



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joni Järvinen

EKSTRUUSIOHITSAUSLAITTEISTON SUUNNITTELU

Tekniikka ja liikenne
2012

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joni Järvinen
Opinnäytetyön nimi	Ekstruusiohitsauslaitteiston suunnittelu
Vuosi	2012
Kieli	suomi
Sivumäärä	46 + 10 liitettä
Ohjaaja	Mika Billing

Työ tehtiin KWH Pipe Oy:n Vaasan yksikön Prefab osastolle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella laitteisto, joka parantaa ja tasalaatuistaa kaivotuotannon pohjien kiinnityksen hitsausaamaa.

Työssä suunniteltiin ja mallinnettiin laitteistokokonaisuus, tutkittiin muodostettujen mallien avulla tarvittavia liikeratoja ja mekaniikan yhteensopivuutta.

Valmiilla laitteella pyritään poistamaan käyttäjästä johtuvat laatumuutokset ja lyhentämään läpimenoaikaa. Samalla parannetaan työergonomiaa ja saadaan laitekantaa uudistettua.

Tuloksena saatiin käsitys valmistusmahdollisuuksista, 3D-kokoonpanomalli, sekä listattiin mahdollisia ostokomponentteja ja rungon valmistukseen vaadittavia materiaaleja.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Joni Järvinen
Title	Design of Extrusion Welding Equipment
Year	2012
Language	Finnish
Pages	46 + 10 Appendices
Name of Supervisor	Mika Billing

This thesis was written for KWH Pipe Oy Vaasa, Prefab department. The purpose for the thesis was to design welding equipment that would improve and uniform the quality of welding seams in manhole bottoms.

In the thesis the equipment system was designed and modeled, the necessary range of motion was studied and mechanical compatibility was checked.

The purpose of finished product is to eliminate changes in quality caused by the user and to shorten the lead time. At the same time improve ergonomics can be improved and the equipment modernized.

As the result a notion of manufacturing opportunities was obtained. A 3D assembly model was made, as well as a list of possible purchase components and materials required to manufacture the frame.

Keywords quality, welding

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
1.1	Opinnäytetyön aihe	8
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus	8
2	KWH YHTIÖNÄ	9
2.1	KWH Mirka	9
2.2	KWH Logistics	10
2.3	KWH Invest	10
2.4	KWH Pipe	10
3	MUOVIT	11
3.1	Muovien lisäaineet	11
3.1.1	Täyteaineet	11
3.1.2	Seosaineet	11
3.1.3	Väripigmentit	11
3.1.4	Apuaineet	11
3.2	Kertamuovit	12
3.3	Kestomuovit	12
3.3.1	Valtamuovit	12
3.3.2	Tekniset muovit	13
3.3.3	Erikoismuovit	13
4	MUOVIHITSAUS	14
4.1	Kuumakaasuhitsaus	14
4.2	Ekstruusiohitsaus	15
5	TUOTEKEHITYS	18
6	TIETOKONEAVUSTEINEN SUUNNITTELU	20
	2D-Piirtäminen	21
6.1	3D-Mallinnus	21
6.1.1	Bottom-Up menetelmä	22
6.1.2	Top-Down menetelmä	22

7	AUTOMAATIO	23
8	KWH KAIVOT	24
9	NYKYTILANNE	26
9.1	Työpisteen lähtökohta	26
9.2	Nykytilanteen ongelmat	27
10	MUUTOSSUUNNITELMAT	28
10.1	Layout	28
10.2	Suunnittelu	28
10.3	Runko	28
10.4	Putken lukitus	31
10.5	Pohjan kiinnitys	32
10.6	Hitsauspaketti	33
10.6.1	Kelkka	33
10.6.2	Ekstruuderhitsauslaite	36
10.7	Työkierto	37
10.7.1	Ohjaustaulu ja ohjaus	37
10.7.2	Logiikkaohjaus	37
11	LOPPUTULOS	40
12	YHTEENVETO	42
13	TULEVAISUUS JA PARANNUSEHDOTUKSET	43
	LIITTEET	

KÄYTETYT KÄSITTEET JA LYHENTEET

Polymeeri	Pitkä hiili- tai hiili-pii atomien ketju
Kovalenttinen sidos	Vahva kemiallinen sidos, jossa atomit jakavat elektronit keskenään
Plastisointi	Muovin lämmittäminen muovattavaan tilaan
Ekstruusio	Muovien muovausmenetelmä, jossa muovi lämmitetään ja tiivistetään sylinterin sisällä pyörivän ruuvien avulla, jonka jälkeen plastinen massa työntyy ulos.
Top-Down	Suunnittelumenetelmä, jossa ohjausmallitasolla määritellään osien yhteiset piirteet, parametrit sekä paikkatieto, lähdetään kokonaisuudesta liikkeelle.
Bottom-Up	Suunnittelumenetelmä, jossa lähdetään liikkeelle yksittäisten osien mallintamisesta.
STEP-tiedosto	Yleinen tiedostomuoto, jolla pystytään siirtämään 3D-malleja eri ohjelmien välillä.

LIITELUETTELO

LIITE 1. Ostokomponentti lista

LIITE 2. Festo DNCB-80-250-PPV-A sylinteri

LIITE 3. Festo DNCB-80 tarvikkeet

LIITE 4. Festo DSNU-20-100-P-A sylinteri

LIITE 5. Rollco SBI25FL-2-K1-500 lineaarijohde kelkkoineen

LIITE 6. Rollco SBI20FL-1-K1-180 lineaarijohde kelkkoineen

LIITE 7. Mekanex K20-S20 hammastanko

LIITE 8. Sodemann GF-14-300-250 kaasujousi

LIITE 9. BPWE Munsch MAK 58D Extruder Welder

LIITE 10. Kaivolomake KWH

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön aihe

Opinnäytetyö tehtiin KWH Pipe Oy Vaasan yksikön Prefab osastolle. Aiheena oli suunnitella ekstruusiohitsauslaitetekonaisuus yhdelle kaivotuotantolinjalle.

Ekstruusiohitsaus on hyvä ja kestävä menetelmä kiinnittää muoviosia toisiinsa, mutta koska työ tehdään yleensä käsin, tuloksessa on suuriakin eroja henkilöiden välillä. Kilpailusta johtuen tulee tuotteen miellyttää myös asiakkaan silmää vaikka valmis tuote maan alle jääkin piiloon. Osittain automatisoimalla hitsausjälki saadaan samanlaiseksi käyttäjästä riippumatta.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Tavoitteena oli suunnitella osittain automatisoitu hitsauslaitetekonaisuus, jolla on tarkoitus parantaa ja tasalaatuistaa kaivotuotannon 560 mm halkaisijaltaan olevien kaivojen pohjien hitsausta, niin kestävyydeltään kuin ulkonäöltäänkin. Samalla saadaan kalustoa uudistettua ja työergonomiaa parannettua vaihtamalla raskas käsikäyttöinen hitsi telineessä kiinni olevaan.

Alussa mietittiin jos laitteisto myös rakennettaisiin opinnäytetyön aikana ja testattaisiin käytännön toimivuutta sekä tutkittaisiin optimaalisia hitsausarvoja, mutta tiukka aikataulu, työn laajuus ja yrityksen pajan suuren työmäärän takia työ rajattiin suunnitteluosioon. Suunnitteluosiostakin jätettiin työkuvantojen teko pois, sillä työmäärä kasvaisi liian suureksi.

Laitteen käyttökohteiksi rajattiin 560 ja 650 mm halkaisijan kaivot.

2 KWH YHTIÖNÄ

KWH-yhtymän juuret juontavat vuoteen 1929 jolloin Emil Höglund ja Edvin Wiik perustivat puutavaraliikkeen Wiik & Höglundin. Vuonna 1951 Wiik & Höglund lähti mukaan muovialalle aloittaen muovisten lattialaattojen valmistuksen. 1960 luvulta eteenpäin yritys on kehittänyt jatkuvasti uusia tekniikoita, joilla saatiin valmistettua jatkuvasti halkaisijaltaan suurempia muoviputkia. Vuoden 1964 läpimurron jälkeen yhtiö on ollut aina askeleen kilpailijoitaan edellä, ja tälläkin hetkellä KWH on yksi harvoista, joka pystyy valmistamaan 1600 mm PEH-putkia. Uudella patentoidulla menetelmällä valmistetaan jopa yli 3000 mm kerrosrakenteisia Weholite-putkia. /9/

Varsinaisesti KWH-yhtymä syntyi 1984, kun Oy Keppo Ab osti Wiik & Höglundin osake-enemmistön. Konsernin rakenne muuttui entistä enemmän muoviteollisuuden puolelle ja tämän ansiosta liikevaihto ja henkilöstömäärä lähti räjähdysmäiseen nousuun. /9/

KWH konserni nykyisellään voidaan jakaa neljään päätoimijaan, joihin kuuluu Mirka, Logistics, Invest ja Pipe.

2.1 KWH Mirka

KWH Mirka valmistaa ja markkinoi hiomatarvikkeita vaativaan viimeistelyyn. Mirkan erikoisalaa ovat joustavat hiomatarvikkeet ja pölyttömän pintakäsittelyprosessin mahdollistavat hiomatuotteet. Vankka panostus tuotekehitykseen ja tehokkaaseen tuotantoon yhdessä monen vuosikymmenen kokemuksen kanssa ovat tehneet Mirkasta erikoisalansa edelläkävijän. /7/

Mirka on perustettu vuonna 1943 Helsinkiin ja 1977 osa tuotannosta siirrettiin Oravaisiin. Nykyään Mirkalla on useita sisaryhtiöitä ympäri maailmaa. /7/

2.2 KWH Logistics

KWH Logistics tarjoaa korkeatasoista ja laajaa logistiikan osaamista sekä teollisuudelle että kaupalle. Osaaminen kattaa kuljetuslogistiikan kaikki vaiheet ja muodot tuotteen valmistavan tehtaan varastosta aina asiakkaalle asti sekä viennissä, että tuonnissa ja sisältää myös mahdollisen välivarastoinnin. /6/

Logistics harjoittaa kuljetus ja huolintapalveluita sekä ahtaus- ja varastointitoimintaa useissa Suomen satamakaupungeissa ja pakastevarastointia Vantaalla ja Inkoossa. /9/

2.3 KWH Invest

KWH Invest on liikekehitysryhmä jonka tärkeimpänä osana on Oy Prevox Ab, joka on KWH:n tytäryhtiö. Prevox valmistaa Uudessakaarlepyyssä ruiskupuristettuja LVI-tuotteita ja elintarvikepakkauksia. /16/

Suurin osa Investin tuotteista viedään Eurooppaan.

