

Heikki Levänsuo

RUUVIKULJETTIMEN RUNGON REIKIEN
VALMISTUSMENETELMÄN OPTIMOINTI

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2017

RUUVIKULJETTIMEN RUNGON REIKIEN VALMISTUSMENETELMÄN OPTIMOINTI

Levänsuo, Heikki
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2017
Ohjaaja: Teinilä, Teuvo
Sivumäärä: 28
Liitteitä: 1

Asiasanat: ruuvikuljetin, hydraulinen lävistäjä, kaaritapitushitsaus

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää ruuvikuljettimen rungon reikien valmistusta ja kannen kiinnitykseen tarkoitettujen ruuvien hitsaamista. Tavoitteena on optimoinnin lisäksi parantaa valmistuksen tuottavuutta ja työturvallisuutta.

Alkuperäisessä valmistusmenetelmässä ruuvikuljettimen rungon reikien valmistus toteutetaan poraamalla. Rungon reiät voidaan valmistaa ainoastaan säteisporakoneella. Kannen kiinnitysruuveina käytetyt sinkityt lukkoruuvit hitsataan porattuihin reikiin.

Uudessa menetelmässä reikien valmistuksessa käytetään hydraulista lävistäjää ja kannen kiinnitysruuvit hitsataan kaaritapitushitsauskoneella. Uuden menetelmän avulla reikien valmistusmenetelmää saadaan optimoitua ja työturvallisuutta saadaan parannettua.

OPTIMIZING THE MANUFACTURING PROCESS FOR THE HOLES OF SCREW CONVEYORS FRAME

Levänsuo Heikki

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

March 2017

Supervisor: Teinilä, Teuvo

Number of pages: 28

Appendices: 1

Keywords: screw conveyor, hydraulic piercer, arc stud welding

The purpose of this thesis is to develop manufacturing the holes of screw conveyors frame and welding the screws needed in fastening the cover to the screw conveyor. Objectives in addition to optimizing the method is to improve productivity and work safety.

In the original manufacturing process the holes of the screw conveyor frame are manufactured with drilling. The holes can be manufactured only by using the radial drill. The fastening screws of the cover are zinc coated breach screws and they are welded to the drilled holes.

In the new method the holes are manufactured with hydraulic piercer and the fastening screws of the cover are welded by using arc stud welding. With the new method the manufacturing process is successfully optimized and the work safety is improved.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TOIMEKSIANTAJA	6
2.1	Taustaa	6
2.2	Toimeksianto.....	6
2.3	Ruuvikuljetin.....	6
3	RUNGON VALMISTUSMENETELMIEN KUVAUS	7
3.1	Vanhan menetelmän kuvaus	7
3.2	Uuden menetelmän kuvaus	10
4	HANKITTAVAT LAITTEET	13
4.1	Hydraulinen lävistäjä	13
4.2	Kaaritapitushitsauskone	17
5	TUTKIMUSTULOKSET	18
5.1	Vanhan menetelmän mittaustulokset	19
5.2	Uuden menetelmän mittaustulokset.....	20
5.3	Mittaustulosten vertailu	20
6	TYÖTURVALLISUUS.....	21
7	TUOTTAVUUS	23
8	UUDESSA MENETELMÄSSÄ HAVAITTUJA PUUTTEITA JA PARANNUSEHDOTUKSIA.....	24
8.1	Hydraulisen lävistäjän ongelmakohta	24
8.2	Kaaritapitushitsauksen ongelmakohta	25
9	POHDINTA.....	26
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä on tavoitteena optimoida ruuvikuljettimen rungon reikien valmistusta ja kannen kiinnitysruuvien hitsausmenetelmää. Tarkoituksena on ottaa yritykselle käyttöön menetelmä, joka nopeuttaa valmistusprosessia ja parantaa tuottavuutta. Lisäksi tarkastellaan uuden menetelmän vaikutusta työturvallisuuteen suhteessa vanhaan menetelmään ja sen turvallisuuteen.

Tuotteen valmistusmenetelmän optimointi toteutetaan uusilla laitehankinnoilla. Hankittavat laitteet ovat hydraulinen lävistäjä ja kaaritapitushitsauskone. Laitteiden myyjä on antanut ne koekäyttöön, jotta tarvittavat tutkimukset ja mittaukset saadaan tehtyä. Näin voidaan arvioida uuden menetelmän käyttöönoton ja hankinnan kannattavuutta. Laitteiden soveltuvuudet kyseisiin työvaiheisiin arvioidaan tehtyjen mittausten, ajankäytön, lujuslaskujen sekä koekäytön avulla.

Optimoinnin tarkoituksena on saada valmistusprosessista eliminoitua rungon aikaa vievät ja vältettävissä olevat siirrot. Tarkoituksena on myös poraamiseen kuluvan ajan vähentäminen ja nopeamman hitsausmenetelmän valitseminen.

2 TOIMEKSIANTAJA

2.1 Taustaa

Raumaster Oy on 1984 perustettu yritys, joka toimittaa kiinteän polttoaineen ja biomassan käsittelyjärjestelmiä voimalaitoksille ympäri maailmaa. Yritys toimittaa järjestelmiä avaimet käteen -periaatteella voimalaitosten polttoainevarastoille ja kattiloille. Raumaster Oy:n palveluksessa työskentelee noin 300 työntekijää. Yrityksen liikevaihto on noin 100 M €. (Raumaster Oy:n www-sivut 2017)

2.2 Toimeksianto

Tehtävänä on tutkia ruuvikuljettimen reikien valmistusmenetelmää porauksen ja hitsauksen osalta. Tuloksia verrataan uusien menetelmien tuloksiin. Uudet menetelmät ovat hydraulisen lävistäjän käyttö reikien tekoon ja kaaritapitushitsauskone kiinnitysruuvien hitsaukseen. Tarkoituksena on selvittää onko uusi menetelmä kannattavampi kuin vanha menetelmä. Lisäksi huomioidaan miten uusi menetelmä vaikuttaa työturvallisuuteen.

2.3 Ruuvikuljetin

Ruuvikuljettimet ovat osa polttoaineen syöttöjärjestelmää. Koska Raumaster Oy toimittaa polttoaineen käsittelyjärjestelmiä kaikenkokoisille kattiloille, ruuvikuljettimet suunnitellaan ja valmistetaan asiakkaan toiveiden ja mittojen mukaisesti. (Raumaster Oy:n www-sivut 2017)

Ruuvikuljetin, jonka valmistusprosessista mittaukset on suoritettu, on kooltaan 950 x 180 x 160 cm (pituus x leveys x korkeus). Kyseinen ruuvikuljetin painaa 7610 kg ja sen syöttökapasiteetti on 1200 m²/h (Kuva 1.). Ruuvikuljettimen valmistuksessa materiaalina on käytetty S355 terästä.

