

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotantotekniikka

2016

Elis Ahlroos

UUDEN TUOTTEEN TUOTANNON KULUN SUUNNITTELU

OPINNÄYTETYÖ (AMK / YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | Tuotantotekniikka

2016 | 28 sivua

Timo Vaskikari

Elis Ahlroos

UUDEN TUOTTEEN TUOTANNON KULUN SUUNNITTELU

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella uuden tuotteen tuotannon kulku. Tuotannon kulun suunnittelu rajoittuu esivalmistukseen. Esivalmistus sisältää profiilien sahauksen, plasmaleikkauksen ja välivarastoinnin. Opinnäytetyön pääpaino on jigien suunnittelussa hienosädeplasmalle. Opinnäytetyön toimeksiantajana on Trameta Oy.

Työssä suunniteltiin kaksi jigä, joilla on mahdollista polttoleikata putkiprofiilia ja t-profiilia. Välivarastointia varten suunniteltiin rautalava, jolla on mahdollista varastoida ja kuljettaa putkiprofiilia kompaktisti ja tehokkaasti. Sahauksen ajankohta on kiinni muusta tuotannosta, jolloin se päätetään projektikohtaisesti. Mallinnukseen käytettiin solidworksia.

Opinnäytetyö sisälsi monia haasteita. Haasteet ja ongelmat onnistuttiin ratkaisemaan ja näin pystyttiin suunnittelemaan jigit ja apulaitteet, joilla tehokkaampi tuotanto on mahdollista.

ASIASANAT:

Jigi, hienosädeplasma

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering | Production Engineering

2016 | 28 pages

Timo Vaskikari

Elis Ahlroos

PLANNING THE PRODUCTION FLOW OF A NEW PRODUCT

The purpose of this thesis was to plan the production flow of a new product. The planning of the production flow was limited to prefabrication. Prefabrication includes sawing of profiles, plasma cutting and intermediate storing. The main focus was on planning a jig for a long Precision High-Density Plasma Cutting Machine. The thesis was commissioned by Trameta Oy.

In the planning process two jigs were created. Jigs make it possible to plasma cut a tube profile and a T-profile. For intermediate storing a cargo pallet which will enable moving and storing the tube profile compactly and effectively was created. The timing of the sawing process depends on other production. So the decisions are made project-specific. SolidWorks was used in the modelling.

The thesis did include many challenges and problems. The challenges and problems were solved so it was possible to create working jigs and auxiliaries. Jigs enable more effective production.

KEYWORDS:

Jig, fine-beam plasma

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 TRAMETA OY	8
3 TRAMETA OY:N TARPEIDEN MÄÄRITTÄMINEN	9
3.1 Sahaus	9
3.2 Jigin ominaisuuksien vaatimukset	10
3.3 Välivarastointi	10
4 JIGIN SUUNNITTELU JA KÄYTTÖ	12
4.1 Mitat	12
4.2 Jigin suunnittelun määrittelevät tekijät	13
4.3 Jigi 1	13
4.3.1 Runko	15
4.3.2 Aihion asemointi	15
4.3.3 Putkiprofiilien pyöräyttäminen	18
4.3.4 Toimintaperiaate/käyttö	19
4.4 Jigi 2	19
4.4.1 Pääty jigi 2	20
4.4.2 Tuki Jigi 2	21
4.4.3 Putkiprofiilin pyöräyttäminen	22
4.4.4 Toimintaperiaate	23
4.5 Savujen poistaminen	23
4.6 Sahaus	24
5 VÄLIVARASTOINTI	26
6 POHDINTA	27
7 YHTEENVETO	28

KUVAT

Kuva 1. Thermcut hienosädeplasma.	9
Kuva 2. Thermcut portaali.	12
Kuva 3. Jigi 1.	14
Kuva 4. Jigi 1 runko.	15
Kuva 5. Kampa ja kamman kiinnitys.	16
Kuva 6. T-profiilin kampa.	17
Kuva 7. Vastin.	17
Kuva 8. Jigi 1:sen kevennin.	18
Kuva 9. Pyöräytyksen lukitus.	19
Kuva 10. Pääty jigi 2.	20
Kuva 11. Jigi 2:sen pohja.	21
Kuva 12. Tuki jigi.	22
Kuva 13. Jigi 2:sen kevennin.	23
Kuva 14. Imurin putki.	24
Kuva 15. Rautalava.	26

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Aihio	Raakakappale, josta työstetään valmistettava osa
Areena	Hienosädeplasman alusta, jonka päällä levyä polttoleikataan
Areenalamelli	Lattarauta, joka on poikittain areenalla
Jigi	Kappaleenkiinnitys tuotantokoneeseen
Solidworks	3D-mallinnusohjelma

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella mahdollisesti tuotantoon tulevan tuotteen tuotannon kulku esivalmistuksessa. Opinnäytetyön toimeksiantaja toimii Trameta Oy, joka on erikoistunut levy- ja teräsrakenteisiin sekä pitkiin särmäyksiin.

Tuleva tuote koostuu putkiprofiilista ja t-profiilista. Tuotannon kulun suunnittelu sisältää aihoiden sahauksen, plasmaleikkauksen, välivarastoinnin. Projektin pääpaino on suunnitella hienosädeplasmalle jigi, jonka avulla voidaan leikata putkiprofiilia sekä t-profiilia mahdollisimman tehokkaasti. Mallinnukseen käytetään solidworksiä.

2 TRAMETA OY

Trameta Oy on Turussa sijaitseva, alihankintaan keskittynyt metallialan yritys. Yritys on erikoistunut levy- ja teräsrakenteiden hitsaukseen sekä pitkiin särmäystöihin. Yritys on myös pitkälti riippumaton osavalmistuksen osalta kahden hienosädeplasman ansiosta. Trameta Oy:n tuotanto on tällä hetkellä painottunut puutavarakuivaamoiden ja teollisuuden tarvitsemien laitteiden valmistukseen. Trameta Oy:n suurimpia asiakkaita ovat Heinolan Sahakoneet Oy, Valmet, Valutec, sekä ABB.

Trameta Oy perustettiin vuonna 1993. Aluksi Trameta Oy vuokrasi käyttöönsä tarvitsemansa laitteet, jotka myöhemmin ostettiin omaksi. Perustettaessa yrityksessä työskenteli 7 henkilöä. Nykyisiin tiloihin Trameta Oy siirtyi vuonna 1995. Lämmintä hallipinta-alaa oli 1000 m² ja piha-aluetta 1,2 ha. Syksyllä 2005 valmistui uusi lämmin halli. Yrityksen lämmin halli-ala lisääntyi 2000 m².

Trameta Oy:ssä työskentelee tällä hetkellä noin 18 vakituista työntekijää. Tuotantokuippujen aikana yrityksen henkilöstömäärä voi lähennellä 40 henkilöä. Trameta Oy:llä on myös Maskussa 1000 m²:n lämmin halli vuokralla, koska omat tilat eivät enää riitä vastaamaan tarvittavaan tilatarpeeseen. Syksyllä 2015 Trameta Oy:lle on myönnetty EN 1090-mukainen sertifikaatti.

3 TRAMETA OY:N TARPEIDEN MÄÄRITTÄMINEN

Työn tavoitteena on suunnitella tuotannon kulku esivalmistuksessa. Esivalmistus sisältää aihoiden sahaamisen, reikien plasmaleikkauksen ja välivarastoinnin ennen koonpanoa. Työn tarkoituksena on tehostaa mahdollisimman paljon tuotteen osien valmistusta käyttäen olemassa olevia koneita ja suunnittelemalla niihin apulaitteita. Eniten tuotantoa pystytään tehostamaan plasmaleikkauksessa, joten työ painottuu jigin suunnitteluun hienosädeplasmalle. Kuvassa 1 on hienosädeplasma, johon jigi suunnitellaan.



Kuva 1. Thermcut hienosädeplasma.

