojen hitsien luomisen. Laserilla hitsaaminen on nopeaa, joka mahdollistaa paljon hitsiä vaativan rakenteen tehokkaan tuotannon. (Hietala ym. 2018, Laserhitsauskäsikirja s. 14-17.)

2.3 Laserhitsauksen rajoitukset

Laserin kanssa työskentely vaatii erilaiset turvallisuus toimenpiteet, kuin esimerkiksi perinteinen MAG-hitsaus. Tavallisesti hitsauksen suurin turvallisuustekijä on ollut paloturvallisuus. Laserhitsauksessa on puolestaan otettava se asia huomioon, että mikäli laser osuu esimerkiksi metalliseen seinään, se leikkaa siitä läpi. Laserhitsaus on tuotannon kannalta tehokkaampaa kuin perinteiset menetelmät mutta se vaatii paljon enemmän investointeja. Laserhitsauslaitteisto on kalliimpi, kuin esimerkiksi yksinkertainen MIG/MAG-hitsauslaite. Laservalo on vaarallista, joten se tulee ottaa huomioon rakentamalla hitsaussolulle oma suojatila. Laserhitsausta ei yleensä tehdä käsin sen vaarallisuuden takia, joka puolestaan lisää sen kustannuksia. Laserhitsauksen suorittaminen vaatii myös hitsattavalta kappaleelta täsmällistä sopivuutta sen vastakappaleeseen. Laser on valoa, joka pääsee läpi pienimmästäkin raosta, joten jos kappaleiden välissä on rako, laser ei pysty sulattamaan kappaleita yhteen. Tämän ongelman vuoksi kappaleiden valmistustarkkuus tulisi olla hyvä. (Hietala ym. 2018, Laserhitsauskäsikirja s.14-17.)

3 3D-SKANNAUS

3D-skannausta hyödynnetään monella eri alalla, ja skannauksia tehdään monessa suhteessa. Esimerkiksi isojen vesiputkien kulumisen tarkastelussa Thames Water käyttää 3D-skannausta hyödykseen. Kuvan 1 skannaus on tehty käsin pidettävällä skannerilla. (Artec Europe.)



Kuva 1. Skannattu vaurioitunut vesiputki (Artec Europe.)

Tekniikka on nykyään laadullisesti sellaista, että jo pelkästään mobiililaitteen kameralla saa suhteellisen luotettavan 3D-skannauksen suoritettua. Tässä työssä käytetty skanneri oli kuitenkin suunniteltu teollisuuden tarpeisiin. (EyeCue Vision Technologies LTD).

Kuvassa 2 on Qlone:n mainos videolla tehtävä skannaus. Mobiililaitteen kamera taltioi linnun mallin suhteessa referenssipaperiin, jonka perustella muodostuu 3D-malli linnusta. (EyeCue Vision Technologies LTD.)



Kuva 2. Mobiililaitteella tehtävä skannaus (EyeCue Vision Technologies LTD).

3.1 Takaisinmallintamisen historiaa

Takaisinmallintamisella tarkoitetaan jo olemassa olevan kappaleen mittojen ja muotojen talteen ottoa. Takaisinmallintamista käytetään esimerkiksi patenttirikkomusten tarkastelussa ja dokumentoinnissa. Vanhojen egyptiläisten tekemiä kuninkaallisten hauta-arkkuja voidaan sanoa mallinetuiksi niiden sisälle säilöttyjen vainajien näköisiksi. Idea takaisin mallintamisesta on siis todella vanha konsepti, jota on aikojen saatossa pyritty tehostamaan erilaisilla työkaluilla. Mittanauha tai tikku ovat varmaankin olleet ensimmäisiä työkaluja takaisinmallintamiseen, joita heti ihmisen omien ruumiinosien jälkeen on kehitetty.