2.4 KWH Pipe

”KWH Pipe Suomi kehittää, valmistaa ja markkinoi korkealuokkaisia muoviputkijärjestelmiä ja palveluita rakentamisen ja teollisuuden tarpeisiin. Tuotevalikoima kattaa putkijärjestelmät paineputkistoihin, viettoputkistoihin, kuivatuksen, putkistosaneeraukseen sekä lukuisiin muihin käyttöalueisiin.” /8/

KWH Pipe on suomalainen perheyrittäjä, joka valmistaa ja kehittää muovisia putkijärjestelmiä. Pipe toimii Euroopan lisäksi Kaakkois-Aasiassa ja Pohjois-Amerikassa. Putkivalmistuksen lisäksi se kehittää siihen liittyvää teknologiaa sekä koneita ja laitteita. KWH Pipen Vaasan yksikön Prefab osastolla valmistetaan asiakkaalle räätälöityjä sade- ja jätevesikaivoja sekä jonkin verran pienosia.

KWH Pipen liikevaihto vuonna 2010 oli 212,1 miljoonaa euroa, joka oli noin 44 % koko konsernin liikevaihdosta. Henkilöstöä vuonna 2010 oli 1276, joista suomessa noin 500. /8/

3 MUOVIT

Muovit ovat polymeerimateriaaleja, joita voidaan lämmön tai paineen avulla muokata halutun muotoiseksi kappaleiksi. Polymeerit ovat tärkein osa muovia, mutta puhdas polymeeri on harvoin ominaisuuksiltaan riittävä käyttökohteita ajatellen, siksi sen ominaisuuksia parannetaan sekoittamalla polymeerin joukkoon muita lisäaineita. /11/

3.1 Muovien lisäaineet

3.1.1 Täyteaineet

Lisäainetta, jota on muovissa yli 10 % kutsutaan täyteaineeksi. Täyteaineet eivät juurikaan vaikuta muovin ominaisuuksiin, vaan niitä käytetään halventamaan raaka-ainetta. Täyteaineet pienentävät muovin kutistumaa ja voivat parantaa pinnan laatua. Yleisimpiä täyteaineita ovat erilaiset mineraalijauheet, kuten talkki, mutta myös lasipalloa ja hiiltä käytetään täyteaineena. /11/

3.1.2 Seosaineet

Seosaineilla muokataan muovien ominaisuuksia tarpeen mukaiseksi. Seosaineita ovat mm. pehmittimet, stabilaattorit, palonestoaineet, antistaattiset aineet, väripigmentit, mikrobiestoaineet ja voiteluaineet. /11/

3.1.3 Väripigmentit

Väripigmenteillä muutetaan polymeerien normaali läpikuultavan valkoinen tai kellertävä väri. Joillain polymeereillä on voimakas normaali väri, joten näihin täytyy ensin lisätä valkoista väriä, jotta saataisiin värjättyä muovi halutun väriseksi. Väriaine saattaa vaikuttaa muovin kutistumaan. /11/

3.1.4 Apuaineet

Apuaineet eivät vaikuta muovin käyttöominaisuuksiin, mutta niillä parannetaan muovin prosessointia. Apuaineita on muovissa vain hyvin pieniä määriä, promilleista pariin prosenttiin. /11/

3.2 Kertamuovit

Kertamuovien polymeeriketjut ovat kiinnittyneet kovalenttisin sidoksin, mikä tekee kertamuoveista mekaanisesti lujia materiaaleja. Kertamuoveja ei kuitenkaan voi muokata lämmön avulla uudelleen vaan ne palavat ennemmin ja tämä aiheuttaa kemiallisen hajoamisen. /11/

Kertamuoveilla onkin tavallisesti suuri lämmönkestävyys, joten ne sopivat moniin käyttökohteisiin. Esimerkiksi lujitemuovikappaleisiin sekä valukappaleisiin. /11/

3.3 Kestomuovit

Kestomuoveja pystytään muovaamaan lämmön tai paineen avulla useita kertoja hajottamatta niiden kemiallista rakennetta. Kestomuovit voidaan jaotella käyttömäärien ja ominaisuuksiensa mukaan valtamuoveihin, teknisiin muoveihin ja erikoismuoveihin. /11/

Kestomuoveille on yleensä hyvät iskunkestävyysominaisuudet ja ne ovat suhteellisen helppoja työstää. Kestomuovit soveltuvat monimutkaisiin muotoiluihin.

3.3.1 Valtamuovit

Valtamuovit ovat halpoja materiaaleja, ja siksi niitä käytetäänkin suuria määriä. Valtamuovien tekniset ominaisuudet eivät ole kovin hyviä, mutta yleensä riittäviä käyttökohteisiin. Käyttökohteita on lukemattomia. /11/

Yksi yleisimmistä valtamuoveista on polyeteeni, PE. Polyeteenin lämmönkesto on melko huono ja ilman lisäaineita se pehmenee jo 40 °C lämmössä. Syy polyeteenin suosioon on sen erittäin halpa hinta ja sen kemiallinen kestävyys on lähes erinomainen. /11/

Polyeteenin hinta maailmanmarkkinoilla on noin 1200 €/t. /12/

3.3.2 Tekniset muovit

Tekniset muovit ovat hieman valtamuoveja kalliimpia, mutta niillä on hyvät tekniset ominaisuudet. Käyttökohteet ovat usein vaativampia tuotteita ja osia. Käyttökohteita ovat kulutuksen kestoa vaativat tuotteet. /11/

Teknisistä muoveista voidaan mainita polyeteenitereftalaatti, PET. Polyeteenitereftalaatti on hyvin iskunkestävä ja kaasutiivis materiaali. Sillä on hyvä pinnanlaatu ja se on kemiallisesti kestävä. Siitä valmistetaan mm. virvoitusjuomapulloja. /11/

Polyeteenitereftalaatin hinta maailmanmarkkinoilla on noin 1600 €/t. /12/

3.3.3 Erikoismuovit

Erikoismuovit ovat erittäin kalliita, mutta joltain osin niillä on teknisiä muoveja paremmat ominaisuudet, esimerkiksi parempi lämmönkesto. Käyttökohteita ovat erittäin vaativat muovituotteet ja osat. /11/

Yksi tunnetuimmista erikoismuoveista on polytetrafluorieteeni, PTFE, eli teflon. Teflonilla on laaja käyttölämpötila-alue, hyvä kemikaalien ja säänkesto, sen pinta ei likaannu helposti, se on elintarvikekelpoinen ja sillä on alhainen kitka. Sitä käytetään esimerkiksi paistinpannun pinnoitteena. /11/

Teflonin hinta maailmanmarkkinoilla on noin 20 000 €/t. /13/

4 MUOVIHITSAUS

Muovihitsaus on hyvä ja kestävä tapa liittää kestumuoveja yhteen. Kertamuoveja ei pystytä hitsaamaan, sillä ne eivät pehmene lämmön kohotessa.

Muovien hitsaus on periaatteeltaan samanlaista kuin muukin hitsaus, muovimateriaalit liitetään yhteen lämmön ja paineen avulla. Hitsaus voidaan suorittaa lisäainetta käyttäen tai ilman lisäainetta. Hitsattaessa kappaleiden pinnat lämmitetään tavalla tai toisella, jolloin muovi pehmenee. Materiaalin pehmenneet pinnat puristetaan vastakkain, jolloin muovin rakenneyksiköt, pitkät molekyyliketjut, asettuvat lomittain ja tapahtuu materiaalien sekoittumista (diffuusiota). Lämpötilan laskiessa materiaali palautuu lähes alkuperäiseen olotilaansa ja muovi on hitsautunut. Pääsääntönä muovien hitsauksessa on, että yleensä vain samaa muovia olevia kappaleita voidaan hitsata toisiinsa kiinni. /11/

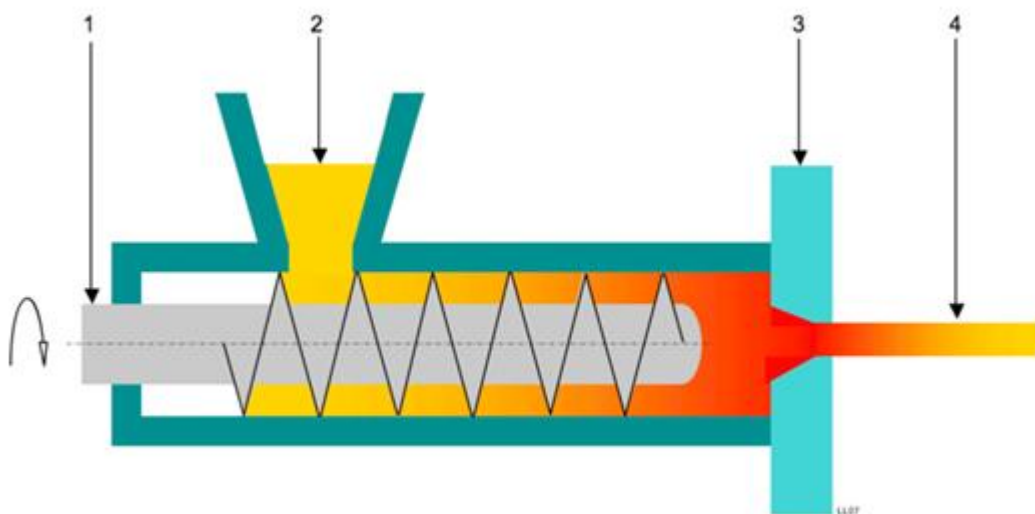
4.1 Kuumakaasuhitsaus

Kuumakaasuhitsaus muistuttaa metallien kaasuhitsausta. Muoveja hitsattaessa kaasuliekki korvataan kuumalla ilmalla, ilma voidaan tuottaa suoraan kuumailmapuhaltimella tai lämmittämällä paineilmaverkosta otettavaa ilmaa lämpövastuksien avulla. Kuumennettu ilma puhalletaan hitsattavien saumojen väliin siten, että sekä perusaine että lisäaine pehmenevät. Muovien kuumakaasuhitsauksessa käytettävät lämpötilat ovat huomattavasti metallien kaasuhitsausta alhaisemmat. /11/

Menetelmää käytetään esimerkiksi altaiden tekoon levyistä sekä putkien liittämiseen. Autojen vaurioituneet muoviosat voidaan myös korjata kuumakaasuhitsauksella. Kuumakaasuhitsauksella saadaan aikaiseksi laadukasta saumaa, mutta melko haastavana menetelmänä laatu on suuresti kiinni hitsaajan taidoista. /11/