3.1 Sahaus

Trameta Oy:llä on käytössä automaattivannesaha. Pienten erien kohdalla aihiot sahaetaan automaattivannesahalla. Suurten erien kohdalla aihiot tilataan määrämittäisinä toimittajilta.

3.2 Jigin ominaisuuksien vaatimukset

Putkiprofiilien plasmaleikkaus on haasteellista kyseisellä hienosädeplasmalla, koska se on tarkoitettu levyjen plasmaleikkaamiseen. Hienosädeplasmalle pitää suunnitella jigi, jonka avulla sitä voidaan soveltaa putkiprofiilien leikkaukseen. Jigin vaatimuksina on että, areenalle saadaan useampi putkiprofiili kerralla ja ne pysyvät leikkauksen aikana paikoillaan. Kaikki putkiprofiilit on pystyttävä paikoittamaan yhdellä kerralla käyttäen hienosädeplasman paikoituslaseria, jolloin kaikki putket pystytään plasmaleikkaamaan samaa leikkausohjelmaa käyttäen. Putkiprofiilien vastakkaiselta puolelta myös leikataan, joten on myös suunniteltava, miten ne pystytään kääntämään mahdollisimman helposti ja tehokkaasti.

Muita huomioon otettavia asioita on plasmaleikkauksesta syntyvien savujen poisto. Kun normaalisti leikataan levyä, plasman oma imuri pystyy imemään savut pois. Putkea leikattaessa savu jää putken sisään, jolloin plasman oma imuri ei pääse poistamaan savua.

Haasteita jigin suunnitteluun tuo myös tuotteen koon vaihtelut. Putkiprofiilin ulkohalkaisija voi vaihdella 76 ja 273 mm:n välillä. Myös pituus vaihtelee 3000 ja 12000 mm:n välillä. Tuotteeseen tulee myös t-profiilia, johon pitää pystyä leikkaamaan muotoja plasmalla.

Jigin tulisi olla myös mahdollisimman yksinkertainen, helppokäyttöinen ja mekaaninen. Yksinkertaisuus mahdollistaa sen, että jigin pystyy valmistamaan kokonaan itse. Jigin on oltava myös helppokäyttöinen, jolloin sitä pystyy käyttämään kuka vain lyhyellä koulutuksella. Mekaaninen on kestävä ja varmatoiminen ympäristössä, jossa lentää kuumia metallikipinöitä. Jigin valmistusmateriaali tulee olemaan S355.

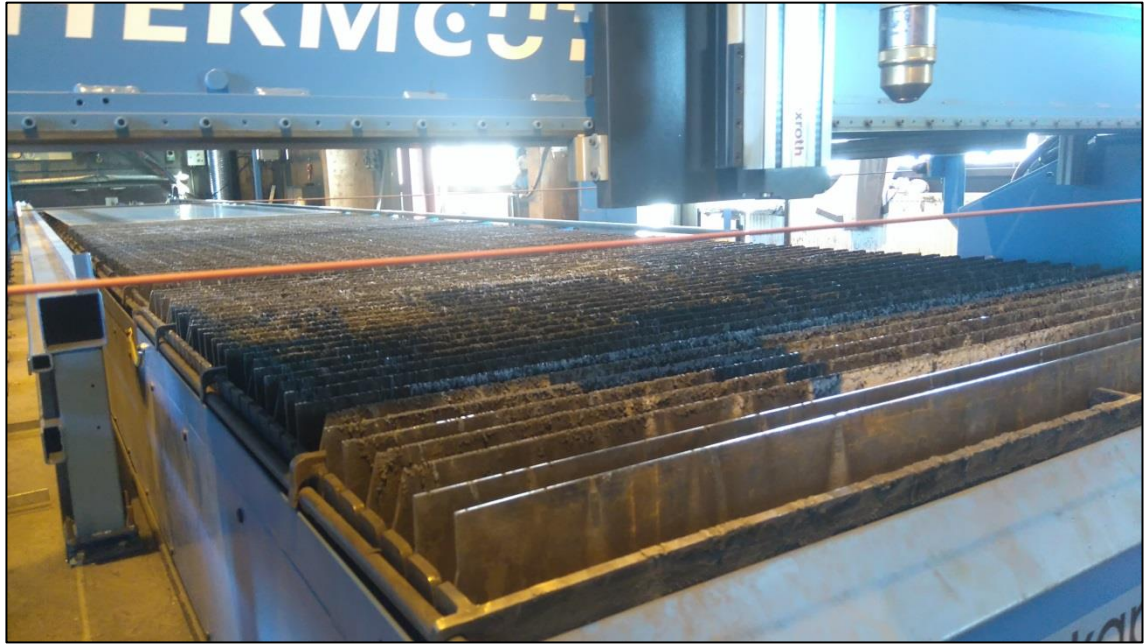
3.3 Välivarastointi

Välivarastointia pitää myös suunnitella. Yrityksen pihalla on rajallisesti tilaa, joten on suunniteltava, miten tuotteen osia voidaan varastoida mahdollisimman kompaktisti. Aihoiden on myös oltava mahdollisimman helposti liikuteltavissa, koska kokoonpano tapahtuu toisessa hallissa. Voi olla mahdollista, että aihiot lähetetään toiseen toimipisteeseen kokoonpantavaksi, jolloin kuljetukseen tarvitaan kuorma-autoja. Kuorma-

autojen käyttäminen maksaa, joten ne on pystyttävä pakkaamaan mahdollisimman täyteen. Kuorma-autojen lavojen koot on otettava huomioon.

4 JIGIN SUUNNITTELU JA KÄYTTÖ

Ennen kuin on mahdollista suunnitella ja mallintaa, on selvittävä hienosädeplasman mitat. Kun mitat on selvitetty, pystytään selvittämään millaisia, ratkaisuja pystytään käyttämään jigin suunnittelussa. Kuvassa 2 näkyy hienosädeplasman portaali ja areena, merkittävimpiä mitattavia mittoja on areenalamellien ja turvakaapelin välinen mitta.



Kuva 2. Thermcut portaali.

4.1 Mitat

Hienosädeplasman areenan pituus on 13,5 m ja leveys on 2 m. Merkittävin mitta on poltinrunгон ja areenalamellien välinen mitta, ja se on 230 mm. Poltinrunгон ja areenan välille saadaan vielä lisää välimittaa, kun poistetaan areenalamellit ja sisemmät laatikot. Molempien poistaminen kasvattaa välimittaa 50 mm:llä. Kuvassa 2 näkyvä punainen turvanaru on myös samalla korkeudella kuin poltinrunгон alaosa. Turvanaru turvaa koneen käyttäjiä ja itse konetta. Leikattavien putkiprofiilien ja jigin on mahdollista turvanarun alapuolelta.

Muut tarvittavat mitat liittyvät laatikoiden ulottuvuuksiin. Sisälaatikoiden sisämitta on 2023 mm ja pituus 2085 mm. Ulkolaatikoiden sisämitta on 2085 mm ja pituus 2105

mm. Kun areenalamellit otetaan pois, sisälaatikon yläreunasta sisälle syvyyttä on noin 140 mm.

