

---

# Tangon syötön suunnittelu



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Kone- ja tuotantotekniikka

Riihimäki, 29.03.2012

*Tomi Saari*

Tomi Saari



Kone- ja tuotantotekniikka  
Riihimäki

Työn nimi                      Tangon syötön suunnittelu

Tekijä                          Tomi Saari

Ohjaava opettaja            Tomi Sankari

Hyväksytty                    29.03.2012

Hyväksyjä

RIIHIMÄKI  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Mekatroniikka

---

<b>Tekijä</b>	Tomi Saari	<b>Vuosi</b> 2012
<b>Työn nimi</b>	Tangon syötön suunnittelu	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä mekaniikkasuunnittelu tangon syötön osalta koneeseen, jolla tehdään kiinnikesankoja laivojen ym. putkikiinnityksiin. Työn toimeksiantajana oli Akaan Toijalassa toimiva yritys. Työhön sisältyi mallikuvien ja niihin liittyvien piirustusten tekeminen. Työstä rajattiin pois automaation osuus jonka tekevät automaatioon erikoistuneet tekijät. Työhön liittyvät mallikuvat ja niistä tehdyt piirustukset tehtiin Vertex g4 -mallinnusohjelmalla. Työhön liittyvässä teoriaosuudessa käydään läpi tuottavuuden kehittämistä erilaisin menetelmin, sekä niiden vaikutusta myös kannattavuuteen.

Tuottavuutta kehitettiin tässä työssä suunnittelemalla tangon syöttö koneeseen, joka tällä hetkellä toimii osittain automaattisesti. Suunnittelun tuloksena työntekijä voidaan vapauttaa muihin tehtäviin lukuun ottamatta koneen lataamista. Työ vaati tekijältään paljon panostusta, jotta syöttö saadaan toteutettua siten kuin sen on ajateltu tapahtuvan.

Työn kokonaisilmeestä tuli sellainen kuin sen tekijä oli ajatellut. Aika näyttää, viedäänkö suunnitelma toteutukseen.

**Avainsanat** Tuotanto, Kehittäminen, Suunnittelu

**Sivut** 32 s, + liitteet 17 s.

RIIHIMÄKI  
Mechanical and production engineering  
Mechatronics

---

<b>Author</b>	Tomi Saari	<b>Year</b> 2012
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Rod feed design	

---

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to make the mechanical planning of the rod feeding to the machine that makes brackets for ships and other pipe fixing. The thesis was commissioned by a company, which operates at Toijala, Akaa. The work included a 3D model of images and the associated drawings. Work was limited to out of proportion to make automation, which is done by automation specialist authors. Work related images and design drawings were made from the vertex g4 modelling program. The theory part of the work goes through the related prod, in development of a variety of methods, as well as their impact of profitability. Productivity was developed in this work by designing a bar feeder machine, which currently operates partly automatical. As a result of the planning an employee may be released from other duties, except the machine uploading. Work required a lot of effort, so that the input can be implemented in such way that it has been thought to be working. The overall look of the work became a factor as it was thought by its planner. Time will tell if this plan will lead to implementation of the plan.

**Keywords** production, development of, planning

**Pages** 32 p + appendices 17 p.

# SISÄLLYS

JOHDANTO.....	1
1 YRITYSESITTELY .....	2
2 TYÖN TARKOITUS .....	2
2.1 Toimilaitteen esittely.....	2
2.1.1 Laitteella valmistettävien kappaleiden koot .....	3
3 TUOTANNON TEHOSTAMINEN.....	4
3.1 Kannattavuus.....	4
3.1.1 Kannattavuuden ja tuottavuuden tunnusluvut .....	4
3.2 Tuotantoprosessi.....	6
3.3 Tuotannon kehittäminen.....	6
3.3.1 Työmenetelmien ja -sisältöjen kehittäminen.....	7
3.4 Tuotantojärjestelmän kokonaismalli .....	8
3.5 Vaatimusten esittäminen .....	8
3.6 Työolosuhteiden ja välineiden kehittäminen.....	9
3.6.1 Koneturvallisuuden edistäminen .....	9
3.7 Työkalu- ja ohjainsuunnittelu.....	10
3.8 Optimaalisen eräsuuruuden laskeminen.....	10
3.9 Asetusajan määrittelmä .....	12
3.10 Asetuksen havainnointi .....	12
3.11 Ongelmia asetusajojen lyhentämisessä .....	12
3.12 Asetusaikojen lyhentäminen tai poistaminen.....	14
3.13 Ulkoinen ja sisäinen asetus .....	15
3.13.1 Sisäisen ja ulkoisen asetuksen erottaminen.....	15
3.13.2 Sisäisen asetuksen osien siirtäminen ulkoiseksi.....	16
3.13.3 Sisäisen asetuksen tutkiminen ja asetusajan lyhentäminen .....	17
3.13.4 Asetusaikojen lyhentämishojelman suunnittelu .....	18
3.14 Työkalujen ja ohjainten tarveanalyysi.....	20
3.15 Läpäisy- ja työajan lyheneminen.....	20
3.16 Valmistelutyön parantaminen SMED .....	20
3.16.1 Läpäisyajan lyhentäminen SMED:in avulla.....	20
3.17 Jatkuva prosessijärjestelmä .....	21
3.18 Kehitysprojektien tarkoitus .....	21
4 SUUNNITTELUN ETENEMINEN.....	22
4.1 Ideointi .....	22
4.1.1 Ideoinnissa huomioon otettavia asioita .....	22
4.1.2 Ongelmakohtia .....	23
4.1.3 Ratkaisuja ongelmiin.....	23
4.1.4 Ideoinnin tuloksia .....	24
4.2 Toimintaperiaate.....	24
5 VALMIS SUUNNITELMA .....	25
5.1 Suunnitellut komponentit.....	25

---

5.1.1	Varastopöytä.....	26
5.1.2	Syöttöpöytä.....	26
5.1.3	Etummainen syöttölaitteen ohjain .....	27
5.1.4	Takimmainen syöttölaitteen ohjain .....	28
5.1.5	Väliohjain .....	28
5.1.6	Työkappaleen ohjain .....	29
6	SUUNNITTELUSTA SAATAVAT HYÖDYT JA HAITAT .....	30
6.1	Suunnitelman hyödyt.....	30
6.2	Suunnitelman haitat.....	30
7	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	31
	LÄHTEET .....	32

---

Liite 1	Työkappaleen ohjain mallikuva
	Työkappaleen ohjain purettuna mallikuva
Liite 2	Väliohjain kiinni mallikuva
	Väliohjain purettuna mallikuva
Liite 3	Syöttäjän ohjain mallikuva
Liite 4	Etummainen syöttäjän ohjain mallikuva
Liite 5	Syöttöpöytä mallikuva
Liite 6	Varastopöytä mallikuva
Liite 7	Piirustus etummainen syöttäjäohjain
Liite 8	Piirustus syöttöpesä
Liite 9	Piirustus syöttöpöytä
Liite 10	Piirustus syöttäjän ohjain
Liite 11	Piirustus varastopöytä
Liite 12	Piirustus väliohjain yläosa
Liite 13	Piirustus väliohjain alaosa
Liite 14	Piirustus työkappaleen ohjain
Liite 15	Piirustus ohjainkiskon ohjain
Liite 16	Piirustus laakerituki takaohjain
Liite 17	Piirustus laakeripukki

## JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena oli suunnitella tangon syötön automatisointi laitteelle jolla tehdään kiinnikesankoja. Lähtökohtana oli prässi, joka taivuttaa sangat, tekee niihin kiinnitysreiät sekä poistaa valmiin kappaleen työkappaleesta. Kone tekee työn muuten itsenäisesti mutta viimeisen metrin työntekijä joutuu syöttämään käsin sekä uuden tangon joista sankoja tehdään. Prosessiin kulunut aika on niin lyhyt, että työntekijä ei voi poistua koneen ääreltä koko prosessin aikana. Näin ollen työntekijä istuu koneen äärellä toimettomana lähes koko ajan. Tästä syystä yritys halusi, että laitteeseen täytyisi suunnitella sellainen systeemi, että kone voisi toimia itsenäisesti lukuun ottamatta sitä, kun koneen varasto täytetään.

Työhön ei liittynyt toteutuksen tekemistä vaan ainoastaan kyseisen toimilaitteen suunnittelu ja piirustusten tekeminen, automaatio-ohjelman suunnittelu jäi myös muiden tehtäväksi. Toteutus tehdään myöhemmin muiden toimesta. Työhön myös tehtiin mallikuvat Vertex G4 koneensuunniteluohjelmalla.

## 1 YRITYSESITTELY

Puttek oy on vuonna 1982 perustettu yritys, joka on erikoistunut putki-kiinnikkeiden valmistukseen. Yrityksen toimipaikka on Akaan Toijalassa. Koko toimintansa ajan yritys on valmistanut ja toimittanut erilaisia kannattinratkaisuja eri teollisuusalojen yrityksille. (Yrityksen internet sivut, 2012)

## 2 TYÖN TARKOITUS

Työn tekemisen tarkoituksena oli suunnitella laite/osakokonaisuus jolla nykyinen kone saataisiin toimimaan itsenäisesti. Tällä hetkellä työntekijän on oltava koko ajan koneen lähetyvillä, koska tangot on pakko syöttää koneeseen käsin ja tangon ollessa loppumassa on viimeinen metri siitä syötettävä koneeseen manuaalisesti. Tämän suunnittelun avulla mahdollisesti saadaan konetta käyttävä työntekijä vapautettua muihin työtehtäviin lukuun ottamatta varastopöydän täyttämistä. Suunnitelman avulla on mahdollista saada tuottavuutta lisää, koska työntekijä voi tehdä samanlaisia osia toisella työkoneella, joka yrityksellä on käytettävissä.