4.2 Ekstruusiohitsaus

Erityisesti paksujen muovikappaleiden hitsaus tuottaa ongelmia muovin pehmenemisen ja lämmönjohtumisen vuoksi. Ratkaisuna voidaan käyttää ekstruusiohitsausta, jossa käytettävä lisäaine sulatetaan kokonaan käyttäen erillistä plastisointiyksikköä, ekstruuderia (**Kuva 1**). Ekstruusiohitsausta käytetään erityisesti suurempien kappaleiden yhteenliittämiseksi. /11/

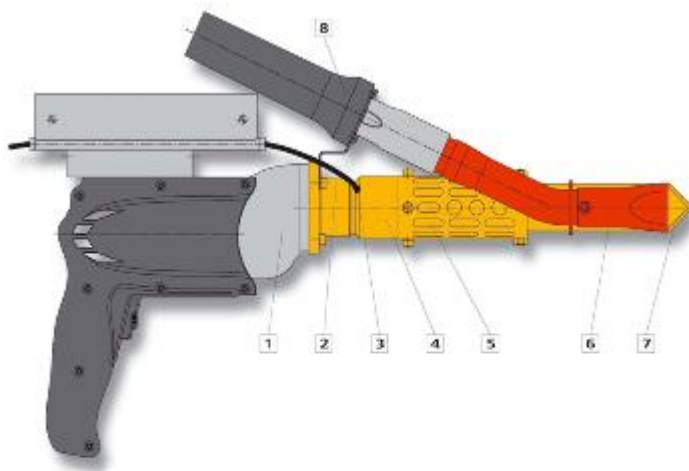


Kuva 1. Ekstruuderin halkaisukuva. /2/

Ekstruuderissa raaka-aine, kuvassa 1 numero (2). Syötetään laitteen sisälle jossa pyörivä ruuvi (1) työntää materiaalia kohti suutinta (3). Raaka-aine sulatetaan lämmön ja paineen avulla sen edetessä suutinta kohti. Plastinen materiaali (4) puristuu suuttimen kautta ulos.

Plastinen materiaali johdetaan ekstruuderilta putkea pitkin hitsauspäälle. Hitsauspää on tyypillinen kuumakaasuhitsauslaite, jolla kuuman ilman avulla kuumennetaan hitsattava perusaine ja jolla hitsaussuuttimen avulla painetaan lisäaine hitsausraioon. /11/

Käsimalliset ekstruuderit (**Kuva 2.**) käyttävät yleensä raaka-aineena muovilankaa muovirakeiden sijasta. Käsielissä toimiessa lankaa on helpompi käsitellä eikä raaka-ainevärsästä tarvitse kantaa hitsauslaitteen mukana.



- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Moottori | 5. Ruuvi |
| 2. Hitsauslanka | 6. Esilämmityssuutin |
| 3. Hitsauslangan
syöttöjärjestelmä | 7. Hitsaussuutin |
| 4. Sulakammio | 8. Kuumailmapuhallin
esilämmitykselle |

Kuva 2. Lankakstruuderin perusrakenne. /10/

Ekstruusiohitsauksessa tulee erityisesti pitää huolta, että kuumennusilma on puhdasta, eli ei sisällä vettä tai öljyä (tämä koskee paineilmaverkostosta otettavaa ilmaa). Hitsattavat pinnat tulee puhdistaa ja karhentaa hyvin ja lisäaine pitää olla puhdasta ja kuivaa, lisäaineen kosteus voi jäädä saumaan sisälle eikä näy ulospäin. Saumassa oleva vesi haurastuttaa saumaa ja erityisesti talven pakkasilla tulee ongelmia. /17/

Taulukko 1.

	Lisäaineen lämpötila °C	Kuumennusilman lämpötila °C	Ilmamäärä l/min
PE-HD	200 - 230	210 - 240	350 - 400
PP	200 - 240	210 - 250	350 - 400
u-PVC	170 - 180	230 - 250	350 - 400
PVDF	240 - 260	240 - 270	350 - 400

Ekstruusiohitsauksessa käytettävien muovien lämpötila-arvot. /17/

Ekstruuderin pitää esilämmittää hyvin, jotta puhallus ja väliaine saadaan oikeaan lämpöön (**Taulukko 1.**). Liian matalilla hitsausarvoilla sauma ei tartu kunnolla, ja liian korkeilla hitsausarvoilla hitsauspinta muuttuu öljymäiseksi eikä myöskään tartu kunnolla.

5 TUOTEKEHITYS

Tuotekehityksen tarkoituksena on kehittää idea tai tuote järjestelmällisesti markkinointi- ja valmistuskelpoiseksi tuotteeksi tai palveluksi. Tuotekehityksen tarkoituksena on myös jatkuvasti parantaa jo olemassa olevia tuotteita ja palveluja vastaamaan paremmin kuluttajien tarpeita. /14/

Tuotekehittelyn tavoitteena on kehittää tuotteita, joiden avulla yritys voi toimia kannattavasti, parantaa markkina-asemaansa, taata asiakastyytyvyyden ja varmistaa toimintansa jatkuvuuden. Tuotteen loppukäyttäjän tarpeiden muuttuminen on tärkein tuotekehityksen käynnistäjä. /14/

Tuotekehitystä tarvitaan koska ympäristö ja tarpeet muuttuvat. Näitä muutoksia ovat:

- kansainvälinen kilpailu lisääntyy
- tuotteiden käyttöikä lyhenee
- lainsäädäntö ja määräykset muuttuvat
- elintavat ja kulutustottumukset muuttuvat
- raaka-aine- ja energiakustannukset kasvavat
- tulee uusia ja korvaavia raaka-aineita
- teknologia kehittyy
- kaupan rakenne ja kilpailukyky muuttuvat
- työelämän pelisäännöt muuttuvat
- ekologisuus

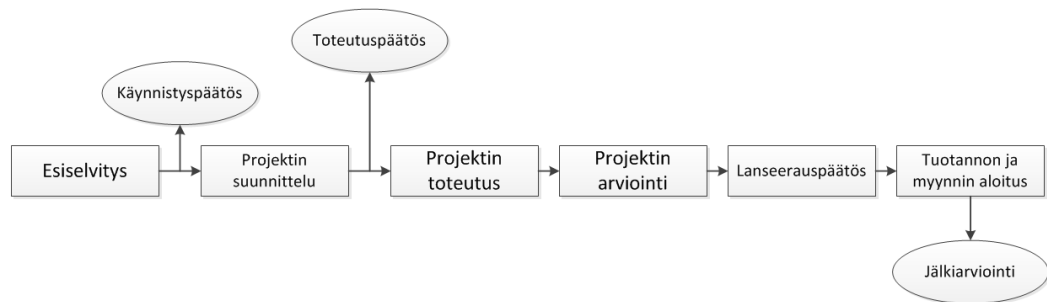
/14/

Tuotekehitys lähtee liikkeelle muutoksen tarpeesta. Muutoksen tarve voi olla esimerkiksi asiakkaan toive, työntekijän idea, tuotantomenetelmien kehittyminen ja niin edelleen. Tämän jälkeen lähdetään etsimään ideoita muutoksen toteuttamiseksi, ideat arvioidaan ja arvioinnista selvinneiden ideoiden kannattavuutta ja toiminnallisuutta tutkitaan. /14/

Kun ideat on valittu, aloitetaan varsinainen kehitystyö. Suunnittelu on tärkeässä asemassa ja mikäli suunnittelu on tehty hyvin, niin säästytään turhilta kokeiluilta. Jo muutosta tehdessä tulisi olla käsitys halutusta lopputuloksesta. /14/

Kehitystyön valmistuttua tulisi uutta tuotetta testata huolellisesti ja tulokset tulee arvioida. Tämän jälkeen voidaan tuote käyttöönottaa jos se täyttää sille asetetut vaatimukset. /14/

Teollisuudessa tuotekehitys on oma prosessinsa (**Kuva 3.**).



Kuva 3. Tuotekehitysprosessin eteneminen. /14/

6 TIETOKONEAVUSTEINEN SUUNNITTELU

Tietokoneavusteinen suunnittelu eli CAD (englannin sanoista Computer-aided Design) on muuttanut teknistä suunnittelua ja piirtämistä viime vuosina siten, että käsin suunnittelu ja piirtäminen on loppunut lähes kokonaan. Tilalle on tullut eri valmistajien suunnittelu- tai piirto-ohjelmistot. Tällä hetkellä arvioidaan yli 95 % kaikista suunnitelmista tuotettavan tietokoneavusteisesti. /4/

Tietokoneavusteinen suunnittelu on käsitteenä varsin laaja. Sillä voidaan tarkoittaa asiayhteydestä riippuen joko pelkkää luonnosten puhtaaksi piirtämistä tai monimutkaista 3D-mallintamista. Mallintamiseen voi liittyä vielä lujuuslaskentaa, törmäystarkasteluja, simulaatioita jne. /4/

CAD-työskentelyn suuria eroja perinteiseen käsin piirtämiseen on huomattavasti suurempi tarkkuus. Kaikki geometriat piirretään tai mallinnetaan todellisilla, oikeilla mitoilla. Suunnitelmien muokkaus on huomattavasti nopeampaa ja joustavampaa kuin käsin tehtyjen. /4/

Usein toistuvat osat tai geometriat saa helposti kopioitua, joten ne tarvitsee piirtää vain kerran. Lisäksi tiettyjä toimintoja pystytään automatisoimaan, esimerkiksi piirustusarkin ja nimiöinnin luonti. /4/

2D-Piirtäminen

Tietokoneella piirretään aina tasolle, kaksiulotteisesti. Näitä kaksiulotteisia piirustuksia pystytään toki käyttämään kolmiulotteisten kappaleiden tekemiseen, mutta suoraan kolmiulotteisesti ei voi piirtää ilman kaksiulotteisten piirustustasojen apua. Näin ollen tasopiirtäminen on tietokoneavusteisen suunnittelun perustaito. /5/

Tietokoneella piirtäminen on luonteeltaan erilaista kuin käsin piirtäminen. Piirtojälkeä ei ole tarkoitus synnyttää käden liikkeiden mukaan, vaan muokkaamalla jotain aihiota eri työkaluilla halutunlaiseksi, esimerkiksi pisteiden ja niiden väliin muodostuvien viivojen muokkaamista tiettyyn muotoon tai pituuteen. /5/

6.1 3D-Mallinnus

Kolmiulotteisen tietokonemallin tekemistä kutsutaan usein kohteen mallintamiseksi. Tietokoneella mallintaessa kaksiulotteisesta kohteesta muodostetaan kolmiulotteinen muoto liikuttamalla kohdetta kolmiulotteisessa avaruuskoordinaatistossa. /5/

Mallin muoto määrittyy avaruuskoordinaatistoon sijoittuvien pisteiden ja viivojen mukaan, ja muotoa kuvaa yksinkertaisimmillaan jonkinlainen lankamalli. /6/

Tietokonemallinnuksen etuna on se, että suunnittelija voi tarkastella suunnitelmaansa joka puolelta ennen kuin siitä on tehty yhtään varsinaista kuvaa tai materiaalimallia. /5/

6.1.1 Bottom-Up menetelmä

Bottom-Up mallinnus on perinteinen tapa tehdä 3D-malleja ja kokoonpanoja. Menetelmässä lähdetään liikkeelle yksittäisten osien valmistuksesta, jonka jälkeen valmiit mallit liitetään kokoonpanoon rajoitteiden avulla.