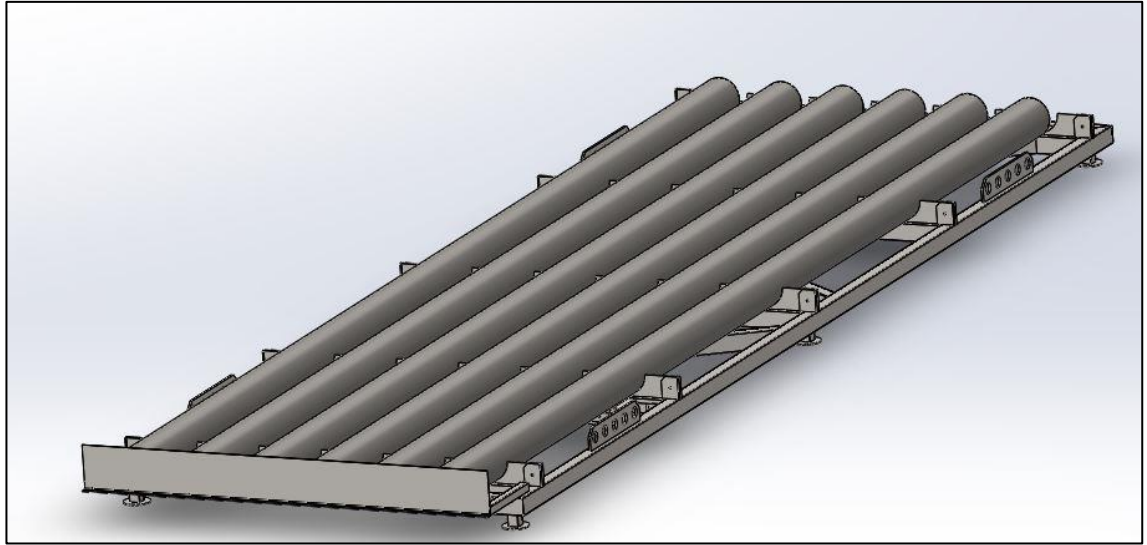
4.2 Jigin suunnittelun määrittelevät tekijät

Tuotteen mittoja ja hienosädeplasman mittoja vertaillen huomattiin, että areenan ja polttorungon välillä on hyvin vähän pelivaraa. Putkiprofiilin halkaisija ja pituus voivat vaihdella hyvin paljon. Areenan ja polttorungon välillä on tilaa 230 mm, jos areenalamellit ja sisälaatikot poistetaan tila kasvaa 332 mm:iin. Putkiprofiilin halkaisija vaihtelee 76 ja 273 mm välillä. 273 mm halkaisijalla oleva putkiprofiili ylittää 230 mm, mikä tarkoittaa sitä, että areenalamellit sekä sisälaatikot olisi poistettava.

Tämän tilan puutteen vuoksi päätettiin, että on järkevää suunnitella kaksi erillistä jigia. Todennäköisesti yleisimmät halkaisijat ovat 100 ja 160 mm välillä, jolloin olisi hyvä, että noin alle 160 mm putkiprofiilit voitaisiin polttoleikata samalla jigillä ja yli 160 mm putkiprofiileille olisi toinen jigi. Mallinnuksessa määritetään mikä, on lopullinen maksimihalkaisija ensimmäiselle jigille ja isommat jäisivät toisella jigille.

4.3 Jigi 1

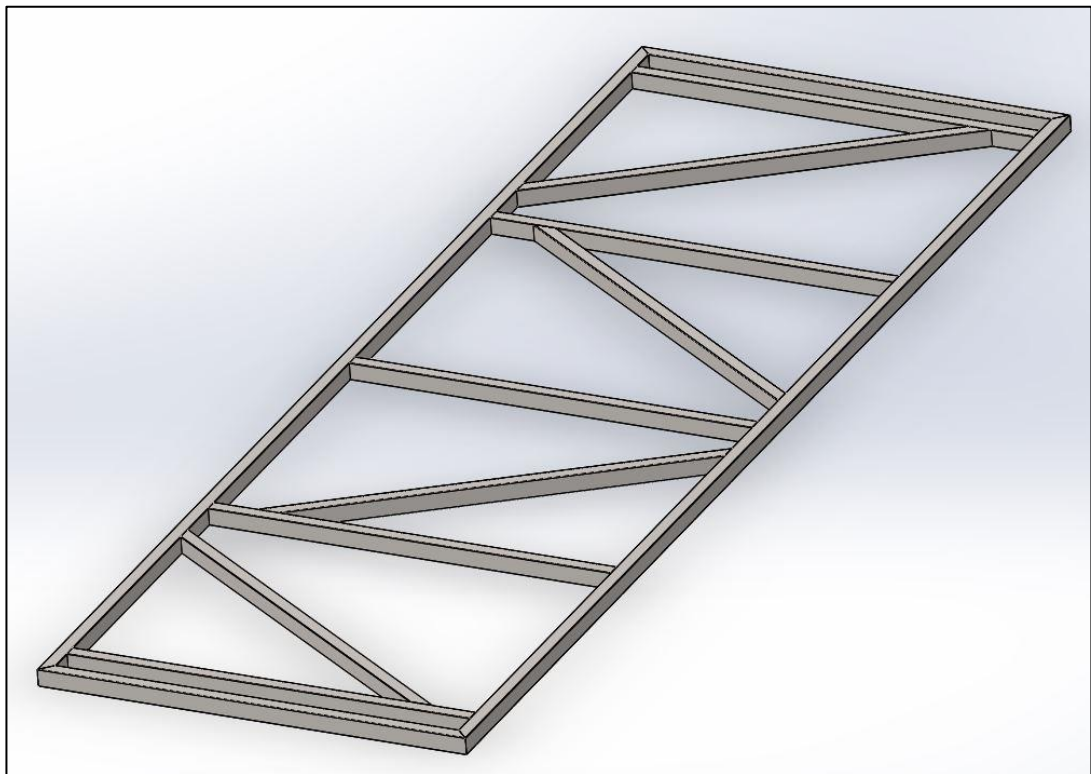
Ensimmäiseksi määritettiin maksimi putkiprofiilihalkaisija, jota voidaan leikata jigi 1:sellä. Maksimihalkaisija on 180 mm. Areenalamellit on poistettava, jolloin jigi ja putkiprofiilit mahtuvat areenan ja polttorungon väliin ja turvaväliksi jää 10 mm. Kuvassa 3 näkyy jigi 1, joka on lastattu putkiprofiileilla.



Kuva 3. Jigi 1.

4.3.1 Runko

Maksimihalkaisijaa määriteltäessä, määriteltiin myös rungon koko. Rungon perusputkena käytetään 80x60x5 mm suorakaiteenmuotoista putkea. Runko koostuu pääty-, vino- ja välituki- ja sivuputkista. Vино- ja välituki putket jäykistävät rungon rakennetta. Välituet toimivat myös alustoina putkiprofiileille ja t-profiileille. Rungon ääriimitat ovat 80x2000x6000 mm.