Raumaster Oy valmistaa keskimäärin 200 ruuvikuljetinta vuodessa, joista 150 rungon valmistamisessa voidaan reikien valmistuksessa hyödyntää uutta menetelmää.



Kuva 1. Ruuvikuljetin.

3 RUNGON VALMISTUSMENETELMIEN KUVAUS

Tässä kappaleessa kuvataan tarkemmin rungon reikien valmistusmenetelmät ja rungon väliosien ruuvien hitsausmenetelmät. Väliosia on kansien kiinnitykseen suunniteltu hitsattu kappale, johon hitsataan kiinnitysruuvit kansien kiinnitystä varten.

3.1 Vanhan menetelmän kuvaus

Reikien valmistus alkaa reiän paikan merkitsemisellä. Rungon päälle lasketaan valmiiksi rei'itetty kansi ja kun kansi on mitoitettu paikoilleen, reikien paikat merkitään pistepuikolla kannen reikien kohdalle.

Kun merkitseminen on suoritettu, runko siirretään siltanosturilla säteisporakoneelle (Kuva 2.). Säteisporakone on ainoa käytettävissä oleva vaihtoehto, koska runko ei koon puolesta sovi polttoleikkauskoneen pöydälle ja esimerkiksi magneettiporan käyttöä ei voida hyödyntää, koska yleisimmin käytetty materiaali on EN 1.4301 ruostumaton teräs. Rungon suuren koon vuoksi runko on sijoitettava siten, ettei poraamisen yhteydessä tule tarpeettomia siirtoja. Säteisporakone soveltuu nimenomaan suurten ja

hankalasti liikuteltavien kappaleiden poraamiseen, sillä siinä olevien monien asetusmahdollisuuksien ansiosta reikiä voidaan porata useisiin kohtiin ilman porattavan kappaleen irrottamista (Maaranen 2012, 57-58). Suurimpien ruuvikuljettimien runkoja joudutaan kuitenkin siirtämään usein, koska ne ovat pituudeltaan ja leveydeltään suurempia kuin säteisporakoneen kääntövarren pituus.



Kuva 2. Ruuvikuljettimen runko säteisporakoneella.

Ennen poraamisen aloittamista rungon porattava pinta on saatava kohtisuoraan poranterään nähden. Käytännössä tämä tarkoittaa ruuvikuljettimen rungon vaakittamista vesivaa'an eli vatupassin avulla. Vatupassi on vanha mutta yhä yleisessä käytössä oleva mitta. Vesivaa'an toiminta perustuu ilmakuplaan, jonka siirtymisestä voidaan havaita poikkeamat joko pysty- tai vaakasuoruudessa. Ilmakupla sijaitsee libellissä eli kaarevassa alkoholilla täytetyssä lasiputkessa. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 84.)

Kun ruuvikuljettimen runko on saatu vaakasuoraan, poraaminen voidaan aloittaa. Porauksessa käytetään jäähdytysnesteinä lastuamisemulsiota. Lastuamisemulsio on yleisimmin käytetty lastuamisneste, jolla on hyvä jäähdytyskyky ja kohtalainen voitelukyky. Lastuamisemulsio on emulsioöljyn ja veden seos, jossa öljy on saatu sekoitettua pieniksi pisaroiksi veden joukkoon emulgointiaineiden avulla. (Maaranen 2012, 24.)

Ruuvikuljettimen runkoa, jota käytettiin tämän opinnäytetyön mittausten kohteena, jouduttiin siirtämään porattaessa kahdeksan kertaa. Runko on yksi suurimmista rungoista, joita konepaja valmistaa. Pienemmät ruuvikuljettimet ovat yleensä puolestaan pitkiä, joten kaikkia konepajan valmistamia kuljettimen runkoja joudutaan siirtämään vähintään kolme kertaa poraamisen yhteydessä.

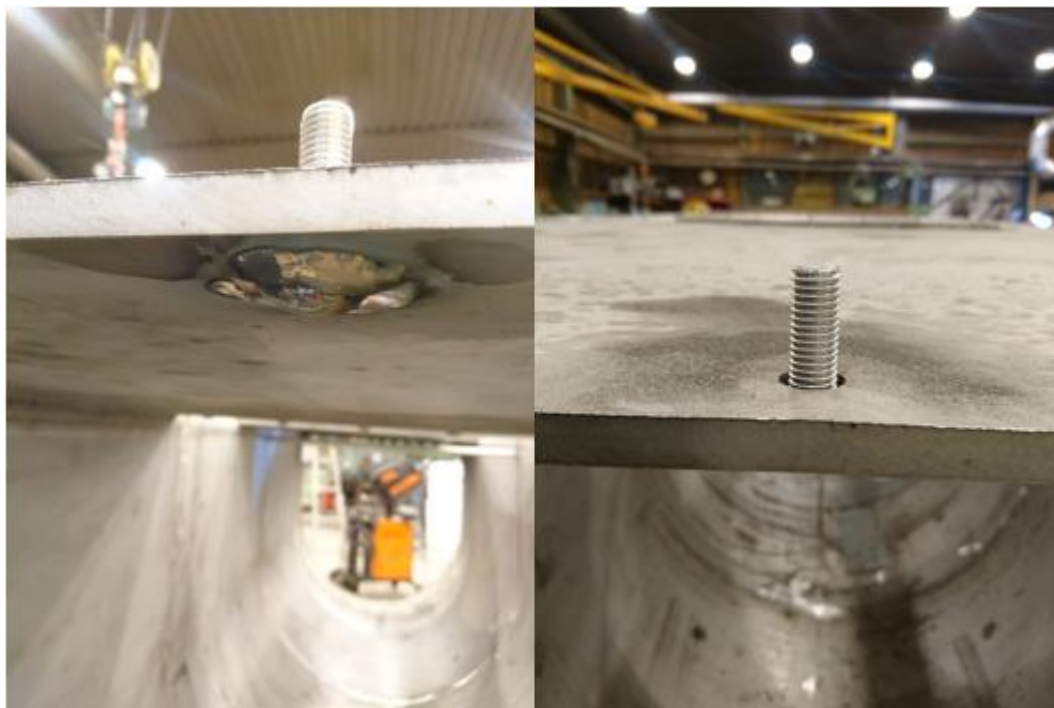
Valmistusvaiheen viimeinen siirto tehdään, kun porattu runko nostetaan säteisporakoneelta takaisin työpisteelle. Seuraavaksi rei'istä poistetaan porauksesta syntyneet purseet (Kuva 3.). Purseet haittaavat ruuvikuljettimen valmistusta myöhemmässä vaiheessa, joten ne on poistettava sekä reiän ylä- että alapinnalta. Purseen poistoon käytetään upotusporaa eli upotinta, koska se voidaan vaivattomasti kiinnittää akkuporakoneen istukkaan. (Keinänen & Kärkkäinen, 2009.) Tällä menetelmällä purseiden poisto on nopeaa ja tehokasta.



Kuva 3. Reiän alapuolinen purse.