Menetelmä on työläs, varsinkin jos kokoonpanoon tulee muutoksia, niin mallit joudutaan käymään muokkaamassa osakohtaisesti käsin. Kokoonpanon kasvaessa myös virhemahdollisuudet kasvavat. /15/

6.1.2 Top-Down menetelmä

Top-Down mallinnus on nykypäivänä suosittu tapa mallintaa kokoonpanoja. Menetelmässä kokoonpano ja siihen liittyvät toisistaan riippuvaiset osat luonnostellaan ohjausmallin ympärille tilavuusmalleja, pintoja sekä luonnoksia hyväksikäyttäen. /15/

”Osien yhteiset piirteet, parametrit sekä paikkatieto hallitaan jo ohjausmallitasolla. Osat mallinnetaan yksittäisiksi osiksi ohjausmallin piirteiden avulla ja kokoonpano kasaantuu itsestään ilman ainuttakaan kokoonpanorajoitetta. Vain yleisosat ja standardikomponentit kiinnitetään paikalleen kokoonpanorajoitteiden avulla.” /15/

Menetelmä vaatii selkeän vision lopputuloksesta, jotta sitä pystyy käyttämään. Menetelmä vaikuttaa aluksi haastavalta ja työläältä, mutta oikein toteutettuna ajansäästö perinteiseen osakeskeiseen mallinnusmenetelmään verrattuna on vähintään 60 %. Ohjausmalliin tehdyt muutokset päivittävät osat ja kokoonpanot automaattisesti. /15/

7 AUTOMAATIO

”Nykyinen teollinen kulutusyhteiskunta on tottunut siihen, että yhä kiihtyvällä nopeudella tuotetaan elämistä helpottavia ja sen laatua kohottavia tuotteita ja toimintoja. Tällaisessa yhteiskunnassa, varsinkin teknisillä aloilla toimivat ihmiset joutuvat tekemisiin lisääntyvän automaation kanssa.” /1/

Kiihtyvä kansainvälinen kilpailu on aiheuttanut teollisuudelle tilanteen, jossa sen kilpailukykyä säilyttääkseen on täytynyt ottaa käyttöön automatisoituja toimintoja. Tämän vuoksi on teollisuustuotannon tehokkuus ja joustavuus lisääntynyt merkittävästi, mikä näkyy tuotteiden laadun parantumisena ja teollisuuden kykyä mukautua kulutuksen ja kysynnän vaihteluiden mukaan. /1/

Automaatio on myös mahdollistanut uusien ja uudistuneiden tuotteiden syntymisen ja edistänyt energian ja raaka-aineiden säästöä. /1/

1800-luvun teollinen vallankumous ja höyrykone mullistivat vanhat työmenetelmät ja koneet alkoivat yleistyä. 1900-luvun alussa järjestelmällä yksittäisiä koneita suuremmiksi kokonaisuudeksi synnytti teollisuusalan, jossa työn tehokkuus lisääntyi sarjatuotannon avulla. /1/

Varsinainen automaatio alkoi yleistyä 1970-luvulla mikroprosessorin ansiosta. Automaatiolla tarkoitetaan ihmisen ennen suorittamien rutiini- ja ohjaustoimintojen siirtämistä koneen hallittaviksi. /1/

Tällä hetkellä kehityssuunta teollisuudessa on kohti rajoitetusti miehitettyä tuotantoa ja automaattisia tuotantolaitoksia, joissa koneet pitkälle valvovat omaa toimintaansa ja häiriöiden ilmaantuessa pystyvät jopa poistamaan häiriön tai pysäyttävät toimintonsa. /1/

Termi automaatio on johdettu kreikankielisestä sanasta automatos, joka tarkoittaa itsestään toimivaa, itsestään liikkuvaa. /1/

10 MUUTOSSUUNNITELMAT

Tärkeimpänä muutoksen tavoitteena oli hitsausjäljen laadun parantaminen ja tasalaatuistaminen. Automatisoinnilla työntekijän henkilökohtainen taitotaso ei vaikuta hitsauksen laatuun. Laitekantaa uudistamalla saadaan työergonomiaa parannettua ja tuotteiden läpimenoaikaa lyhennettyä. Uudella tavalla tehdään yksi kaivo kerralla valmiiksi, joka lyhentää ensimmäisen kaivon läpimenoaikaa todella huomattavasti.

10.1 Layout

Hallissa käynnissä olevien muutostöiden takia tarkkaa työpisteen layoutia ei pystytty muodostamaan, mutta piirustuksista päätellen laite saadaan sovitettua samalle paikalle hieman kesemmälle hallia. Layoutin perusteella uudelle hitsauslaitteistolle on tilaa ja näin ollen saatiin suunnittelutyö aloittaa.

10.2 Suunnittelu

Työ rajattiin suunnitteluun ja suunnitteluosiotakin rajattiin sen verran, että kaikkein pienimmät yksityiskohdat jätetään myöhemmin suunniteltaviksi, esimerkiksi mutterit, hitsausmerkinnät ja tarkat työkuvannot. Tarkoituksena oli tehdä ja esittää suunnitelma siitä millainen laitteisto voisi olla ja tämän perusteella kartoittaa hieman hintaa sekä selvittää toimeksiantajan yleistä mielipidettä uudistuksesta.

Suunnittelu tehtiin Autodesk Inventor 2011 -ohjelmaa apua käyttäen. Ohjelmaan tutustuminen vei oman aikansa, sillä aikaisempaa kokemusta ohjelman käytöstä oli hyvin vähäisesti.

10.3 Runko

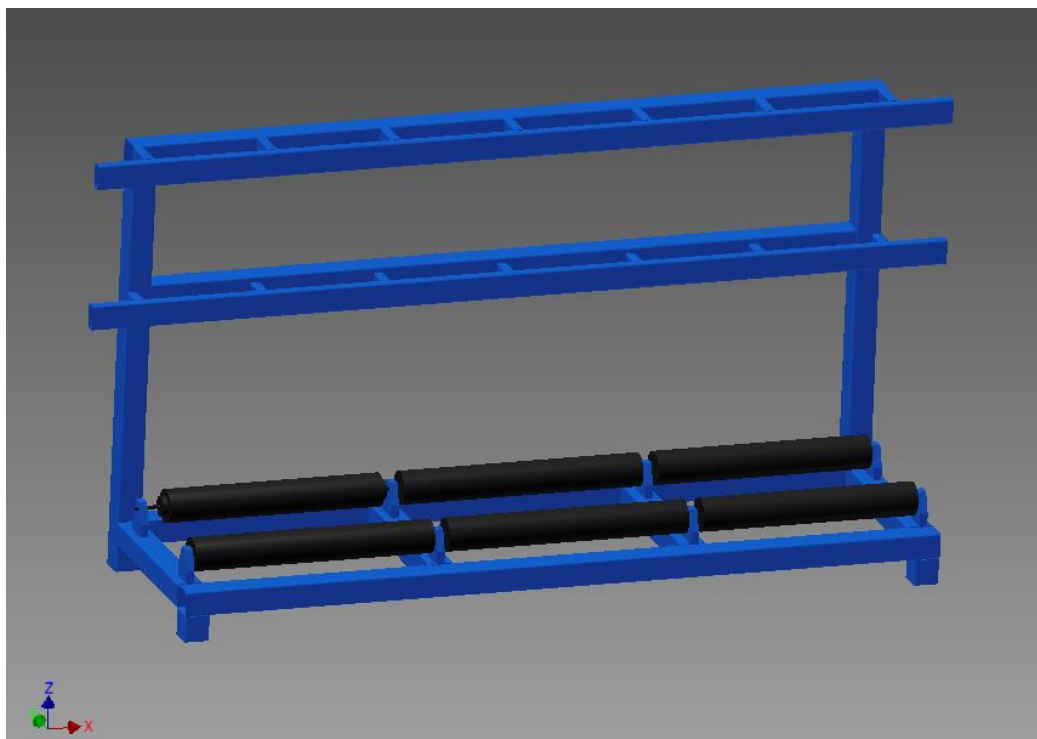
Runkoa suunniteltaessa täytyi ottaa huomioon layoutin asettamat rajoitteet sekä valmistettavien kaivorunkojen mittojen vaihteluväli. Vaihteluväliksi valittiin puolesta metrillä hieman yli kolme metriä pitkiin kaivoihin. Pidemmät kaivot tullaan valmistamaan perinteisellä menetelmällä.

Rungon kestävyys ja lujuus ylimitoitettiin selvästi, jotta se kestää rajumpaakin käyttöä. Rungossa päädyttiin ideaan, jossa vaakakiskoja pitkin liikuteltaisiin kelkkaa, joka sisältäisi hitsauspaketin. Rungon pääputkiksi valittiin 100 x 100 mm RHS teräsputkipalkit, kiskoputkiksi 100 x 40 mm putket ja kiskoja tukevat putket 80 x 40 mm putket.

Rungon suunnittelussa käytettiin hyödyksi aiemman pyörittäjän mekanismiratkaisua, jossa on rullat ja sähkömoottori. Putken pyöritys tapahtuu sähkömoottorin avulla joka on ketjuvedolla yhdistetty rungon sisemmän puoleiseen rullaan. Sähkömoottorin pyöriessä rulla pyörii ja pyörittää putkea.

Rungon versiossa 1 päädyttiin ratkaisuun, jossa koko rungon mitalta on rullat (**Kuva 8.**).