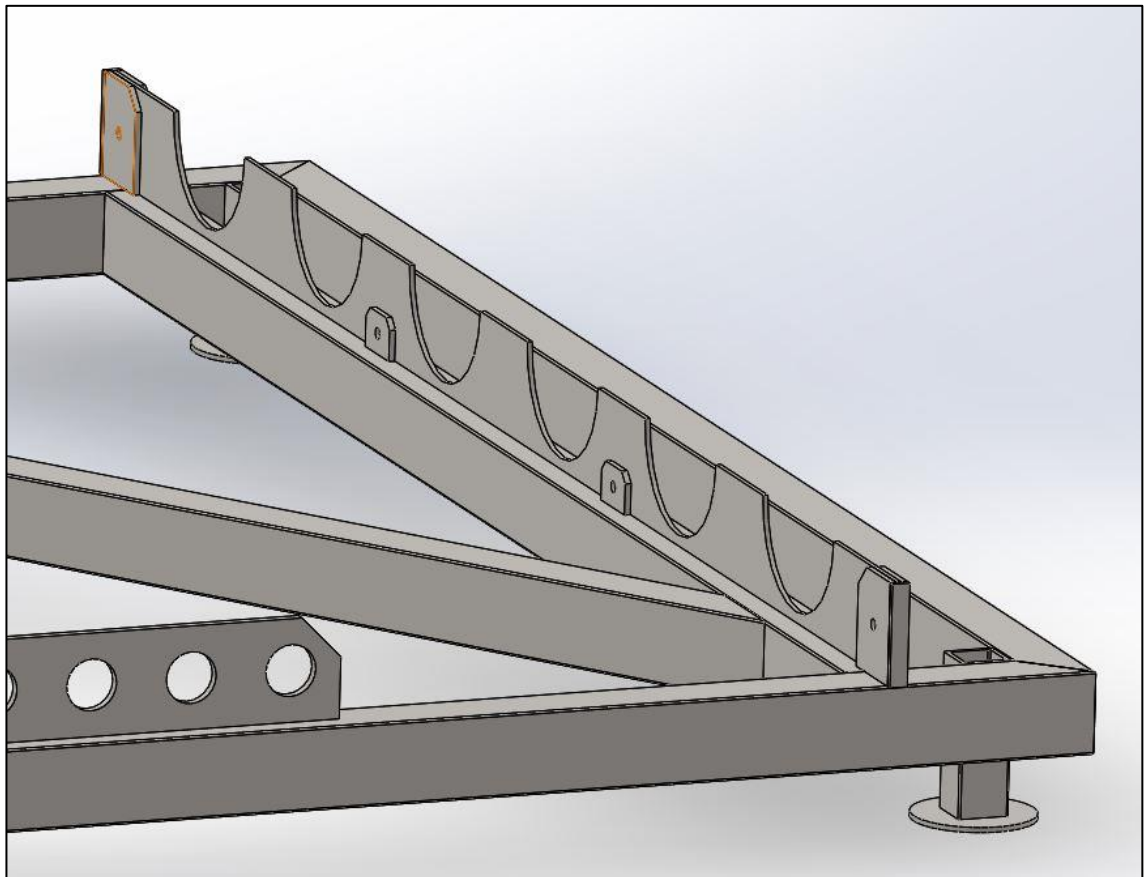


Kuva 4. Jigi 1 runko.

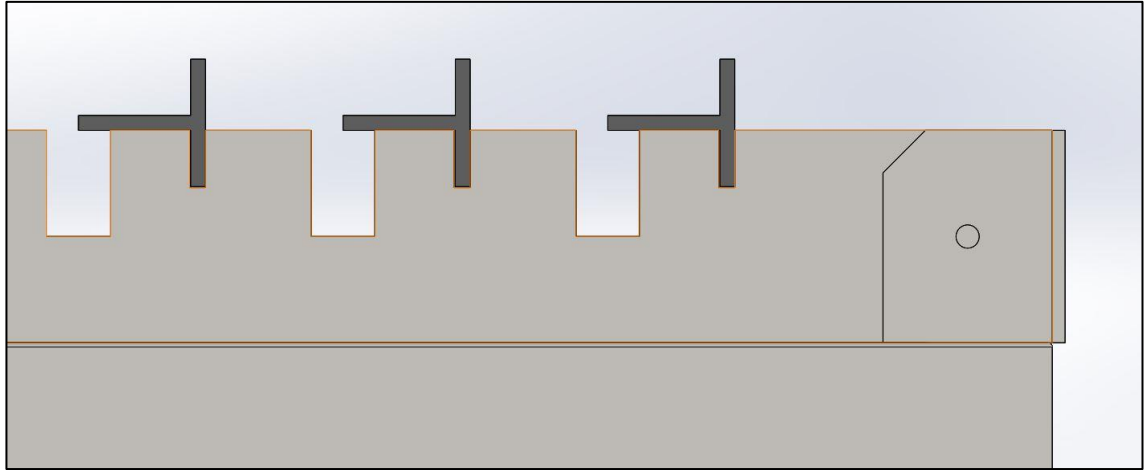
4.3.2 Aihion asemointi

Putkiprofiilit makaavat kampojen päällä. Kampoja on tasaisin välimatkoin, jolloin putkiprofiilit pysyvät paikoillaan omalla painollaan. Jigi 1:seen mahtuu vierekkäin 6 putkiprofiilia. Kammat pysyvät tiukasti paikoillaan, neljän kampakatuen välissä. Toisella puolella tukia ovat M10-kierre- ja niistä kammat kiristetään vielä tiukasti kiinni. Kuvassa 5 näkyy, miten kampa pysyy paikoillaan tukien varassa. Kammat ovat vaihdettavia. Jo-

kaista putki halkaisijaa varten on valmistettava omat kammat. Samalla jigillä pystytään myös polttamaan t-profiilia, sitä varten vaihdetaan vain kammat. Kuvassa 7 näkyy, millainen on t-profiilin kampa. T-profiili istuu tiukasti kampaan, jolloin se pysyy tiukasti paikoillaan. Iso aukko on kammassa sen takia, että hienosädeplasman aiheuttama kipinäsuihku ei vaurioita kamman pintaa. Ilman aukkoa plasmansäde sulattaisi kamman päälle metallia ja taso alkaisi nousta. Silloin T-profiilit eivät enää makaisi samassa tasossa.

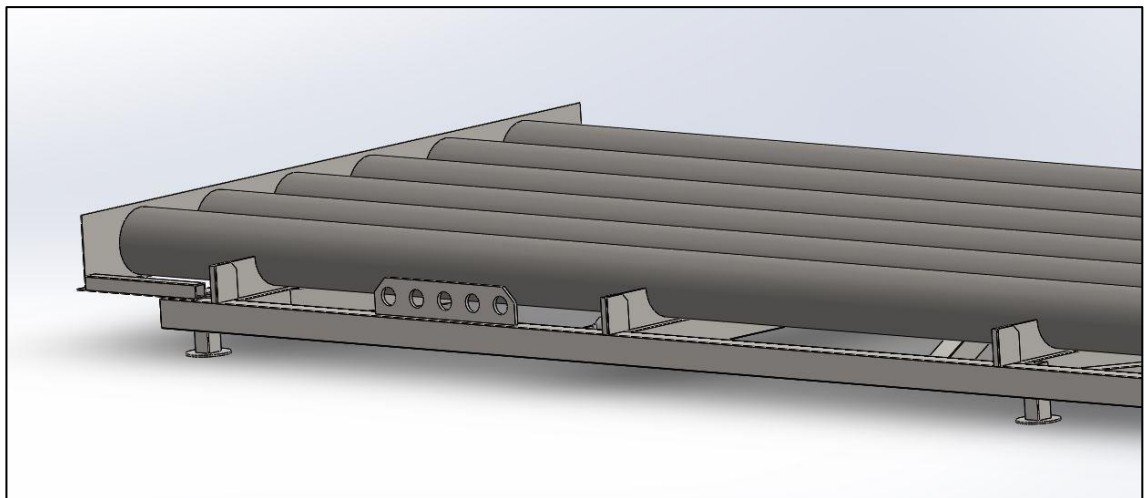


Kuva 5. Kampa ja kamman kiinnitys.



Kuva 6. T-profiilin kampa.

Rungon päädyssä on vastin, jota vasten profiilit työnnetään. Silloin profiilit ovat aina samassa kohdassa, ja se mahdollistaa sen, että voidaan tehdä poltto-ohjelma, jolla voidaan leikata kaikki profiilit kerralla. Se että saadaan yhdellä paikoituksella polttoleikattua useampia profiileja kerralla, mahdollistaa tehokkaan tuotannon verrattuna siihen, että jokainen putki paikoitettaisiin erikseen. Putkiprofiileja voidaan polttoleikata 6 yhdellä kerralla, ja t-profiileja pystytään polttoleikkaamaan 14 kappaletta.