Menetelmän viimeisessä vaiheessa väliosan reikiin asennetaan sähkösinkityt M12 lukkoruuvit. Lukkoruuvien asennus koostuu useasta eri työvaiheesta. Ensin väliosan pinta hiotaan puhtaaksi kulmahiomakoneella, jonka jälkeen lukkoruuvi asennetaan reikään vasaroimalla. Tämän jälkeen ensimmäinen sauma hitsataan ja siitä poistetaan kuona, jonka jälkeen hitsataan toinen sauma lukkoruuvin kannan ympärille (Kuva 4.). ”Kun puhutaan hitsauksesta, tarkoitetaan ensisijaisesti liitoshitsausta, ts. kahden tai

useamman perusmateriaalista valmistetun kappaleen yhteen liittämistä” (Penttinen. 2009, 90). Lopuksi suoritetaan kuonanpoisto kulmahiomakoneella. Lukkoruuvien hitsauksen takia väliosa voi vääristyä, jolloin se pitää suoristaa. Mittauksissa väliosa pysyi suorassa, joten suoristamiseen kulunutta aikaa ei pystytty mittaamaan.



Kuva 4. Väliosaan hitsattu lukkoruuvi.

3.2 Uuden menetelmän kuvaus

Reikien paikkojen merkitseminen suoritetaan samalla tavalla kuin vanhassa menetelmässä eli valmiiksi rei'itetyn kannen avulla reikien paikat merkitään pistepuikolla. Kun reikien paikat on merkitty, aloitetaan reikien teko hydraulisella lävistimellä (Kuva 5.). Myös hydraulisen lävistämisen jälkeen rei'istä tulee poistaa purseet upottimen avulla. Uutta menetelmää käytettäessä ruvikuljettimen runkoa ei tarvinnut siirtää missään vaiheessa.



Kuva 5. Lävistäjä käytössä ja reiän valmistuksesta jääneet osat.

Koekäytössä olevan hydraulisen lävistäjän suurin materiaalin lävistyspaksuus on 13 mm ja väliosan paksuus on 16 mm, joten lävistäjää ei voida käyttää siihen. Väliosaan hitsataan M12 ruuvitappi kaaritapitushitsauskonetta käyttäen. Hitsauskoneen pistooliin asetetaan M12 ruuvitappi ja tappiin suoja-aineena toimiva keraaminen kruunu (Kuva 6.). Kaaritapitushitsauksessa väliosaan ei kohdistu niin suurta lämpöä kuin lukkoruuvien hitsauksessa, joten väliosan vääristyminen voidaan poissulkea uuden hitsausmenetelmän osalta.



Kuva 6. Hitsattava kierretappi EN 1.4301 ja keraaminen kruunu.

M12 ruuvitapin kärjessä on kartiomainen napa, joka sijoitetaan väliosassa olevaan pistepuikon jättämään kuoppaan. Ennen liipaisimen painamista täytyy varmistaa, että ruuvitappi on kohtisuorassa rungon pintaan nähden. Tämä tehdään pistoolissa olevan vesivaa'an avulla (Kuva 7.).

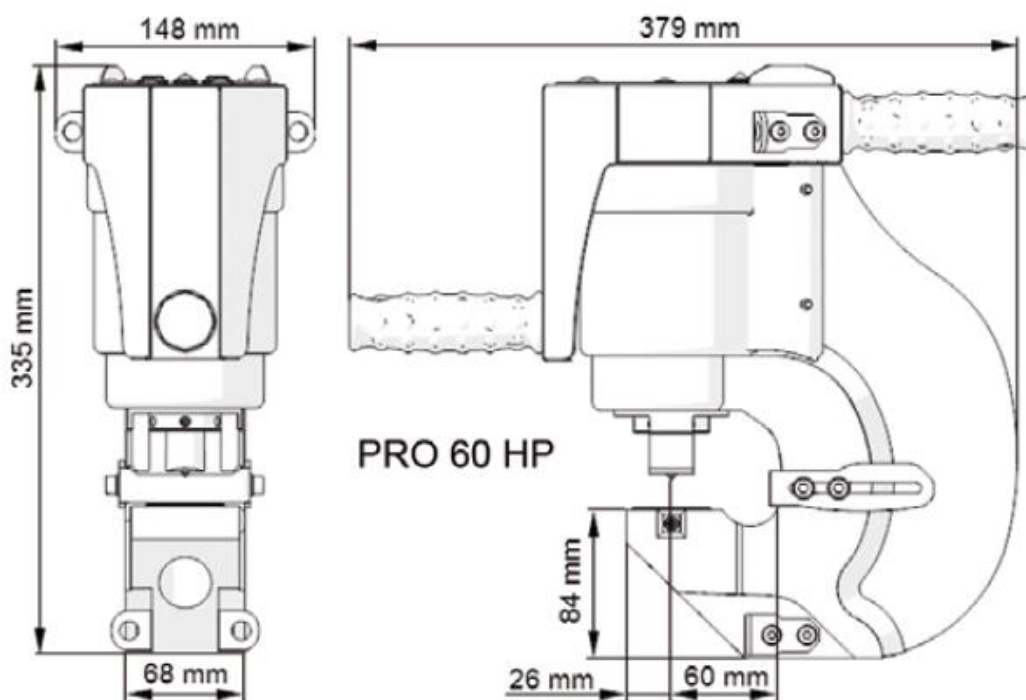


Kuva 7. Hitsauspistoolin vesivaaka.

4 HANKITTAVAT LAITTEET

4.1 Hydraulinen lävistäjä

Koekäyttöön saatu hydraulinen lävistäjä on Promotech Pro – 60 HP (Kuva 8.) ja hydraulikkayksikkönä on HPP 700/1.5. Laitteen toimittajana on Retco Oy, jonka kanssa toimeksiantaja on tehnyt yhteistyötä aiemminkin.



Kuva 8. Hydraulinen lävistäjä. (Retco Oy:n www-sivut 2017.)

Tämä hydraulinen lävistäjä valittiin koekäyttöön, koska laite on tarpeeksi kevyt käyttää ja toimittajan lupaama laitteen lävistysvoima on riittävä reikien valmistukseen. Toisena vaihtoehtona oli suurempi saman valmistajan lävistäjä, mutta kyseisen laitteen paino on 35 kg, joten suurempi laite koettiin liian painavaksi käyttää reikien teossa. Laitteeseen voidaan asentaa keventäjä, joka auttaa raskaan laitteen kannattelua, mutta keventäjän käyttö rajoittaa lävistäjän käyttöä työpisteellä.

Taulukko 1. Hydraulisen lävistäjän tuotetiedot (Retco Oy:n www-sivut 2017).