3D-skannaus on nykypäivää ja on paljon tehokkaampaa monimutkaisten kappaleiden mallintamisessa. Ensimmäiset 3D-skannerit hyödynsivät valoa, kameroita ja projektioita 60-luvulla. 60-luvulla skannerit olivat hitaita osittain siitä syystä, että tietokoneet olivat myös 60-luvun tasolla. 3D-skannausmenetelmät ovat kehittyneet tietotekniikan kehityksen myötä, sillä isommat ja monimutkaisemmat skannaukset vaativat tehokkaammat laitteet. (Modena Design Centres 2018 – 2019.)

3.2 3D-skannauksen tekniikka

Optiset skannauslaitteistot syrjäyttävät perinteisempiä kosketukseen perustuvia laitteita monella tuotannon alalla. Nykyään 3D-skannauksia tehdään pääosin valon tai laservalon avulla hyödyntäen myös nykyisin kehittyntä kamerateknologiaa. Rajoittava tekijä valon avulla otettavissa skannauksissa on mallinnettavan kappaleen pinnan laatu. Peilimäiset pinnat heijastavat valoa ja niitä on vaikea tai jopa mahdotonta skannata optisesti. Skannattavien kappaleiden muoto voi olla myös vaikeasti nähtävissä kuten esimerkiksi poratut reiät, joiden todellinen muoto voidaan nähdä vain tietystä kulmasta. Skannauksen tekniikka on kehittynyt torjumaan tämän tapaisia ongelmia. Kolojen mallinnusta voidaan

esimerkiksi helpottaa tunnustelutikulla, jota skanneri pystyy seuraamaan.



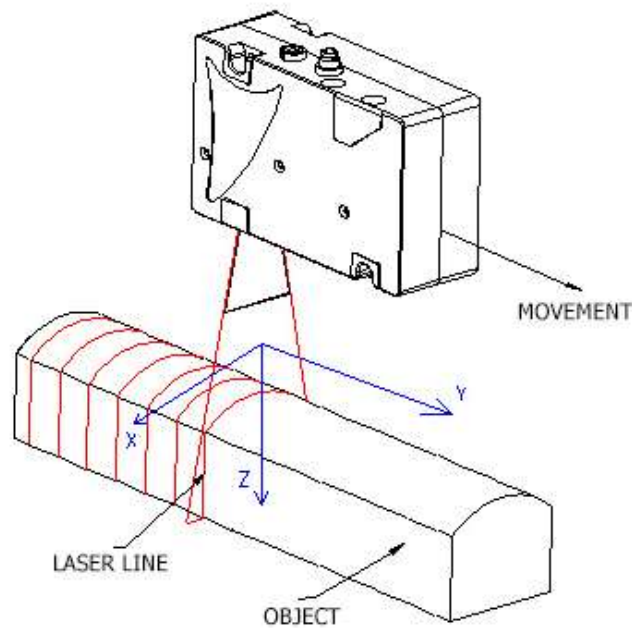
Kuva 3. Gom touch probe (GOM.)

Kuvassa 3 on mittakärki, jonka valkoisien pallojen aseman perusteella saadaan kolon sisäpinnasta laskettua sen todellinen muoto. (GOM.)



Kuva 4. MICRO-EPSILON blue laser scanner

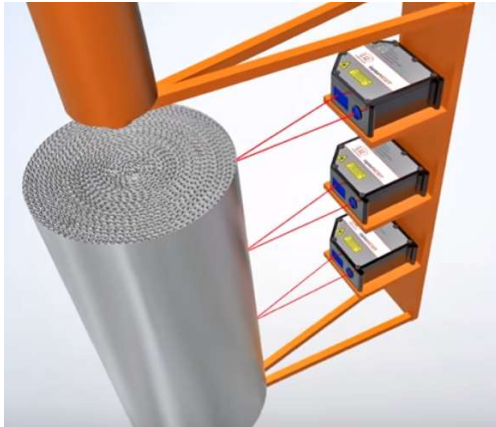
Kuvassa 4 on laserskanneri, joka on suunniteltu käytettäväksi profiilin mittaamiseen. Kyseisessä laser skannerissa käytetään sinistä valoa, joka mahdollistaa vaikeuksia tuottavien pintojen mittauksen kuten esimerkiksi läpinäkyvät muovit ja kuumuudesta hehkuvan metallin. Rajoittavana tekijänä tämän tyyppisissä lasermittauslaitteissa on se, että ne vaativat mekaanisen liikkeen toimiakseen. (Micro-epsilon.)