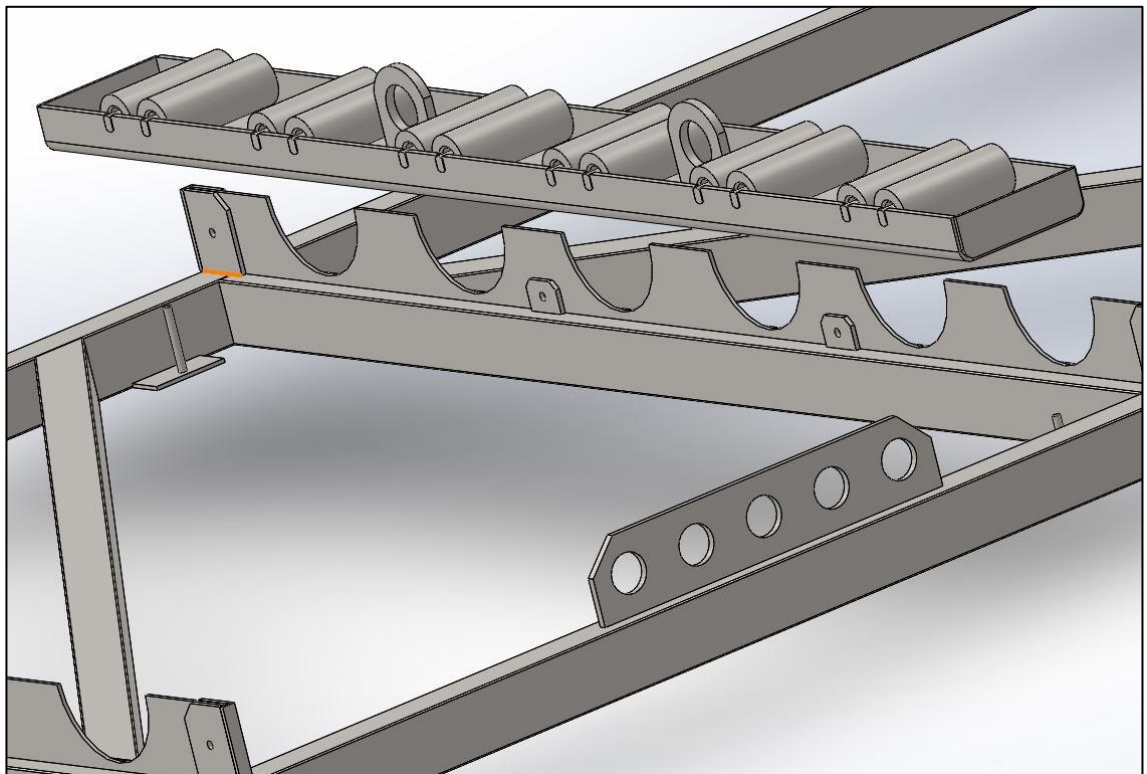


Kuva 7. Vastin.

4.3.3 Putkiprofiilien pyöräyttäminen

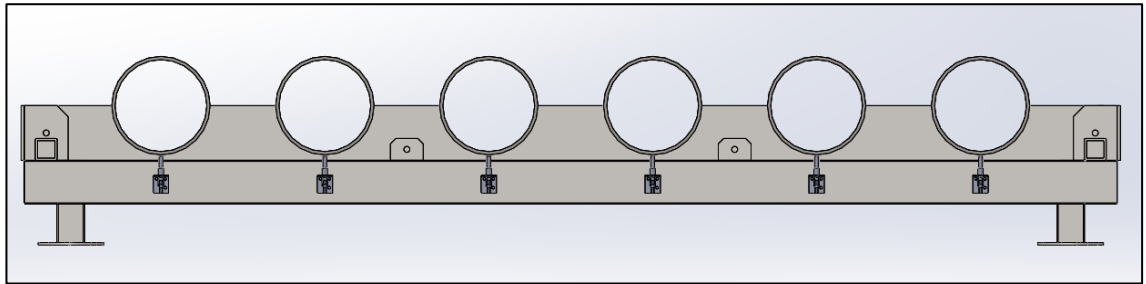
Putkiprofiilit on leikattava molemmilta puolilta, joten ne on pystyttävä kääntämään 180 astetta. Putkia tarvitsee keventää, jotta niitä pystyy kääntämään helposti käsin. Tämä onnistuu keventimellä, joka näkyy kuvassa 8. Keventimessä on 6 rulla paria, jotka ovat samoilla linjoilla kuin kampojen aukot. Kuvassa 8 näkyy latat, joiden päällä kevenin makaa. Lattojen päällä on pystyssä tangot, jotka menevät läpi keventimen päissä olevista rei'istä. Tangot pitävät keventimen linjassa, jotta se ei pääse liikkumaan liikaa.

Keventimessä on kaksi nostokorvaa, joista sitä pystytään nostamaan. Putkien nostamiseen tarvitaan kaksi kevennintä, jotta niitä pystytään nostamaan tasaisesti. Nostaminen tapahtuu siltanosturia käyttäen, jonka maksimi nostokyky on 6,3 t kiloa. Nostamiseen tarvitaan puomi, josta roikkuu kaksi puomia. Pienemmistä puomeista tulee ketjut, jotka kiinnitetään keventimiin putkien välistä. Keventimiä tarvitsee nostaa vain sen verran, että putkia voidaan kääntää käsin.



Kuva 8. Jigi 1:sen kevennin.

Putkien keventämisen jälkeen, putket on pystyttävä kääntämään tarkasti 180 astetta. Ensimmäisen puolen polttoleikkaamisen jälkeen putkissa on reikiä, näitä reikiä voidaan käyttää paikoitukseen. Rungon päässä on 6 kappaletta vaakatason jigipuristimia, niiden päihin valmistetaan soviteosa, joka sopii polttoleikattuun reikään. Jigipuristimet näkyvät kuvassa 9. Jigipuristimilla saadaan lukittu putkiprofiilit tarkasti oikeisiin asentoihin.



Kuva 9. Pyöräytyksen lukitus.

4.3.4 Toimintaperiaate/käyttö

Jigi 1:siä on tarkoitus olla kaksi kappaletta, kun toinen on areenalla polttoleikattavana, niin toista lastataan tai puretaan. Profiilien lastaaminen ja purkaminen tapahtuvat käyttämällä nostamiseen soveltuvaa kestromagneettia. Jigin nostamiseen käytetään x-lift nostopuomia. Kuvassa 3 näkyy nostokorvat, joissa on 5 reikää viereisin. Profiilien pituudet voivat vaihdella, jolloin jigi ei ole tasapainossa, jos nostaa suoraan keskikohdistta. Usean nostoreiän avulla voidaan jigi nostaa aina tasapainossa.

Kaksi jigiä voidaan pultata yhteen areenalle, jos profiilien pituudet kasvavat reippaasti yli 6 metriä. Tällöin voidaan polttoleikata jopa noin 12 metristä profiilia. Tässä tapauksessa jigit pysyvät areenan päällä. Profiilit lastataan ja puretaan suoraan areenan päältä.