Kaksitoimisen Hydraulilävistimen Tekninen erittely	malli PRO 60 HP
Maks. kitasyvyys	60 mm
Maks. aukko	Ø 27 mm
Maks. pitkänomainen aukko	25 x 18 mm
Lävistysaika	5 sec
Maks. materiaalin ainevahvuus	13 mm
Lävistysvoima	35 tonnia
Käyttöpaine	700 bar
Paino	20 kg
Tuotekoodi	GLW-0522-10-00-00-1

Kuten yllä olevasta taulukosta huomataan, hydraulisen lävistäjän materiaalin maksimi ainevahvuus, johon lävistäjän kapasiteetti riittää on 13 mm. Ruuvikuljettimien yleisin käytetty ainevahvuus on 6 mm, joten laitteen kapasiteetti ei ylity. Yleisimmin käytetty materiaali on EN 1.4301 ruostumaton teräs, jonka murtolujuus on 520 – 700 N/mm². Materiaalin toimittajan kokeiden mukaan laskuissa käytettävän ruostumattoman teräksen murtolujuus on 635 N/mm². (Liite 1.)

Lujuuslaskujen avulla voidaan selvittää, onko hydraulinen lävistäjä PRO 60 HP soveltuva toimeksiantajan käyttämiin yleisimpiin materiaaleihin. Lävistyksessä on kysymys leikkausjännityksestä. Kappaleeseen vaikuttava leikkausrasitus synnyttää kappaleeseen leikkausjännitystä. Lävistyksessä on kysymys puhtaasta leikkauksesta. (Hietikko

2013, 110.) Levyn lävistämisessä, jossa leikkausjännitys $[\tau]$ on mitoituksessa hallitseva, oletetaan leikkausvoiman Q jakautuvan tasan leikkauspinnalle A eli $\tau = \frac{Q}{A}$ (Salmi & Pajunen 2010, 153.).

Nyt lasketaan EN 1.4301 ruostumattomalle teräslevylle, jonka paksuus on 6 mm, lävistyksen tarvittava voima. Levyn vetomurtolujuus on 635 N/mm^2 (Liite 1). Laskelmissa joudutaan käyttämään materiaalin leikkausmurtolujuutta. Koska materiaalille ei ole erikseen määritelty leikkausmurtolujuutta voidaan se arvioida kertomalla vetomurtolujuuden arvot kertoimella 0.6. (Hietikko 2013, 112.)

Lävistäjän suurin lävistys voima: $35000 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 343,4 \text{ kN}$

Levyn leikkausmurtolujuus: $\tau = 0,6 * 635 \text{ N/mm}^2 = 381 \text{ N/mm}^2$

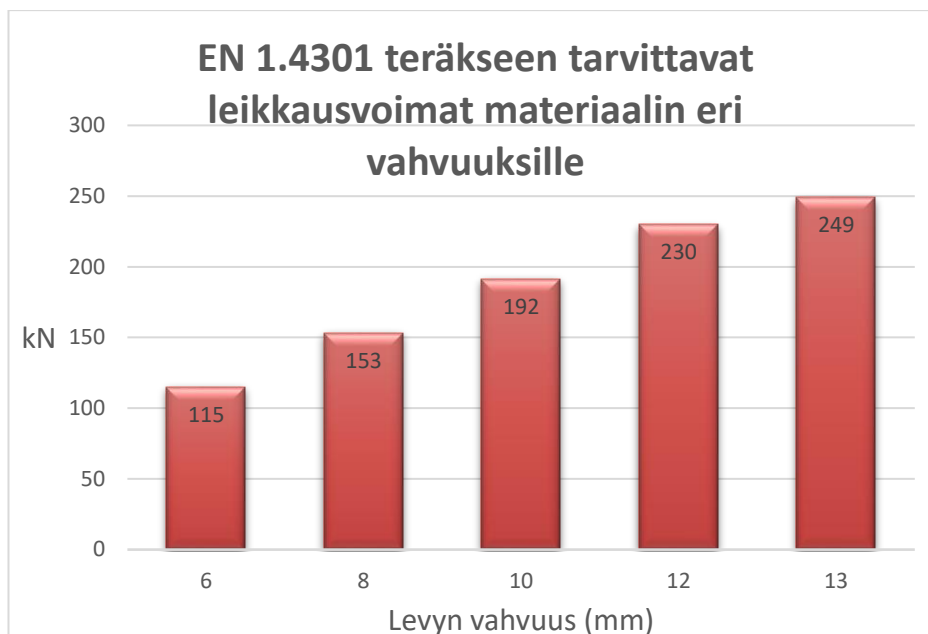
Levyn paksuus: $t = 6 \text{ mm}$

Hydraulisen lävistäjän pistimen halkaisija: $d = 16 \text{ mm}$

Laskuissa sovelletaan leikkausjännityksen kaavaa $\tau = \frac{Q}{A}$. Materiaalille tarvittava leikkausvoima Q saadaan lausekkeella $Q = \tau * A$. Levyn reiän reunan pinta-ala A lasketaan kaavalla $A = \pi * d * t$. Näin leikkausvoiman lausekkeeksi muodostuu $Q = \tau * \pi * d * t$.

$$Q = 381 \text{ N/mm}^2 * \pi * 16 \text{ mm} * 6 \text{ mm} = 114907 \text{ N} \approx 115 \text{ kN}$$

6 mm paksun levyn (EN 1.4301) lävistyksen tarvittava voima on 115 kN ja hydraulisen lävistäjän suurin voima on 343.4 kN, joten lävistäjä kelpaa ruuvikuljettimen rungon reikien lävistämiseen. Alla olevista kaavioista (Kaavio 1 ja 2) nähdään tarvittavat lävistysvoimat materiaalien eri vahvuuksiin.



Kaavio 1. Voimat laskettu lävistäjän pistimelle, jonka halkaisija on 16mm.

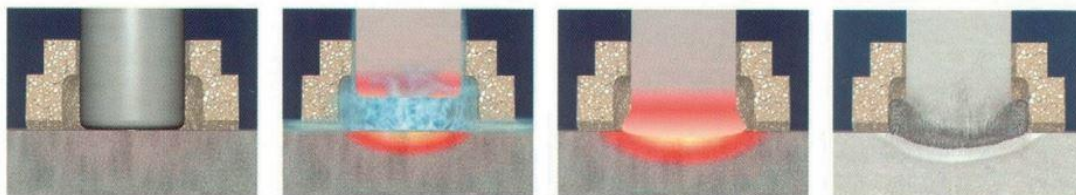


Kaavio 2. Voimat laskettu lävistäjän pistimelle, jonka halkaisija on 16mm.

Hydraulinen lävistäjä on periaatteessa pelkkä kaksitoiminen hydraulisylinteri, joka tarvitsee toimiakseen hydraulisen tehonsiirtojärjestelmän. Tehonsiirtojärjestelmä siirtää mekaanisesti tuotetun energian hydrauliseksi tehoksi. Hydraulisia järjestelmiä käytetään teollisuuden koneissa paljon niiden joustavuuden ja komponenttien hyvän tehonpaino-suhteen vuoksi. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 170.)