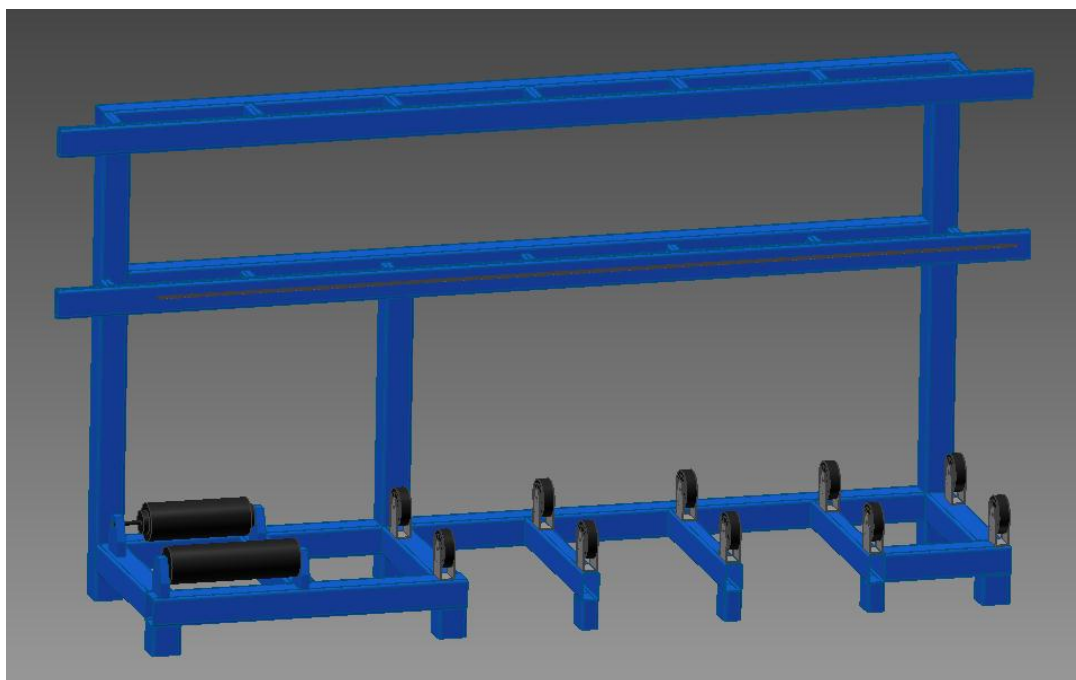
Rungon korkeus on 1700 mm ja leveys kiskojen päästä päähän on 3400 mm. Rungon pystypalkkien leveysväli on 3000 mm ja rungon syvyys suunnan mitta on 900 mm.



Kuva 8. Laitteiston runko versio 1.

Tarkemmin tutkittua huomattiin, että rullaratkaisua ei pystytä käyttämään, sillä kaivoissa käytettävät teleskooppirenkaat tulevat putkesta ulospäin ja maatessaan rullaa vasten vääntäisivät ne jatkuvasti, joko putkea vinoon tai teleskooppia irti.

Rungon versiossa 2 pienennettiin syvyysmittaa 100 mm, jotta työskentelyetäisyys saadaan miellyttävämmäksi, koska näin ollen käyttäjä pääsee lähemmäksi työaluetta. Pyörittäjän rullat lyhennettiin puoleen alkuperäisestä ja loppurullat korvattiin pyöräpareilla. Lisäksi keskimmäisten pyöräparien välistä poistettiin etummainen vaakapalkki, jotta työntekijä pääsee tarvittaessa rungon keskelle. Pyöriä tukeviksi putkiksi valittiin 100 x 60 mm putket (**Kuva 9**).

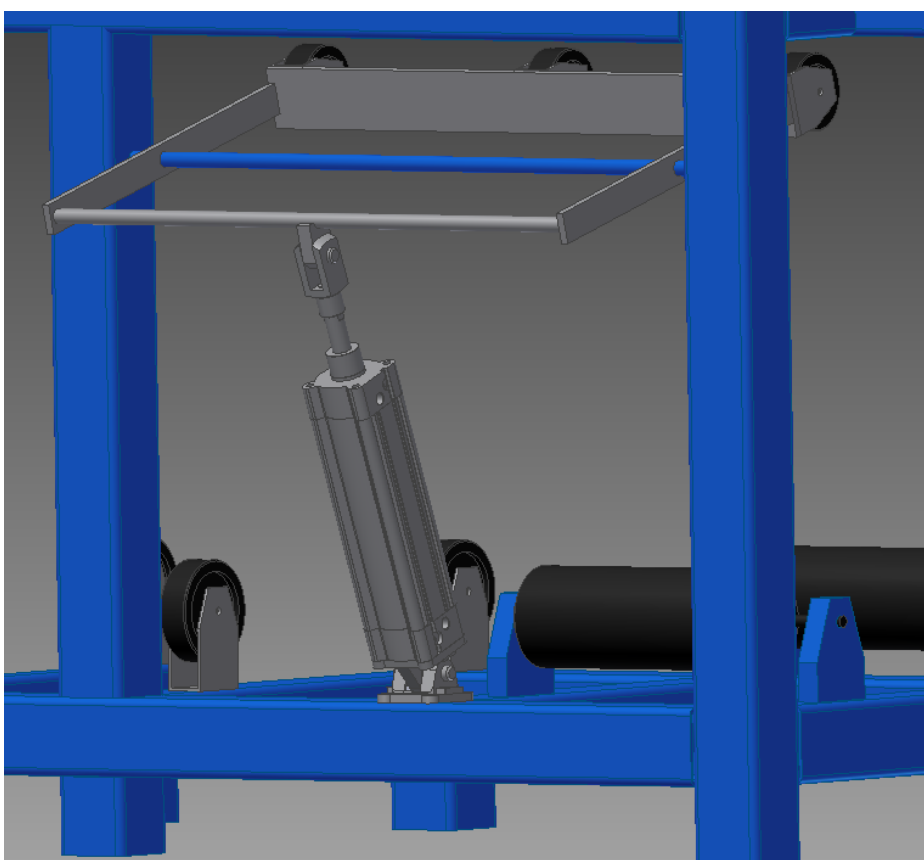


Kuva 9. Laitteiston runko versio 2.

Versiossa 2, päämitat ovat samat kuin versiossa 1, lukuun ottamatta syvyysmittaa, joka on 800 mm.

10.4 Putken lukitus

Putken paikoilleen lukitukseen sovellettiin vanhan mallin paineilmasylinterillä liikuteltavaa keinuvipua (**Kuva 10.**). Keinuvipu on todettu toimivaksi ratkaisuksi, joten sitä ei kannata lähteä keksimään uudestaan. Mittojen muutoksella ja uuteen runkoon sovittamalla lukitus saatiin toimivan näköiseksi. Lukituskiikun toimintaa on helppo säätää siirtämällä runkoon kiinnitettävän keskiakselin paikkaa. Lukitusjärjestelmä lisää laitteen kokonaissyvyyttä noin 200 mm, joten kokonaissyvyydeksi muodostuu 1000 mm.

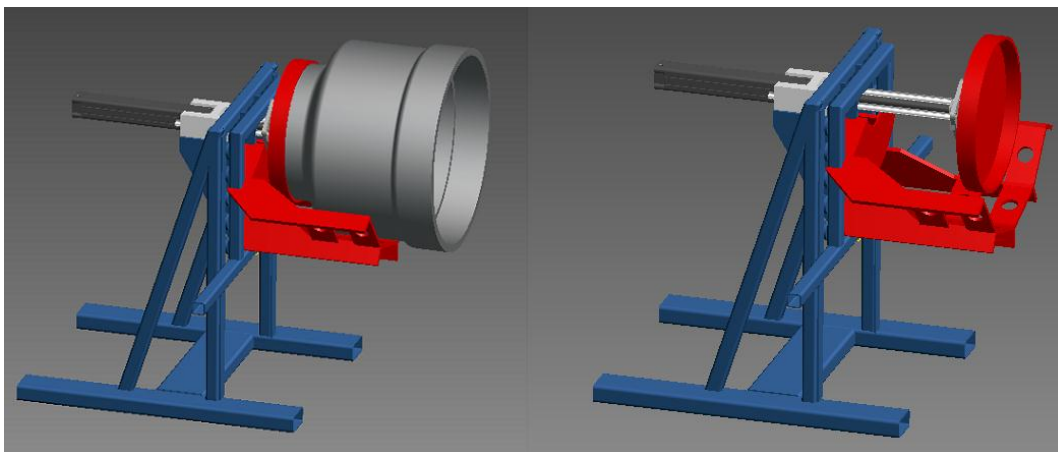


Kuva 10. Putken lukituskiikku.

Lukituksen sylinteriksi valittiin Festo Oy:n sylinteri, jossa männän halkaisija on 80 mm ja iskupituus 250 mm. Teoreettinen työntövoima 6 barin paineella kyseiselle sylinterille on 3016 Newtonia, mikä vastaa reilua 300 kiloa. Sylinteriksi valittiin kyseinen kokoluokka siitä syystä, että se vastaa nykyisin käytössä olevaa mallia. Ja koska keinuvivun kiinnitys on keskeltä vipua, kohdistuu putkeen sama voima jolla sylinteri työntää vivun toista päätä.

10.5 Pohjan kiinnitys

Pohjan kiinnittämiseen tarkoitettu laite oli suunniteltu valmiiksi (**Kuva 11**). Laitetta oli tarkoitus käyttää vanhan pyörittäjän yhteydessä, joten sitä pystytään käyttämään myös uudella kokonaisuudella.



Kuva 11. Pohjan lukitus ja pyörityslaite.

Laitteessa olevalla sylinterillä pohja puristetaan kaivon runkoa vasten. Sylinteri antaa pelivaraa runkoputken asetukselle, joten runkoa ei tarvitse asettaa millilleen samaan kohtaan joka kerralla.

Lautanen johon pohja on asetettu, pääsee pyörimään vapaasti sylinterin suuntaisen akselin mukaan. Koska pohja on puristettu tukevasti putkea vasten, se pyörii putken kanssa samaan tahtiin.

Pohjan kiinnityslaitteessa on korkeussäätö hoidettu kiskojen ja rullien avulla. Todennäköisesti laitteessa tulee olemaan pari pikalukituspaikkaa ainakin 560 ja 650 mm kaivojen korkeuksille.

10.6 Hitsauspaketti

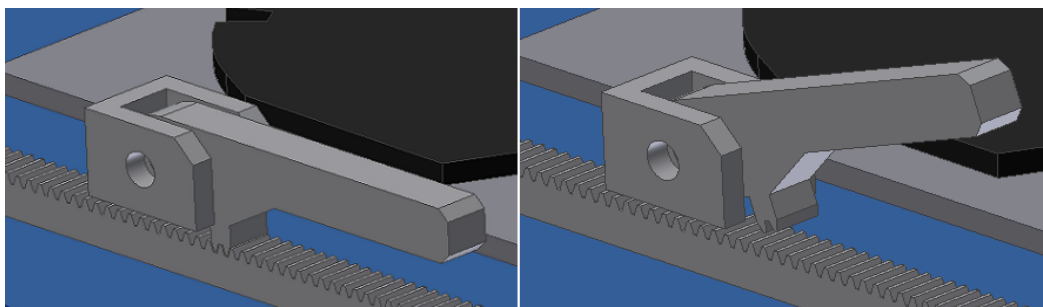
Hitsauspaketti, eli koko hitsauskokonaisuus, joka liikkuu rungon kiskoja pitkin. Paketin liikuttelu ja säätö automaattisesti sähkömoottoreilla olisi hienon näköistä, mutta käytännön toimivuus ja varmuus kärsisi, säätönopeus olisi liian hidas ja kokonaisuus monimutkaistuisi liikaa. Järjestelmän automaattisemmaksi muuttaminen voidaan toteuttaa kun laitteisto on ensin mekaanisesti todettu toimivaksi.

