



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

RULLASTON RUNKOJEN HITSAUSPROSESSIN UUDELLEENSUUNNITTELU

TEKIJÄ/T: Niko Hirvonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) <u>Niko</u> Christian Hirvonen	
Työn nimi Rullaston runkojen hitsausprosessin uudelleensuunnittelu	
Päiväys	21.4.2015
Sivumäärä/Liitteet	36/2
Ohjaaja(t) projekti-insinööri Kari Solehmainen, projekti-insinööri Aku Tuunainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Ratesteel Oy/ menetelmäsuunnittelija Markus Kauppinen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin vieremäläiselle Ratesteel Oy:lle. Aihe oli tullut yrityksen puolelta Savonia-ammattikorkeakoululle tehtäväksi ja työ oli osa Savonia-ammattikorkeakoulun HIKI-nimistä yhteistyöhanketta, jonka tavoitteena oli parantamaan ennen kaikkea hitsauksen laadunvalvontaa ja tuotantotehokkuutta. Opinnäytetyön aiheena oli rullaston runkojen hitsausprosessin uudelleensuunnittelu. Rullasto kuuluu metsäkoneyhtiö Ponssen valmistamaan harvesteripäähän, joka on metsäkoneen puomin tarttujassa oleva osa ja jonka tehtävänä on liikuttaa ja pitää paikallaan puun runkoa sitä katkaistaessa. Rullaston runko pitää sisällään mm. moottorin ja rullan.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä oli tarkoitus suunnitella rullaston rungoille hitsauskiinnitinmenetelmä, jolla rullaston rungot saataisiin hitsattua ja käsiteltyä koko hitsausprosessin aikana alusta loppuun robotilla. Tämä uusi kiinnitinmenetelmä tullaan ottamaan käyttöön uudessa robottihitsaussolussa, johon kuuluu hitsausrobotti ja kappaleenkäsittelijärobotti. Aikaisemmin rullaston runkotuotteet on hitsattu alusta loppuun käsin.</p> <p>Työn teoriaosuudessa tutustutaan teollisuusrobottien toimintaperiaatteeseen, hitsauksen peruskäsitteisiin ja kiinnintekniikkaan. Työosuudessa perehdytään rullaston runko-tuoteperheeseen ja kiinnittimien suunnitteluun sekä tulevan hitsaussolun toimintaan. Kiinnittimien suunnittelussa käytettiin Solid Works 3D-suunnitteluohjelmaa.</p> <p>Kaikki opinnäytetyön tulokset luovutetaan Ratesteel Oy:lle. Tulokset pitävät sisällään 3D-mallit hitsauskiinnittimien ja paletin sekä kiinnittimien osien valmistukseen tarvittavat työ kuvat ja hitsauskoonpanokuvat paletista. Saadut tuotokset luovutettiin Ratesteel Oy:n käyttöön.</p>	
Avainsanat hitsauskiinnitin, hitsaus, robotti, suunnittelu	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) <u>Niko</u> Christian Hirvonen			
Title of Thesis Re-Design of the Welding Process of Roller Bodies			
Date	April 21, 2015	Pages/Appendices	36/2
Supervisor(s) Mr Kari Solehmainen, Project Engineer, Mr Aku Tuunainen, Project Engineer			
Client Organisation /Partners Ratesteel Oy, Mr Markus Kauppinen, Method Designer			
<p>Abstract</p> <p>This final year project commissioned by a company called Ratesteel Oy located in Vieremä. The subject was based on a joint project called HIKI and conducted in co-operation by Savonia University of Applied Sciences and companies located near Kuopio. The aim of this collaboration was to improve the quality control of welding and the efficiency of production. The project focuses on the re-design of the welding process of roller bodies.</p> <p>The rollers belong to a harvester head manufactured by the forestry company Ponsse. The roller is part of a gripper in forestry spar and its task is to move and hold a tree trunk when the gripper is cutting it.</p> <p>The main objective in this thesis was to design a welding clamp system to roller bodies so that they could be welded and handled with a robot during the entire welding process. This new welding clamp system is to be introduced in a new robot welding cell which consists of a piece handler robot and a welding robot. Earlier the roller body products were welded manually. First, the principles of industrial robots and the basic concepts of welding and clamp technique were studied. Then, the specification of all the roller body products were examined and designing of welding clamps and the function of robot welding cell were studied. SolidWorks3D-program was used in the designing process.</p> <p>The results of this project include 3D-models and drawings of the welding clamp system. All the results of this thesis will be given to the company.</p>			
Keywords welding clamp, welding, robot, designing			
public			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	RATESTEEL OY.....	7
3	TEOLLISUUSROBOTIT	8
3.1	Robotiikka	8
3.2	Robottijärjestelmä.....	9
3.3	Kiertyvänivelinen robotti	10
3.4	Robottisovelluksia	11
4	HITSAUS.....	12
4.1	Hitsausmuodonmuutokset rakenteissa	12
4.1.2	Pitkittäiset muodonmuutokset.....	13
4.1.3	Poikittaiset muodonmuutokset.....	13
4.2	MIG/MAG-hitsaus	14
4.3	Hitsausautomaatio ja robottihitsaus	14
5	KIINNITINTEKNIikka	15
5.1	Hitsauskiinnitin	15
5.2	Hitsauskiinnittimen vaatimuksia.....	15
5.3	Nollapistekiinnitys	16
6	RULLASTON RUNGOT	17
6.1	Hitsattavat tuotteet	17
6.2	Ryhmät	17
6.2.1	Ryhmä 1.....	17
6.2.2	Ryhmä 2.....	18
6.2.3	Ryhmä 3.....	20
6.2.4	Ryhmä 4.....	21
7	HITSAUSKIINNITTIMIEN JA PALETIN SUUNNITTELU	22
7.1	Vaihtoehtoiset ratkaisut	22
7.1.1	Kolmileukatarttuja	22
7.1.2	Hitsausjigi.....	23
7.2	Hitsauskiinnittimet tuotteille	24
7.2.1	Kiinnitin ryhmän 1 tuotteille.....	24
7.2.2	Kiinnitin ryhmän 2 tuotteille.....	25

7.2.3	Kiinnitin ryhmän 3 tuotteille.....	26
7.2.4	Kiinnitin ryhmän 4 tuotteille.....	27
7.3	Orsi	28
7.4	Paletti	29
8	TUOTTEIDEN VALMISTUSPROSESSIN VAIHEET JA ROBOTTIHITSAUSSOLU	32
8.1	Tuotteiden valmistusprosessin vaiheet	32
8.2	Robottihitsaussolu	33
9	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET	36

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö liittyy robottisolun toiminnalliseen kokonaisuuteen ja hitsattavien kappaleiden hitsauskiinnittimien suunnitteluun. Työn tarkoituksena on parantaa tuotteiden valmistustehokkuutta ja joustavuutta yrityksen kannalta.

Tässä opinnäytetyössä syvennytään tarkemmin erään hitsattavan osan kappaleenkäsittelyyn eli rullaston runkoon. Rullasto kuuluu Ponssen valmistamaan harvesteripäähän, joka on metsäkoneen puomin tarttujassa oleva osa jonka tehtävänä on liikuttaa ja pitää paikallaan puun runkoa sitä katkaistaessa. Rullaston runkoon kuuluvat mm. moottori ja rulla. Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus kehittää rullaston rungoille sopiva hitsauskiinnitinmenetelmä, jotta rullaston rungot voidaan hitsata käytännössä kokonaan robotilla. Ennen rullaston rungot on jouduttu hitsaamaan käsin alusta loppuun. Rullaston runkotuotteita on yhteensä 12 kappaletta, jotka kaikki on tarkoitus saada hitsattua robotilla.

Tämän opinnäytetyöprojektin tilaajana on Ratesteel Oy Vieremältä. Aihe on saatu yrityksen puolelta Savonia-ammattikorkeakoulun tehtäväksi ja aiheen perustana on myös HIKI-niminen yhteistyöhanke Savonia-ammattikorkeakoulun ja lähialueiden teollisuusyritysten välillä, jossa pyritään parantamaan mm. hitsauksen laadunvalvontaa ja tuotantotehokkuutta.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa tutustutaan robotiikkaan, hitsaukseen ja kiinnitintekniikkaan. Työosuudessa käydään läpi rullaston runko-tuoteperheen ominaisuuksia ja hitsauskiinnittimien suunnittelua sekä tuotteiden vaiheita hitsausprosessin aikana.

2 RATESTEEL OY

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja ja asiakasyritys on Ratesteel Oy Vieremältä. Yritys on perustettu vuonna 1998 ja se on keskittynyt teräsrakenteiden hitsaukseen. Ratesteel Oy muutti uusiin toimitiloihin vuonna 2006 ja viimeisin toimitilalaajennus valmistui vuonna 2009. Yrityksen toimitilat sijaitsevat Vieremällä, jossa samassa osoitteessa työskentelee yrityksen hallinto- ja tuotantohenkilöstö. Tällä hetkellä yritys työllistää n. 40 henkilöä.

Ratesteel Oy:n toimialana ovat alihankintana tehtävät hitsaus, pintakäsittely, manuaalikoneistus ja kokoonpanotyöt. Tärkein toimiala on hitsaus, jossa yritys hyödyntää myös automatisoitua hitsaustuotantoa. Muita Ratesteel Oy:n tarjoamia palveluja ovat suunnittelupalvelut, tuotanto- ja logistiikkapalvelut sekä kehittäminen ja modernisointi.

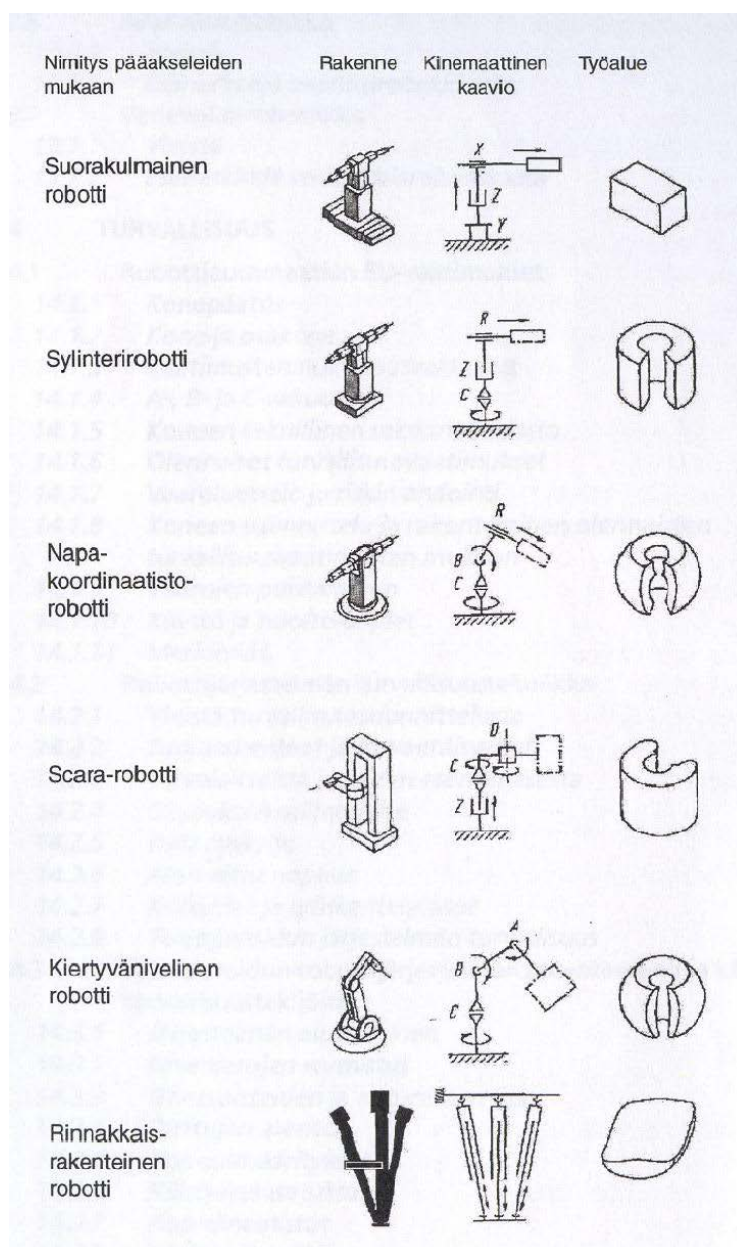
Ratesteel Oy:n panostaa henkilöstön ja automaation kehittämiseen. Yrityksen toimintaperiaatteena on kehittyä jatkuvasti tuotannollisesti ja taloudellisesti ja muuntautua joustavasti asiakkaiden tarpeisiin. Yritys osallistuu aktiivisesti kehittämishankkeisiin, joista tällä hetkellä käynnissä olevan HIKI-kehittämishankkeen perusteella tämä opinnäytetyön aihe on saatu tehtäväksi.

3 TEOLLISUUSROBOTIT

Tässä luvussa tutustutaan teollisuusrobottien eri tyyppeihin ja toimintamalleihin. Teollisuusrobotteja käytetään yleisesti nykypäivänä kappaleenkäsittely-, kokoonpano- ja hitsaustyötehtävissä. Robotit soveltuvat hyvin yksinkertaisiin ja toistuviin työvaiheisiin ja niiden käyttö säästää myös työvoimakustannuksissa.