4.2 Kaaritapitushitsauskone

Tapitushitsaus on hitsausmenetelmä, jossa sytytetään tapin kärjen ja työkappaleen välille valokaari. Sekä tapin kärki että työkappaleen pinta sulavat, jolloin tappi voidaan painaa hitsisulaan ja katkaista hitsausvirta (Kuva 9.). Tapitushitsauksen käyttöä puoltaa siitä saatavan liitoksen luotettavuus, nopea tuotanto ja taustapuolen säilyminen joko täysin, tai ainakin lähestulkoon ehjänä. Tapitushitsauksessa on useita perusmateriaalivaihtoehtoja ja lisäksi se on menetelmänä helppo ja nopea oppia. (Retco Oy:n www-sivut 2017)



Kuva 9. Tapitushitsaus nostosytytyksellä käyttäen keraamista rengasta. (Retco Oy:n www-sivut 2017)

Kaaritapitushitsauskoneen virtalähteenä käytetään Köco 1805i merkkistä invertteriä (Kuva 10.). Hitsauspistoolina käytetään K22-pistoolia (Kuva 11.). Molemmat laitteet soveltuvat hitsausmenetelmään, jossa tapitushitsaus tapahtuu nostosytytyksellä keraamista rengasta käyttäen.



Kuva 10. Köco 1805i invertteri. (Retco Oy:n www-sivut 2017)



Kuva 11. Hitsauspistooli K22.

5 TUTKIMUSTULOKSET

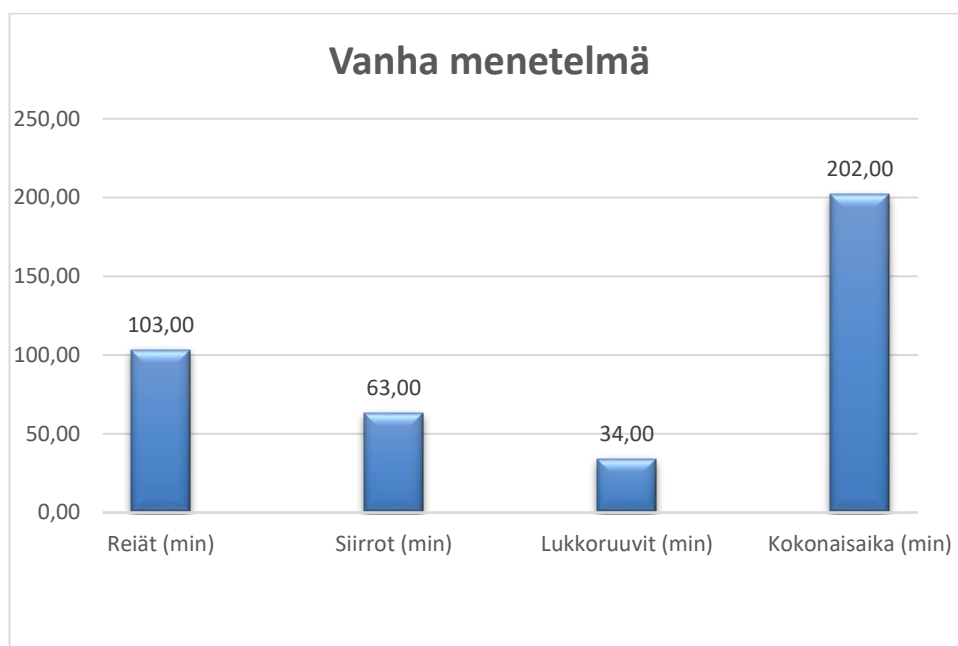
Tutkimuksissa selvitettiin molempiin valmistusmenetelmiin kulutettu aika ja huomiointiin työskentelyssä ilmeneviä puutteita ja kehitettäviä asioita. Lisäksi arvioitiin menetelmien tuottavuutta. Työturvallisuuden vaikuttavia asioita käydään läpi myöhemmin tässä työssä.

Tutkimukset on tehty mittaamalla kahden samanlaisen ruuvikuljettimen rungon reikien valmistusta kummallakin menetelmällä. Tutkittavat ruuvikuljettimien rungot eivät olleet materiaaliltaan tuotannossa yleisimmin käytettyä EN 1.4301 ruostumatonta terästä, jonka ainevahvuus on 6 mm, koska tuotannossa ei mittaushetkellä ollut valmistuksessa kahta samanlaista runkoa, jotka olisivat valmistettu kyseisestä materiaalista.

Tutkittavat rungot on valmistettu S 355 teräksestä, jonka ainevahvuus on 8 mm. Reikien halkaisija on 16 mm. Tutkimustuloksissa ei otettu huomioon reikien merkitsemistä eikä reikien purseiden poistoa, koska kummatkin toimenpiteet tehdään molemmissa menetelmissä ja niihin kuluu yhtä paljon aikaa menetelmästä huolimatta.

5.1 Vanhan menetelmän mittaustulokset

Vanhassa menetelmässä ruuvikuljettimen runkoon porattiin yhteensä 152 reikää. Tähän kului aikaa 104 minuuttia. Poraamisen aikana siirtoihin kulutettu aika oli 64 minuuttia. Porausvaiheen kokonaisaika oli 168 minuuttia. Porauksen jälkeen asennettiin lukkoruuvit. Lukkoruuvien asennukseen ja hitsaukseen aikaa kului 34 minuuttia. Vanhan menetelmän kokonaisaika oli 202 minuuttia. (Kaavio 3.)

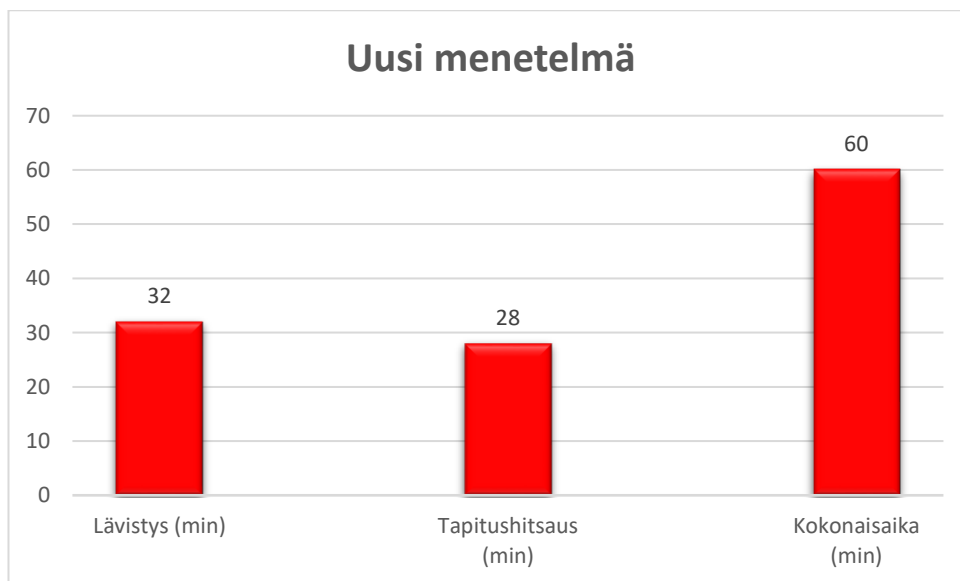


Kaavio 3. Vanhan menetelmän tulokset.