Kuva 5. RIFTEK Laserskanneri sovellus

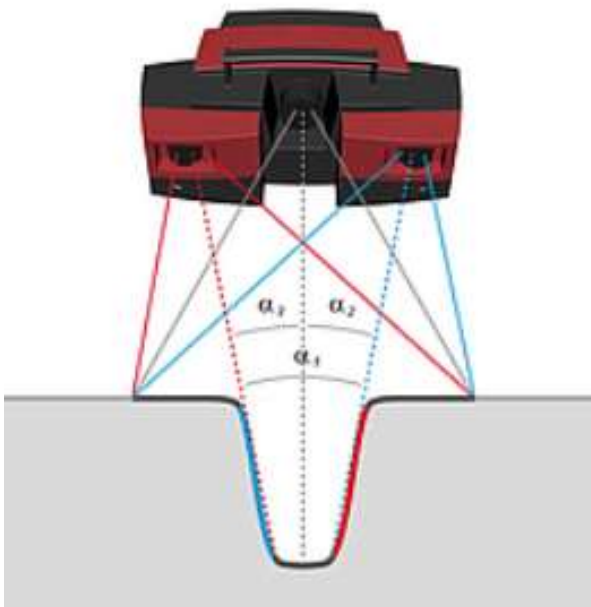
Kuvassa 5 on esitetty profiilia mittavaan laserskannerin toiminta periaate (RIFTEK LLC).

Iso kokoisten skannattavien pintojen mittauksessa laserskannerit tarvitsevat suoraviivaisen liikkeen skannerin ja kappaleen välillä.



Kuva 6. MICRO-EPSILON Laser scanner

Kuvassa 6 on esitetty kuinka mekanisointia ja laserskannereita voidaan hyödyntää laadun valvonnassa. Skannerit seuraavat kuvassa 6 rullan pyöreyttä. Tämän tyyppiset laser skannerit hyödyntävät trigonometriaa, jonka avulla ne mittaavat etäisyyksiä. (Micro-epsilon).



Kuva 7. "Triple scan principle" - GOM

Kuvassa 7 esitetään tässä työssä käytetyn skannerin periaate. Kuvassa on skanneri, jossa on kaksi kameraa sivuilla ja projektori keskelle. Projektori heijastaa kuvion skannattavalle pinnalle (structured light scanner), jota kaksi kameraa tarkkailevat. Kameran kuvaavat siis samasta projektiosta epämuodostumia eri puolilta. Näiden kuvien perusteella saadaan skannattavan pinnan muoto mallinnettua. (GOM.)

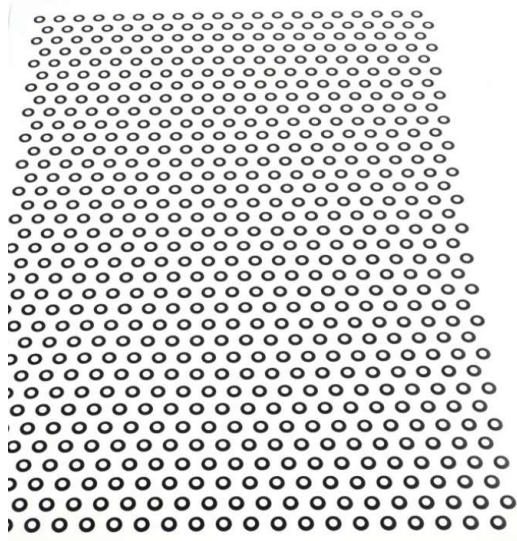
3D-skannerit voivat olla kädestä pidettäviä tai jalustalla olevia. Jalustalla olevat skannerit ovat pääsääntöisesti tarkempia kuin ihmisen kädessä olevat skannerit. Kädestä pidettävät skannerit mielletään käyttäjä mielisimmiksi, kuin jalustalla olevat isommat skannerit. Käsin pidettävillä skannereilla on helpompi skannata isoja kappaleita, jotka tarvitsevat enemmän skannaus kertoja. Vaikeasti tavoitettavissa olevat kappaleet on helpompi skannata käsin pidettävällä skannerilla. (Matt Belo 2018.)