Koneella tehdään myös alumiinista kiinnikesarjoja, mutta koska niiden sarjojen kappalemäärät ovat niin pieniä, ei alumiinin vaatimia erityistarpeita tarvinnut huomioida suunnittelussa. Alumiiniset sangat tehdään edelleenkin syöttämällä ne käsin. Suunnittelussa piti ottaa huomioon se, että suunniteltuja osia voidaan käyttää kaikille koneella tehtäville lattatangoille.

### 2.1 Toimilaitteen esittely

Toimilaitteella tehdään putkikiinnikesankoja erikokoisista lattarautoista. Toimilaitte lyö samanaikaisesti tankoon kiinnikereiät, taivuttaa tangon muotoonsa sekä katkaisee kappaleen yhtä aikaa. Tämän jälkeen koneeseen kuuluva syöttölaite siirtää tankoa eteenpäin paikalle, jossa edellä kuvattu toiminto tehdään ja toiminnot tapahtuvat automaation avulla niin kauan kuin tangosta on jäljellä noin metrin verran. Kun tangosta on jäljellä noin metrin verran, niin tämän jälkeen laitteen oma syöttölaite ei pysty enää syöttämään tankoa eteenpäin, vaan tanko on syötettävä manuaalisesti käsin loppuun.

Toimilaitteessa on tällä hetkellä, Siemensin logiikkaohjaus jota on mahdollista hyödyntää suunniteltavaan laitekokonaisuuden ohjaukseen. Koneessa on erikokoisille sangoille omat työkalunsa. Tangon syötön suunnittelu tehtiin koneeseen, joka näkyy kuvassa 1.



Kuva 1 Prässi, johon tangon syöttölaite suunnitellaan.

### 2.1.1 Laitteella valmistettävien kappaleiden koot

Tällä hetkellä laitteella tehdään sankoja joiden koot ovat 5×25 mm, 5×30 mm, 6×30 mm ja koneella tehdään myös kiinnikesankoja satunnaisesti alumiinista 5×40 millimetriä. Tehtävien sankojen vapaapituus vaihtelee välillä 78 - 207 millimetriä. Tehtäessä alumiinisankoja lattarina takeltelee niin syötössä kuin valmiin kappaleen irtoamisessa työkappaleesta. Laitteella tehtävien sankojen muoto pysyy samanlaisena mutta koko vaihtelee. Koon vaihtelu näkyy niin sangan kaaren korkeudessa, pituudessa kuin kiinnitysreikien etäisyyksissä.

### 3 TUOTANNON TEHOSTAMINEN

#### 3.1 Kannattavuus

Kannattavuus on jatkuvan yritystoiminnan ehdoton edellytys. Kannattamatonta liiketoimintaa ei pidä pyörittää. Hyvin useat yritykset voivat olla eri syistä hetkittäin tappiollisia. Tällöin on kuitenkin oltava nähtävissä tilanteen kääntyminen parempaan suuntaan.

Taloudellinen menestys perustuu yrityksen kilpailukykyyn, jonka määrittelee asiakas. Kannattavuus on koko liiketoiminnan peruskulmakivi. Hyvä kannattavuus on edellytys yrityksen vakavaraisuudelle, maksukyvyille, kehittämislle ja jatkuvuudelle. Kannattavuuteen vaikuttaa kaikki mitä yrityksessä tapahtuu:

- Työn tuottavuus
  - Pääoman tuottavuus
  - Energian tuottavuus
  - Koneiden ja laitteiden tuottavuus
  - Rakennusten ja tilojen tuottavuus
- ( Halme, 2008, 22 – 23.)

#### 3.1.1 Kannattavuuden ja tuottavuuden tunnusluvut

Yleisimmin sovellettu yritystalouden mittari on

$$\text{PÄÄOMAN TUOTTO} - \% = \frac{\text{Tulos}}{\text{Pääoma}} * 100\%$$

Kannattavuus tarkoittaa, että tulot ovat suuremmat kuin menot.

Tuottavuus on fyysisten saavutusten mitta eli saavutettu tuotos aikayksikössä, esim. tuotetta päivässä tai tuoteyksikkö/kapasiteettiyksikkö.

Kustannus on tuotannontekijän käyttö rahana mitattuna. Kustannus on tapahtumahetkellä syntyvä rahallinen korvaus tuotannontekijän käyttämisestä.

Kapasiteetti on enimmäissuorituskyky aikayksikössä. Kapasiteetistä riippuvat kustannukset ovat suhteessa aikaan, joten niitä voidaan kutsua aikakustannuksiksi. Näitä ovat henkilö-, kulumis- ja pääomakustannukset, joiden yhteissumma on tarvittava jalostusarvo.

Toiminta-aste on aikayksikössä toteutunut tai toteutettava tuotanto eli suorite- tai suorituspääoma. Tuotetusta määrästä riippuvia kustannuksia voidaan kutsua määräkustannuksiksi. Näitä ovat tuotteisiin sisältyvien materiaalien ja palvelusten kustannukset(ostot).

Yhdistämällä kannattavuuden ja tuottavuuden mittaaminen sopivalla tavalla saadaan varsin mielekäs sisäisen tehokkuuden mittaristo. Yhteistä mittaa voidaan kutsua tuloksetekokyvyksi.

$$\text{KANNATTAVUUS} * \text{TUOTTAVUUS} = \text{TULOSEKOKYKY}$$

Kannattavuus on markkinatekijä. Jatkuvuuden kannalta tuotteiden kannattavuus on ensisijainen. Tuotteiden kannalta mitoitiksi tulevat:

$$\frac{\text{jalostusarvo}}{\text{tuotantomäärä}} * \frac{\text{tuotantomäärä}}{\text{kapasit.käyttö}} = \text{kapasiteettituotos}$$

Yksikkökannattavuus      yksikkötuottavuus

Tuote on kannattava, kun markkinoilta saatu jalostusarvo on suurempi kuin tuottamiseen tarvittava jalostusarvo. Yrityksen kannalta määräkustannusten summa riippuu kokonaistuotannosta ja aikakustannussumma on lähes vakio. Tuoteyksikön kannalta määräkustannusten summa on vakio, kun taas aikakustannukset riippuvat tuotetusta määrästä.

Kapasiteetikustannusten yksikköhinta on kokonaissumma (eli tarvittava jalostusarvo) jaettuna kriittisen kapasiteettipisteen hyväksikäytön tuntimäärällä. Tuotteiden kilpailukyvyyn kannalta ei ole yhdentekevää miten kapasiteetin käyttöön suhtaudutaan. Mitä parempi on käyttösuhte, sitä pienempi on yksikkökustannus ja sitä kilpailukykyisempi on tuote.

Taloudellisuutta on tuotoksen saavuttaminen mahdollisimman alhaisin kustannuksin, esimerkiksi: tuoteyksiköt / tuotantokustannukset.

Työpanoksen hyväksikäyttö kohdistuu joko pienempään tai suurempaan tuotokseen eli myyntiin. Kustannuksiin ja kilpailukykyyn vaikuttava tekijä on ajankäyttö eli se kuinka suuri osa läsnäoloajasta kohdistuu asiakkaiden hyväksi. Olettamalla, että kaikki tehostettu ajankäyttö saadaan myydyksi samalla hinnalla kuin tähänkin asti, saadaan mielenkiintoinen tulos, joka voidaan esittää kaavana:

$$\frac{JA}{HK} * \frac{HK}{SP} * \frac{SP}{PO} * \frac{LT}{JA} * 100\% = \text{TUOTTOPROSENTTI} \quad (1)$$

Jossa;            JA on jalostusarvo  
                   HK on henkilökustannukset  
                   PO on suunnitelmapoistot  
                   SP on sidottu pääoma  
                   LT on liikevoitto

Jokaisessa yrityksessä on mahdollista tehostaa ajankäyttöä nykytilanteesta 10 prosenttiyksikköä. Rakennetekijästä riippuu, paljonko pääoman tuotto-prosentti kohoaa, mutta nousu on 5-15 prosenttiyksikköä. Tämän parempaa sisäisen tehokkuuden nousua ei saa millään muulla keinolla aikaan. On osoitettavissa yrityskohtaisesti, että nykyisillä työmenetelmillä käytetään varsinaiseen valmistusprosessiin liian paljon aikaa. Tapauksittain eri me-

netelmiä voidaan tehostaa 5-30 % nykytasosta. Tämän tehostamisen vaikutus on aivan samanlainen kuin kokonaisajankäytön.

Yhteenvetona voidaan todeta, että ajanhallinnan tehostamisella nostetaan tuottavuutta ja kannattavuutta merkittävästi. Monen kannattavan yrityksen tuottavuus on keho, ja on huomattava, että paraskaan tuottavuus ei sinänsä takaa kannattavuutta, koska kannattavuus on markkinatekijä.

(Setälä, 2008, 334 – 336.)

### 3.2 Tuotantoprosessi

Tuotantoprosessi on se kokonaisuus, joka muodostuu tuotannon tekijöistä ja niiden yhteispeleistä. Tuotantoprosessissa tuotteen raaka-aineista valmistetaan markkinoille tuote. Tuotantoprosessi voi koostua erilaisista tuotantolinjoista, osastoista tai ryhmistä. Pitkälle vaiheistettu massatuotteen tuotanto voi koostua liukuhinnan tai kuljettimien varaan rakennetuista yksittäisen tuotetyypin valmistamiseksi suunnitelluista tuotantolinjoista. Viimeisin teollinen muotovirtaus tuotantoprosessin rakentamiseksi ovat pienissä ryhminä toimivat tuotantosolut.

Pienimuotoisessa tuotannossa, tai yksittäisiä, toisistaan merkittävästi poikkeavia tuotteita tuotettaessa, työn jakaminen tällä tavoin lyhyisiin työvaiheisiin ei ole tarkoituksenmukaista eikä taloudellista. Silti esim. kuljettimien tai muiden ”teollisten” tuotantojärjestelyjen hyödyntäminen voi olla järkevää. Sarjatyöllä on omat etunsa, joita pienimuotoisemmankin tuotannon kannattaa hyödyntämään.