Ruuvikuljettimen rungon suuren koon vuoksi lukkoruuvien hitsaus voitiin suorittaa ilman rungon kääntämistä, koska hitsaaja kykeni hitsaamaan lukkoruuvit rungon sisällä. Lukkoruuveja hitsattiin 72 kappaletta.

5.2 Uuden menetelmän mittaustulokset

Tässä menetelmässä lävistettiin vain 80 reikää, koska hydraulinen lävistäjä ei voi lävistää väliosan reikiä. Väliosan paksuus on 16 mm ja lävistäjällä voi maksimissaan lävistää 13 mm paksua materiaalia. Hydraulisella lävistäjällä lävistettyjen reikien teko kesti 32 minuuttia. (Kaavio 4.)

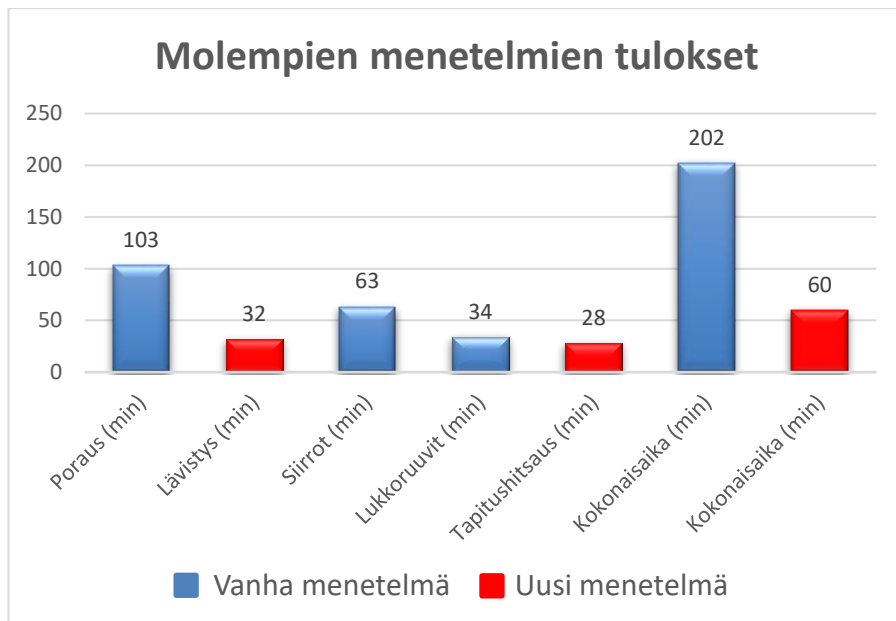


Kaavio 4. Uuden menetelmän tulokset.

Kaaritapitushitsauksella hitsattiin 72 kappaletta kierretappeja. Aikaa tapitushitsaukseen meni 28 minuuttia. Koska uudessa ruuvikuljettimen rungon valmistusmenetelmässä ei ole ylimääräisiä siirtoja, kokonaisajaksi tuli 60 minuuttia.

5.3 Mittaustulosten vertailu

Tutkimuksista käy ilmi, että uutta menetelmää käytettäessä aikaa kyseisiin työvaiheisiin kuluu huomattavasti vähemmän. Suurimpia syitä nopeampaan valmistukseen ovat ruuvikuljettimen rungon siirtojen pois jääminen sekä lävistämisen nopeus poraamiseen nähden. Vanhan menetelmän kokonaisaikaan vaikuttaa myös tarvittavien reikien suurempi lukumäärä (152 kpl) kuin uutta menetelmää käytettäessä (80 kpl). (Kaavio 5.)



Kaavio 5. Molempien menetelmien tulokset.

Kaaviosta 5. huomataan myös se, että hitsausmenetelmän valinnalla ei saavuteta merkittävää ajallista hyötyä. Uudessa menetelmässä on kuitenkin käytettävä kaaritapitushitsausta, koska väliosaan hydraulisella lävistäjällä ei voi reikiä valmistaa materiaalin vahvuudesta johtuen. Väliosan materiaalin vahvuus on 16mm.

6 TYÖTURVALLISUUS

Tässä kappaleessa tarkastellaan uuden ja vanhan menetelmän vaikutuksia työturvallisuuteen. Toimeksiantajalle on ensiarvoisen tärkeää noudattaa työturvallisuuslain mukaisia ohjeistuksia ja säädöksiä ja toimeksiantajalle onkin myönnetty OHSAS 18001 sertifikaatti (Raumaster Oy:n www-sivut 2017).

Työturvallisuutta määrittävistä ohjeistuksista keskeisin on työturvallisuuslaki. Työturvallisuuslain perimmäinen tarkoitus on turvata ja ylläpitää työntekijöiden työkykyä parantamalla työympäristöä ja työolosuhteita. Lisäksi lain avulla pyritään ennaltaehkäisemään työtapaturmia, ammattitautteja ja muita terveyshaittoja. (Saloheimo 2016, 29.)

Reikien valmistuksen kannalta uusi menetelmä on turvallisempi, koska vanhassa menetelmässä reiät valmistettiin poraamalla. Poraus on lastuavaa työstöä, jossa työturvallisuuden kannalta on otettava huomioon tiettyjä asioita. Pyörivään poranterään voi helposti tarttua rikkinäiset ja avonaiset hihansuut. Myös hiukset voivat sotkeutua poran istukkaan ja terään. Porauksen aikana syntyvät lastut voivat tarttua vaatteisiin tai suojakäsineisiin ja vetää mukaansa. (Maaranen 2012, 60 – 61.) Lävistämällä työkappaleesta irtoaa vain valmistettavan reiän kokoinen osa. Tämä osa tippuu valmistusmenetelmän ansiosta suoraan alaspäin eikä sinkoudu työntekijää päin tai muualle lähiympäristöön.

Hydraulisessa lävistyksessä riskinä on käden tai sormen joutuminen pistimen ja vastimen väliin. Kyseisessä mallissa lävistäjää joudutaan käyttämään kahdella kädellä, joten käden tai sormen puristuksiin joutumisen riski on erittäin pieni.

Uudessa menetelmässä ruuvikuljettimen runkoa ei jouduta siirtämään lainkaan, joten työvaiheesta jää suuri työturvallisuusriski kokonaan pois. Suuren rungon siirroissa esiintyy samanaikaisesti useita riskitekijöitä. Esimerkiksi ahtaissa tiloissa tapahtuva nosto edellyttää, että kaikki samassa tiloissa työskentelevät huomioivat meneillään olevan noston omassa toiminnassaan. Suuren kokonsa vuoksi runko joudutaan myös nostamaan korkealle tiloissa sijaitsevien esteiden yli pääsemiseksi. (Kuva 12.)