3.1 Robotiikka

Eri robottimallit on rakenteensa mukaan määritelty standardissa ISO 8373. Yleisimmät robottien rakenteet on esitetty alla olevassa kuvassa 1. Näiden lisäksi on olemassa paljon erilaisia moninivelisiä käsivarsirobotteja sekä erikoisrobottisovelluksia. (Kuivanen 1999, 12 - 14.)



KUVA 1. Rakenne-esimerkkejä yleisimmistä robottityypeistä (Kuivanen 1999, 12.)

Kansainvälisen robottiyhdistyksen määritelmän mukaan robotti on uudelleen ohjelmoitavissa oleva, vähintään kolminivelinen laite, jota voidaan käyttää kappaleiden, osien, työkalujen tai erikoislaitteiden liikuttamiseen. Uudelleenohjelmoitavuus on olennaista robotin toiminnassa, mutta nykyaikaisissa robottisovelluksissa robotit saavat liikeratatietonsa myös mm. antureista ja käsiteltävien tuotteiden suunnittelutiedoista ja ympäristömalleista. Periaatteeltaan teollisuusrobotit ovat mekaanisia koneita, jotka pystyvät omatoimisesti siirtämään työkalun kiinnityslaippaansa halutulla tavalla. (Kuivanen 1999, 12 - 13.)

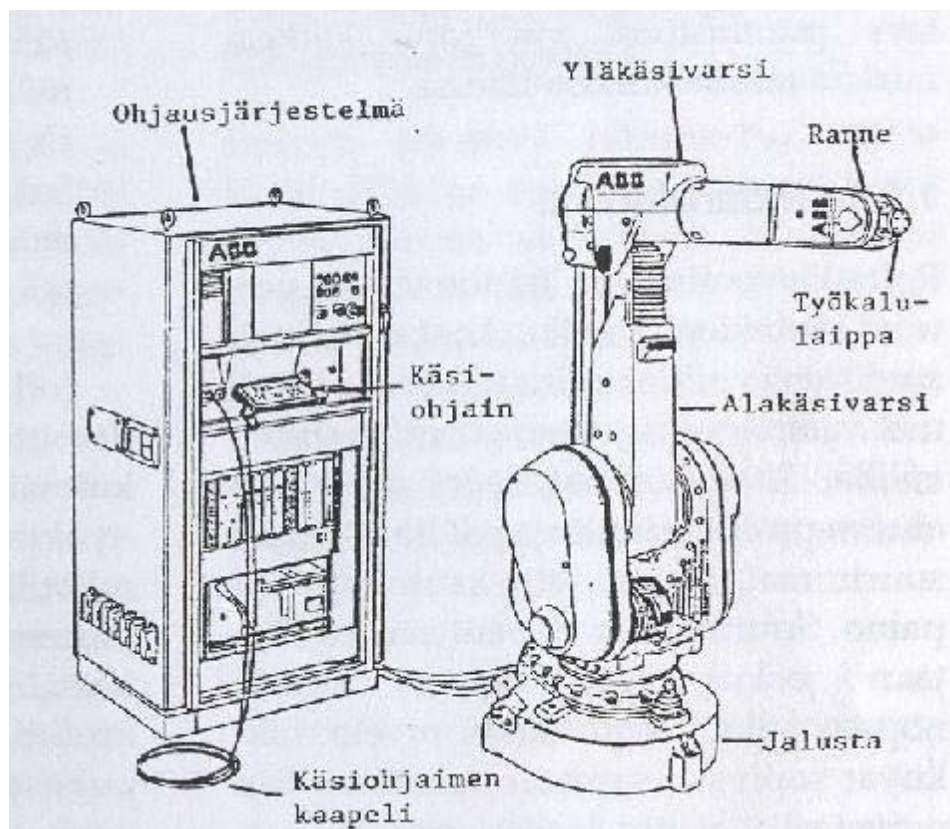
3.2 Robottijärjestelmä

Robottijärjestelmä koostuu monista eri komponenteista. Näistä tärkein osa on robotin ohjausjärjestelmä, joka on hyvin monimutkainen ja teknisesti haastava toteuttaa. Usein ohjausjärjestelmä on teollisuusrobottiyksikön kallein osa. Ohjausjärjestelmän tehtävänä on välittää halutut liikekäskyt robotin nivelille tietotekniikan avulla. Tästä syystä teollisuusrobotit sisältävät hyvin paljon kaapelointia ja sähköisiä kanavoiteja, jotka kulkevat eri nivelten läpi aina robotin käsivarren päähän saakka. (Kuivanen 1999, 15 - 16.)

Robotin mekaaniset rakenteet koostuvat tukivarsista, joista kaksi liikkuu toistensa suhteen joko tietyn suoran suunnassa tai suoran ympäri. Tätä liikkuvaa akselia kutsutaan niveleksi. Robotin nivelet on nimetty vapausasteiksi (DOF, Degree of Freedom) joita on teollisuusroboteissa kahdenlaisia, kiertyviä tai suoraa. Normaalisti yhtä niveltä kohti on yleensä yksi toimilaitte, esimerkiksi moottori tai sylinteri. Kun yhteen niveleen on liitetty kaksi toimilaitetta, tätä kutsutaan differentiaaliranteeksi. Kaksi toimilaitetta vaaditaan, jotta robotin nivel pystyy toteuttamaan vapausasteelta vaaditut liikkeet. (Kuivanen 1999, 15 - 16.)

Teollisuusrobotit voidaan jakaa mekaanisten ominaisuuksien perusteella kahteen ryhmään, avoimeen kinemaattiseen rakenteeseen ja suljettuun kinemaattiseen rakenteeseen. Avoimessa kinemaattisessa rakenteessa robotin tukivarret liitetään toisiinsa nivelillä ja suljetussa kinemaattisessa rakenteessa tukivarret on kytketty rinnakkain. Suljetun kinemaattisen rakenteen etuna on keveys ja kestävyys verrattuna avoimeen kinemaattiseen rakenteeseen. (Kuivanen 1999, 15 - 16.)

Teollisuusroboteissa käsivarren päässä on ranne, jonka päähän varsinainen työlaite kiinnitetään. Työlaite voi olla esimerkiksi tarttuja, kappaleenkäsittelijä tai hitsauspoltin. Robotit ovat nykypäivänä hyvin monipuolisesti varusteltavissa eri työtehtäviin. Robotin muita osia ovat tarvittavat kaapeloinnit, anturit ja oheislaitteet. Alla olevassa kuvassa on nähtävissä teollisuusrobotti eri osineen. (Kuivanen 1999, 15 - 16.)



KUVA 2. Teollisuusrobotti ja sen yleisimmät komponentit (Kuivanen 1999, 13.)

3.3 Kiertyvänivelinen robotti

Kiertyvänivelinen robotti on nykypäivän teollisuudessa yleisin robottityyppi. Kiertyvänivelisellä robotilla kyetään parhaiten suorittamaan ihmisen käden liikkeen tapaiset toiminnot. Tämä edellyttää robotin mekaaniselta rakenteelta kuutta vapausastetta ja vähintään kolmen niistä täytyy olla kiertyviä vapausasteita. (Kuivanen 1999, 16 - 18.)

Hitsausteollisuudessa yleisin käytetty robotti on kuusivapausasteinen kiertyvänivelinen robotti. Kiertyvänivelisen robotin etuja hitsaustarkoituksessa ovat monipuolisuus ja hyvä hitsausulottuvuus. (ABB Oy.)



KUVA 3. 6-akselinen kiertyvänivelinen KUKA - teollisuusrobotti (KUKA Roboter GmbH.)

3.4 Robottisovelluksia

Vuonna 1996 Valmet Voimansiirto Oy hankki robottihitsausaseman, jolla vaihteistokoteloiden hitsaus toteutettiin kaarihitsausrobotilla. Tässä uudessa sovelluksessa oli haasteensa. Vaihteistokoteloiden rakenteiden mittaepätarkkuuden vaihtelut olivat suuria, mutta tämä ongelma pystyttiin selvittämään hitsausrillonhauulla ja seurannalla. Hitsausrobotiasema on varustettu kuudella vapausasteella olevalla hitsausrobotilla, joka on kiinnitetty 3-akseliseen portaaliin. Lisäksi hitsausrobotin apuna toimii kappaleenkäsittelijänä kaksi 2-akselista pyörityspöytää. Tällöin asemassa on 13 erillistä servo-ohjattua akselia. (Kuivanen 1999, 120.)

Toisena esimerkkinä on levyreikien robotisoitu senkkaus. Mecanova Oy on toteuttanut robottiaseman yhdellä 6-akselisella Motoman SK16 – robotilla, joka kykenee käsittelemään 16 kg:n kappaleita. Robotti nostaa alipainetarraimen avulla työstettävät levyt työpöydälle, jossa itse senkkaus tapahtuu. Robotissa on työkalun vaihtojärjestelmä, jonka avulla tarrain voidaan vaihtaa senkkauksessa tarvittavaan erikoistyökaluun. (Kuivanen 1999, 123 - 124.)

Muita yleisiä teollisuudessa käytettäviä robottisovelluksia ovat esimerkiksi lasertyöstösovellukset, kappaleenkäsittely- ja palvelurobotit (Kuivanen 1999, 120 - 132).

4 HITSAUS

Termillä hitsaus tarkoitetaan osien liittämistä toisiinsa käyttämällä hyväksi lämpöä ja/tai puristusta siten, että osat muodostavat keskenään jatkuvan yhdeyden. Hitsauksessa käytetään monesti apuna lisäainetta, jonka sulamispiste on suunnilleen sama kuin liitettävien osien perusaineen sulamispiste. Hitsauksessa tarvittavan lämmön tuottaa hitsausvirtalähde, joka välittyy sähköisen valokaaren avulla hitsattavaan kappaleeseen. Tätä valokaareen perustuvaa hitsausta kutsutaan kaarihitsaukseksi. Valokaaren avulla pystytään pelkästään liittämään myös hitsattavia osia toisiinsa sulattamalla. Tätä menetelmää kutsutaan TIG-hitsaukseksi. (Lukkari 2002, 11 - 61.)

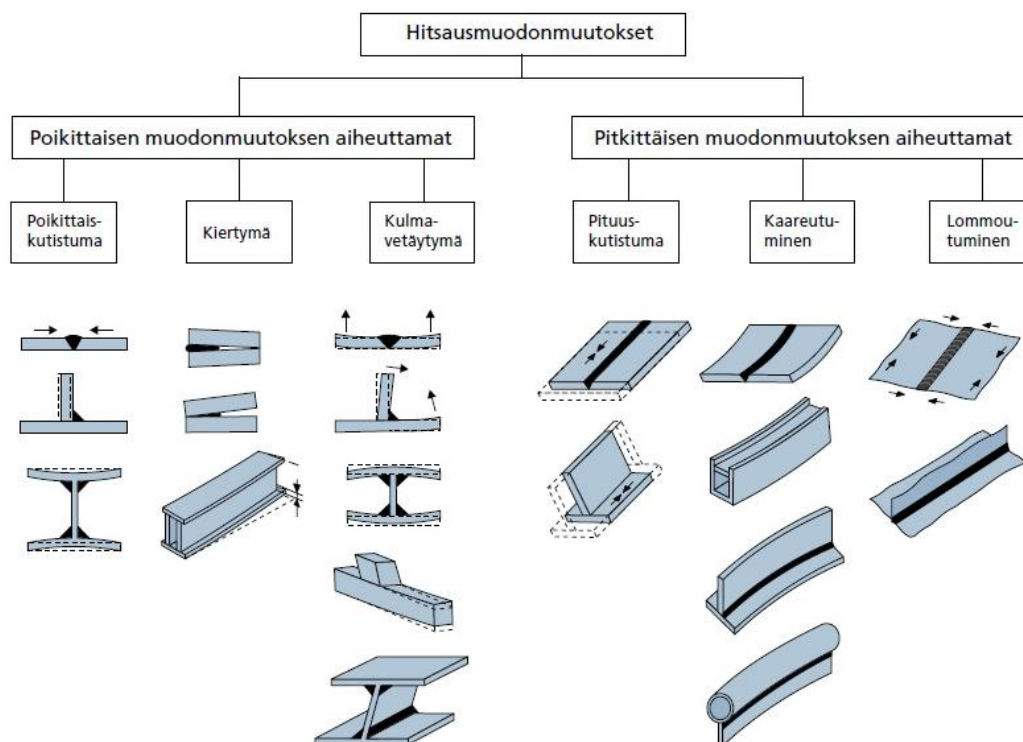
Yleensä hitsaus toteutetaan MIG/MAG-hitsauksella lisäaineen kanssa, jossa lisäainelanka syötetään hitsauspistoolin läpi langansyöttölaitteistolla. Hitsauksessa lisäaine voidaan syöttää myös käsin, tätä menetelmää kutsutaan puikkohitsaukseksi. (Kemppi Oy.)