Näitä ovat muun muassa:

- Koneen, laitteen tai työkalun esille otto, valmistaminen työn tekemiseen sekä poispano vie tuotettua kappaletta kohti vähemmän aikaa

(Boncamper, 1995, 61.)

### 3.3 Tuotannon kehittäminen

Tuotantoa kehitettäessä siis tutkitaan ja kehitetään:

- Raaka-aineita
- Koneita, laitteita ja työvälineitä
- Työmenetelmiä
- Yleistä työn sujumista

Tuotannon kehittämiseksi tarvitaan ensin tietoja esiintyvistä ongelmista. Analysoimalla tuotantotoiminnasta saatua tietoa, voidaan tuotannon ongelmat helposti selvittää ja hakea ongelmille ratkaisuja. Tiedon keräämiseksi voidaan käyttää hyväksi erilaisia tutkimusmenetelmiä.

Tuottavuustyössä tutkitaan usein työtä, sen suorittamista ja organisoimista. Olennaisena periaatteena on, että tulisi tehdä vain oikeita asioita ja karsitaan pois tai minimoidaan sellaiset, joilla ei ole merkitystä tuotteen valmistumisen kannalta.

Työsuorituksen tutkimiseen yleisesti käytettyjä tutkimustekniikoita ovat mm.:

- Työnkulkukaavio, kun halutaan selvittää työn liikkumista
- Muut toimintojen kuvaustekniikat työjärjestelyjen ja työnkulun havainnollistamiseksi
- Ajankäyttötutkimus, kun tutkitaan työtehtävien kestoja, tehollista työaika, odotusaikoja, kuljetusaikoja, ryhmän yhteistyötä jne.
- Havainnointitutkimus, kun halutaan tutkia useita tekijöitä ja niiden yhteispeliä
- Menetelmätutkimus, kun pyritään kehittämään mahdollisimman hyviä ja tehokkaita työmenetelmiä
- Kelloaikatutkimus, kun halutaan selvittää jokin työn tai työn osan kesto

Tutkimusmenetelmän valinta riippuu olennaisesti tutkittavasta kohteesta. Työntutkimus on ihmisten, raaka- aineiden ja tuotantovälineiden yhteistoiminnan järjestelmällistä tutkimista. Työntutkimus pyrkii löytämään taloudellisesti, laadullisesti ja ergonomisesti parhaan työtavan sekä määrittämään työhön tarvittavan ajan. Työntutkimus on rationalisointityötä eli tutkimusta, jota suoritetaan eri välineillä ja eri tekniikoilla. (Boncamper, 1995, 145.)

### 3.3.1 Työmenetelmien ja -sisältöjen kehittäminen

Työmenetelmien kehittämisen päätavoite on työn yksinkertaistaminen, johon voidaan päästä poistamalla ja yhdistämällä työnvaiheita. Muita menetelmäkehityksen tavoitteita ovat:

- Tiedonkulun kehittäminen
- Työn keventäminen
- Suoritusajan nopeuttaminen
- Laadun parantaminen.

Työmenetelmän kehittäminen merkitsee usein joidenkin työnosien automatisointia. Automatisointi edellyttää työmenetelmän erittelyä ja tutkimista, koska automaattinen kone tai ohjelma toimii ennalta määritettyjen algoritmien mukaisesti. Työmenetelmien kuvauksia voidaan laatia erilaisilla kaavio-, piirros- ja diagrammitekniikoilla. (Aaltonen & Kump, 1992, 79–80.)

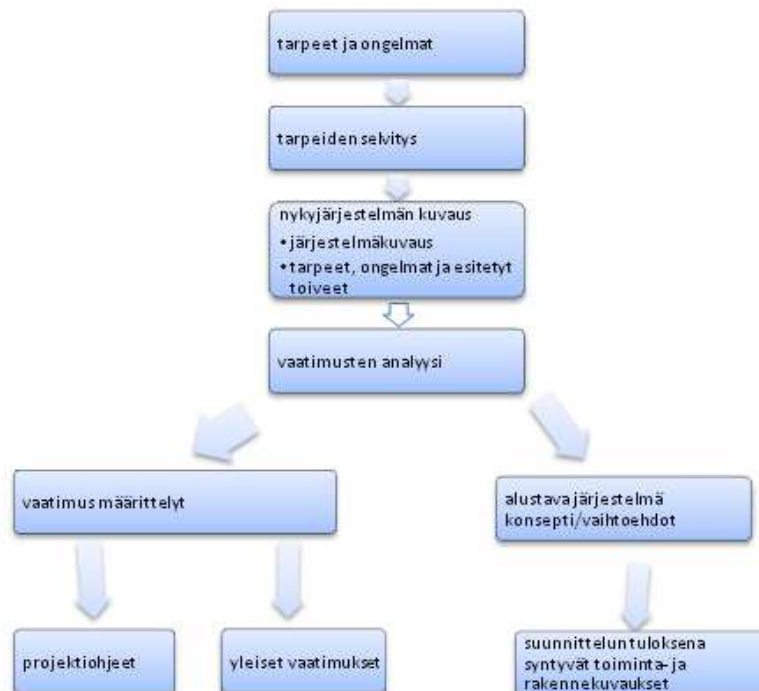
### 3.4 Tuotantojärjestelmän kokonaismalli

Projektissa on kehitetty nykyiseen käytäntöön pohjautuvaa lähestymistapaa tuotantojärjestelmän kuvaamiseen. Tavoitteena on ollut kokonaismalli, joka edustaa sekä suunnittelijan, käyttäjän että ylläpitäjän tarvitsemaa tietämystä kohteena olevasta järjestelmästä. Mallilla tarkoitetaan tässä erilaisten kuvausten joukkoa, jonka päätarkoitus on antaa vastauksia tuotantojärjestelmää koskeviin kysymyksiin ja auttaa siten kokonaisuuden ymmärtämistä ja ihmisten välistä tiedonsiirtoa. Kokonaismallin pääkomponentteja ovat:

- Vaatimusmäärittelyt
  - Tieto- ja materiaalikuvaukset
  - Prosessin rakennekuvaukset
  - Prosessin toimintakuvaukset
  - Ohjaustoimintojen kuvaukset
- (Tommila, Toola, Viitamäki, 1990, 43.)

### 3.5 Vaatimusten esittäminen

Nykyisessä suunnittelukäytännössä ei ole järkevää pyrkiä suoraan formaattiin vaatimusten määrittelyyn. Olennaista kuitenkin on, että vaatimukset kirjataan ja se tehdään mahdollisimman selkeällä tavalla. Vaatimusten ja niiden perusteluiden siirtäminen käyttäjille on tärkeää. Jos esimerkiksi ei ymmärretä lukituksen tarkoitusta, se saatetaan ohittaa siten, että turvallisuus vaarantuu. Myös suunnittelijan on vaikea verrata vaihtoehtoisia ratkaisuja, jos vaatimukset eivät ole tiedossa.



Kuva 2 Vaatimusten määrittelyn vaiheita.

Suunnittelun alkuvaiheessa tapahtuvaa vaatimusten määrittelyä on havainnollistettu kuvassa 2. Vaatimukset syntyvät ja täydentyvät vähitellen projektin aikana. Osa on tiedossa ennakolta, mutta uusia tulee esiin tehtyjen ratkaisujen myötä.

(Tommila, ym. 1990, 44- 45.)

### 3.6 Työolosuhteiden ja välineiden kehittäminen

#### 3.6.1 Koneturvallisuuden edistäminen

Automaation avulla voidaan poistaa vaarallisia, raskaita tai yksipuolisia työvaiheita ja päästä eroon monista työturvallisuusongelmista. Käyttäjän työtehtäväksi jäävät työorganisaatiosta riippuen koneiden ja oheislaitteiden asennustyöt, ohjelmointi, valvonta, puhdistus, häiriönpoisto ja kunnossapito. Automaattisilla koneilla, kuten esimerkiksi numeerisesti ohjatuilla työstökoneilla, teollisuusroboteilla ja hyllystöhisseillä, ja niistä muodostuvilla konejärjestelmillä voi kuitenkin esiintyä uusia vaaratekijöitä. Vaarat voivat aiheuttaa entistä suurempien nopeuksien, tehojen ja energiamäärien yhteydessä vakavia työtapaturmia. Konejärjestelmien käytössä sattuneiden työtapaturmien syitä ovat puutteet:

- Työmenetelmissä
- Koneiden ja oheislaitteiden mekaniikassa
- Ohjausjärjestelmissä
- Turvalaitteissa.

Automaattisilla ja manuaalisilla koneilla on useita yhteisiä ergonomiaongelmia. Esimerkiksi näyttö- ja hallintalaitteiden oikea muotoilu ja sijoittelu ovat tärkeää kaikkien koneiden suunnittelussa. Automaattisten koneiden ergonomiset ongelmat painottuvat informaatioergonomiaan.

Turvallisuus voidaan varmistaa ennakoimalla automaation käyttöönoton ongelmia ja etsimällä niihin ratkaisuja. Ongelmat on pyrittävä ratkaisemaan jo suunnitteluvaiheessa. Turvallisuusanalyysit edistävät häiriöttömän järjestelmän rakentamista ja varmistavat, että turvallisuuden kannalta kriittisten komponenttien vioittumisen seuraukset on jo ennalta arvioitu. Työturvallisuuslaissa (299/58 ja muutoksia) esitetään säännöksiä siitä, miten työolot on järjestettävä, jotta työntekijän terveys ei vaarantuisi. Siinä on säädetty myös eri osapuolien velvollisuuksista koskien suunnittelijan vastuuta, ohjausjärjestelmien varmistusta ja koneiden vaara-alueelle pääsyä. (Aaltonen, Airila, Andersin, Ekman, Kauppinen, Liukko, Pohjala, 1992, 72–73.)