Kuva 12. Ruuvikuljettimen rungon siirto.

Vanhassa menetelmässä tarvittavien hitsaustapojen suurimpia ongelmakohtia olivat ergonomiset haasteet sekä materiaalin aiheuttamat ongelmat. Sinkittyjä lukkoruuveja hitsatessa ongelmaksi muodostuu hitsauksessa syntyvä sinkkioksidi, joka voi aiheuttaa sinkkikuumeen. Sen oireita ovat pahoinvointi, päänsärky ja kuume. (Helon kuumasinkitys Oy:n www-sivut 2017.) Vanhalla menetelmällä lukkoruuviin hitsaus joudutaan suorittamaan rungon sisäpuolelta, jolloin rungon koolla on suuri merkitys työergonomiaan. Pienemmissä rungoissa työskentelytila on ahdas ja hitsausasento jää tällöin väistämättä epäergonomiseksi. ”Työpisteen on TTurvL 24 §:n mukaan oltava rakenteeltaan ja varusteiltaan työntekijälle ergonomisesti sopiva. Tämän ohella työasentojen ja työliikkeiden, kuten käsin tehtävien nostojen ja siirtojen on lainkohdan mukaan oltava mahdollisimman turvallista.” (Saloheimo 2016, 102.)

Kaaritapitushitsauksessa hitsaustapahtuma suoritetaan rungon ulkopuolelta. Tällöin ruuvikuljettimen rungon koko ei vaikuta ergonomiaan. Ainoa riski uudessa menetelmässä on hitsaus suurten runkojen päällä. Putoamisvaara voidaan kuitenkin ennaltaehkäistä oikeanlaisilla telineillä.

7 TUOTTAVUUS

Tästä oppinnäytetyöstä on tehty kaksi eri versiota. Toinen versio on tarkoitettu vain toimeksiantajan omaan käyttöön sen sisältämien salassa pidettävien tietojen vuoksi. Julkisesta versiosta on tuottavuuslaskelmat ja kustannusarviot jätetty pois toimeksiantajan pyynnöstä.

8 UUDESSA MENETELMÄSSÄ HAVAITTUJA PUUTTEITA JA PARANNUSEHDOTUKSIA

8.1 Hydraulisen lävistäjän ongelmakohta

Hydraulisella lävistäjällä reikiä valmistettaessa huomattiin menetelmässä ongelma, jonka takia ruuvikuljettimen rungon kaikkia reikiä ei voitu valmistaa lävistämällä. Lävistämättä jäi kaksi reikää.

Ongelmaksi muodostui ruuvikuljettimen rungossa oleva tukirauta, joka oli liian lähellä lävistettävää reunaa (Kuva 13.). Tämän takia lävistämättä jääneet reiät jouduttiin valmistamaan poraamalla. Laskelmissa ei otettu tätä huomioon ja tekemättä jääneiden reikien valmistusaika arvioitiin sen mukaan, että myös poratut reiät olisi pystytty lävistämään.

Hydraulisen lävistäjän hyötyastetta voitaisiin kasvattaa ottamalla havaittu ongelma huomioon jo ruuvikuljettimen rungon suunnitteluvaiheessa. Suunnittelussa tukiraudat pitäisi suunnitella siten, että hydraulisella lävistäjällä olisi tarpeeksi tilaa lävistää kaikki tarvittavat reiät. Toinen mahdollisuus olisi tarkastella voidaanko ruuvikuljettimen runkoon tarvittavat reiät sijoitella niin, että ne pystytään tukirautoista huolimatta valmistamaan lävistämällä. Kummassakin muutoksessa tulee huomioida muutostyön vaikutus valmiin rungon toimintaan ja kapasiteettiin.

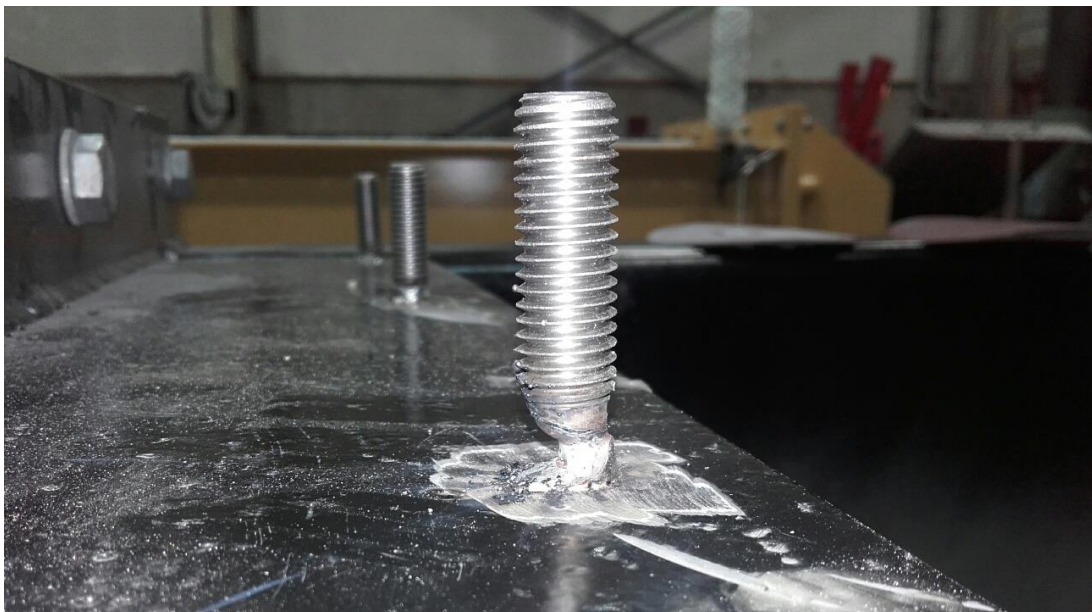


Kuva 13. Lävistyksen ongelmaksi osoittautunut tukirauta.

8.2 Kaaritapitushitsauksen ongelmakohta

Kaaritapitushitsauksessa oli ongelmana kierretapin kiinnittyminen materiaaliin. Kierretapin hitsausseama ei ollut vaatimusten mukainen. Osaan tapeista tuli roiskeita kierreosuudelle ja jotkut kierretapit sulivat liikaa (Kuva 14.).

Laitteiden toimittaja oli mukana selvittämässä ongelmien aiheuttajaa. Ongelman aiheuttajaksi osoittautuivat virheelliset hitsausarvot. Selvityksessä kävi myös ilmi, että kaaritapitushitsauskoneella hitsattaessa arvojen asettamiseen tulee kiinnittää erityistä tarkkuutta, sillä menetelmä on hyvin herkkä vähänkään virheellisille arvoille. Jatkossa virheellisiä säätöjä voitaisiin estää tarjoamalla henkilökunnalle riittävän kattava perehdytys kyseisen laitteen käyttöön ja säätöihin.