Kuva 8. Shining 3D EinScan pro

Projektioita hyödyntävät skannerit eivät vaadi liikkuvaa mekaniikkaa saadakseen skannauksen aikaiseksi. Laseria hyödyntävät skannerit vaativat puolestaan liikettä suorittaakseen skannauksen, sillä ne skannaavat vain yhtä laserin osumakohtaa kerrallaan.

Tässä opinnäytetyössä mitattiin pitkää levyn palaa, joka oli liian suuri yhdelle skannaus kerralta. Skanneria avustettiin liimaamalla tarroja referenssipisteiksi skannattavalle levyille. Näitä pisteitä hyödyntämällä saadaan skannauksia yhdisteltyä yhdeksi isoksi skannaukseksi. Referenssipisteet siis hyödyntävät samaa periaatetta, kuin mittakärki.



Kuva 9. Referenssipiste-tarroja

Tarroja liimaillaan kiinni skannattavaan kappaleeseen, josta skannerin kamera taltioi ne kaiken muun datan mukana. Nämä skannatut pisteet numeroidaan ja kun eri skannauksissa näkyy sama tarra 3D-ohjelma osaa yhdistää skannaukset. Tässä työssä 3D-skannauksen yhteydessä käytettiin GOM Inspect -ohjelmaa 3D-mallin luomiseen. (B3D S.C. Outled3D).

4 TYÖN ETENEMINEN

Työn teko aloitettiin suunnittelemalla, miten asiat pitäisi tehdä. Suunnitelmaan kuului, että 3D-skannaus ostettaisiin koulun ulkopuolelta. Testikappaleita päädyttiin tekemään kolme kappaletta siltä varalta, että jokin menisi pieleen ja jouduttaisiin suorittamaan skannaus uudestaan.

4.1 Koekappaleen valmistus

Koneteknologiakeskukselle oli jäänyt eräästä vanhasta hitsausprojektista ylimääräisiä 4 mm paksuista S235-levyä, mikä valittiin tähän työhön. Levyjä leikattiin yhteensä viisi. Kaksi levyistä olivat pienempiä kuin muut. Pienten levyjen ideana oli olla testikappaleita särmäyspuristinta varten. Pienempiä levyjä oli helpompi käsitellä ja mitata, että kulma oli oikein.



Kuva 10. Kappaleiden leikkaukset

Kolme pidempää levyä olivat koekappaleita varten. Koekappaleita päädyttiin tekemään kolme, jotta olisi varaa mahdollisille virheille. Varsinaisten koekappaleiden mitoiksi tuli 1200 mm pituutta ja 100 mm leveyttä.



Kuva 11. Koneteknologiakeskuksen levytyöoperaattori Sami Valtonen särmäämässä kappaletta numero 2

Tavoitteena oli saada kaaret, joiden sisäpintojen säteet olisivat 700 mm. Koneteknologiakeskuksessa ei kuitenkaan ole mankeliä, jolla saisi täydellisen kaaren. Kappaleet päädyttiin särmäämään, jonka seurauksena niistä tuli hieman mutterimaisia.

Koneteknologiakeskuksen robottisärmäyssolussa on käytössä Amada HFE 80-25 -särmäyspuristin, jolla kappaleet särmättiin käsin. Särmäyspuristimen vasteet on kuitenkin tarkoitettu robotille sopiviksi, mistä aiheutui epämääräisyyksiä kappaleisiin. Kappaleet jouduttiin särmäämään vaiheittain niiden pituuksien vuoksi. Kuvan 6 mukaisesti kappaletta jouduttiin vetämään särmääjää päin, sillä muodostuva kaari ei olisi osunut vasteesiin. 700 mm kaaren muodostaminen matemaattisesti tarkoittaa 2,5 asteen kulmaa 30.68 mm välein.