### 3.7 Työkalu- ja ohjainsuunnittelu

Ihanne olisi jos tuotesuunnittelija määrittäisi kaikki työkalu- ja ohjaintarpeet sekä suunnittelisi ne itse. Tämä vaatisi valmistuksen työmenetelmien sekä osavalmistajien ja yhteistyökumppanien erikoisosaamisen hyvää tuntemista. Pienessä mittakaavassa tämä on mahdollista, mutta toiminnan laajetessa eivät osaamis- ja aikaresurssit riitä.

Lähtökohtaisesti tuotesuunnittelun yhteydessä määritetään ohjainten ja työkalujen tarve. Laitteet voidaan suunnitella ja valmistuttaa kyseisiin laitteisiin erikoistuneissa yrityksissä kuitenkin siten, että tuoteoikeudet omaavan yrityksen menetelmä suunnittelija hyväksyy valmistusmenetelmän suoritusarvot. Valmistusmenetelmän tehokkuus taas ratkaisee, pysyvätkö kustannukset ennakkolaskelmissa.

Tuotteen valmistusprosessi koostuu tiimeistä, työpisteistä sekä työvaiheista, joissa käsitellään tuotteen eri osia, materiaaleja ja työstöä. Toimiakseen hyvin työ vaatii kiinnittimiä, ohjaimia, erikoistyökaluja, käsityö- ja erilliskoneita.

( Kärki, 2008, 9.)

### 3.8 Optimaalisen eräsuuruuden laskeminen

Kuuluisan Wilsonin kaavan mukaan optimaalinen eräsuuruus  $x$  on

$$x = \sqrt{\frac{2AQ}{h}} \quad \text{jossa;} \quad (2)$$

A = asetuskustannus,

Q = tuotantomäärä ja

h = varastointikustannus yksikköä kohti.

Wilsonin kaavan mukaan asennuskustannusten puolittaminen pienentää optimaalista eräkokoja 0.7: teen osaan, kuten kuvasta 3 voidaan nähdä, kuvassa kokonaiskustannus  $C = f(x)$ . Koska kuvaaja  $C = f(x)$  tasainen muuttunut optimipisteen  $0.71 x$  läheisyydessä sen oikealla puolella, ollaan länsimaissa taipuvaisia valitsemaan  $x'$  pisteen  $0.71 x$  asemasta, koska ajatellaan, että asetukset on tuhlauksia, jota pitää välttää niin paljon kuin mahdollista.

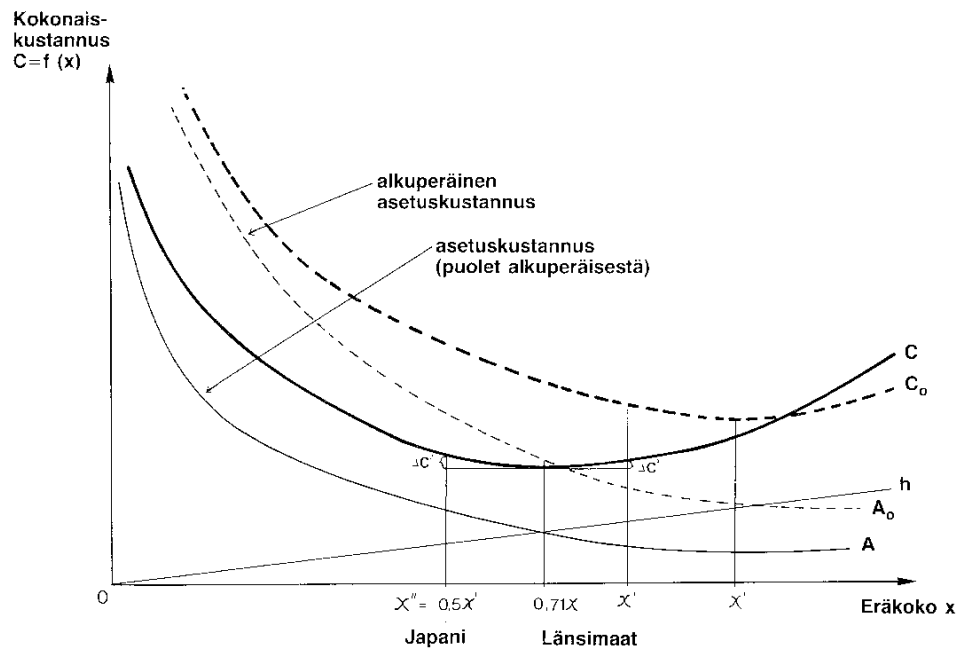
Japanissa taas varastoa pidetään pahimpana tuhlauksena, koska se kätkee kaikki piilossa olevat ongelmat, kuten työasemien välisen epätasapainon, epätasapainossa olevan kuormituksen työntekijää kohti, riittämättömän huollon ja kunnossapidon, jne. Pisteen  $0.71 x$  asemasta ovat japanilaiset tästä syystä valitsemaan pisteen  $0.5 x' = x''$ .

Japanilaiset olettavat, että asetuskustannus riippuu pääasiassa asetukseen käytetyn ajan pituudesta ja on ajan funktio seuraavan kaavan mukaan

$$A = at^2, \text{ jossa; } a = \text{suhteellinen kerroin} \quad (3)$$

Puolittamalla asetustajan voidaan vähentää varastot puoleen. Riippumatta siitä, onko yhtälö (2) tosi, voidaan päätellä, että lyhentämällä asetusaikoja voidaan saada seuraavanlaisia tuloksia:

- 1) Läpäisyajan lyheneminen
- 2) Keskeneräisen tuotannon pieneneminen
  - a. Tehdastilan tehokkaampi käyttö
  - b. Pieneräituotanto ja vähemmän korkokuluja
  - c. Ohjattavien tuotteiden määrän pieneneminen



Kuva 3 Lyhennettäessä asetusta 50 % alenee optimaalinen erä koko 30 %. Länsimaissa ollaan Yamashinan mukaan liian taipuvaisia käyttämään suuria eriä.

Jatkuvasti valvontaa tarvitsevien tilausten määrä pienenee ja välilliset kiinteät kustannukset alenevat. Erityisesti epäsuoria henkilökustannuksia voidaan paljon pienentää.

- 3) Koneiden parantunut tehokkuus
- 4) Toimitusaikojen joustavuus

Työntekijät eivät tavallisesti pidä asetustyöstä, mikäli se on hyvin työlästä. Kun he voivat tehdä sen helposti ja rasittumatta, ovat he paljon paremmin motivoituneita. Tästä syystä voidaan saada myös seuraavanlaisia tuloksia.

- 5) Korkeaa ammattitaitoa vaativan työn väheneminen asetuksissa
- 6) Moraalin kohoaminen
- 7) Laatupalautteen nopeutuminen

Näiden välittömien ja välillisten syiden takia asetusten lyhentäminen aiheuttaa paljon enemmän muita vaikutuksia kuin pelkkä asetustajan lyheneminen. Ensimmäinen tavoite asetusaikojen lyhentämisessä on lyhentää asetusaika linjan tahtiajan mittaiseksi.

Asetuksen takia hukkaan menevä aika on vain linjan tahtiajan mittainen. Lopullinen tavoite on hyvin nopea asetus, jolloin asetusoperaation takia ei tarvita varastoja.

( Yamashina, 1984, 2-3.)

### 3.9 Asetusajan määrittely

Asetusaika on se aika, joka kuluu koneen pysäyttamisestä siihen asti, kun seuraava, laadullisesti hyvä erilainen kappale saadaan koneella valmistetuksi asetuksen ja tarvittavien säätötoimenpiteiden jälkeen. Määrittely sopii erittäin hyvin, koska koneen ja valmistusprosessin joustavuuden lisäämiseksi asetusajan lyhentäminen on välttämätöntä.

( Yamashina, 1984, 2.)

### 3.10 Asetuksen havainnointi

Länsimaissa hyväksytään melkein aina, että asetukseen kuluu aikaa. On kuitenkin tavallista, että asetustapahtumaa ei ole tutkittu riittävän huolellisesti. Toisin sanoen tuotantoinsinöörit eivät ole keskittyneet niin paljon asetusajojen lyhentämiseen kuin työtuntien tai koneajan lyhentämiseen. Tästä syystä ensimmäinen asia asetusajoja lyhennettäessä on, että asetustapahtumaa tarkkaillaan huolellisesti useita kertoja. Tähän voidaan käyttää mm. videolaitteita.

Useimmissa tapauksissa havaitaan asetuksessa tehtävän paljon sellaisia asioita, joilla ei ole mitään tekemistä todellisen asetuksen kanssa. Muun muassa suuria ongelmia aiheuttavat epäsiisteys sekä puutteellinen huolto ja kunnossapito. Joskus näiden korjaaminen vie enemmän aikaa kuin itse asetus.

On todettu, että länsimaissa koneiden tehokkaaseen ja oikeaan käyttöön sekä huoltoon liittyvään tekniikkaan on vuosia suhtauduttu välinpitämättömästi. Tästä syystä on asetusajojen lyhentämiseksi parempi aloittaa parantamalla siisteyttä ja kunnossapitotekniikkaa.

( Yamashina, 1984, 2.)

### 3.11 Ongelmia asetusajojen lyhentämisessä

Asetusajoja lyhentämisessä esiintyy seuraavanlaisia ongelmia:

- 1) Välttämättömiä valmistelevia toimenpiteitä asetusta varten ei ole suoritettu kunnolla.

Usein asettaja hakee tarvittavia työkaluja ja etsii hukassa olevia tarvikkeita. Kuitenkaan asettajat eivät pidä tätä tavallisesti tuhlauksena, vaikka se on sitä. Nämä tehtävät venyttävät asetusta. Sellaisessa ase-

tuksessa, joka kestää puoli päivää, ei 30 minuutin käyttäminen hukassa olevien tavaroiden etsimiseen ole huomattavan paljon. Kuitenkin, kun pyritään lyhyeen asetusajaan, aiheuttaa kahden minuutin käyttäminen tavaroiden etsimiseen jo menetyksiä ja viivästymistä.