Hitsauksessa hitsisulaa on suojattava hapettumiselta ja ympäröivän ilman vaikutuksilta, jotta hitsistä tulisi kestävä. Hitsauksessa käytettävän suojakaasun tai kuona-aineen tehtävänä on suojata hitsisulaa. MIG/MAG-hitsauksessa suojakaasu syötetään hitsauspolttimon kautta ja puikkohitsauksessa puikko on päällystetty materiaalilla, joka synnyttää hitsisulan päälle suojakaasua ja hitsauskuonaa. (Lukkari 2002, 11 - 61.)

Yleisimpiä hitsattavia materiaaleja ovat metallit, mutta myös muoveja voidaan hitsata sulattamalla niitä toisiinsa joko kuumaa ilmaa tai sähkövastusta apuna käyttäen (Kemppi Oy).

4.1 Hitsausmuodonmuutokset rakenteissa

Hitsaus aiheuttaa kappaleissa korkeita lämpötilojen nousuja, mikä johtaa kappaleiden materiaalin laajenemiseen. Esimerkiksi kumentuessaan hitsattava teräs ei pääse laajenemaan vapaasti, vaan tyssäytyy. Jäähdyessään hitsauksen jälkeen laajentunut kappale pyrkii pienenemään, mikä aiheuttaa vetojännityksiä hitsiin ja sen lähiympäristöön. Näistä jäännösjännityksistä syntyneet hitsausmuodonmuutokset jaetaan kahteen ryhmään, pitkittäisiin- ja poikittäisiin muodonmuutoksiin. (Ovakon terästen hitsaus, 16 - 17.)



KUVA 4. Hitsausmuodonmuutokset (Lepola ja Makkonen 2005, 356.)

4.1.2 Pitkittäiset muodonmuutokset

Pitkittäisiä muodonmuutoksia ovat pituuskutistuma, kaareutuminen ja lommoutuminen.

Pituussuuntaista kutistumaa voidaan estää seuraavilla toimenpiteillä (Ovakon terästen hitsaus, 16 - 17.) ;

- pienentämällä lämmöntuontia
- monipalkohitsauksella
- katkohitsauksella
- hitsien symmetrisellä sijoittelulla
- sillotussuunta valitsemalla reunoilta keskelle

4.1.3 Poikittaiset muodonmuutokset

Poikittaisia muodonmuutoksia ovat poikittaiskutistuma, kiertymä ja kulmavetäytyminen. Poikittaisia muodonmuutoksia voidaan estää seuraavilla toimenpiteillä (Ovakon terästen hitsaus, 16 - 17.) ;

- pienentämällä lämmöntuontia
- välttämällä ylisuuria pienahitsejä
- käyttämällä hitsauskiinnittimiä
- suunnittelemalla hitsattava rakenne järkeväksi, esimerkiksi käyttämällä mieluiten X-railoa ja molemminpuolinen hitsaus.

Kiertymää ja kulmavetäytymistä voidaan puolestaan ehkäistä hitsauskiinnittimillä, pienentämällä lämmöntuontia, railovalinnoilla ja rakenteen suunnittelulla (Ovakon terästen hitsaus, 16 - 17).

4.2 MIG/MAG-hitsaus

MIG/MAG-hitsausprosessi on kaasukaarihitsausta, jossa valokaari palaa suojakaasun ympäröimänä hitsauslangan ja työkappaleen välillä. Hitsausvirtalähde tuottaa hitsausvirran ja saa aikaan valokaaren. Valokaarella sulatetaan hitsattava materiaali ja lisäainelanka, jolloin muodostuu hitsisula. Hitsauspistoolin lävitse syötetään hitsauksen aikana langansyöttölaitteiston avulla lisäainelankaa ja samalla myös johdetaan suojakaasua hitsauspistoolin kautta hitsiin. (Lukkari 2002, 159.)

Lyhenne MIG-hitsaus on johdettu sanoista Metal Inert Gas Welding. MIG-hitsausprosessissa käytetään inerttiä suojakaasua, jolloin suojakaasu ei reagoi hitsisulan kanssa. Lyhenne MAG-hitsaus puolestaan on johdettu sanoista Metal Active Gas Welding. Käytettävä suojakaasu on aktiivista ja aktiivinen suojakaasu reagoi hitsisulan kanssa. Aktiivinen suojakaasu sisältää hapettavia ainesosia eli hiilidioksidia ja happea. MAG-hitsaus on paljon yleisempää kuin MIG-hitsaus, koska MAG-hitsausta käytetään terästen hitsaukseen ja MIG-hitsausta ei-rautametallien hitsaukseen. (Lukkari 2002, 197 - 204.)

4.3 Hitsausautomaatio ja robottihitsaus

Hitsauksen mekanisointi on jaettu neljään tasoon sen mukaan, kuinka suuri osa hitsauksen eri työvaiheista on tehty mekaanisen hitsauslaitteen avulla. Nämä luokat ovat käsinhitsaus, puoliautomaattinen hitsaus, mekanisoitu- ja automaattinen hitsaus. Hitsausrobotiikka on pitkälle vietyä hitsauksen mekanisointia ja automatisointia. Ennalta laaditun ohjelman avulla määritetään robotin hitsauspään kuljetusliikkeet ja koko hitsausprosessin ohjaus. Robotin etuna hitsaustarkoituksessa on uudelleen ohjelmoitavuus erilaisiin työkohteisiin. (Kemppi Oy.)

Hitsauksen automatisoinnilla saavutetaan parempaa hitsaustyön tuottavuutta, suurempaa tuotantokapasiteettia, tasaisempaa laatua ja kustannustehokkuutta. Automatisointi vaatii paljon resursseja yritykseltä ja kustannusrakenne painottuu hankinnan alkupäähän. Tarvittavat laitteistot ovat kallis investointi, lisäksi tarvitaan testausta ja käyttäjien koulutusta. Hitsaustyön robotisointi on syytä tällöin suunnitella hyvin perusteellisesti etukäteen ennen hankintoja. (Kemppi Oy.)

Robotisoiuhitsaus soveltuu parhaiten tuotteille, joissa on paljon hitsejä moneen eri suuntaa, hitsit ovat lyhyitä ja hitsattavat pinnat kaarevia. Robottihitsauksella pystytään suorittamaan nykyaikaisen teknologian ansiosta hyvin kustannustehokkaasti tuotteiden erilaisten sarjamäärien hitsaus, jopa yksittäiskappaleista suurempiin sarjaeriin. Robottihitsausaseman varustelussa on syytä käyttää ainoastaan robotisoiuunhitsaukseen suunniteltuja hitsauslaitteistoja. Näissä hitsauslaitteistoissa on otettu huomioon, että hitsauslangan kulkuominaisuudet ovat hyvät ja langansyöttö tasaista. Näiden laitteiden avulla robotin ohjausyksiköllä pystytään myös ohjaamaan kaikkia toimintoja hitsauksen aikana. Tällöin robottihitsauksella pystytään saavuttamaan korkealle asetetut laatu- ja tehokkuustavoitteet. (Kemppi Oy.)

5 KIINNITINTEKNIikka

Kiinnittimet jaetaan niiden käyttötarkoituksen mukaan neljään ryhmään. Nämä ryhmät ovat työstökoneiden kiinnittimet, robottitarraimet, kokoonpanokiinnittimet ja hitsauskiinnittimet. Kiinnittimet toimivat apuna kappaleiden käsittelyssä ja kiinnittimien avulla mm. varmistetaan tuotteiden mitta- ja muototoleranssien toteutuminen. (Savonia Oy.)

5.1 Hitsauskiinnitin

Hitsauskiinnitin on merkittävä osa varsinkin robottihitsauslaitteistossa. Hitsauskiinnittimen tehtävänä on pitää hitsattavat osat oikeilla paikoillaan hitsauksen aikana, jotta hitsattavien tuotteiden mitta- ja muototarkkuudet pysyisivät oikeina. Hitsauskiinnittimen suunnittelussa pitää ottaa huomioon monia asioita mm. tuotteiden kokoamisjärjestys ja vaiheet, hitsauksen aiheuttamat jännitykset ja muodonmuutokset hitsattavissa rakenteissa, sekä hitsauksen ulottuvuus. Lisäksi tuotteen kokoaminen ja irrottaminen kiinnittimestä tulisi olla nopeaa ja helppoa. (Suomen metalliteollisuuden keskusliitto 1987, 3.)

Usein hitsauskiinnittiminä käytetään käsikäyttöisiä pikakiinnittimiä, joista nykyään löytyy paljon eri sovelluksia. Käsikäyttöiset pikakiinnittimet toimivat nivelvipumekanismilla aikaansaadulla voimalla ja ovat itselukittuvia. Mekaanisen nivelvipumekanismiin haittana on herkkyyys hitsattavien tuotteiden mittamuutoksille. Jos kappale on liian pieni, kiinnittimellä ei saada tarpeeksi puristusvoimaa, kun taas liian suurella kappaleella puristusvoima muodostuu liian suureksi, jolloin kiinnittintä ei saa lukittua. Tämä ongelma voidaan ratkaista käyttämällä kiinnittimen kärjessä kumista paininta. Kumisen painimen avulla voidaan kompensoida tuotteiden mittapoikkeamia. Haittapuolena kumi painimessa on nopea kuluminen ja mahdollinen palaminen, jos se sijaitsee liian lähellä hitsattavaa aluetta. Nivelvipumekanismiin lisäksi kiinnittiminä voidaan käyttää myös ruuveja, epäkeskoja, kiiloja ja erilaisia standardikiinnittimiä. (Suomen metalliteollisuuden keskusliitto 1987, 35 - 36.)

5.2 Hitsauskiinnittimen vaatimuksia

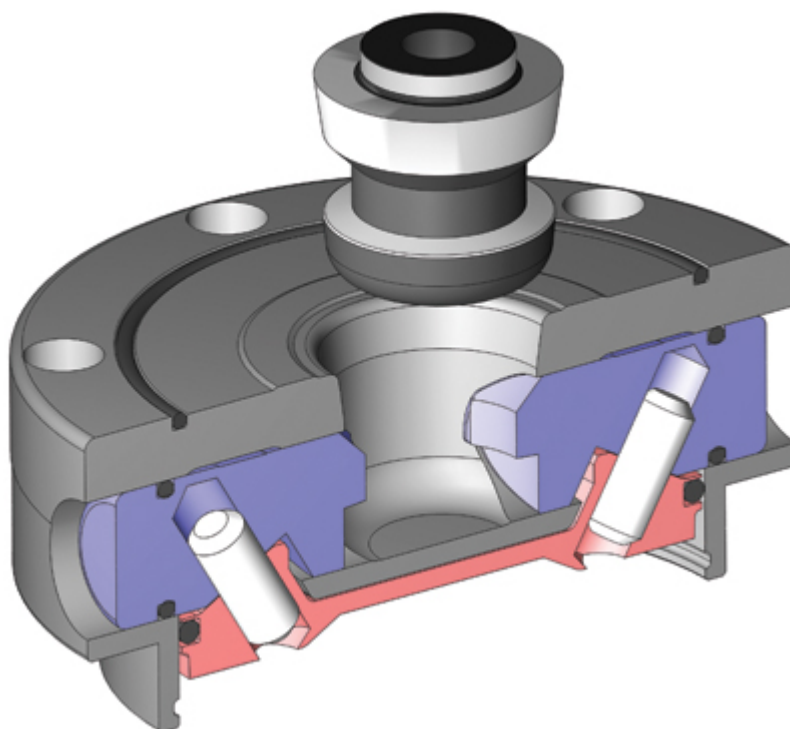
Hyvän hitsauskiinnittimen ominaisuuksia ovat: (Suomen metalliteollisuuden keskusliitto 1987, 12.)

- Tuotteen kaikki hitsattavat osat ovat mahdollista hitsata kiinnittimessä.
- Robotti ulottuu hitsaamaan kaikki hitsit.
- Robotin ei tarvitse kiinnittimen vuoksi tehdä turhia liikkeitä.
- Hitsausasennot ovat optimaallisia.
- Hitsattavat tuotteet voidaan ladata ja purkaa kiinnittimestä helposti ja nopeasti.

Kaikkia hyvän hitsauskiinnittimen ominaisuuksia ei aina pystytä toteuttamaan. Usein rajoittavia tekijöitä ovat varsinkin hitsattavan tuotteen muoto ja robotin kappaleenkäsittelylaitteisto. Tuotteiden kiinnitysratkaisu voi aiheuttaa luoksepäästävyys ongelmia tai väistöliikkeitä robotille. (Suomen metalliteollisuuden keskusliitto 1987, 12.)