4.2 Koekappaleiden arviointi

Kappaleessa numero 1 ilmeni selkeä virhe kahteen muuhun kappaleeseen verrattuna, vaikka ne tehtiin samalla särmäysohjelmalla. Numero 1 tehtiin ensimmäisenä ja siitä jäi uupumaan yksi taivutus. Taivutuksen puuttuminen ei kuitenkaan haitannut sillä se huomattaisiin sille tehtävässä skannauksessa, näin tuloksiin saatiin enemmän variaatioita. Kappaleet 2 ja 3 eivät myöskään olleet aivan samanlaisia, vaikka ne taivutettiin särmäysohjelman mukaisesti. Tämä virhe todennäköisesti johtui inhimillisistä tekijöistä, sillä kappaleet tehtiin ihmisen avustuksella eikä robotilla. Kappaleista tuli melko joustavia paksuutensa ja pituutensa suhteen vuoksi. Näiden kappaleiden kanssa lähdettiin suorittamaan 3D-skannausta Hämeen ammattikorkeakoululle (HAMK).



Kuva 12 Koekappaleet 1, 2 & 3 rivissä

4.3 3D-skannauksen suorittaminen

Turun ammattikorkeakoululla ei ole omaa kalustoa 3D-skannausta varten, joten se jouduttiin ostamaan palveluna. Hämeen ammattikorkeakoululla on tehtävään sopivaa kalustoa ja osaavaa henkilökuntaa, jota pääsimme yhdessä Tuomo Rautavan kanssa katsomaan ja viemään koekappaleet skannattaviksi. Hämeen ammattikorkeakoululla meidät otti vastaan Timo Kärppä, jonka johdolla siirryimme 3D-skannaustilaan.



Kuva 13. Artemii Polishchuk operoimassa 3D-skanneria

HAMKilla on käytössä Gom:in ATOS Compact scan. Koekappaleet olivat liian isoja skanneria varten tehdylle pöydälle, joten ne jouduttiin kuvan 4 mukaisesti skannaamaan lattialla. Kuvassa 4 ilmenee, kuinka isoa aluetta skannerilla saatiin kerrallaan mitattua (si-

ninen neliö). Lattia oli sopivaa materiaalia, joka ei aiheuta heijastumia. Heijastumat saattaisivat häiritä skannausta, jonka fysikaalinen idea perustuu valoon. Työympäristönä kyseinen luokkahuone ei kuitenkaan ole mittahuoneen veroinen. Skanneri oli liitetty liikutettavaan tukijalkaan.

3D-skannaus on STL-tiedostomuodossa, joka tarkoittaa käytännössä pistepilveä. Artemii varoitteli tiedoston koosta ja ehdotti antavansa kaksi eri versiota jokaisesta eri kappaleesta. Kaikki 3D- ja CAD-ohjelmat eivät saa STL-tiedostoja auki, mutta Solidworksillä tämä onnistui.



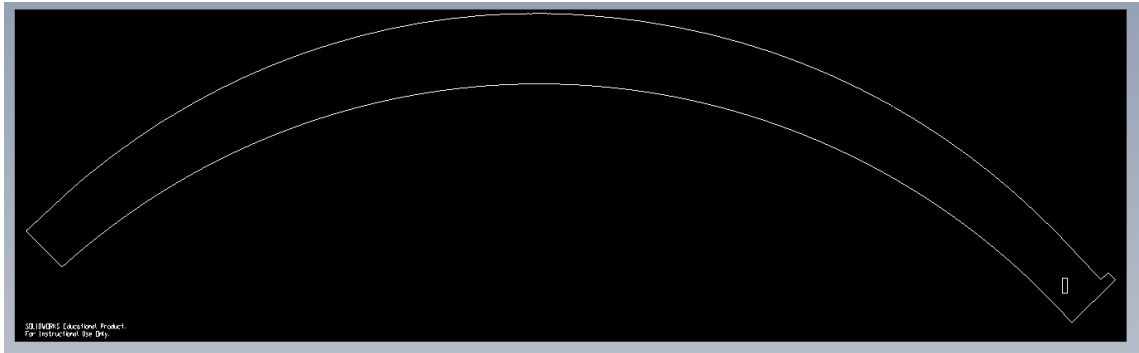
Kuva 14. Solidworks:illa avattu STL-tiedosto kappaleesta 1