### 2) Itse asetustapahtuma on sekava:

- Ei ole standardisoituja menetelmiä ja järjestystä asetustyönvaiheille
- Ei ole standardisoituja valvontamenetelmiä asetustyönvaiheille
- Helpon asetuksen esteenä olevia teknisiä ongelmia ei ole ratkaistu
- Työkalut ja kiinnittimet eivät ole sopivissa paikoissa tai työkalut eivät ole paikoillaan
- Välineiltä vaadittavaa tarkkuutta ei ole järjestelmällisesti analysoitu

Koska näitä ongelmia ei ole luokiteltu ja ratkaistu, ne on jätetty asettajan ratkaistavaksi.

### 3) Todelliset asetustyönvaiheet ja niiden tekemiseen vaadittava aika eivät ole selvillä.

Asetusaika vaihtelee työntekijäkohtaisesti, koska jokainen asettaja käyttää erilaisia menetelmiä, työvaiheita ja apu- ja sovituskäytännöitä. Näin ollen asetusaika vaihtelee suuresti eikä kukaan ole varma vaihtelua aiheuttavista tekijöistä.

### 4) Hienosäädön puutteellinen tuntemus.

Säätö vie yleensä suurimman osan asetusajasta. Siitä huolimatta sitä ei ole tutkittu tarkasti ja se on jätetty usein vaikeaksi ja ratkaisemattomaksi ongelmaksi. Tutkimalla hienosäätöä voi huomata, että se voidaan jakaa kahteen ryhmään:

- a) Vältettävissä oleva hienosäätö
- b) Hienosäätö, jota ei voida välttää

Suurin osa hienosäädöstä kuuluu ryhmään a). Taitoa tarvitaan vain tapauksissa, jotka kuuluvat ryhmään b).

### 5) Tottumattomuus asetustyöhön.

Koska asetusta on pidetty pelottavana, sitä on pyritty välttämään niin paljon kuin on mahdollista. Asettajat tai koneen käyttäjät ovat totuttomia asetustyöhön, mikä pidentää asetusajaa turhaan. Asettajien ja koneen käyttäjien kouluttaminen toimimaan mahdollisimman lyhyessä ajassa, on tärkeä tekijä asetusajan lyhentämiseksi.

Kun edellä esitetyt viisi ongelmaa on ratkaistu, voidaan asetusajoja helposti lyhentää 50–75 % alkuperäisistä ajoista.  
( Yamashina, 1984, 2.)

Toimenpiteet asetustapahtuman kehittämiseksi käsittävät pääasiassa seuraavat kolme kohtaa:

- 1) Sisäisen ja ulkoisen asetuksen erottaminen toisistaan sekä valmistelevat toimenpiteet ennen koneen pysäyttämistä.
- 2) Parannukset, joilla osa sisäistä asetusta, voidaan muuttaa ulkoiseksi asetukseksi.
- 3) Parannukset, jotka lyhentävät sisäistä asetusta mahdollisimman paljon. (Yamashina, 1984, 2.)

### 3.12 Asetusaikojen lyhentäminen tai poistaminen

Asetusaikoja pienentämällä pyritään tuotannon joustavuuden lisäämiseen ja nopeisiin vaihtomahdollisuuksiin eri tuotteiden valmistuksen välillä. Pienemmätkin valmistussarjat tulevat kustannuksiltaan kilpailukykyisiksi, kun sarjojen asetusaikoja voidaan lyhentää.

Joustavuuden merkitys on jatkuvasti lisääntynyt. Sillä pyritään vastaamaan mm. läpimenoaikojen nopeuttamisen ja reagointinopeuden parantamisen aiheuttamiin haasteisiin.

On muistettava, että asetusajan lyhentäminen vaatii investointeja. Koneilla ja laitteilla tulee olla edellytykset lyhyisiin asetusaikeihin. Asetusaikoja lyhennettäessä on tehtävä ratkaisu vaihto-omaisuuden arvon (KET) ja asetusajan pienentämisessä tarvittavien investointien välillä. Laskelmien avulla on kuitenkin joskus vaikea yksiselitteisesti todeta asetusajan lyhentämisellä saatuja muita hyötyjä kuten esim.:

- Lisääntynyt joustavuus
- Lisääntynyt kapasiteetti
- Lyhyempi kone- ja läpäisy aika
- Parantunut laatu
- Tuotannon ohjattavuuden parantuminen

Kappaletavarateollisuuden tuotantoautomaation kehittämisen näkökulmasta keskeisiä osa-alueita ovat esim. asetusten automatisointi, asetusten esivalmistelu sekä sisäiset ja ulkoiset asetukset.

Lyhyiden asetusaikojen ja konekustannusten välillä joudutaan tekemään kompromisseja. Koko ajan tulisi kuitenkin etsiä edullisia menetelmiä asetusaikojen lyhentämiseksi. (Ojanen, 2008, 43.)

### 3.13 Ulkoinen ja sisäinen asetus

Sisäisillä asetuksilla tarkoitetaan koneessa tai prosessissa itsessään olevia asetuksia. Tänä aikana kone tai prosessi on poissa tuottavasta toiminnasta. Kun asetukset tehdään koneen ulkopuolella koneen tai prosessin ollessa käynnissä, puhutaan ulkoisista asetuksista. Aina ei kuitenkaan ole mahdollista päästä pelkästään ulkoisiin asetuksiin.

Joissakin tapauksissa on kuitenkin päästy erinomaisiin tuloksiin, esim. työstökeskusten ja CNC-koneiden työkalujen esiasetukset tai puristintyökalujen koneen ulkopuoliset asetukset. Tällöin vähimmäisaisokiksi voi jäädä pelkkä työkalun tai ohjaimen vaihto-aika, tämäkin tosin edellyttää hyvää kohdistusta työkalulta sekä pikakiinnittimiä lukitukseen.

Prosessi etenee vaiheittain:

Erotetaan ulkoinen ja sisäinen asetus toisistaan, siirrytään sen jälkeen ulkoisiin asetuksiin.

Tekemällä selkeä ero ulkoisen ja sisäisen asetuksen välillä voidaan keskittyä ulkoisen asetusajan tehokkaaseen suunnitteluun ja jäljelle jäävän sisäisen asetusajan tehostamiseen. Tällöin saadaan aikaan lisäkapasiteettiä sekä lyhennetään läpimenoaika.

Sisäistä asetus-aikaa pienennetään poistamalla säätöjä, yksinkertaistamalla kiinnityksiä sekä siirtymällä ohjattuun työkalun vaihtoon, esim. hydraulisesti stoppareita vasten.

Sekä sisäisten että ulkoisten asetusten vaatimaa aikaa lyhennetään etsimällä ratkaisuja tuoteosia muuttamalla. Voidaan tarkastella esim. koneistuksen tai prosessin tarpeellisuutta: Voidaanko se esim. poistaa tai yhdistää muuhun työvaiheeseen. (Ojanen, 2008, 44.)

#### 3.13.1 Sisäisen ja ulkoisen asetuksen erottaminen

Asetuksen havainnoinnin perusteella voidaan asetuksen työerät luokitella seuraaviin kolmeen luokkaan:

- Vältettävät työerät, mikäli kunnollinen esivalmistelu tehdään (esim. tarvittavien työkalujen hakeminen)
- Ulkoinen asetus, joka voidaan tehdä koneen käydessä (esim. uusien työkalujen tuominen koneen viereen)
- Sisäinen asetus, joka edellyttää koneen pysäyttämisen (esim. työkalujen kiinnittäminen koneeseen)

Ensimmäinen tehtävä asetus-aikojen lyhentämisessä on:

- 1) Asetuksen työerien selvä määrittely
- 2) Turhien työerien poistaminen
- 3) Kaikkien asetuksen vaatimien tarpeellisten valmistelutoimenpiteiden tekeminen etukäteen

Jos asetus tehdään ulkoisena asetuksena, laaditaan ensin muistilista ja sen jälkeen annetaan menetelmä näiden asioiden tekemiseksi parhaalla mahdollisella tavalla. Muistilistassa on seuraavat asiat määriteltävä selvästi ja yksityiskohtaisesti:

- 1) Mitkä ovat tarvittavat työkalut (tyyppi ja laatu)
- 2) Ovatko tarpeelliset pöydät, vaunut, kiinnittimet jne. valmistettu
- 3) Ovatko kiinnittimet ja työkalut esivalmisteltu tarkasti

Sisäisen asetuksen osalta tutkitaan huolellisesti jokainen sopiva menetelmä jokaista asetustyönerää varten. Määritetään tarvittava aika ja standardisoitaan se niin, että jokainen asettaja tai koneen käyttäjä tekee sen täsmällisesti samalla tavalla. Analysoidaan mies-kone-kaavion avulla koko asetustapahtuma ja määritetään tarkoituksenmukaisin työntekijämäärä asetuksen tekemiseen. Tehdään asettajille paras mahdollinen työnjako, sekä laaditaan tarkka asetustyönerien sarja, lisäksi valvotaan asetusta.