5.3 Nollapistekiinnitys

Nollapistekiinnitys on nykyään yleinen kiinnitysmenetelmä teollisuudessa ja sitä käytetään monissa eri käyttökohteissa mm. koneistuskeskuksissa, sorveissa, hitsaus- ja kokoonpano roboteissa, automaatio ympäristössä ja kokoonpanolinjoissa. Nollapistekiinnitinjärjestelmiä valmistaa muutamia eri työkaluihin ja kiinnitintekniikkaan erikoistuneet yritykset kuten mm. Schunk, VB-Tools ja innotool austria. Eri valmistajilla on omat mallit nollapistekiinnitysmenetelmän toimivuudesta, mutta lähtökohtaisesti nollapistekiinnitysmenetelmän toimintaidea on kaikilla sama. Nollapistekiinnitykseen tarvittavat peruskomponentit ovat vetotappi ja lukitus-sylinteri. Vetotappi kiinnitetään työkappaleeseen tai kappalekiinnittimeen. Kun vetotappi asetetaan lukitus-sylinteriin, vetotappi asemoituu tarkasti lukitus-sylinterin sisälle kiinnittäen tällöin vetotappiin kiinnitetyn tuotteen sylinteriin. Lukitus-sylinteri voi toimia paineilmalla tai hydraulilla. Lukitus-sylintereissä lukitus pysyy päällä mekaanisen jousivoiman avulla, jonka ansiosta nollapistekiinnittimet ovat käyttöturvallisuutta ja varmoja käyttää. Nollapistekiinnittimien ansiosta tuotantokapasiteetti kasvaa ja tuotteiden läpimenoajat nopeutuvat, koska tuotteiden asetusajat lyhenevät huomattavasti. Tarkan ja vaakaan kiinnityksen ansiosta nollapistekiinnitysmenetelmä parantaa myös mm. koneistuksen ja hitsauksen laatua. (Oy FMS-Tools Ab.)



KUVA 5. Läpileikkaus nollapistekiinnittimen lukitus-sylinteristä ja vetotapista (UNILOCK-innotool austria)

6 RULLASTON RUNGOT

6.1 Hitsattavat tuotteet

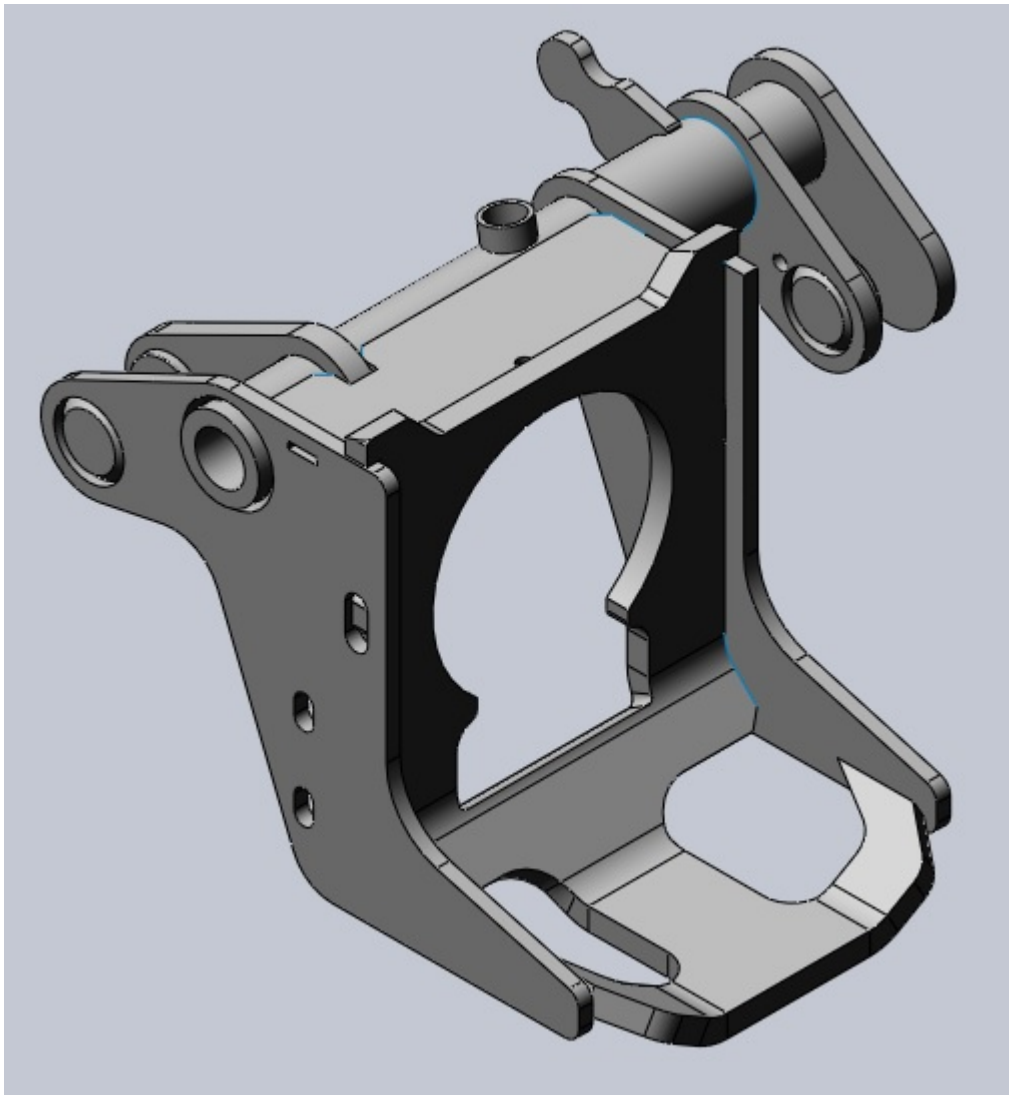
Rullasto kuuluu metsäkoneyhtiö Ponssen valmistamaan harvesteripäähän joka on metsäkoneen puomin tarttujassa oleva osa ja jonka tehtävänä on liikuttaa ja pitää paikallaan puun runkoa sitä katkaistaessa. Rullaston runko pitää sisällään mm. moottorin ja rullan. Rullaston runko tuotteita on yhteensä 12 kappaletta ja useat tuotteista muodostavat pareja keskenään. Tuotteiden painot ovat välillä noin 20 kg – 85 kg. Tämä täytyi ottaa huomioon hitsauskiinnittimien- ja kappaleidenkäsittelyn suunnittelussa. Kaikki rullaston runko tuotteet ovat erilaisia, mutta myös yhteisiä piirteitä tuotteilta löytyy niiden kokonsa ja muotojensa puolesta.

6.2 Ryhmät

Tässä opinnäytetyössä olen jaotellut rullaston runko tuotteet neljään eri pääryhmään tuotteiden pohjalevyn ympyränmuotoisen keskireiän halkaisijan mukaan. Yhdessä pääryhmässä on myös tuotteita joilla kaikilla on sama keskireiän halkaisija, mutta eri pohjalevyn paksuus.

6.2.1 Ryhmä 1

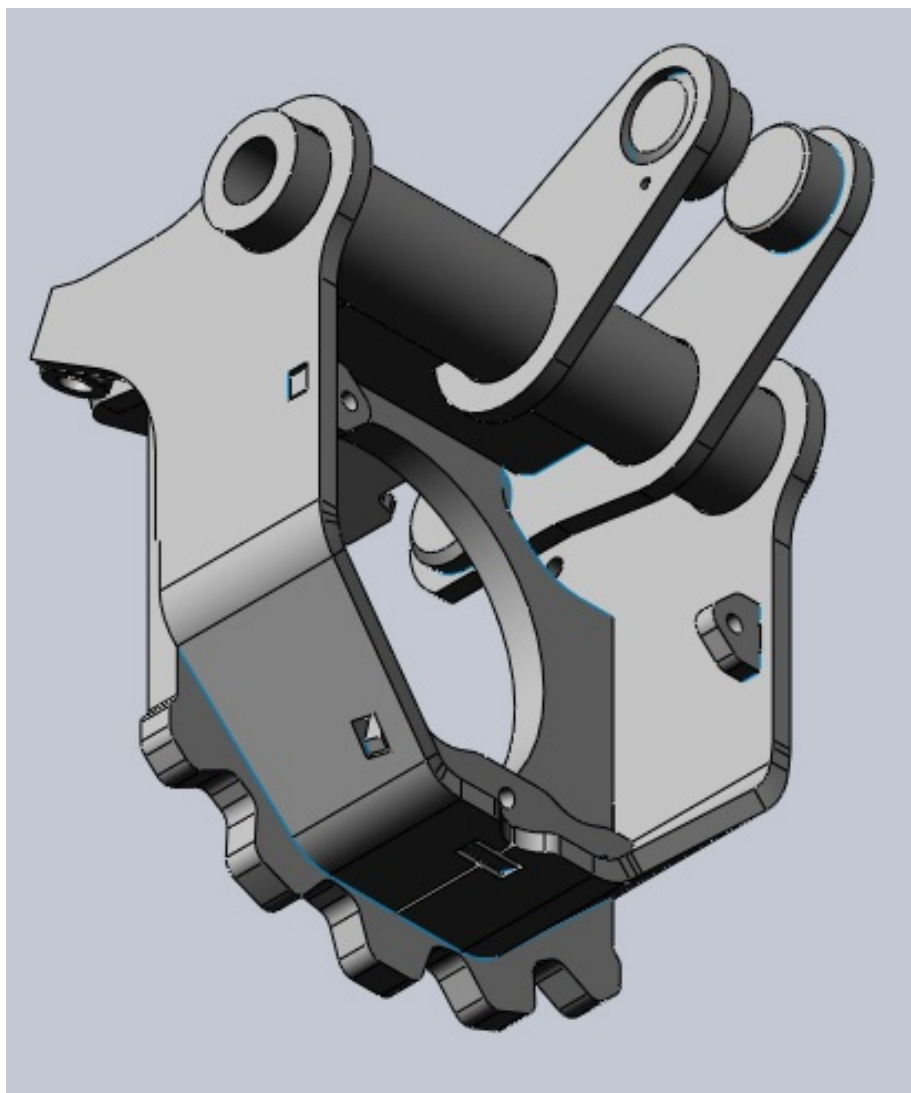
Kaikissa ryhmän 1 tuotteissa on pohjalevyn keskireiän halkaisija 175 mm ja pohjalevyn paksuus 16mm. Tuotteiden painot ovat välillä 21,71 kg – 23,60 kg. Ryhmän 1 tuotteiden nimiä ovat H5 oikea, H5 vasen ja H5 vasen malli 2. Ryhmän 1 tuotteille on ominaista, että pohjalevyn keskireiän ympyränmuotoinen reikä on osittain avonainen. Alla olevassa kuvassa eräs ryhmän 1 tuote.



KUVA 6. 3D-malli tuotteesta H5 oikea (Ratesteel Oy.)

6.2.2 Ryhmä 2

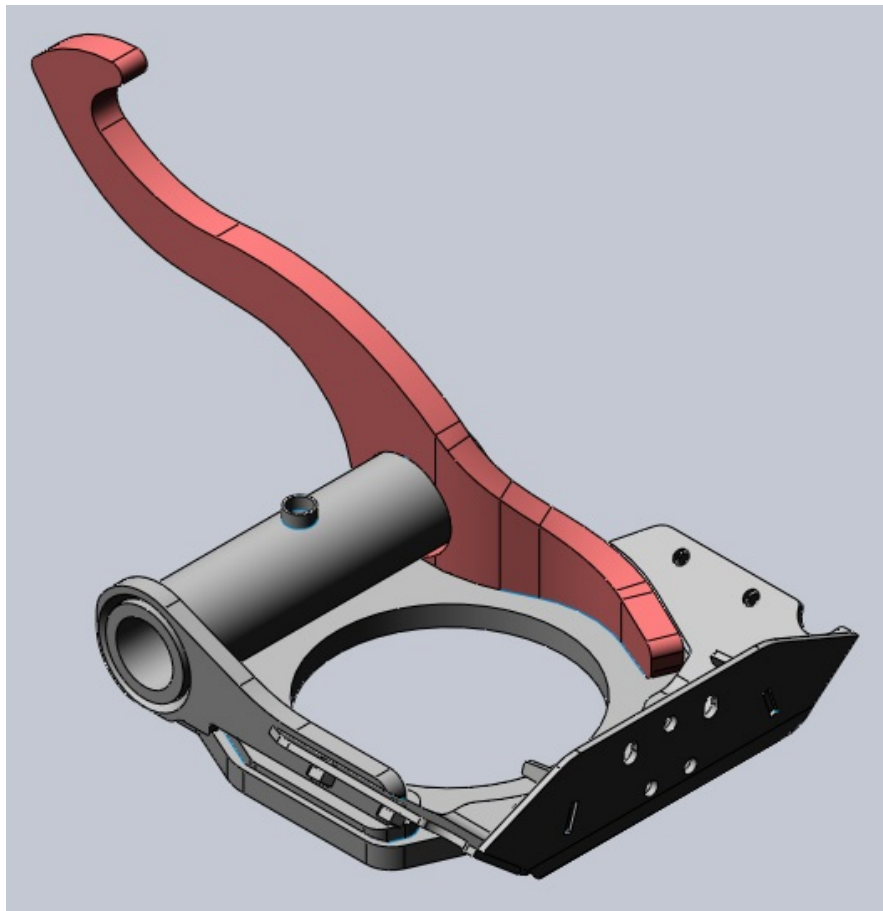
Kaikissa ryhmän 2 tuotteissa on pohjalevyn keskireiän halkaisija 205 mm, mutta pohjalevyn paksuutta on kahta mallia, 16 mm ja 20 mm. Tuotteet painavat 28,50 kg – 43,50 kg. Ryhmän 2 tuotteiden nimiä ovat H6 oikea, H6 vasen, H7 oikea, H7 vasen, H8 oikea ja H8 vasen. Tuotteissa H6 oikea ja H6 vasen on pohjalevyn paksuus poikkeuksellisesti 16 mm, muissa ryhmän 2 tuotteissa 20 mm. Alla olevassa kuvassa eräs ryhmän 2 tuote.