Päädyttiin yksinkertaisempaan ja mekaanisempaan ratkaisuun, jossa käyttäjä ensin käsin liikuttaa hitsauspaketin lähelle saumaa ja säätää hitsausasennot kohdilleen. Loppuliike ja puristus hoidetaan paineilmasylinterin avulla.

10.6.1 Kelkka

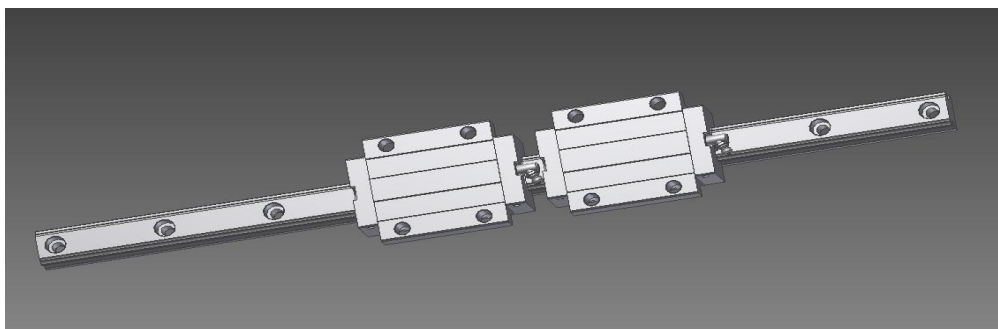
Kelkka kiinnitetään koneistetuilla pyörillä runkoon. Pyörät kiinnitetään epäkeskeisen kiinnityksen avulla, joka mahdollistaa sen, että renkaat saadaan tiukasti oikeaan kohtaan säädettyä ja kelkka on tukevasti kiskoilla.

Kelkan sivuttaisliikkeen paikoituksen lukitus hoidetaan hammastangolla ja saranatyylisellä jousipalautteisella lukolla (**Kuva 12.**).



Kuva 12. Lineaaripaikoitusten lukitus.

Kelkassa on pystysuuntainen liikkuminen hoidettu kahdella Rollco Oy:n 500 mm pitkällä, 25 mm leveällä lineaarijohteella (**Kuva 13.**). Molemmissa johteissa käytetään kahta vaunua joustavan liukumisen ja tukevan toiminnan takia.



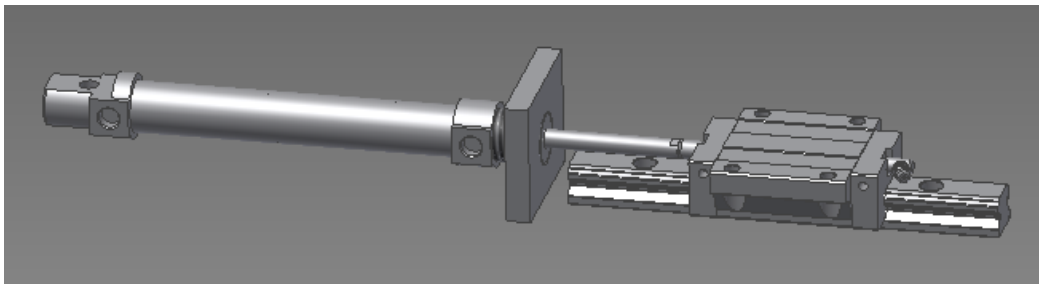
Kuva 13. Rollco Linear Guide SBI-FL kahdella vaunulla.

Pystysuuntaisen liikkeen keventäjänä toimii Sodemannin kaasujousi, jonka iskupituus on 300 mm ja työntövoima 250 Newtonia, joka vastaa reilua 25 kiloa. Kaasujousi valittiin näillä arvoilla siksi, että ekstruuderin ja metalliosien yhteismassaksi muodostuu mallin mitoilla vähän yli 25 kg. Kaasujousia löytyy useilla mitoilla ja arvoilla, joten jos todetaan, että liikkumavaraa tarvitaan enemmän tai voiman tulee olla suurempi, valitaan listasta sopiva versio.

Pystypaikoituksen lukitus hoidetaan samalla tavalla kuin kelkan paikoituksen lukitus. Malliin valittiin Mekanex Oy:n valmiita hammastankomalleja. Käytännön rakentamisvaiheessa kannattaa miettiä minkä pituisia tilaa ja sahata niistä oikean mittaiset.

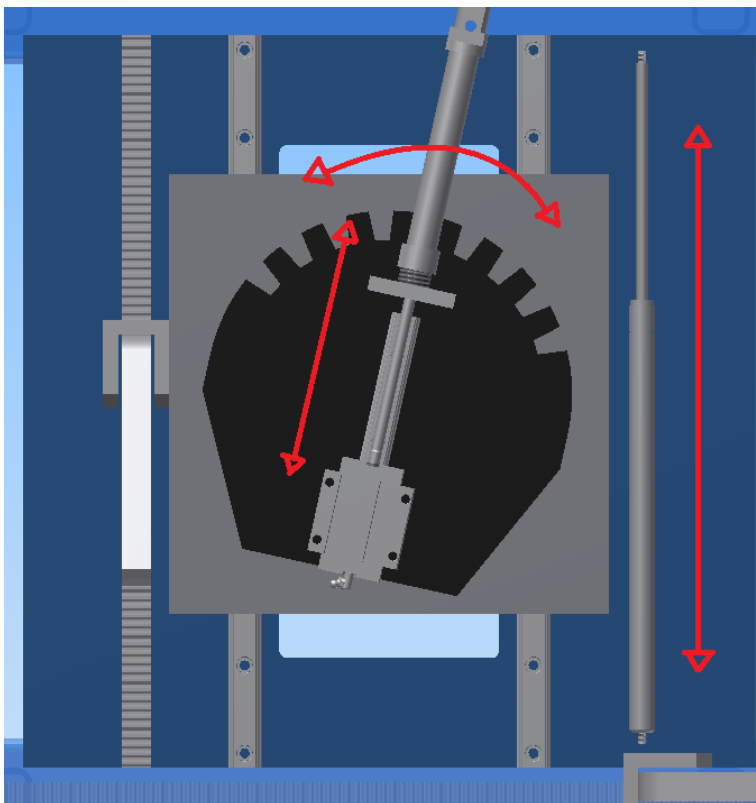
Kulmasäätö hoidetaan hammasrattaan tyyliisellä polttoleikatulla levyllä, jossa isolla kaarella on hammastukset pikalukitusta varten. Tärkeimmät hammastuksen kohdat ovat pystysuorassa ja noin 45 asteen kulmassa olevat paikat. Kulmasäädön lukitus hoidetaan myös saranatyyliisellä ratkaisulla.

Koska putket, säilytystavasta johtuen ovat hieman soikeita, täytyy putkea vasten saada ekstruuderilla jatkuva puristus. Tämä ratkaistiin paineilmasylinterin avulla. Sylinteri liikuttaa kelkkaa johon ekstruuderin on liitetty. Näin saadaan puristettua ekstruuderin kaivoa vasten sekä nostettua se irti kaivosta, ja koska käytetään paineilmaa, antaa se myös hieman periksi jos tarvitsee (**Kuva 14.**).



Kuva 14. Sylinteri kelkka-yhdistelmä ekstruuderin liikutteluun.

Kelkan liikeradat näkyvät kuvassa 15.



Kuva 15. Kelkan liikkeet

10.6.2 Ekstruuderhitsauslaite

Alkuperäisenä tarkoituksena oli hankkia muovirakeita käyttävä ekstruuderin, sillä perusteella, että massan tuotto on suurempi ja raaka-ainetta saataisiin suurempi määrä kerralla käyttöön, eli täyttö täytyisi hoitaa harvemmin. Kuitenkin muoviraekoneiden saatavuusongelmista johtuen päädyttiin alustavasti lankakäyttöiseen koneeseen. Käytettäväksi valittiin Munschin MAK-58-D (**Kuva 16.**), jonka tuotto 5 mm lankaa käytettäessä on 5.8 kg/h. Tämä on noin 50 % suurempi tuotto kuin tällä hetkellä käytössä olevissa käsin käytettävissä ekstruudereissa. Periaatteessa tämä tarkoittaa nopeampaa hitsausta mikäli kuumailmapuhaltimen tehot riittävät hitsaussauman lämmitykseen nopeammalla pyöryksellä. Jos kuumennettu ilma saadaan suuttimen avulla kohdistettua hyvin oikeaan kohtaan, niin pitäisi lämmittimen tehon riittää (vrt. liite 9.).



Kuva 16. Munsch MAK-58-D ekstruuderin. /3/

Ekstruuderin valinnassa on jouston varaa, ja mikäli muoviraekäyttöisiä koneita tulee saataville ennen laitteiston valmistumista, sellaisen valinta on järkevää.

Ekstruuderin kiinnitysji, jolla ekstruuderin kiinnitetään sylinteri-kelkka yhdistelmään, suunnitellaan myöhemmin kun laitteen valinta on täysin varmistunut.

10.7 Työkierto

Valmiilla laitteella työkierto tapahtuisi esimerkiksi seuraavasti.

Käyttäjä asettaa osat paikalleen, puhdistaa ne ja lukitsee putken ja pohjan. Tämän jälkeen käyttäjä valitsee putkikoon sekä tyhjentää huonontuneen massan ekstruuderista. Sitten laite siirretään halutun sauman kohtaan lähes kiinni kappaleita, ja aktivoidaan ekstruuderia liikutteleva sylinteri ja painetaan automaattisen työkierron käynnistysnappia. Työkierron valmistuttua siirretään laite toisen sauman kohdalle ja toistetaan tapahtuma.