4.4 Tiedostojen käsittely ja leikattavan radan piirto

STL-tiedostoja käsiteltäessä ilmeni ongelmia. Jokaisesta kappaleesta saatiin kaksi tiedostoa, joiden kokoerot olivat prosentuaalisesti isoja. Käytännössä saatiin siis alkuperäinen skannaus ja sen yksinkertaistettu versio. Alkuperäinen tiedosto on yli 7 kertaa isompi, kuin sen yksinkertaistettu versio. Esimerkiksi kappaleen nro. 2 alkuperäinen skannaus sisälsi 5563848 eli noin viisi ja puoli miljoonaa tasoa, jotka muodostavat kappaleen sisäpinnan. Kappaleen nro. 2 yksinkertaistetussa versiossa oli puolestaan 717739 tasoa, jotka ovat yhdisteltyjä tasoja alkuperäisistä. Pienempää versiota käsitellessä Solidworks kaatui muutaman kerran, kun tiettyjä komentoja yritettiin tehdä. Pintamallista yritettiin esimerkiksi ottaa siivu keskeltä mikä olisi paljon pienempi, kuin alkuperäinen mutta se oli liian iso SolidWorksilla käsiteltäväksi.

Solidworks kykenee leikkaamaan kiinteitä malleja mutta ei pintamalleja. Pintamallin muuttaminen kiinteäksi malliksi kuitenkin oli liikaa Solidworksille ja se kaatui. Vuonna 2009 Solidworksin forumeilla käydyn keskustelun mukaan tuolloinen ohjelman versio kesti vain 100000 tasoisia pintamalleja ja 20000 pintaisia kiinteitä malleja. (Dassault Systems 2014 Solidworks Corp).

Vastakappaleen leikattavan radan tekeminen oli työlästä. Rata tehtiin manuaalisesti tasolle, joka asetettiin kohtisuoraan pintamallin keskelle. Tasolle tehtiin pisteitä kohtiin, joissa pintamalli leikkasi tasoa. Pisteitä aseteltiin alle 3 mm välein yhteensä noin 500 kappaletta. Tämä kaikki tehtiin ohjelman sallimissa rajoissa, joka satunnaisesti kaatuili tuhoten edistyksen. Pisteitä tehtiin alle 3 mm välein sillä pisteitä ei saatu laitettua aina mihin haluttiin. Pisteelle sopivan kohdan etsimisessä meni parhaimmillaan noin 3 minuuttia ja välillä vain 3 sekuntia. Yhteen rataan tuli noin 500 eripistettä, joiden väliin muodostui räätälöity vastakappaleen leikkaus rata. Tämä rata muutettiin DXF-muotoon, jolloin se voitaisiin leikata.



Kuva 15. Kappaleen nro. 1 DXF

4.5 Vastakappaleen valmistus

Tutkimusta varten tehtiin yhteensä 6 vastakappaletta. 3 räätälöidysti tehtyä 3D-skannauksen mukaan ja 3 ideaalista 700 mm säteistä kaarta. Ne leikattiin samasta S235 levystä.



Kuva 16. Räätylöidyt vastakappaleet ja taivutetut kaaret

Kaariin jätettiin 50 mm suorat päädyt, joiden avulla kappaleet kohdistettiin yhteen sopiviksi. Vastakappaleiden päätyihin tehtiin ulokkeet, jotka helpottivat testikappaleiden kohdistamista. Vastakappaleet merkittiin eri kuvioilla niiden tunnistamisen helpottamiseksi.

5 TULOKSIEN VERTAILU

Kappaleiden eroja verrattaessa huomattiin, että taivutettujen kaarten pituus/paksuus suhde teki niistä melko taipuisia. Kaaria siis vertailtiin sivuttain, jolloin skannausten perusteella tehdyt kappaleet sopivat yhteen lähes täydellisesti. Ideaalisti tehdyt 700 mm säteiset vastakappaleet puolestaan olivat liian pieniä. Tämä tarkoittaa sitä, että kaaret eivät olleet suunnitellun muotoisia.