KUVA 7. 3D-malli tuotteesta H7 oikea (Ratesteel Oy.)

6.2.3 Ryhmä 3

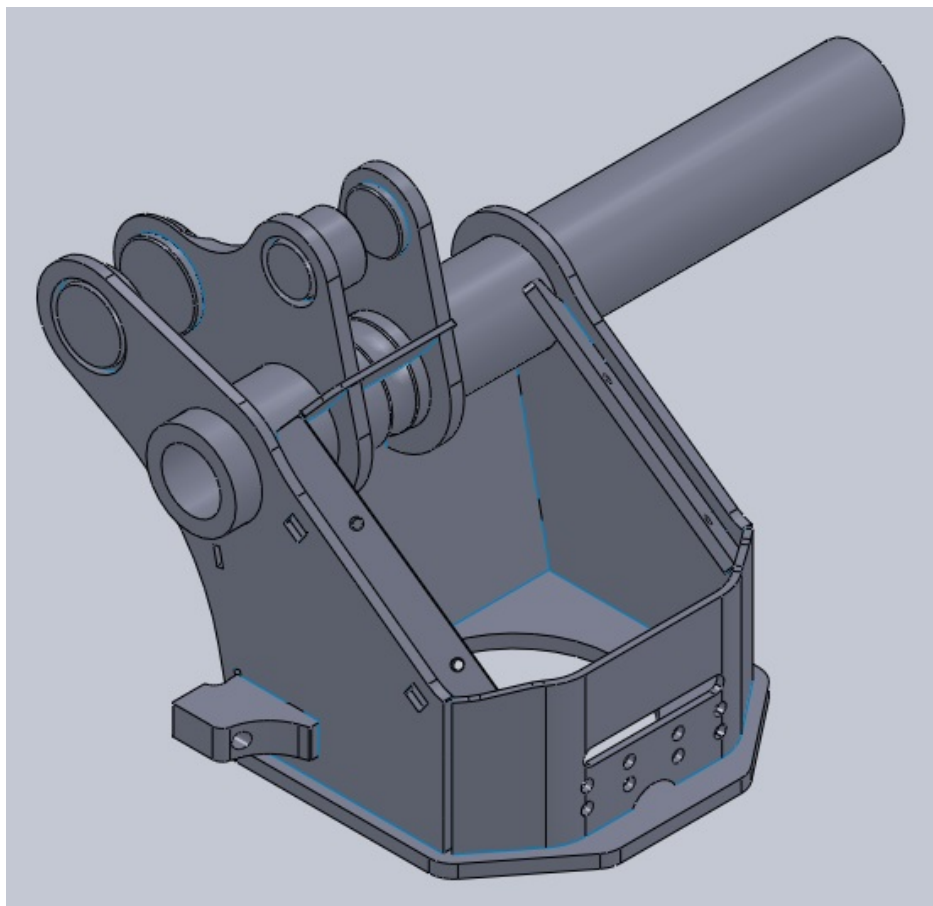
Ryhmään 3 kuuluu tällä hetkellä vain yksi tuote, nimeltään H77. Tässä tuotteessa on pohjalevyn keskireiän halkaisija 225 mm ja pohjalevyn paksuus 20 mm. Tuotteen paino on 26, 71 kg. Alla olevassa kuvassa eräs ryhmän 3 tuote.



KUVA 8. 3D-malli tuotteesta H77 (Ratesteel Oy.)

6.2.4 Ryhmä 4

Ryhmään 4 kuuluu kaksi tuotetta, H10 lyhyt oikea ja H10 pitkä vasen. Tuotteiden pohjalevyn keskireiän halkaisija on 248 mm ja pohjalevyn paksuus 16 mm. Nämä kaksi tuotetta ovat suurimpia rullaston runkotuotteita. Tuotteiden painot ovat 64,73 kg ja 84,25 kg. Alla olevassa kuvassa eräs ryhmän 4 tuote.



KUVA 9. 3D-malli tuotteesta H10 pitkä vasen (Ratesteel Oy.)

7 HITSAUSKIINNITTIMIEN JA PALETIN SUUNNITTELU

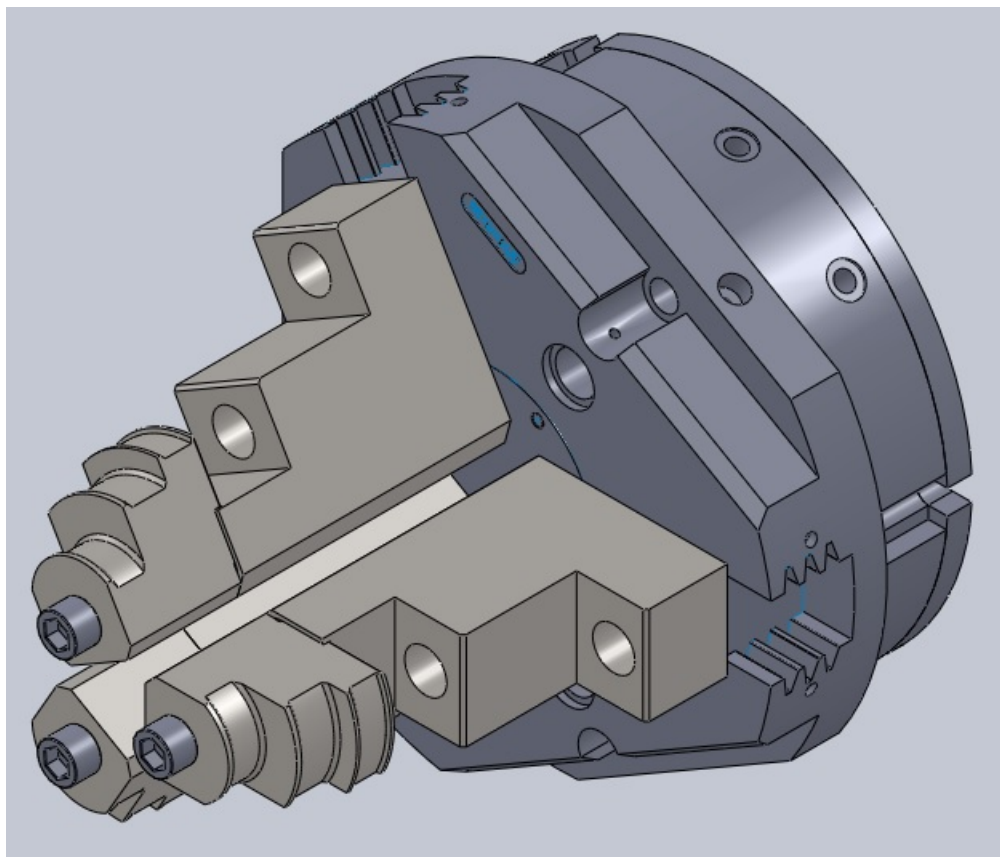
Rullaston runkojen hitsauskiinnittimien suunnittelussa oli tärkeää ottaa huomioon, että hitsauskiinnittimistä tulisi varmoja, lujia ja tarpeeksi yksinkertaisia käyttää. Myös tuotteiden paikoittuminen ja tuenta oli otettava huomioon kiinnittimien suunnittelussa. Tavoitteena oli myös, että hitsauskiinnittimien valmistus- ja hankintakustannukset eivät tulisi liian korkeiksi. Lähtökohtana oli suunnitella menetelmä, joka toimisi parhaiten robottihitsausolosuhteissa, jossa rullastonrunkotuotteet hitsataan käyttäen apuna kappaleenkäsittelijä- ja hitsausrobotteja.

7.1 Vaihtoehtoiset ratkaisut

Rullaston rungoille suunniteltiin muutamia eri malleja ennen kuin lopullinen vaihtoehto löytyi. Yhtenä vaihtoehtona kappaleiden käsittelyyn ja tuotteiden hitsaukseen oli kolmileukatarttuja ja hitsausjigi.

7.1.1 Kolmileukatarttuja

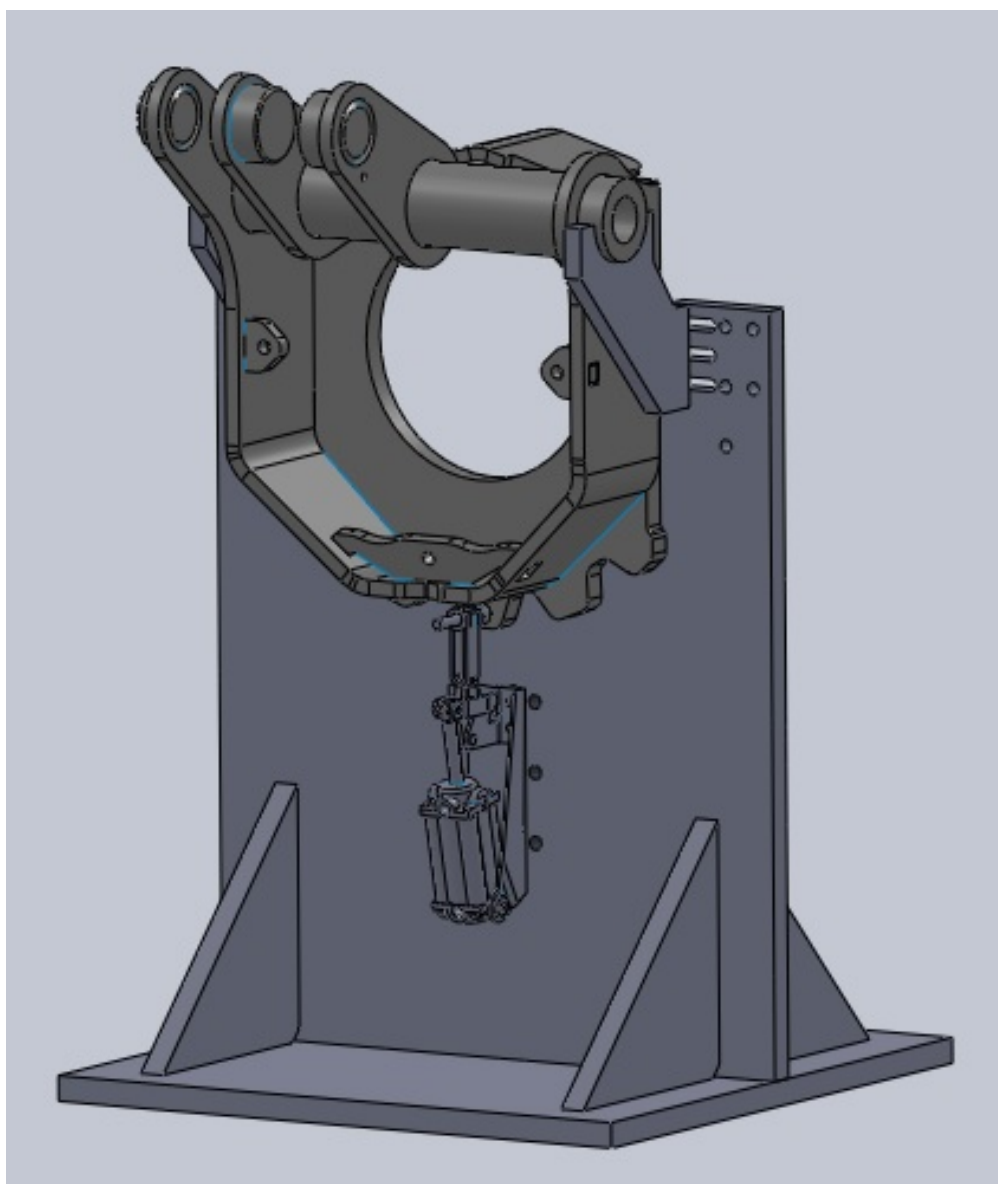
Kolmileukatarttujan etu oli, että toteuttamalla mitoituksella sillä pystyttiin käsittelemään kaikki rullaston runkotuotteet riippumatta tuotteiden pohjalevyn keskireiän halkaisijasta tai pohjalevyn paksuudesta. Haittoina oli kappaleiden pyörähtämisen esto, paikoitus ja hitsausulottuvuus tarttujan suuren koon vuoksi.



KUVA 10. Kolmileukatarttuja vaihdettavilla kynsipaloilla, tarttuja Schunk PZN-Plus-300 (Niko Hirvonen.)

7.1.2 Hitsausjigi

Suunnitellut hitsausjigit toimivat yhteistyössä kolmileukatarttujan kanssa robottihitsaussolussa. Kolmileukatarttujalla noudetaan kappaleet jigistä hitsattavaksi. Alla olevassa kuvassa on yksi malli hitsausjigeistä ryhmän 2 tuotteella. Hitsausjigin etuja olivat yksinkertainen rakenne ja tuotteiden riittävän hyvä paikoitus kappaleenkäsittelijärobotin kannalta. Haittana oli tuotteiden erilaisuus, minkä seurauksena hitsausjigien vaihdettavia osia tuli liian paljon tuotekohtaisesti. Tämän lisäksi yhteen jigiin ei saanut kiinnitettyä kuin yhden tuotteen, mikä ei olisi ollut tuotantotehokkuuden kannalta paras vaihtoehto robottihitsaussoluun.