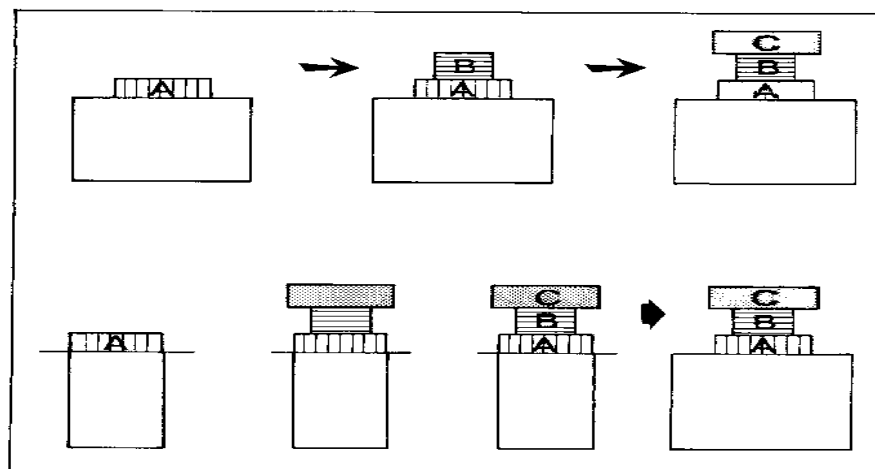
( Yamashina, 1984, 2.)

### 3.13.2 Sisäisen asetuksen osien siirtäminen ulkoiseksi asetukseksi

Toimenpiteet, joilla asetusajoja lyhennetään, vaativat usein investointeja. Asetusaikojä lyhentäessä on tärkeää löytää taloudellisesti kannattavimmat tavat. Asetusaikojä voidaan lyhentää siirtämällä perinteiset sisäiset asetuksen työnerät ulkoisiksi. Tätä tarkoitusta varten on olemassa neljä päämenetelmää:

- 1) Esiasetus.

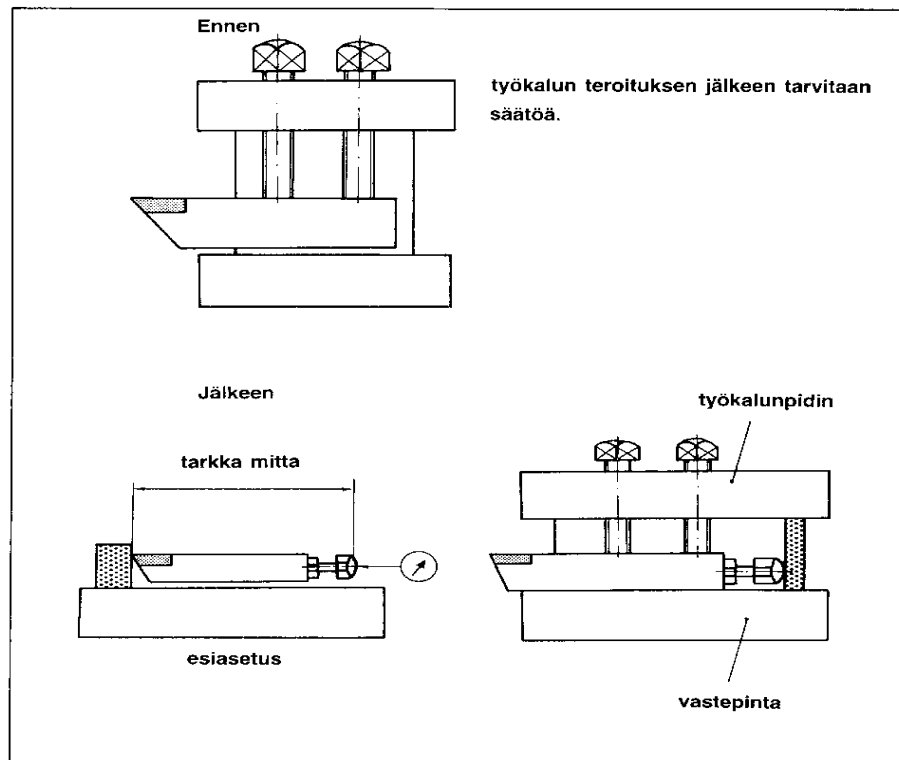
Sellaiset sisäisen asetuksen työnerät, kuten työkalujen kokoonpano ja sovittaminen voidaan siirtää ulkoiseksi asetukseksi kokoonpanemalla työkalut etukäteen ja kiinnittämällä ne koneeseen, koneen ollessa pysäytettynä, kuva 4.



Kuva 4 Sen sijaan, että tarvittavat työkalut kasataan ja asetetaan koneen seisossa (yläkuva), tehdään se etukäteen eripaikassa ja kokonaisuus vaihdetaan koneen ollessa pysähdyksissä (alakuva)

### 2) Sisäisen hienosäädön siirto ulkoiseksi hienosäädöksi.

Sisäiseen asetukseen kuuluvaa hienosäätöä voidaan joskus siirtää ulkoiseen asetukseen.



Kuva 5 Sisäiset työnerät (tässä säätö) on siirrettävä ulkoiseksi esim. esiasetuksen avulla.

### 3) Käyttämällä ylimääräisiä kiinnikkeitä ja ohjaimia.

Sisäinen asetus voidaan tehdä ulkoisena, jos työkaluja tai kiinnitintä ei ole kiinnitetty suoraan koneeseen, vaan se on kiinnitetty ylimääräiseen kiinnittimeen tai ohjaimen ennen koneeseen kiinnittämistä.

### 4) Helpottamalla työkalujen, ohjaimien, muottien ja leikkaimien käyttöä. (Yamashina, 1984, 2.)

#### 3.13.3 Sisäisen asetuksen tutkiminen ja asetusajan lyhentäminen

Huolellisella sisäisen asetuksen tutkimisella saavutetaan kehittyneemmät sisäisen asetuksen menetelmät ja/tai teknisiä parannuksia sisäisen asetuksen helpottamiseksi. Toimeen on olemassa viisi päämenetelmää:

#### 1) Toiminnallinen standardisointi.

Tiedetään, että kaikkien muottien ja työkalujen standardisointi mahdollistaa asetusajojen ratkaisevan lyhentämisen, mutta se edellyttää

paljon aikaa ja rahaa. Tämä standardisointi johtaa muotojen standardisointiin. Jos standardisointi rajoitetaan vain välttämättömiin toimiin, voidaan sisäistä asetusajaa lyhentää kuluttamatta paljon aikaa ja rahaa.

- 2) Liittämisen- ja kiinnitysmenetelmien parantaminen sellaisiksi, että ne voidaan tehdä helposti ja nopeasti.

Asetus sisältää paljon toimintoja, kuten liittämisen ja kiinnittämisen. Asetuksessa ruuvit ja pultit pitää nähdä kuitenkin yhdeksi tärkeimmistä esteistä asetusajan lyhentämisessä. Tähän voidaan käyttää seuraavanlaisia vastatoimia:

- a) Vähentämällä tarvittavien työkalujen määrää vähentämällä erikoisten ja erikokoisten pulttien ja muttereiden käyttöä. Standardisoinnilla pulttien ja muttereiden koko.
  - b) Vähentämällä jos mahdollista tarvittavien ruuvien määrää.
  - c) Korvaamalla tavalliset pultit ja mutterit kiinnittimissä, erilaisilla pikakiinnittimillä.
- 3) Tutkimalla samanaikaisesti tehtävät työnerät.

Periaatteena on, että kaksi asettajaa tekee yhtä aikaa työneriä eikä yksi asettaja tee niitä peräkkäin. Tällä tavalla asetusajaa voidaan lyhentää ja on todennäköistä, että kokonaistyöaikaa voidaan lyhentää tehokkaalla ryhmätyöllä ja sopivalla työn jakamisella. Huonoimmissakin tapauksissa tarvittava työaika on sama kuin käytettäessä yhtä asettajaa, ja kuitenkin asetusajaa on lyhentynyt kokonaisuudessaan puoleen.

- 4) Tutkimalla uudelleen tarkoituksenmukaisin asettajien määrä sekä työn kuvaus.
- 5) Hienosäädön välttäminen.

Hienosäätö on tärkein este sisäisen asetuksen lyhentämiselle. Se riippuu myös paljon asettajan pätevyydestä. Tämän takia hienosäädön poistamisella ja vähentämisellä on hyvin tärkeä rooli asetusajojen lyhentämisessä. Parhaat toimenpiteet ovat siis hienosäädön vähentäminen tai kokonaan poistaminen.

( Yamashina, 1984, 2.)

### 3.13.4 Asetusaikojen lyhentämishjelman suunnittelu

#### **Kustannukset**

On olemassa paljon ideoita ja menetelmiä asetusajan lyhentämiseksi. Nämä ideat voidaan jakaa seuraaviin kolmeen luokkaan:

- a) Ideat, jotka eivät maksa paljon ja voidaan teknisesti toteuttaa helposti.
- b) Ideat, jotka vaativat kohtuullisia investointeja ja teknistä kehitystä.
- c) Ideat, jotka vaativat suuria investointeja ja teknistä kehitystä.

Yritetään aloittaa käyttämällä a- ja b-kohdan ideoita ja tapauskohtaisesti c-kohdan ideoita riippuen siitä tarpeesta, joka asetusajkojen lyhentämiseen on olemassa. Asetusaajkojen lyhentämiseksi on olemassa useita menetelmiä; yritetään aina löytää kaikkein taloudellisin menetelmä.