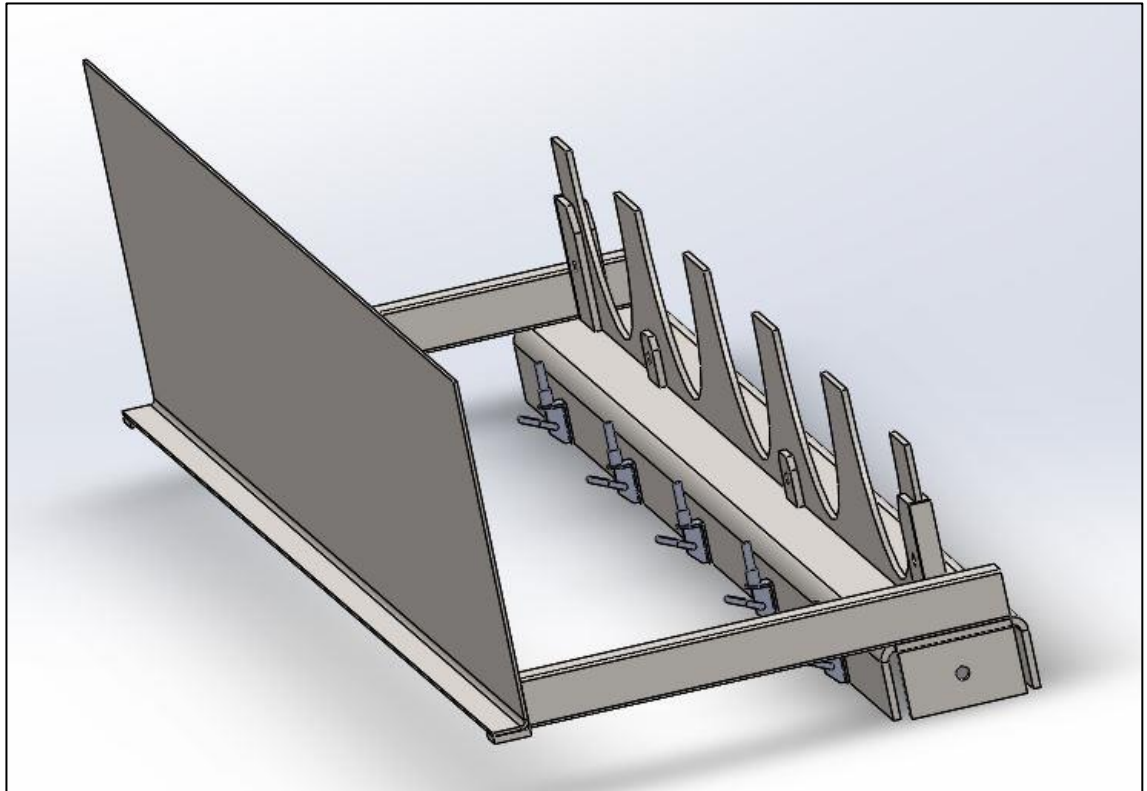
4.4 Jigi 2

Jigi 2 on kaksiosainen. Jigi 2:nen koostuu pääty jigistä ja tuki jigeistä. Jigi 2 on siitä erilainen kuin jigi 1, että siinä ei ole yhteistä runkoa, vaan se koostuu useasta pienemmästä jigistä. Jotta jigin ja poltinrungon välille saadaan tarpeeksi tilaa isoimmalle putki-

profiilille, on areenalta poistettava lamellit ja sisälaatikot, jolloin jäljelle jää siniset ulko-
laatikot jotka näkyvät kuvassa 2.

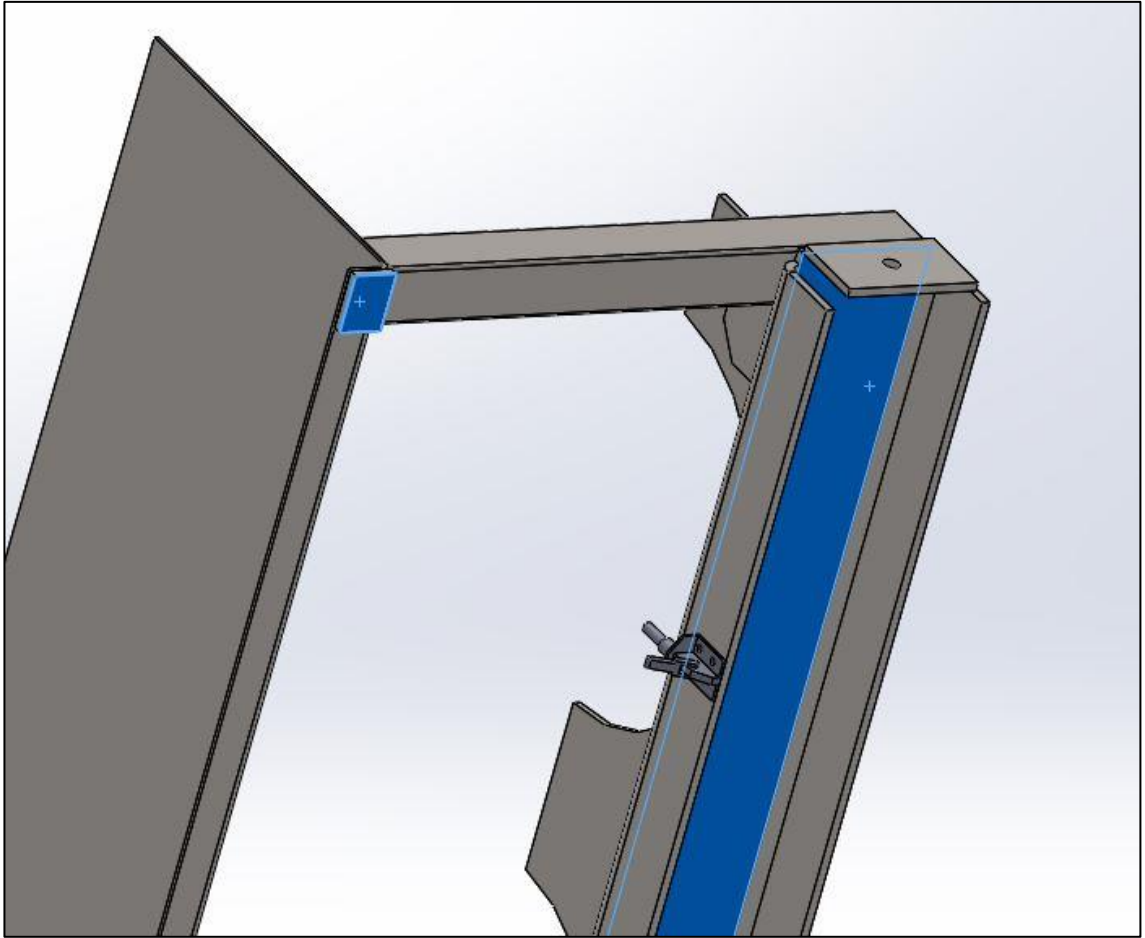
4.4.1 Päätymä jigi 2

Päätymä jigi:ssä on vastin ja pyöräytyksen lukitukseen tarkoitetut vaakatason jigipuristimet, jotka näkyvät kuvassa 10. Päätymä jigi toimii täysin samalla logiikalla, kuin jigi 1. Putkiprofiilit työnnetään vastinta vasten ja jigipuristimilla lukitaan putkiprofiili oikeaan asentoon toista puolta polttoleikatessa. Kampa on samalla tavalla vaihdettavissa, kuin jigi yksiosessa.



Kuva 10. Päätymä jigi 2.

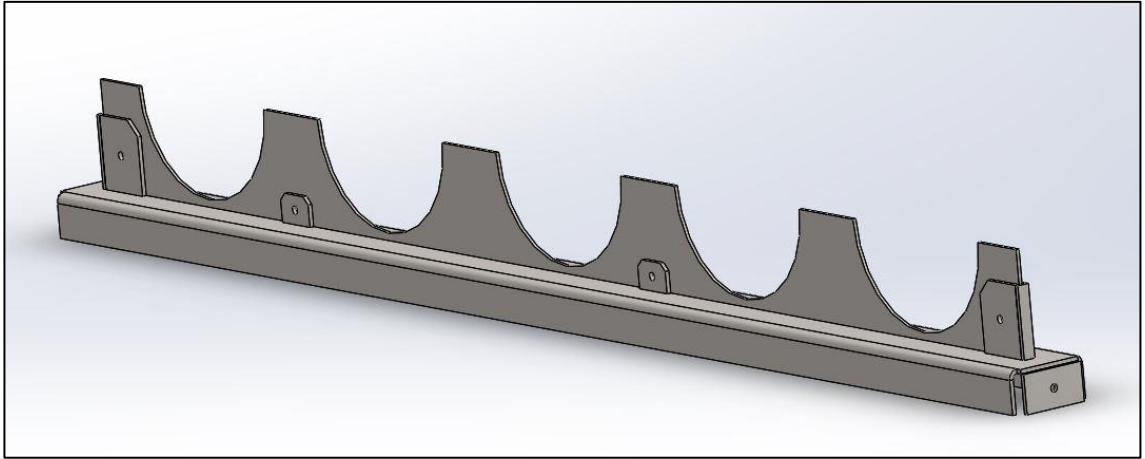
Jigi 2 makaa sinisen laatikon päällä. Kuvassa 11 näkyy mitkä pinnat makaavat sinisen laatikon päällä. Jigi 2 päätymässä on hahlot, joihin sinisenlaatikon reunat menevät. Päätymässä on M10-kierteet, joista jigi 2 kiristetään tiukasti kiinni.