KUVA 11. Hitsausjigi tuotteelle H7 vasen (Niko Hirvonen.)

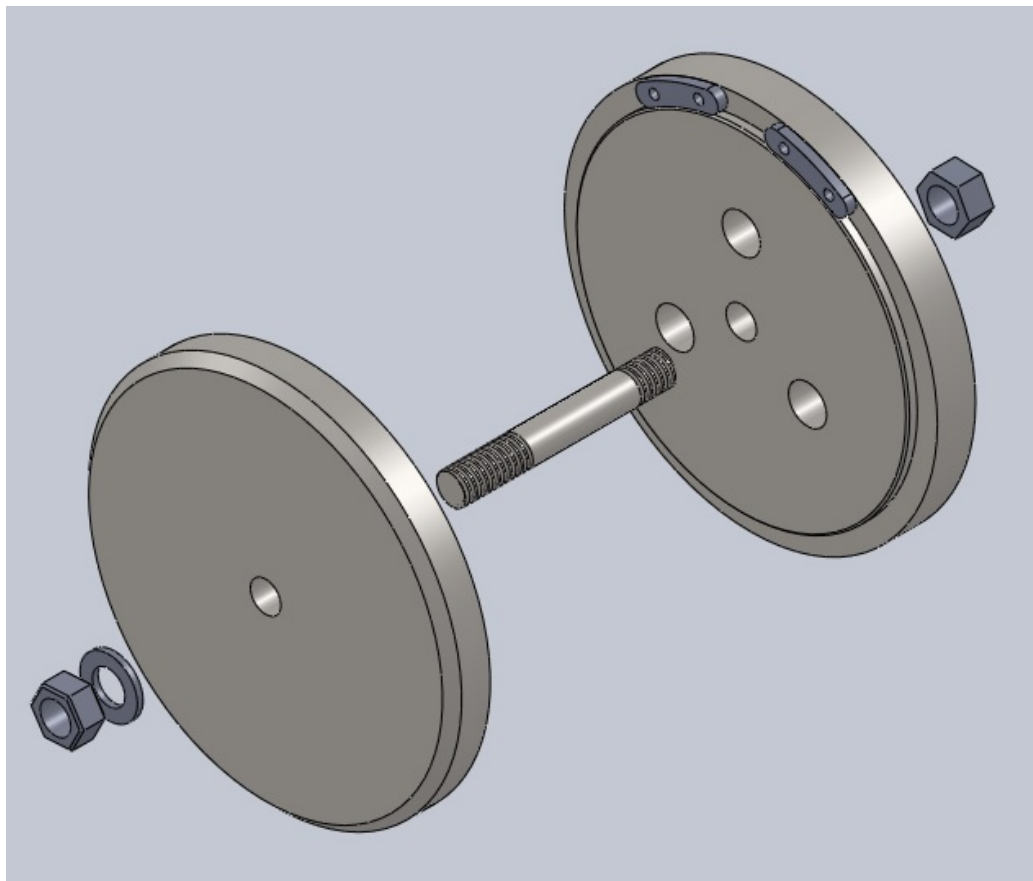
7.2 Hitsauskiinnittimet tuotteille

Lopullisessa hitsauskiinnitinmallin suunnittelussa hyödynsin rullaston runkotuotteiden pohjalevyn ympärän muotoista keskireikää. Jokaiselle tuoteryhmälle suunnittelin omat kiinnitinlevyt, jotka muodostavat yksinkertaisesti toimivan, varman ja nopeasti tuoteryhmittäin vaihdettavan kiinnitinratkaisun.

7.2.1 Kiinnitin ryhmän 1 tuotteille

Kiinnitin koostuu kiinnitinlevystä, kiristinlevystä, pinnapultista kokoa M16 x 90 mm, parista mutterista ja yhdestä aluslevystä. Kiinnitinlevyyn koneistetaan kome M12 - pultin upotusreikiä kiinnitystä pohjalevyä varten. Kiinnitinlevyyn koneistetaan 5 mm korkea ohjausalue, jonka halkaisija on 174 mm. Kiinnitinlevyn keskelle koneistetaan 16 mm:n reikä M16 - pinnapultille ja levyn reunalle neljä kappaletta M5 - kierreleikiä pyörähtämisen esto palasia varten. Kiristinlevyn ja kiinnitinlevyn halkaisija on 195 mm.

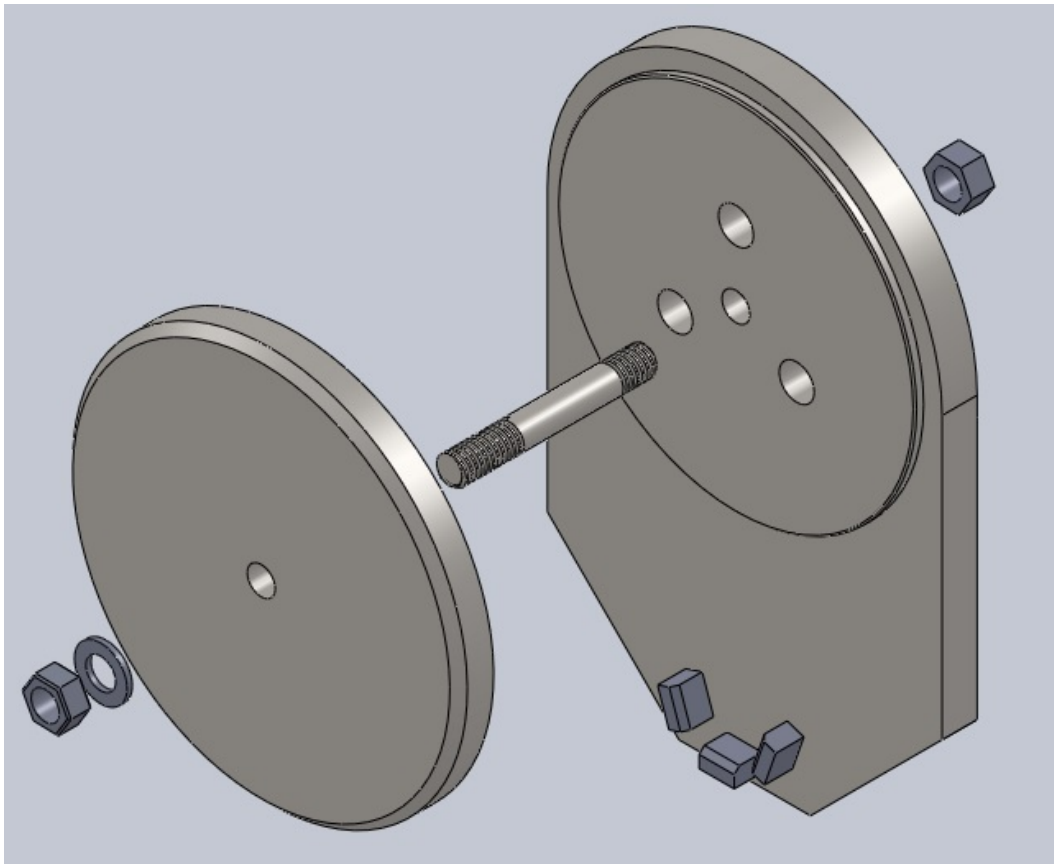
Kiinnittimen toimintaidea on hyvin yksinkertainen. Kiinnitinlevy asetetaan pohjalevyn päälle ja kiinnitetään pulteilla. Pohjalevy puolestaan on hitsattu hitsauspaletin orteen kiinni. Tuote asetetaan kiinnitinlevyn päälle ja kiristinlevy asetetaan pinnapultista läpi tuotteen päälle. Pinnapultti on kiinnitetty kiinnitinlevyn taakse kiinni hitsattuun mutteriin. Tuotteen pohjalevy puristuu kiinnittimen levyjen väliin, kun ylimmäinen mutteri on kiristetty kiinni. Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu kiinnittimen kokoonpano tarvittavilla osilla. Osat vasemmalta oikealle: mutteri ja aluslevy, kiristinlevy, pinnapultti, kiinnitinlevy ja kiinnitinlevyn taakse hitsattava mutteri.



KUVA 12. Kiinnitin kokoonpanon osat ryhmän 1 tuotteille (Niko Hirvonen.)

7.2.2 Kiinnitin ryhmän 2 tuotteille

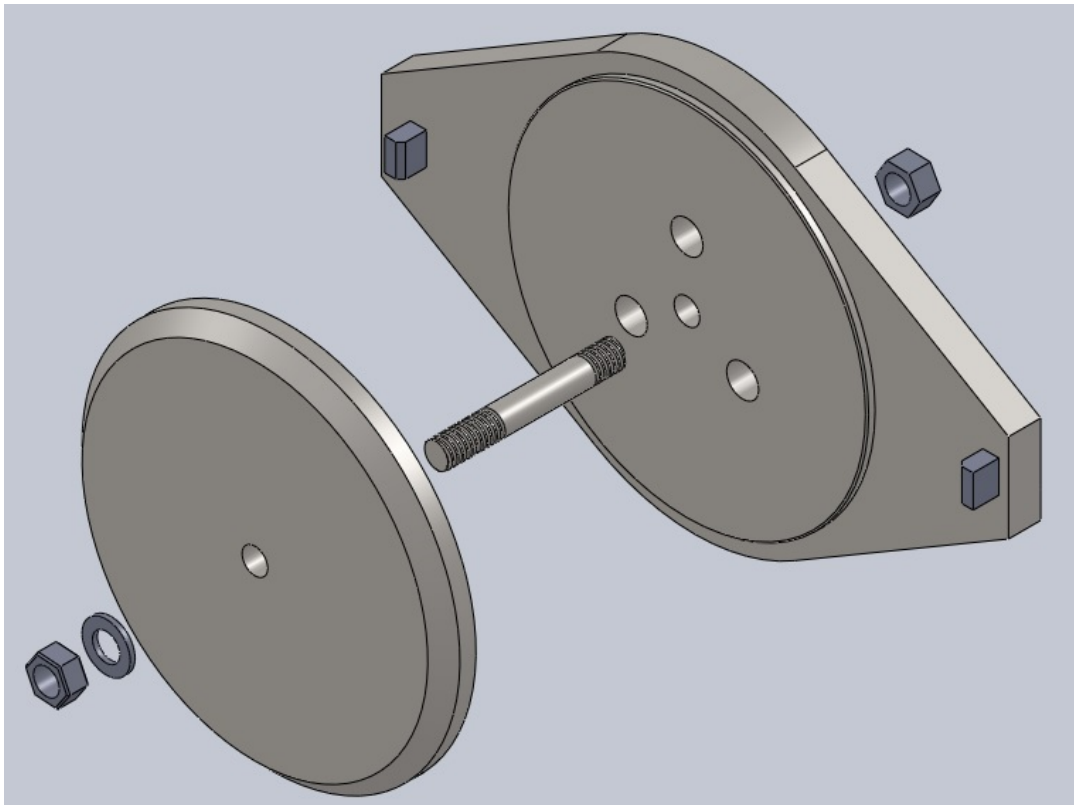
Ryhmän 2 kiinnittimen toimintaidea on täysin samanlainen kuin ryhmän 1 kiinnittimessä. Ainoastaan kiristinlevy ja kiinnitinlevy ovat erilaisia. Kiristinlevyn halkaisija on 225 mm ja kiinnitinlevyn ulkomitat ovat 225 mm x 347 mm. Kiinnitinlevyn ohjausalueen halkaisija on 204 mm ja se on 5 mm korkea. Kiinnitinlevyn alareunaan on lisätty kolme kappaletta pieniä vastinpaloja jotka auttavat tuotteiden paikottumisessa ja toimivat myös pyörähtämisen estona. Vastinpalat kiinnitetään hitsaamalla pohjalevyyn. Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu kiinnittimen kokoonpano tarvittavilla osilla ryhmän 2 tuotteille.



KUVA 13. Kiinnitin kokoonpanon osat ryhmän 2 tuotteille (Niko Hirvonen.)