### Organisaatio

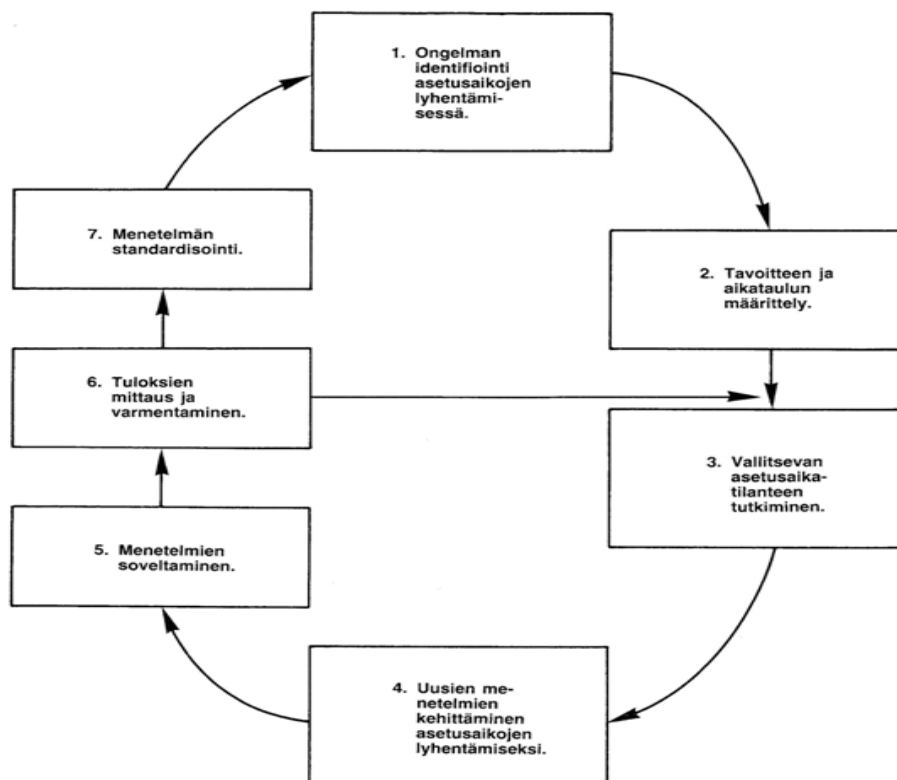
Asetusaajkojen lyhentämisen onnistumiseksi tarvitaan neljä seuraavaa asiaa:

- a) Tietoa
- b) Halua
- c) Keskittymistä
- d) Yhteistyötä

Jos tarkoituksena on asetusajkojen lyhentäminen, on suositeltavaa keskittyä tiettyjen koneiden asetukseen ja yritettävä oppia ja luoda tietoa asetusajkojen lyhentämisestä. Yrittäessämme lyhentää asetusajkoja huomaamme, ettei asetusajkojen lyhentäminen riipu ainoastaan tuotantoteknisestä henkilöstä, vaan myös muut henkilöt, kuten koneen käyttäjät, työnohjohtajat, tuotannonohjauksen ja – suunnittelun henkilöstö sekä joskus myös suunnittelijat, vaikuttavat asetusajkojen lyhentämiseen. On tärkeää, että jokainen ryhmätyöhön osallistuva henkilö kykenee ryhmätyöhön.

### Valvonta

Asetusaajkoja lyhentäessä on tärkeää toteuttaa valvontatoimenpiteitä hyödyntämällä PDCA - ympyrää (Plan, Do, Check, Action) eli niin kutsuttua ”Demingin ympyrää”, joka on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6 Demingin ympyrä. (Yamashina, 1984, 2.)

### 3.14 Työkalujen ja ohjainten tarveanalyysi

Kun työkalujen ja ohjainten tarveanalyysi tehdään jo suunnitteluvaiheessa jää menetelmäsuunnittelulle aikaa hankkia laitteet. Mahdollisimman aikaisella käyttöönotolla varmistetaan, että valmistuksen alkaessa tavoitteelliset tuotantomäärät saavutetaan.

Oikeanlaatuiset ohjaimet, kiinnittimet, jiggit ja työkalut varmistavat sen, että tehtävät osat ovat aina samanlaisia ja tasalaatuisia. Laatu ei jää pelkäämään ihmisen havainnon varaan, vaan kappale asetetaan aina samalla tavoin työstävään ohjaimen. Tehokkaammillaan työntekijä toimii kappaleen vaihtajana, tekee koneaikana muuta käsityötä ja valvoo prosessia. (Ojanen, 2008, 44.)

### 3.15 Läpäisy- ja työajan lyheneminen

Suunnittelijan rooli ja hänen tietämyksensä menetelmistä ja niiden vaatimista apulaitteista korostuu, kun tuotteen monimutkaistuvat ja sisältävät merkittävästi kokoonpanoa.

Lienee itsestään selvää, että työn tekemisaika lyhenee kun eri työvaiheisiin saadaan oikeat työkalut, ohjaimet ja kiinnittimet. Samalla voidaan nostaa tuottavuutta lisäämällä käsi- ja konetyön samanaikaisuutta.

Läpimenoaika lyhenee kun asetuksia poistetaan tai tehdään samanaikaisesti työstön kanssa.  
( Ojanen, 2008, 45.)

### 3.16 Valmistelutyön parantaminen SMED

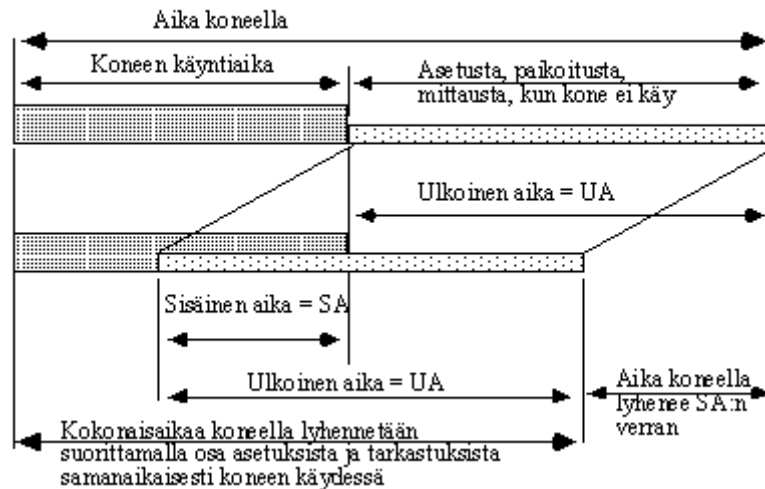
Tarkastellaan tuotantokonetta, jolla valmistetaan pieniä eroja silloin tällöin ja jotka ovat etukäteen suunniteltuja. Tuotannon mekanisointi käsittää aina tietyn määrän koneellista ja käsin tehtävää työtä. Tavoitteena on saada koneaika mahdollisimman suureksi.

#### 3.16.1 Läpäisyajan lyhentäminen SMED:in avulla

SMED (Single-digit Minute Exchange of Die) ei tarkoita niinkään mekanisointia, vaan pikemminkin älykästä ajattelua, minkä pitää olla aina etusijalla ennen automaatiota. Smed on yksinkertainen yksikkö ja pikkutarkka asetusajojen pienentämiseen tarkoitettu peli, joka erottelee varsinaisen koneajan asetusajasta.

Ideana on saada asetusaika mahdollisimman lyhyeksi ja eräköko pieneksi. Smed menetelmänä on kehitetty systeemiksi rationalisoida jatkuvasti toistuvia keskisuuria eriä konepajoissa.

**Läpäisyajan lyhentäminen asetusaajan avulla**



Kuva 7 Läpäisyajan lyhentäminen siirtämällä asetusten valmistelua ja tarkastuksia samanaikaiseksi koneen suorittamien toimintojen kanssa.

3.17 Jatkuva prosessijärjestelmä

Menetelmää jossa tuote valmistuu keskeytyksettä, kutsutaan massatuotantomenetelmäksi. Myös linjavalmistusta on voitu kehittää siten, että se on muuttunut prosessiluontoiseksi. Jatkuvassa prosessijärjestelmään liittyvä työ on suurimmaksi osaksi valvontaa ja säätämistä, koska valmistus on automaattista. Käsityönä voidaan tehdä raaka-aineen täyttöä ja tuotteen vastaanottoa.

Tyypillisiä prosessille on, että

- Lyhyt läpimenoaika
- Ihminen valvoo, prosessi valmistaa
- Työtulos ja työmäärät eivät ole toisistaan riippuvaisia
- Häiriö yhdessä osassa keskeyttää yleensä koko tuotannon (Kärki, 2008.)

3.18 Kehitysprojektien tarkoitus

Jatkuva tuottavuuden ja laadun parantaminen sekä toiminnan vaatiman ajan lyhentäminen ovat liiketoiminnan arkipäivää alalla kuin alalla. Kehitystoimenpiteet toteutetaan yleensä ulkopuolisen konsultin avustuksella suoritettuina tai sisäisinä kehitysprojekteina, joiden yhteydessä organisaatiota, tuotantojärjestelmää tai jotain muuta yrityksen toiminnan osa-aluetta pyritään parantamaan. (Salminen, 1998, 80.)

## 4 SUUNNITTELUN ETENEMINEN

Suunnittelun eteneminen kulki seuraavanlaisesti. Ensin suunnitelmista tehtiin käsin piirustukset paperille jonka jälkeen ne mallinnettiin Vertex G4 mallinnusohjelman avulla. Piirustukset saatiin valmiiksi tehdyistä mallikuvasta mallinohjelman avulla. Aikataulullisesti projektin kesto venyi pitkäksi erilaisista työntekijästä riippuvista syistä. Projektin pituus venyi alkuperäisestä suunnitelmasta kaksinkertaiseksi.

### 4.1 Ideointi

Suunnittelu aloitettiin ideointivaiheella jonka kesto oli kolme viikkoa. Ideoinnissa päästiin hyvältä tuntuvaan suunnitelmaan, jossa kuitenkin löytyi yksi iso ongelma ja muutamia pieniä ongelmia. Ongelmaan löytyi kuitenkin ratkaisu jota päätettiin kokeilla ennen varsinaisten suunnitelmien tekemistä.

Ideoinnin aikana kehittyi kaksi erilaista toimintaperiaatetta joilla laite saataisiin toimimaan itsenäisesti.

Toiminnaltaan laitteen ohjaus tapahtuu jollakin logiikka-ohjauksella. Ohjaukseen voidaan käyttää joko nykyisen koneen logiikkaa tai lisätään syöttölaitteeseen oma logiikkapiiri.

Ideoinnin tuloksena koneeseen lisätään kolme lisälaitetta jotka ovat varastopöytä tangoille. Sekä syöttöpöytä, joka syöttää tangot koneen omalle syöttölaitteelle. Tähän liittyy myös ohjain, joka tulee syöttöpöydän ja syöttölaitteen väliin sekä ohjain, joka on työkappaleen ja syöttäjän välissä. Ideoinnissa selvisi myös se että omaa syöttölaitetta käytetään niin pitkään kuin mahdollista.