Kuva 11. Jigi 2:sen pohja.

4.4.2 Tuki Jigi 2

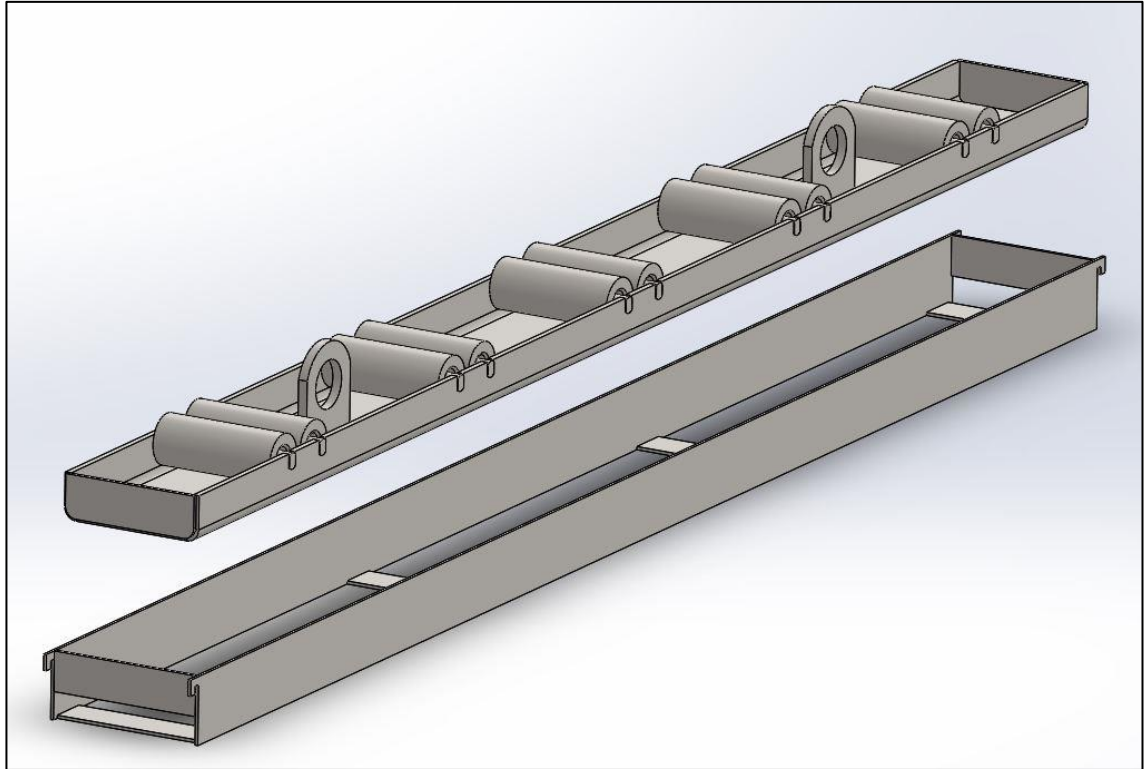
Tuki jigi 2 toimii täysin samalla tavalla kuin pääty jigi 2, paitsi ettei siinä ole vastinta ja jigipuristimia. Kuvassa 12 on tuki jigi. Tuki jigejä asetellaan areenalle noin 1,5 metrin välimatkoin, jolloin putkiprofiilit makaavat tasaisesti.



Kuva 12. Tuki jig.

4.4.3 Putkiprofiilin pyöräyttäminen

Kuvassa 13 olevaa kevennintä, jota käytetään jig 2:sen kanssa. Toimintaperiaate on täysin sama kuin jig ykkösessäkin. Ainoat erot ovat mitoituksissa ja alustassa. Kevennimen alusta on laatikko, joka asetellaan sinisenlaatikon reunojen päälle. Kevennin pysyy aina alustan sisällä, jolloin se ei pääse tippumaan.



Kuva 13. Jigi 2:sen kevennin.

4.4.4 Toimintaperiaate

Jigi 2 pysyy koko ajan areenalla. Putkiprofiilit on lastattava ja purettava kestopagneettien kanssa areenalla. Tuki jigien määrä riippuu putkiprofiilien pituuksista, esimerkiksi 12 metrin putkiprofiileja varten tarvittaisiin 8 tuki jigii ja 1 pääty jigii. Putkiprofiilien oltaessa 6 metriä tai alle voidaan areenalle koota 2 jigii, jolloin areenalla olisi 2 pääty jigii ja 8 tuki jigii.

4.5 Savujen poistaminen

Hienosädeplasman oma savujen poistojärjestelmä ei sovellu suoraan putkiprofiilien polttoleikkaukseen. Levyjä polttoleikattaessa savu jää levyn alle ja areenan alle olevat aukot pääsevät imemään savua pois. Putkiprofiileja polttoleikattaessa polttoleikkaus savu jää putken sisään ja tulee ulos putkien päistä ja tällöin hienosädeplasman oma imuri ei pääse poistamaan savuja.

Kuvassa 14 näkyy imurista tuleva savunpoistoputki, joka menee areenan alle. Tähän putkeen tehdään haaraliitos, johon saadaan kiinnitetty taipuisa ilmanvaihtoputki. Putken pää kiinnitetään polttoleikattavaan putkiprofiiliin. Putkiprofiilien halkaisijan vaihdeltaessa putken päässä vaihdellaan muuntoliitintä, jolloin putki saadaan aina kiinni polttoleikattavaan putkiprofiiliin. Kun palataan levyjen polttoleikkaukseen, ilmanvaihtoputki voidaan poistaa ja aukko voidaan tulpata, kunnes putkiprofiileja poltetaan uudestaan. Putkiprofiilien toinen pää tukitaan, jotta savu imeytyy tehokkaasti pois. Kuvissa 7 ja 10 näkyvät vastimet toimivat myös päiden tukkeena ja estävät savun karkaamisen.



Kuva 14. Imurin putki.

4.6 Sahaus

Profiilien sahaaminen voidaan suorittaa monessa eri kohtaa valmistusta. Se että missä vaiheessa sahaus suoritetaan, johtuu monesta eri tekijästä. Näitä tekijöitä on putkien pituus ja tuotanto erien koko. Tuotanto erien ollessa isoja järkevintä on tilata profiilit määrämittaisina. Pienien erien kohtaan putket tilataan vakio mittaisina 6- tai 12 metrisinä. Sahaus voidaan suorittaa ennen plasmaleikkausta tai sen jälkeen, jolloin se tarvitsee huomioida poltto-ohjelmaa tehdessä. Muu tuotanto vaikuttaa siihen, sahataanko ensin vai jälkeen, jos saha on käytössä toisia projekteja varten, plasmaleikkaus voidaan suorittaa ensin. Sahaus voidaan suorittaa myös ensin, varsinkin jos profiilien pi-

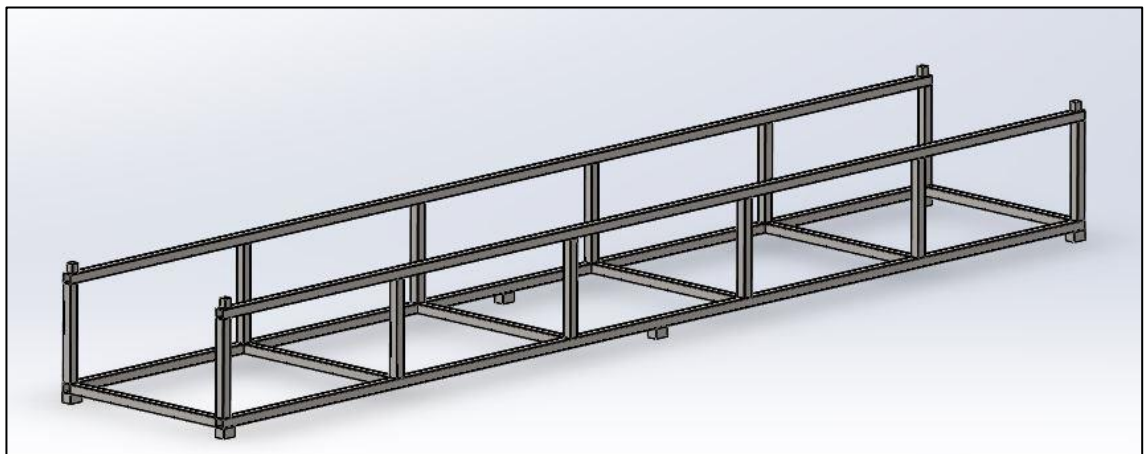
tuudet ovat noin 6 m alueella. Silloin voidaan käyttää, kahden jigin taktiikkaa, jolloin toinen erä on poltossa, kun toista lastataan.