7.2.3 Kiinnitin ryhmän 3 tuotteille

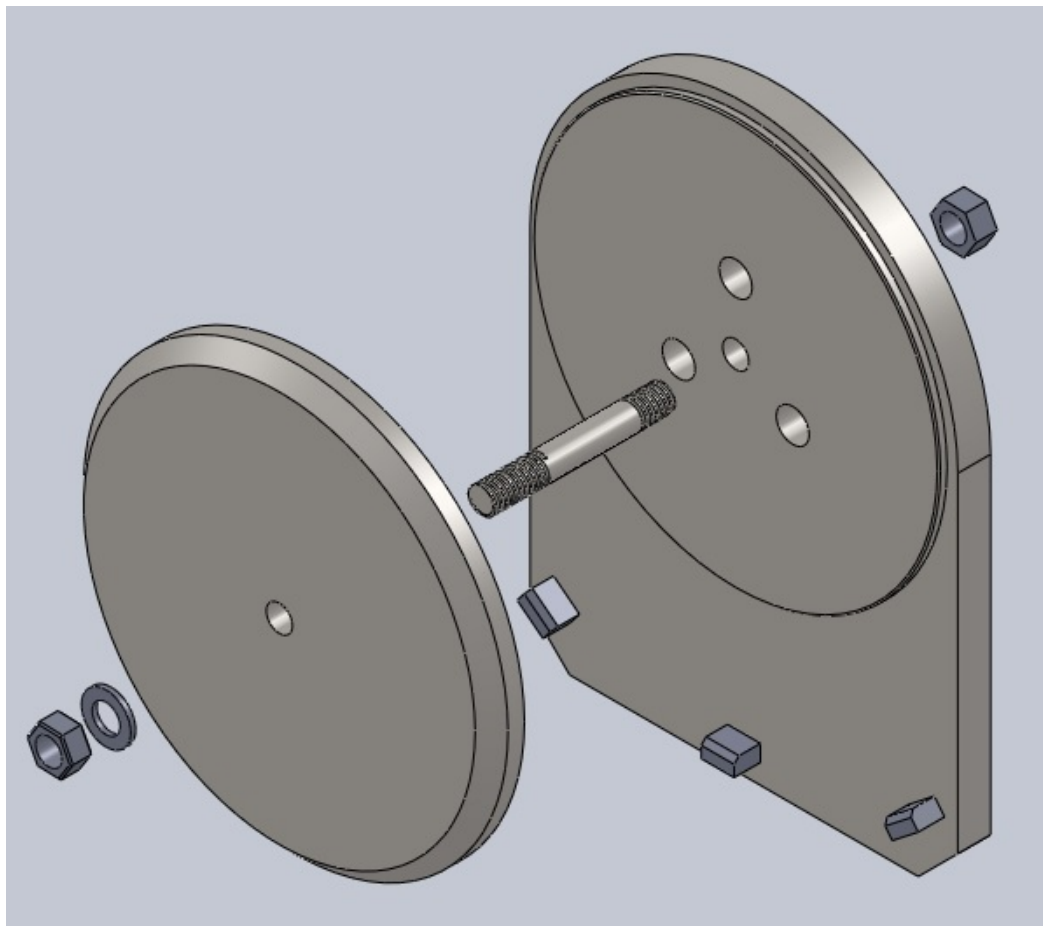
Ryhmän 3 kiinnittimen toimintaidea on samanlainen kuin ryhmissä 1 ja 2. Erona on kiristinlevyn ja kiinnitinlevyn koko ja muoto. Kiristinlevyn halkaisija on 235 mm ja kiinnitinlevyn ulkomitat ovat 390 mm x 245 mm. Kiinnitinlevyn ohjausalueen halkaisija on 224 mm ja korkeus 5 mm. Kiinnitinlevyn reunoille on lisätty pienet vastinpalat jotka auttavat tuotteen paikoituksessa ja toimivat myös pyörähtämisen estona. Vastinpalat kiinnitetään kiinnitinlevyyn hitsaamalla. Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu kiinnittimen kokoonpano tarvittavilla osilla ryhmän 3 tuotteille.



KUVA 14. Kiinnitin kokoonpanon osat ryhmän 3 tuotteille (Niko Hirvonen.)

7.2.4 Kiinnitin ryhmän 4 tuotteille

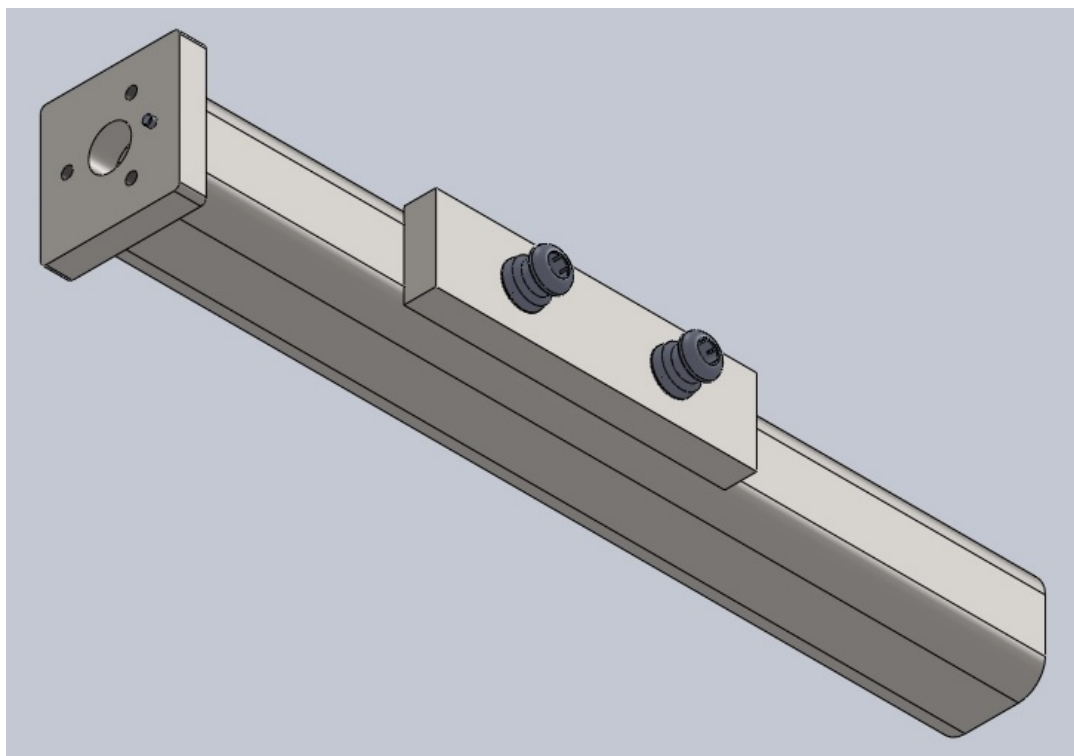
Ryhmän 4 kiinnittimen toimintaidea on samanlainen kuin muissa malleissa. Erona on edelleen kiristinlevyn ja kiinnitinlevyn koko ja muodot. Kiristinlevyn halkaisija on 258 mm ja kiinnitinlevyn ulkomitat ovat 260 mm x 345 mm. Kiinnitinlevyn ohjausalueen halkaisija 247 mm ja korkeus 5 mm. Kiinnitinlevyn alaosaan on lisätty kolme kappaletta pieniä vastinpaloja jotka auttavat tuotteen paikottumisessa ja toimivat pyörittämisen estona. Vastinpalat kiinnitetään kiinnitinlevyyn hitsaamalla. Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu kiinnittimen kokoonpano tarvittavilla osilla ryhmän 4 tuotteille.



KUVA 15. Kiinnitin kokoonpanon osat ryhmän 4 tuotteille (Niko Hirvonen.)

7.3 Orsi

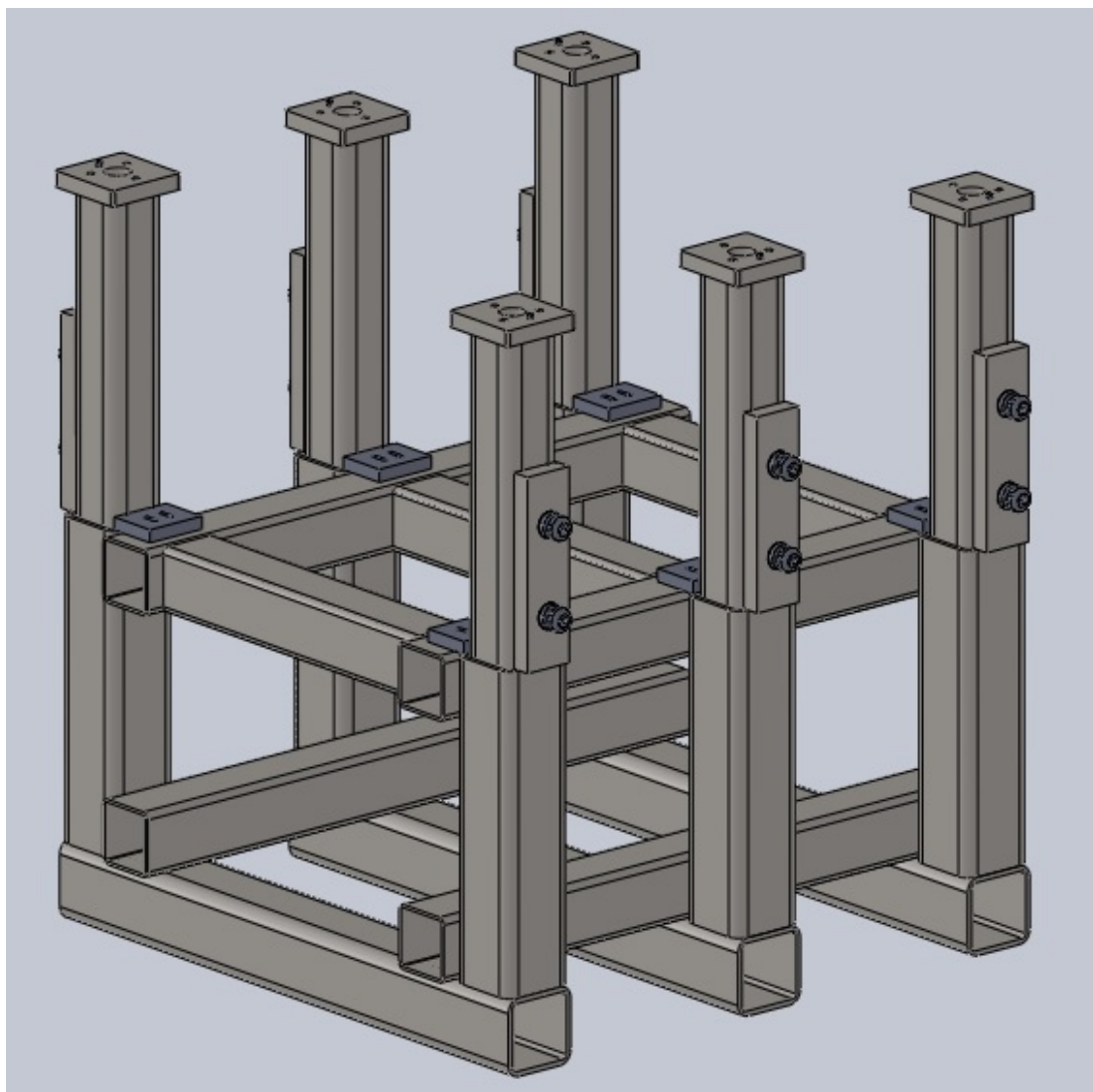
Orsien tehtävänä on toimia tuotteiden kiinnityspaikkoina hitsauspaletissa. Orren päähän on hitsattu kiinni pohjalevy. Pohjalevyssä on kolme kappaletta kierrereikiä kokoa M12 kiinnitinlevyn kiinnitystä varten. Pohjalevyyn on lisätty paikka lieriösokkatapille jonka avulla kiinnitinlevyt saadaan asetettua aina oikein päin, myös jokaisesta kiinnitinlevystä löytyy vastaavalla paikalla oleva upotus pohjalevyn sokkatapille. Orren yhdelle sivulle on hitsattu kiinni nollapistetartuntalevy joka toimii kappaleenkäsittelijärobotin tartuntapisteenä. Nollapistetartuntalevyyn on kiinnitetty kaksi kappaletta nollapistevetotappeja, joista robotintarttuja ottaa kiinni ortta käsitellessä.



KUVA 16. Pohjalevy kiinnitettyä hitsauspaletin päätyputken orressa (Niko Hirvonen.)