Kuva 17. 700mm vastakappale

Kuvassa 17 700 mm säteeltään oleva vastakappale on asetettu ilman voiman käyttöä kaaren rinnalle. Kuten kuvasta näkee niiden väliin jää huomattava rako, joten niitä ei voi hitsata yhteen. Työn tarkoituksena oli verrata idealista vastakappaletta räätälöityyn, mutta lopuksi voitiin vain todeta kaaren olevan jotain muuta, kuin 700 mm säteinen. Voidaan vain todeta kaaren olleen loivempi, kuin sen suunniteltu muoto. Tämä todennäköisesti johtuu inhimillisistä tekijöistä ja niitä osattiin jossain määrin odottaa.



Kuva 18. Räätelöidysti tehty vastakappale nro.3

Kuvassa 18 on puolestaan räätelöidysti tehty vastakappale. Kuvasta nähdään, että kappaleet sopivat paljon paremmin yhteen, kuin ideaalisesti valmistetut. Ilmarakoa on kuitenkin sen verran, että laserhitsausta ei sille voi tehdä. MAG-hitsaus on kuitenkin mahdollista. 3D-skannamalla tehty vastakappale on parempi kuin ideaalisesti tehty. Tämä kuitenkin johtuu siitä, että alkuperäinen kaari on väärän muotoinen. Haluttu muoto oli 700 mm säteinen, kaari ei kuitenkaan ole sitä. Työn tavoitteena oli verrata kahta eri tavoin valmistettua vastakappaletta ja niiden vaikutusta hitsin laatuun.

5.1 Tulosten pohdintaa

Tämän työn idean lähteenä toimi DigRob- hankkeeseen kuuluva automaattisoitu hitsaus-solu. Hitsaussolussa toimiva skanneri mittaa kaaren muotoa, jota hyödynnetään laadun valvonnassa. Realistisessa tilanteessa tätä tutkimusta varten tehdyt kaaret oltaisiin hylätty ja uudet oltaisiin valmistettu. Tämä työ todisti 3D-skannauksen hyödyn.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten 3D-skannausta voidaan hyödyntää levytöissä. Työstä tuli sovellettu versio jo olemassa olevasta laadunvarmistusmenetelmästä. Työtä voidaan sanoa onnistuneeksi mutta tulokset eivät olleet aivan sitä mitä haluttiin. Alkuperäinen suunnitelma oli verrata hitsausliitosten tuloksia mutta niin pitkälle ei päästy. Työssä tuli esille asioita, jotka olisi voitu tehdä toisella tavalla.

Työn kaksi haastavinta osiota olivat alkuun pääseminen ja datan käsittely. Alkuun pääsemisessä oli mahdollista keskustella avoimesti ja rakentavasti opinnäytetyön ohjaajan Tuomo Rautavan kanssa. Apuna oli myös Turun koneteknologiakeskuksen henkilökunta, jonka jäsenet konsultoivat koekappaleiden valmistusta ja niiden hitsaamista. Kaikesta avusta huolimatta työn alkuvaiheet olivat hankalia. Datankäsittelyssä taas ilmeni ongelmia ohjelmiston rajoitteiden takia.

Tulokset antoivat kuvan siitä, että onko 3D-skannaus hyödyllinen toimenpide. Työn yhteydessä käytetty skanneri oli niin tarkka, että sillä tarkasteltiin työstökoneiden tekemiä virheitä. Realistisesti heikomman tason skannerilla olisi saatu samat tulokset. Koekappaleet eivät myöskään olleet painoltaan, muodoltaan, kooltaan tai pinnanlaadultaan erityisen vaikeasti skannattavissa. Hämeen ammattikorkeakoululla oli totuttu skannaamaan enemmän pienempiä kappaleita, joten tämän työn koekappaleet olivat rutiinista poikkeavia mutta eivät tuottaneet suurempia ongelmia.