5 VÄLIVARASTOINTI

Viimeinen vaihe esivalmistuksessa on osien välivarastointi. Yrityksen piha-alueella on rajallisesti tilaa, joten olisi hyvä saada osat varastoitu mahdollisimman kompaktisti. Kokoonpano valmistus tapahtuu yrityksen toisessa hallissa samalla piha-alueella tai toisessa toimipisteessä, minne kuljettaessa tarvittaisiin kuorma-autoja. Kuorma-autojen lavojen leveydet ovat keskimäärin 2,55 m ja korkeus 2,8 m. Pituus vaihtelee sen mukaan, että minkä tyylinen auto on.

Trameta Oy:llä on rautalavoja, jotka soveltuvat malliltaan kompaktiin varastointiin tai kuljetukseen, mutta mitoiltaan ne eivät sovellu. Näitä rautalavoja käytettiin mallina suunniteltaessa uutta rautalavaa putkiprofiilienvarastointiin ja kuljettamiseen. Rautalava koostuu 3 erikokoisesta putkiprofiilista. Rungon mitat ovat 1,1x0,6x6 metriä. Rautalava mahtuu lavalle kaksi vierekkäin ja 4 päällekkäin. Tämä mahdollistaa vähäisen tilan tarpeen, jolloin lavalle ei jää paljon ylimääräistä tilaa leveys ja korkeus suunnassa. Pituus suunnassa tarvittavaan tilaan vaikuttaa putkiprofiilien pituus ja pituus suunnassa hukkaan menevään tilaan voi vaikuttaa tilaamalla mahdollisimman sopivan pituinen auto.

Kuvassa 15 näkyy rautalava. Rautalavoissa on päällä pienemmät putket ja pohjassa isommat, jolloin kun laittaa toisen rautalavan päälle niin pienet putket menevät isojen sisälle, näin rautalavat pysyvät hyvin paikoillaan ollessaan päällekkäin.



Kuva 15. Rautalava.

6 POHDINTA

Jigeistä tuli hyvin yksinkertaisia, helppokäyttöisiä ja mekaanisia. Kyseisillä jigeillä on mahdollista saada tuotanto hyvin liikkeelle, mutta aina niitä voi vielä kehittää lisää. Jos tulevaisuudessa tuotteiden tilauskanta lisääntyy, on tuotantoa pystyttävä tehostamaan. Itse plasmaleikkausta ei pysty nopeuttamaan, mutta asetusaikoja pystytään vielä nopeuttamaan reippaasti.

Ensimmäinen asia, jota voi kehittää ja joka nopeuttaa asetusaikoja, on putkiprofiilien pyöräyttäminen. Keventimien nostaminen siltanosturin kanssa, on toimiva ratkaisu ensimmäiseen jigi-malliin. Kuitenkin siltanosturia voidaan tarvita muuallakin hallissa, joten olisi hyvä, että se olisi vapaana. Ensimmäinen parempi ratkaisu voisi olla, että jigien alla olisi jonkinlaiset tunkit, joilla voisi nostaa keventimiä. Tämä olisi vielä mekaaninen ratkaisu, joka on varmastikin toteutettavissa, kun saa paremman kuvan, miten koko tuotanto toimii ja miten jigit todellisuudessa asettuu areenalle. Pidemmälle vietyssä ratkaisussa tarvitaan jo ulkopuolisen yrityksen apua, jolla on kokemusta jigien valmistamisesta. Ratkaisussa putkiprofiilit olisivat mahdollisesti koko ajan rullien päällä ja niitä voitaisiin pyöräyttää servomootoreilla. Silloin olisi myös mahdollista pyöräyttää putkiprofiileja asteiden tarkkuudella ilman mekaanista lukitusta.

Putkien pyöräyttäminen servomootorin avulla mahdollistaisi myös sen, että sahausta ei tarvittaisi. Tällöin voitaisiin ohjelmoida servomootorit toimimaan yhdessä hienosädeplasman kanssa, jolloin reikien leikkauksen yhteydessä putkiprofiilit voitaisiin myös poikki leikata hienosädeplasmaa käyttäen.

Nostamiseen menee myös aikaa. Nostamiseen voitaisiin kehittää nostin, joka pystyy nostamaan useamman putkiprofiilin kerralla. Tällöin saataisiin lyhennettyä asennusaikoja.

Jos tilauskanta lisääntyisi tulevaisuudessa merkittävästi, olisi tähän jo investoitava oma laitteisto, joka hoitaa esivalmistuksen sekä kokoonpanon samassa. Muuten näiden tuotteiden valmistus varaisi kaiken kapasiteetin muiden tuotteiden esivalmistuksesta.

7 YHTEENVETO

Alussa määriteltiin projektin vaatimukset ja tarpeet, joihin lähetään hakemaan ratkaisuja. Projektin tarkoituksena oli suunnitella uuden tuotteen tuotannon kulku ja jonka pääpaino oli jigien suunnittelussa. Projektin alue rajoittui esivalmistukseen.

Projektissa oli monia haasteita. Jigien suunnittelussa oli eniten haasteita. Suurimman haasteen jigien suunnitteluun asetti hyvin niukka tila areenan ja poltinrungon välillä. Myös putkiprofiilien halkaisijoiden ja pituuksien suuri vaihteluväli aiheutti haasteita jigien suunnitteluun. Oli myös hyvin haastavaa suunnitella yksi jigi, jolla pystyisi polttoleikkaamaan kaiken kokoisia putkiprofiileja ja myös t-profiilia. Näistä edeltä mainituista syistä päädyin suunnittelemaan kaksi erilaista jigiiä, jolloin pystyin ratkaisemaan suurimman osan ongelmista.

Sahauksen suunnittelu etukäteen oli myös hankalaa, koska sahaukseen vaikuttaa paljon se, mitä muita projekteja on käynnissä. Myös tuotantoerien koko vaikuttaa siihen. Siitä syystä sahaamisen kohdan tuotannossa joutuu päättämään tilanteen mukaan.

Välivarastoinnin suunnittelu etukäteen oli myös hankalaa, koska sitä tietoa ei ollut saatavilla, että missä kokoonpano tulee tapahtumaan. Myös sitä ei voi tietää, minne jigit voidaan varastoida esivalmistuksen jälkeen, koska yrityksellä on niin paljon erilaisia projekteja ja piha-alueen tilanne muuttuu jatkuvasti. Rautalavan suunnittelu onnistui hyvin, koska yrityksestä löytyi toimiva malli, josta pystyi ottamaan mallia suunnitteluun.

Projekti oli haastava, ja siinä oli paljon uusia asioita, joita piti pystyä ratkaisemaan ja pohtimaan. Mutta kaikista haasteista huolimatta projekti onnistui hyvin. Onnistuin suunnittelemaan jigit, joilla pystyy aloittamaan tuotteen valmistuksen. Vaikka projekti onnistui hyvin, niin jäi myös parantamisen varaa. Jigijä voi vielä parantaa paljon, ja muiden tuotantovaiheiden suunnittelua voi myös parantaa, mutta niitä on helpompi jatkokehittää sitten, kun pääsee valmistamaan ensimmäiset jigit ja pystytään valmistamaan tuotetta.