10.7.1 Ohjaustaulu ja ohjaus

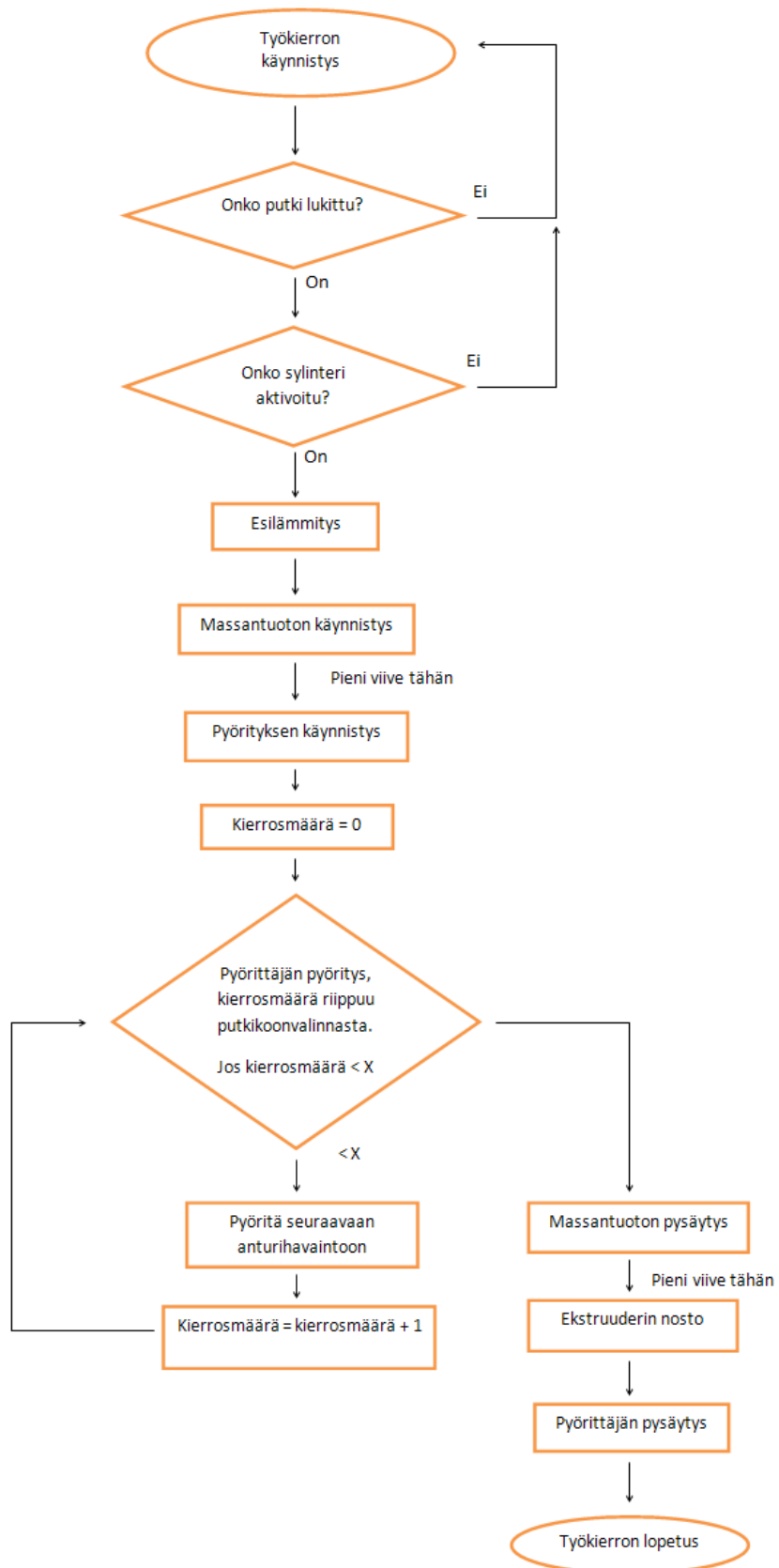
Laitteiston automaattinen toiminta voitaisiin hoitaa yksinkertaisella logiikkaohjauksella. Ohjaustaulu vaatisi säädöt ainakin putken lukitukseen, pohjan lukitukseen, rungon koon valintaan, ekstruuderin massantuottoon, ekstruuderin sylinterin liikutteluun sekä työkierron käynnistämiseen. Myös hätäseis-nappi turvallisuussyistä on lisättävä ja on myös vaatimuksena tulevaisuuden CE-merkinnälle.

10.7.2 Logiikkaohjaus

Kun esivalmistelut on tehty ja putkikoko valittu sekä ekstruuderia liikuttava sylinteri aktivoitu, voidaan käynnistää työkierto, joka etenisi esimerkiksi seuraavasti.

Työkierron käynnistys, putki pyörii hitaasti pienen matkan, jonka jälkeen pysähtyy (esilämmitys), ekstruuderia aloittaa puskemaan massaa ja pienen viiveen jälkeen putki lähtee pyörimään, putki pyörii hieman yli täyden kierroksen, jotta sauma ylittää aloituskohdan eikä jätä siihen rakoa. Massan puskeminen lopetetaan, mutta putki jatkaa pyörimistä hetken tämän jälkeen. Ekstruuderia nostetaan pois putkelta ja pyöriminen lakkaa, työkierron lopetus (**Kuva 17.**).

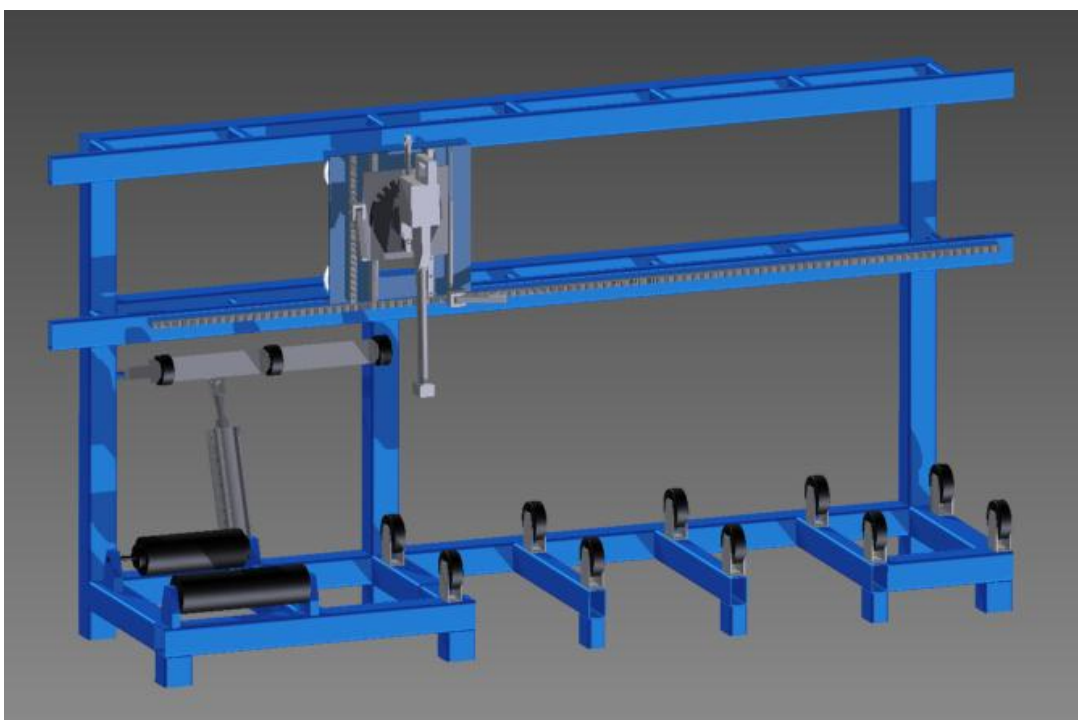
Jotta pyörityspituus/aika saataisiin ohjelmoitua tarkasti ja järkevästi ilman ajastimia, asennettaisiin pyörittäjän rullaan esimerkiksi metallinpala/-paloja, josta induktiivisen anturin avulla pystytään laskemaan pyörittävän rullan kierrokset.



Kuva 17. Logiikan työkierron ehdotus.

11 LOPPUTULOS

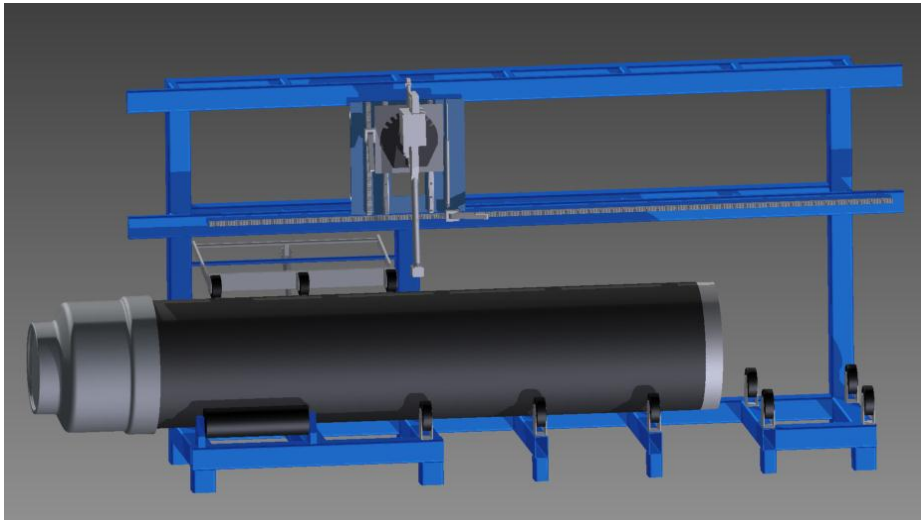
Kokoonpano saatiin tehtyä pääpiirteittäin (**Kuva 18.**). Vaikka kokoonpanomallista puuttuu vielä pultit ja mutterit, sekä joistain osista tarkemmat kokoonpanot, niin tällä hetkellä Inventor ilmoittaa yksittäisten osien määräksi 154 kappaletta.



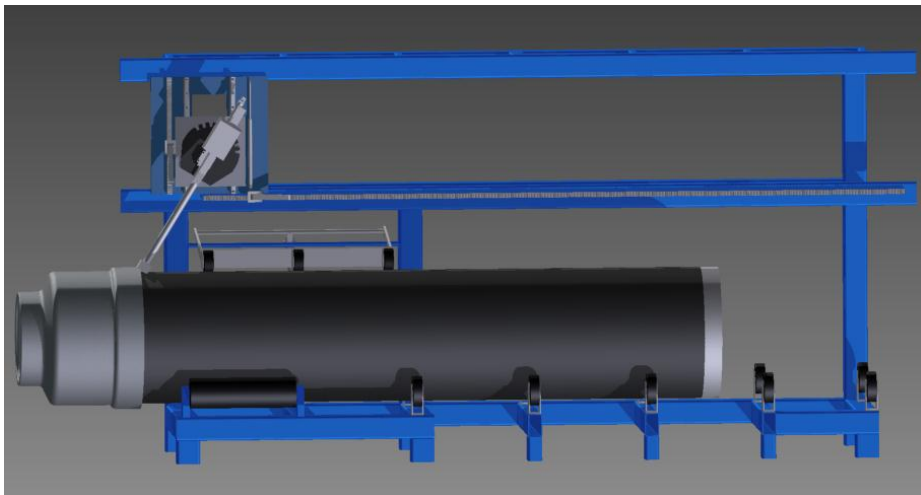
Kuva 18. Kokoonpanomalli.