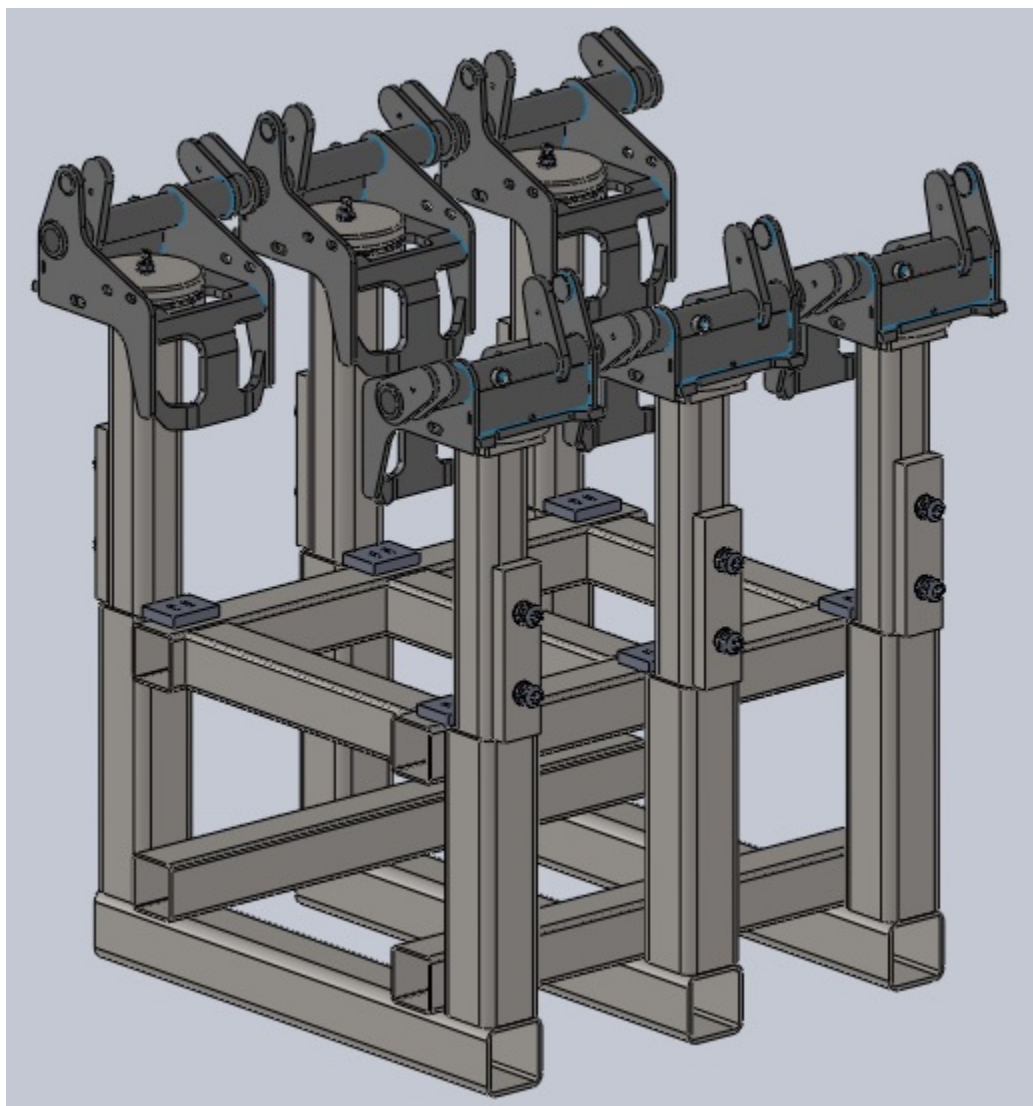
7.4 Paletti

Palettia tarvitaan rullaston runko tuotteiden kuljetuksessa hitsaussoluun ja niiden käsittelyssä hitsaussolussa. Tuotteet kiinnitetään käsin paletin päätyputkien sisällä oleviin orren päihin. Ennen sitä orsiin on kiinnitetty tarvittavat tuoteryhmittäiset kiinnitinlevyt. Paletti kuljetetaan hitsaussoluun tarvittavalla tuotekokoonpanolla, josta kappaleenkäsittelijärobotti käy paletista hakemassa aina yhden orren kerrallaan tuotteen kanssa hitsattavaksi. Orsien etureunassa on nollapistetartuntalevy kappaleenkäsittelijärobottia varten. Nollapistetartuntalevyssä on koneistetut upotukset ja kierteet nollapistevetotappeja varten. Vetotapit kiinnittyvät pulteilla tartuntalevyyn ja nämä kiinnitetään orsiin hitsaamalla.



KUVA 17. Paletin kokoonpano ilman tuoteryhmäkohtaisia kiinnitinlevyjä (Niko Hirvonen.)

Paletin runko valmistetaan 120 x 120 x 8 mm ja 100 x 100 x 5 mm teräsputkipalkeista. Alimmat kolme putkea ja sivuilla olevat kuusi pystyputkea ovat kokoa 120 x 120 x 8 mm. Rungon sisäpuolella olevat tukiputket ovat kokoa 100 x 100 x 5 mm. Paletin pohjan mitat ovat 1 000 x 1 000 mm ja korkeutta 620 mm ilman orsia. Paletin rungon osat kokoonpannaan hitsaamalla. Orret pääsevät liukumaan sisäkkäin sivuilla olevien pystyputkien kanssa. Orsien putkikoko on 100 x 100 x 10 mm, joten putken joka ulkosivulle jää 2 mm sivusuuntaista liikevaraa pystypäätputken sisämitan suhteen, koska pystyputkien sisämitta on 104 x 104 mm. Orsien taakse vaakaputkipalkin päälle kiinnitetään teräslevyt, joilla voidaan säätää välystä, mikäli orsi pääsee liikkumaan liikaa, kun robotin tarttujalla tullaan hakemaan sitä.

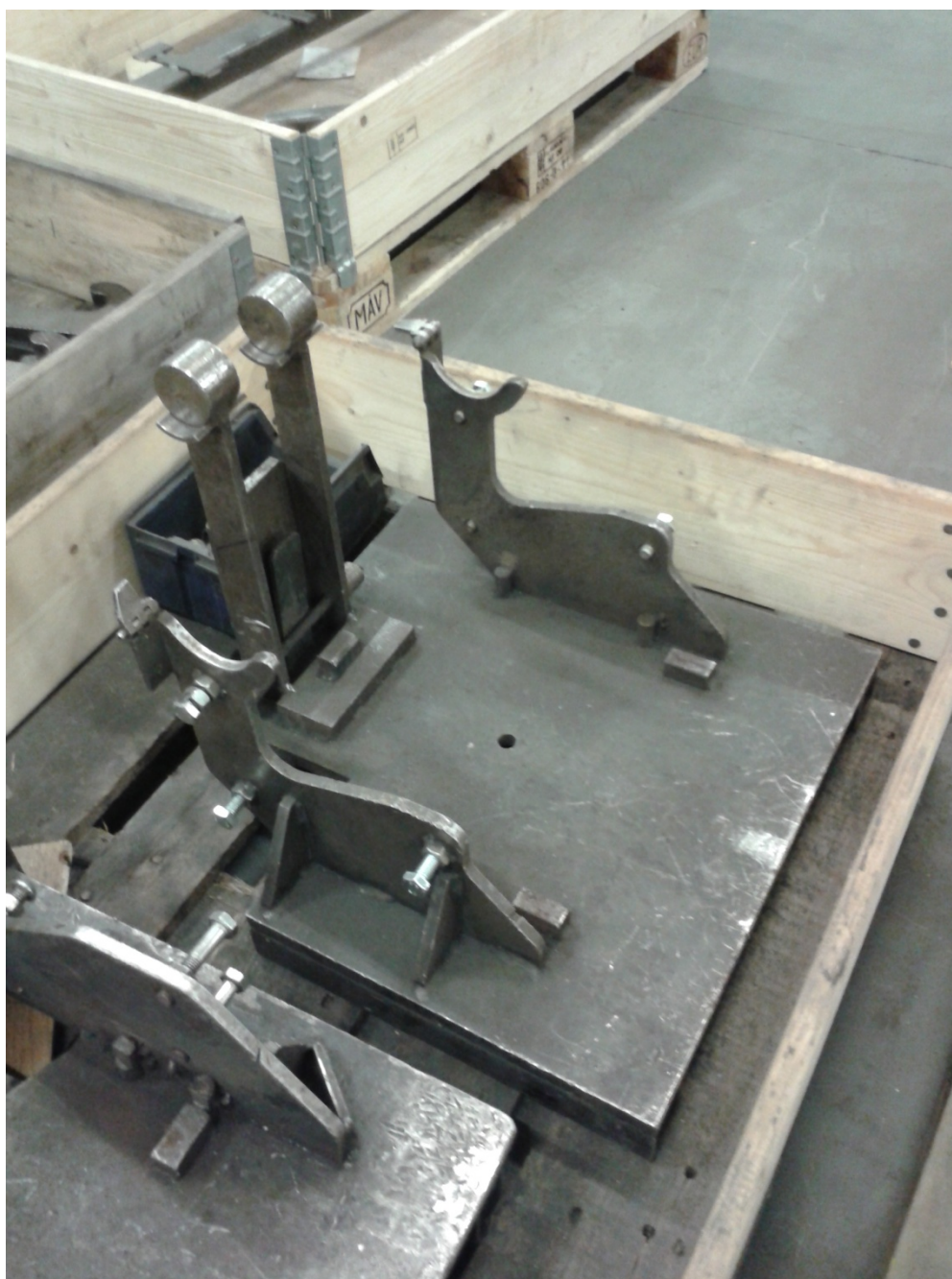


KUVA 18. Paletti toimintavalmiudessa tuotteilla H5 vasen (Niko Hirvonen.)

8 TUOTTEIDEN VALMISTUSPROSESSIN VAIHEET JA ROBOTTIHITSAUSSOLU

8.1 Tuotteiden valmistusprosessin vaiheet

Kaikki rullaston runkotuotteet silloitushitsataan tuotekohtaisissa hitsausjigeissä ennen lopullista hitsausta. Samoja hitsausjigejä on aikaisemmin käytetty myös tuotteiden lopulliseen hitsaukseen. Hitsauksen jälkeen tuotteet menevät koneistukseen, jossa tarvittavat reiät ja läpiviennit koneistetaan oikeaan mittatarkkuuteen. Koneistuksen jälkeen tuotteet menevät maalaukseen ja tämän jälkeen kokoonpantavaksi tarvittavilla komponenteilla.



KUVA 19. Erään rullaston runkotuotteen vanha hitsausjigi (Niko Hirvonen.)

8.2 Robottihitsaussolu

Robottihitsaussolun kokoonpano sisältää kappaleenkäsittelijärobotin ja hitsausrobotin. Kappaleenkäsittelijäksi tulee kuusiakselinen Fanuc M-2000iA ja hitsausrobotiksi kuusiakselinen Fanuc M-20iA. Kappaleenkäsittelijärobotti on hyvin suuri ja sillä on 1 200 kg:n kappaleenkäsittelykyky. Kappaleenkäsittelijärobotti varustetaan nollapistetarttujalla. Hitsausrobotti on kooltaan paljon pienempi ja sen kappaleenkäsittelykyky on 20 kg. Hitsausrobotti tullaan varustamaan työkalunvaihtotekniikalla, jotta erilaisia hitsauspolttimia pystytään vaihtamaan tarvittaessa hitsausprosessin aikana. Robottihitsaussolussa molemmat robotit toimivat vierekkäin ja kappaleenkäsittelijärobotti noutaa aina sen eteen asetetusta paletista tuotteet hitsattavaksi.



KUVA 20. Fanuc M-2000iA (FANUC Robotics Benelux.)



KUVA 21. Fanuc M-20iA (FANUC Robotics Benelux.)

9 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteina oli tutkia ja suunnitella parhaiten soveltuvat hitsauskiinnitin menetelmät kaikille kahdelletoista eri rullaston runkotuotteelle. Hitsauskiinnittimien suunnittelussa oli otettava huomioon monia vaatimuksia. Kiinnittimien tuli olla varmoja ja helppokäyttöisiä ja kiinnittimien valmistuskustannukset eivät myöskään saaneet nousta liian suuriksi. Hitsauskiinnittimien suunnittelussa oli tärkeää ottaa huomioon niiden toimivuus robottihitsaussolussa.

Suunnittelun tuloksena saatiin hitsauskiinnittimistä 3D-mallit, joiden ansiosta rullaston runkotuotteiden hitsausprosessi on mahdollista toteuttaa robottihitsaussolussa. Lopullisiin hitsauskiinnitinmalleihin päädyttiin niiden yksinkertaisuuden ja käyttövarmuuden takia. Lisäksi robottihitsaussolun hyötykäytön kannalta oli järkevää, että tuotteita voidaan kiinnittimien ja hitsauspaletin avulla hitsata suurempina sarjamäärinä kuin yksittäiskappaleina.

Kaikki opinnäytetyön tulokset luovutetaan Ratesteel Oy:lle. Tulokset sisältävät mm. 3D-mallit hitsauskiinnittimien ja paletin sekä kiinnittimien osien valmistukseen tarvittavat työkuvat ja hitsauskokoontamokuvat paletista.

Tämä opinnäytetyö oli mielenkiintoinen ja sopivan haastava suunnittelutyö. Haasteita aiheutti varsinkin tuotteiden erilaisuus ja sellaisen hitsauskiinnitin- ja kappaleenkäsittelymenetelmän valinta, joka tulisi parhaiten toimimaan robottihitsaussolussa.

LÄHTEET

KEMPPI OY. Hitsausaapinen. [verkkosivu]. Kemppi Oy [Viitattu 2015-04-21.] Saatavissa: <http://www.kemppi.com/fi>

KUIVANEN, Risto 1999. Robotiikka. Vantaa: Talentum Oyj/MetalliTekniikka.

LEPOLA, Pertti ja MAKKONEN, Matti 2005. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. Porvoo: WSOY.

LUKKARI, Juha 2002. Hitsaustekniikka- perusteet ja kaarihitsaus. Helsinki: Edita Prima Oy.

OVAKO AB. Ovakon terästen hitsaus. [verkkosivu]. Ovako AB [Viitattu 2015-04-21.] Saatavissa: <http://www.ovako.com/fi>

Oy FMS-Tools Ab. Nollapistekiinnittimet. [verkkosivu]. Oy FMS-Tools Ab [Viitattu 2015-04-21.] Saatavissa: <http://www.fms-tools.fi>

Savonia Oy. Projektit. [verkkosivu]. Savonia Oy [Viitattu 2015-04-21.] Saatavissa: <http://webd.savonia.fi>

SCHUNK GmbH & Co. KG, 2010 Gripping Modules, Tuoteluettelo: Saksa.