Kuva 14. Liikaa sulanut kierretappi.

9 POHDINTA

Opinnäyteyön tarkoituksena oli tarkastella, voidaanko ruuvikuljettimen rungon reikien valmistusmenetelmää optimoida tehokkaammaksi, turvallisemmaksi ja tuottavammaksi. Tutkimusten lähtökohtana oli vanha, käytössä oleva menetelmä ja sen valmistusprosessin tutkiminen mittauksin ja laskelmin. Lisäksi huomiotiin menetelmään liittyvät riskitekijät työturvallisuuden näkökulmasta.

Vanhan menetelmän tutkimustuloksia ja turvallisuusriskejä verrattiin uuteen, koekäyttöön saatuun laitteistoon ja menetelmään. Uuden menetelmän osalta tehtiin vastaavia mittauksia ja laskelmia sekä arvioitiin myös työturvallisuuden näkökulmasta menetelmän kannattavuutta.

Mittaustulokset osoittivat koekäyttöön otetun uuden menetelmän ajallisesti tehokkaammaksi kuin aiemmin käytetty menetelmä. Ajallinen hyöty saavutettiin osin siitä syystä, että suurten laitteiden siirtely valmistuksen aikana osoittautui uudella menetelmällä tarpeettomaksi. Tämä puolestaan lisäsi merkittävästi myös työturvallisuutta.

Uuden menetelmän käyttöönotto voidaan tutkimustulosten perusteella todeta kannattavaksi monesta näkökulmasta. Menetelmän lukuisista eduista huolimatta tutkimusten sekä koekäytön yhteydessä havaittiin muutamia seikkoja, joissa olisi kohennettavaa (Kuva 13 ja 14). Kyseiset ongelmakohdat ovat kuitenkin vältettävissä hyvällä suunnittelutyöllä ja perehdytyksellä. Kokonaisuutena arvioiden uuden menetelmän käyttöönotto osoittautui kannattavaksi ja ruuvikuljettimen rungon reikien valmistusta onnistuttiin uuden menetelmän avulla optimoimaan.

LÄHTEET

Retco Oy:n www-sivut. Viitattu 20.2.2017. <https://www.retco.fi>

Raumaster Oy:n www-sivut. Viitattu 22.2.2017. <https://www.raumaster.fi>

Maaranen, K. 2012. Koneistus. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Keinänen, T. & Kärkkäinen, P. 2009. Konetekniikan perusteet. Helsinki: WSOY Op-pimateriaalit Oy.

Penttinen, R. 2009. Hitsauksen materiaalioppi. Helsinki: Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r.y.

Keinänen, T. & Kärkkäinen, P. 2005. Automaatiojärjestelmien hydraulikka ja pneumaattikka. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Saloheimo, J. 2016. Työturvallisuus Perusteet, vastuu ja oikeusturva. 3. uud. p. Helsinki: TALENTUM PRO.

Hietikko, E. 2013. Palkki Lujuuslaskennan perusteet. 2. painos. Helsinki: BoD – Books of Demand.

Helon kuumasinkitys Oy:n www-sivut. Viitattu 27.3.2017 <https://www.helonkuumasinkitys.fi>



high performance stainless steel

CERTIFICATE - ZEUGNIS - CERTIFICAT

EN 10204-3.1

2388085-EN

Invoice No. Page
Rechnung Nr. Seite
N° de facture Page
6610/1000478449 1/1

Business Unit / OCM
Avesta Works / Johan Nordström

Date Datum Date
08-Aug-2016

Load, Ladung, Charge No
FI/137916

Acknowledged ID, Bestätigung, Commande ID
6610/300384172

Your ref, Ihre Ref., Votre ref 98/112820/		Requirements, Anforderungen, Exigences ASTM A 240M-16 ASME SEC II PART A SA-240/SA-240M 2015 EN 10088-2:2014 EN 10028-7:2007 AD 2000 W2, W10 & EN 10028-7 EN ISO 9444-2 / ASTM A480M												
Buyer, Besteller, Acheteur Raumaster Oy Norfamankatu 34 FI 26100, RAUMA FINLAND														
Consignee, Empfänger, Lieu de livraison Raumaster Oy, Varasto														
Mark of Manufacturer Zeichen des Lieferwerkes Signe de producteur outokumpu	Process Erschmelzungsart Mode de fusion E+AOD	Inspector's stamp Zeichen des Sachverständigen Poicon de l'expert AJA	Grade, Werkstoff, Nuance Outokumpu Core 304L/4307 TYPE 304 TYPE 304L 1.4301 1.4307											
Product, Erzeugnisform, Produit Stainless Steel Hot Rolled, Coil-Plate finish 1D, cut edge														
Line Reihe Ligne	Item Position Poste	Heat/Lot No Schmelz-Lot Nr Coulée n° - Lot No	Size Abmessungen Dimensions	Pieces Stückzahl Nombre	Quantity / Unit Menge / Einheit Quantité / Unité									
1	1	562906-003	6,00 X 2000 X 6000 mm	37	21010 KG									
Chemical composition - Chemische Zusammensetzung - Composition chimiques														
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ti	Nb	Cu	Co	N
Heat		.020	.32	1.15	.035	.001	18.10	8.06	.44	.004	.005	.36	.160	.059
Radioactive contamination check acc. IAEA recommendations: Approved														
Test results - Prüfergebnisse - Résultats des essais (1N/mm ² = 1 MPa) F = Front - Anfan - Début B = Back - Ende - Fin T = Transverse - Quer - Travers														
Test Ref	Temp	RP 0.2	RP 1.0	RM	A5	2"	HB							
	°C	N/MM2	N/MM2	N/MM2	%	%	HB							
Min	+20	230	260	520	45	40								
Max				700			201							
	F T	+20	313	367	635	57	57	183						
	B T		315	372	635	55	55	187						
Corrosion acc. ASTM A 262-E, EN ISO 3651-2A: Approved Heat treatment / Solution annealed: Material temp minimum 1040 °C / Quenched (forced air + water) Steel grade verification (PMI-spectroscopic): Approved Marking, visual insp. and gauge measurement: Approved Approved acc. AD 2000 Merkblatt W0 by TÜV NORD Systems with renouance of countersignment Certified acc. Pressure Equipment Directive (2014/68/EU) by TÜV CERT-Certification body for pressure equipment of the TÜV NORD Systems; notified body, reg-no. 0045.														

Outokumpu Stainless AB Telephone: + 46 (0)226 811 73
Business Unit Special Coil Fax: + 46 (0)226 816 46
BOX 74, S-774 22 AVESTA V.A.T no. SE556001674801
SWEDEN
Regoffice: Stockholm SWEDEN, Regno: 556001-8748

This material is found to comply with order requirements

Mats Hjelm

Mats Hjelm
Authorized Inspector