Kiireellisestä aikataulusta huolimatta työ saatiin vietyä lopputulokseen, josta yrityksen suunnittelijan on hyvä lähteä hiomaan osia ja työkuvantoja valmistusta varten. Mallista selviää laitteiston päämitat (3400x1700x1000 mm), tarvittavat runkomateriaalit sekä tarvittavat komponentit. Myös mekaniikka sopii yhteen ja liikeradat ovat riittävät. Ostokomponentteja pyrittiin käyttämään, mutta kaikkea ei valmiina löydy.

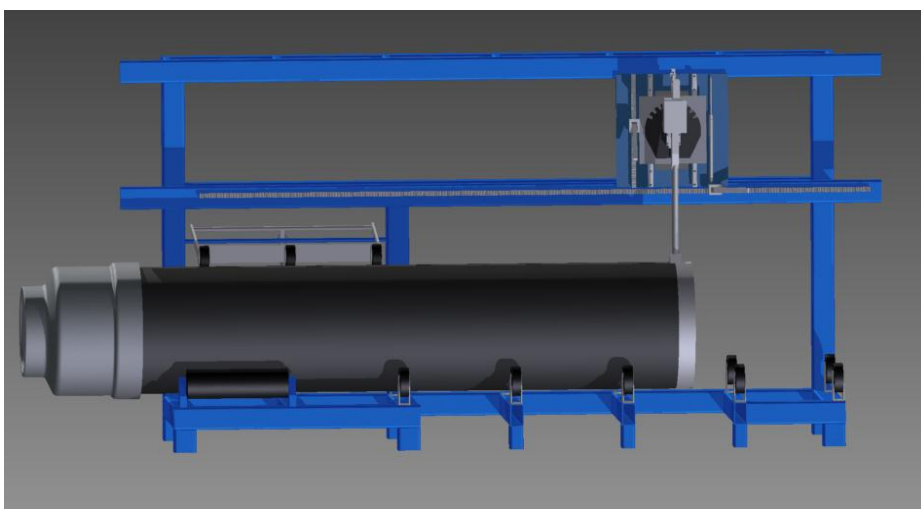
Hitsausprosessin eri vaiheet selviävät kuvista 19, 20 ja 21.



Kuva 19. Putki kiinnitettyä.



Kuva 20. Pohjan hitsaus.



Kuva 21. Teleskoopirenkaan hitsaus.

12 YHTEENVETO

Työn merkittävin tulos on selvyys siitä, että laite pystytään valmistamaan. Mekaanisesti komponentit sopivat yhteen ja toimivat halutulla tavalla ainakin mallin perusteella. Nykyisillä mitoilla ovat liikeradat riittävät halkaisijaltaan 560 mm ja 650 mm kaivojen valmistukseen.

Teräspalkkien kokoluokat ja pituudet saatiin listattua. Mahdollisia ostokomponentteja saatiin listattua jonkin verran ja valmistettavien osien lukumäärää ja mahdollista olemusta saadaan mallista arvioitua.

Valmistettavien kaivojen pituusvaihtelu noin 0,5 metristä aina 3 metriin asti on riittävän hyvä. Näistä mitoista poikkeavat kaivot täytyy valmistaa perinteisellä menetelmällä. Todella harvoin tilataan yli 3 metrin mittaisia kaivoja, joten valmius valmistaa tällaisia tuotteita työn aiheena olevalla laitteella olisi turhaa tilan ja rahan käyttöä.

Henkilökohtaisesti työ oli melko haastava ja työn laajuus yllätti. Vaikka työ aivan ensimmäisen kokouksen aikana mietityistä tavoitteista jäikin vajaaksi, eli ei päästy valmistusvaiheeseen, niin työ antaa yrityksen suunnittelijalle hyvän lähtökohdan laitteen rakentamisen loppuun viemiseksi.

Suunnittelutyötä vaikeutti selkeän vision puute. Työ tehtiin lähes täysin kokeilemalla useita vaihtoehtoja. Tästä syystä suunnittelua ei pystytty tekemään nykypäivän muodin mukaisesti Top-Down menetelmällä, vaan enemmänkin vanhalla Bottom-Up tyyllisellä suunnittelulla (vrt. käytetyt käsitteet ja lyhenteet).

Kokoonpanomalli on kohtalaisen suuri ja sen kaikkien osioiden sisäistäminen vaatii hetken tutkimista. Mallissa on useita alikokoonpanoja ja mallipuu on tästä johtuen hiukan vaikeaselkoinen. Lisäksi osien yhtenäinen nimeäminen karkasi ostokomponenttien STEP-tiedostojen lisäämisen jälkeen.

13 TULEVAISUUS JA PARANNUSEHDOTUKSET

Jotta laite tulevaisuudessa saadaan rakennetuksi, vaatii se työkuvantojen teon. Kelkan osia joutuu todennäköisesti muokkaamaan jonkin verran, pultit ja mutterit, kierrereiät ja hitsausmerkinnät on lisättävä. Mikäli muutoksia tulee paljon, niin ostokomponenttien koko ja teho on tarkistettava ovatko ne riittävät muutoksen jälkeisiin kappaleisiin.

Keventäjänä toimivan kaasujousen kiinnitystä on mietittävä, kun ensin oikean tehoinen jousi on kokeiltu. Jousia voi joutua kokeilemaan pariakin kokoa sillä voimiin vaikuttavat monet asiat pelkän materiaalipainon lisäksi. Koska laitteisto on pystysuunnassa toiselta reunalta kiinnitettynä, niin kappaleiden massat aiheuttavat vääntövoimia lineaariratoihin verrattuna ja tämä voi lisätä kitkaa, joka suoraan vaikuttaa keventäjän voimaan.

Pohjan kiinnitys ja pyörityslaitteen kiinnitystä laitekokonaisuuteen on mietittävä. Todennäköisesti kyseeseen tulee jonkinlainen pikalukitus, jossa on mahdollisesti etäisyyden säätö. Myös kiinteä kiinnitys on mahdollinen, mutta laitteen muokattavuus ja joustavuus kärsisi.

Yritykseltä löytyy vanhoja lineaarikiskoja, joten valmistuksen aikana on tutkittava putsataanko ne ja leikellään oikeisiin mittoihin ja käytetään niitä, vai tilataanko uudet määrämittaiset kiskot kelkkojen kanssa. Myös vanhasta pyörittäjästä voi hyödyntää komponentteja, esimerkiksi sähkömoottorin mikäli moottorin kunto on hyvä. Moottorin ohjaus myös nykyisen pyörittäjän mukaisesti, portaattomalla nopeudensäädöllä sekä pyörimissuunnan valitsimella.

Tulevaisuudessa voisi miettiä laitteen soveltuvuutta myös 400 mm putken hitsauskäyttöä varten. Nykyisillä mitoilla ei välttämättä onnistu, mutta rullien välimatkaa lyhentämällä tai mahdollisella lisälaitteella myös pienempien putkien käyttö mahdollistuisi.

Logiikkaohjaus ei ole välttämätön, mutta ilman sitä käyttäjä joutuu tekemään huomattavasti enemmän ja toimimaan lähes samalla tavalla kuin nykyiselläkin menetelmällä. Logiikkaohjelma tulee kuitenkin olemaan melko yksinkertainen, joten varmasti löytyy kykenevä henkilö ohjelman tekoon omalta osastolta.

Ohjaustaulun sijoittamista tulee miettiä. Liitetäänkö ohjaustaulu kelkkaan, jolloin se kulkee kätevästi työntekijän mukana vai asennetaanko se johonkin laitteiston sivuun jolloin laitteen käyttäminen olisi todella turvallista kun käyttäjä ei ole lähellä liikkeitä.

Koska laite on pituudeltaan yli 3 metriä, johtojen ja paineilmaletkujen sijoittelu ja liikuttelu vaatii luultavasti ainakin energiasiirtoketjun käyttöä. Energiasiirtoketjulla saadaan johdot ja letkut suojaan ketjun sisään ja ketju ei sotkeennu kuten vapaana roikkuvat johdot.

LÄHTEET

- /1/ Anttila, J. Santala, J-P. 1990. Automaatiotekniikka. Porvoo. WSOY
- /2/ Ekstruusio-prosessin mallikuva. Viitattu 31.1.2012. Laurens van Lieshout. 2007.
- /3/ Hitsauslaitteen tiedot. Viitattu 28.2.2012.
<http://www.plasticweldingequipment.co.uk/extrusion-welder-bpwe-58d-extruder-pr-16242.html>
- /4/ Illikainen, K. 2002. AutoCAD 2002. Porvoo. WS Bookwell Oy, WSOY
- /5/ Kautonen, H. Manner, J. 1996. Muotoja cadilla. Helsinki. Oy Edita Ab
- /6/ KWH Logistics Vuosikertomus 2005.
- /7/ KWH Mirka. Viitattu 15.3.2012.
<http://www.mirka.fi/>
- /8/ KWH Vuosikatsaus 2010.
- /9/ KWH yleistä. Viitattu 31.1.2012.
<http://www.kwhpipe.fi/>
- /10/ Lankaekstruuderin mallikuva. Viitattu 28.2.2012.
<http://www.tuotteet.vink.fi/tuotteet/munsch-ekstruuderit.html>
- /11/ Muovien käsittely ja muokkaus. Viitattu 31.1.2012.
<http://www.muovimuotoilu.fi/>
- /12/ Plastic market reports Feb 2012. Viitattu 27.3.2012.
<http://plasticker.de>
- /13/ PTFE price rising news Now 2011. Viitattu 27.3.2012.
<http://www.eclipseseal.com>
- /14/ Tampereen ammattiopiston tuotekehityksen oppimateriaali. Viitattu 19.3.2012.
<http://koulut.tampere.fi/materiaalit/to/tuotekehitys/>

- /15/ Top-Down mallinnusmenetelmä. Viitattu 19.3.2012.
<http://www.cadpower.fi/index.php?si=menetelmat>
- /16/ Österbottens företagshistoria. Viitattu 15.3.2012.
<http://www.svof.fi/fork/suomea/vaasa/artikel23.htm>
- /17/ Äärelä, A. 2012. Ekstruuderin hitsauskoulutus materiaali Vaasa.