Tuloksista tuli ennustetun mukaisia sillä skannausten perusteella tehdyt sopivat paremmin. Alkuperäisenä tavoitteena oli selvittää, vaikuttaako tämä yhteen sopivuus lopulliseen tuotteeseen, joka on hitsausliitos. Vertailua ei halutulla tavalla päästy suorittamaan, sillä ilman mittausta tehdyt vastakappaleet eivät sopineet hitsauksen tekoon. Taivutetut koekappaleet eivät olleet sitä, mitä alun perin haluttiin, mutta niiden avulla kuitenkin todettiin 3D-skannauksen hyöty.

Työssä on monia kohtia, joita voisi parantaa. Yksi ehkäpä merkittävin asia, jonka tekeminen toisin olisi helpottanut työn etenemistä, oli vastakappaleen tekeminen ennen taivutusta. Työssä oli käytössä runsaasti metallilevyä, jota olisi voitu hyödyntää. Koekappaleita olisi voitu verrata vasteeseen silmämääräisesti ja kehittää niistä sopivampia. Mikäli molemmat kappaleet olisivat olleet silmämääräisesti samoja, niitä olisi ollut järkeä vertailla tarkemmin ja saada syvällisempiä tuloksia.

LÄHTEET

Artec Europe. Fitness test for old water pipes viitattu 27.03.2019 <https://www.artec3d.com/cases/Thames-Water>

B3D S.C. 2019 Outlet3D: 3 mm reference points viitattu 27.03.2019 <https://www.outlet3d.eu/en/glowna/137-punkty-referencyjne-4mm-markery-skanowanie-3d.html>

Canadian additive manufacturing solutions 2017. which 3D scanner is right for you? Handheld vs Stationary/Mounted, March 2, 2018 Matt Belo viitattu 06.04.2019 <https://www.canadianadditive.ca/single-post/2018/03/02/Which-3D-Scanner-is-right-for-you-Handheld-vs-StationaryMounted>

Dassault Systems 2014 Solidworks Corp. (Solidworks forum) viitattu 27.03.2019 <https://forum.solidworks.com/thread/29249>

EyeCue Vision Technologies LTD. viitattu 27.03.2019 <https://www.qclone.pro/>

RIFTEK LLC. Riftek Sensors & Instrumentrs, 3D Laser Measurement Machine <https://riftek.com/eng/products/~show/instruments/3d-laser-scanning-systems/3D-laser-measurement-machine>

GOM Gmbh 2017. ATOS Compact Scan portable 3D scanner viitattu 27.03.2019 http://spectromas.ro/wp-content/uploads/2018/07/GOM_Brochure_ATOS_CompactScan_EN.pdf

GOM. kotisivu ATOS viitattu 27.03.2019 <https://www.gom.com/metrology-systems/atos.html>

GOM. kotisivu GOM touch probe viitattu 27.03.2019 <https://www.gom.com/metrology-systems/gom-touch-probe.html>

Kemppi Oy. kotivisu viitattu 27.03.2019 <https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/mita-hitsaus-on/>

Micro-epsilon. Laser scanners for 2D/3D profile measurements viitattu 27.03.2019 https://www.micro-epsilon.com/2D_3D/laser-scanner/

Micro-epsilon. laser triangulation viitattu 27.03.2019 <https://www.micro-epsilon.com/service/glossar/Laser-Triangulation.html>

Mikko Hietala, Markku Keskitalo, Tero Jokelainen ja Kari Mäntyjärvi Oulun yliopiston kerttu sa-laasti instituutin julkaisuja 7/2018 Laserhitsauskäsikirja sivut:14-17 (Tulevaisuuden tuotantoteknologiat (FMT) –tutkimusryhmä)

Modena Design Centres 2018 – 2019: History of 3D scanners viitattu 27.03.2019 <https://www.modena.co.za/history-of-3d-scanners/>

SHINNING 3D TECH. Shining Company news viitattu 27.03.2019 http://en.shining3d.com/news_detail-4385.html