#### 4.1.1 Ideoinnissa huomioon otettavia asioita

Toimivan kokonaisuuden saamiseksi piti ideoinnissa ottaa huomioon seuraavanlaisia ongelmakohtia:

- Tangon loppuessa ongelmana on se että kuinka ”hukkapätkä” poistetaan.
- Kuinka tangot saadaan menemään ohjaimien läpi jos tangot on taipuneita.
- Kuinka saadaan kaikki eri koot sopimaan ohjaimiin.
- Ensimmäisestä kappaleesta tulee puuttumaan reiät, joten kuinka nämä reiät tehdään.
- Kuinka varastopöydällä olevien tankojen siirtäminen toteutetaan.
- Kuinka tankojen liitoskohta käyttäytyy syöttölaitteessa. Tällä hetkellä tangot voivat jäädä jumiin liitoksen ollessa syöttölaitteessa.
- Kuinka ohjain saadaan sopimaan erikokoisiin työkappaleisiin.

### 4.1.2 Ongelmakohtia

Työn suurimmaksi ongelmaksi muodostui se kuinka työstettävä materiaali eli tässä tapauksessa lattatangot saadaan syötettyä varastopöydältä syöttöpöydälle. Ongelmana tässä on työstettävän materiaalin pituus, joka vaihtelee kuuden metrin molemmin puolin.

Lisäksi se, että tangot voivat olla taipuneita, aiheuttaa ongelmia syöttöprosessissa.

Koska tankojen pituus vaihtelee kuuden metrin molemmin puolin, niin tästä aiheutuu ongelma, että syntyy niin sanottuja hukkapätkiä. Näiden hukkapätkien poistaminen prosessista on pienimuotoinen ongelma.

### 4.1.3 Ratkaisuja ongelmiin

Ideoinnissa löydettiin ratkaisuja seuraavanlaisiin ongelmiin. Logiikkaohjaukseen tehdään ohjelma, joka tunnistaa hukkapätkän ja poistaa sen työpästä ennen kuin kone tekee seuraavan kappaleen.

Taipuneiden tankojen takeltelua hillitään rakentamalla riittävästi ohjaimia jotka pakottavat tangon siirtymään eteenpäin. Erikokoisten tankojen sopivuus ohjaimiin toteutetaan rullaohjainten osalta siten, että niistä tehdään säädettävät. Sääto tehdään silloin kuin koneeseen tehdään muutkin asetukset kappale koon vaihtuessa. Ensimmäisestä kappaleesta puuttuvat reiät tehdään käsin kun sarja on muuten valmis.

Varastopöydällä olevat tangot siirretään hihnakuuljettimen avulla syöttöpöydälle. Varastopöydälle tangot asetetaan käsin järjestykseen, jolloin työntekijä pystyy tarkastamaan tankojen mahdolliset kieroudet jotka saattaisivat aiheuttaa ongelmia koneen toimintaan.

Ohjaimen sopivuus erikokoisiin työkappaleisiin toteutetaan rakentamalla työkappaleisiin ohjaimet niiden vaatimilla mitoilla.

Liitoskohdan käyttäytyminen liitoskohdassa toteutetaan tekemällä logiikkaan oma silmukka, joka työntää tankoa kaksi kertaa ennen kuin prosessi jatkuu. Tällä varmistetaan se, että liitoskohta siirtyy sen verran eteenpäin kuin on tarpeellista jotta syöttö onnistuisi taas ilman ongelmia.

Syöttölaitteessa on maksimissaan 50 mm tilaa rakentaa säädettävä ohjain jolloin liitoskohta saadaan edellä kuvatulla toiminnolla siirtymään ohjaimen jotta tangot eivät menisi ristiin ja jumittaisi koko prosessia. Jos syöttäminen ei onnistu suunnitellulla tavalla vaihtoehtona on, että rakennetaan ohjaimen pienimuotoinen syöttäjä, joka toimii vain sen aikaa, että syöttö onnistuu taas omalla syöttäjällä.

### 4.1.4 Ideoinnin tuloksia

Ideoinnissa päädyttiin seuraavanlaisiin ratkaisuihin joista aloitetaan suunnitelmien tekeminen. Kokonaisuuteen rakennetaan varastopöytä josta tangot siirretään ketjukuljettimen avulla suunnitelmaan kuuluvaan syöttöpöydälle. Syöttöpöydältä tanko siirretään hydraulisylikerin avulla laitteen omalle syöttäjälle. Syöttäjän eteen rakennetaan ohjain, joka ohjaa tangon suoraan syöttölaitteeseen. Työkappaleisiin rakennetaan jokaiseen oma ohjain, joka ohjaa tangon työkappaleeseen. Oma ohjain tehdään jokaiselle työkappaleelle sen takia, että kun syötettävien tankojen koot vaihtelevat, ja työkappaleet ovat erikokoisia, joten ei pystytä valmistamaan helpolla selkeästä ohjain, joka sopisi kaikille työkappaleille.

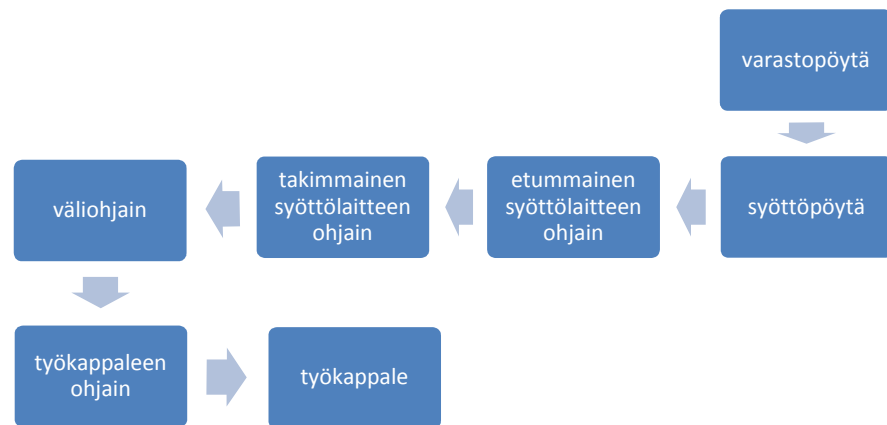
### 4.2 Toimintaperiaate

Laitteen toimintaperiaate on, että laitteen oma syöttölaite hoitaa tangon syöttämisen niin kuin ennenkin. Sitten kun tangon syöttäminen ei enää onnistu omalla syöttölaitteella niin syöttöpöydällä oleva seuraava tanko syötetään hihnakuljettimen avulla syöttölaitteen syöttävään osaan. Tämän välissä syöttölaite siirtää tankoa yhden kerran ilman, että koneella tehdään seuraavaa kappaletta, tällöin tankoa vain syötetään eteenpäin. Tämän jälkeen edellinen tanko siirtyy eteenpäin seuraavan tangon työntämänä ohjainkiskoa pitkin työkappaleelle. Kun tankoa on syötetty riittävä matka, niin sen jälkeen varastopöydältä siirretään seuraava tanko ketjukuljettimen avulla odottamaan siirtopöydälle. Kaikkia toimintoja ohjataan logiikkaohjauksella. Optisilla antureilla tarkkaillaan järjestelmän toimintaa. Antureilla hoidetaan ns. hukkapätkän poisto, siirrot varastopöydältä syöttöpöydälle, siirto syöttöpöydältä syöttäjälle.

## 5 VALMIS SUUNNITELMA

Laite tulee toimimaan toimintaperiaatteen mukaan, joka on selitetty kohdassa 4.2 tarkemmin. Tähän osioon olen lisännyt toiminnan kuvauksen kaaviokuvana jossa näkyy miten suunnitellut eri komponentit tullaan asettelemaan, jotta laite toimisi halutulla tavalla.

Suunnitelman osakaavio:



Kuva 8 Kaaviokuva prosessin etenemisestä.

Yllä olevasta kaaviosta nähdään miten eri osakomponentit asetetaan valmiissa suunnitelmassa.

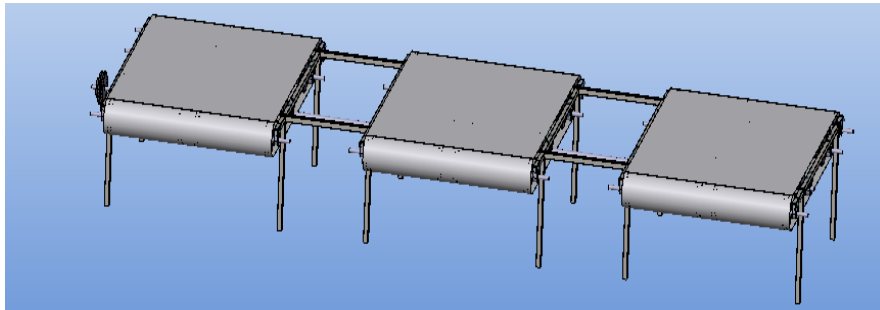
Prosessi lähtee liikkeelle varastopöydältä ja etenee siitä syöttöpöydälle. Syöttöpöydän päässä, ennen jo olemassa olevaa syöttölaitetta, on ohjain, joka ohjaa tangon syöttölaitteeseen. Syöttölaitteesta matka jatkuu syöttölaitteen sisällä olevaan ohjaimiin. Sen jälkeen siirrytään työkappaleen edessä olevaan ohjaimiin, joka ohjaa tangon työkappaleeseen jossa kiinnikesanka valmistuu.

### 5.1 Suunnitellut komponentit

Koska suunnittelussa hyödynnetään koneessa jo olemassa olevaa syöttölaitetta, niin suunniteltavaksi jäi rakentaa ohjaimia jotta tanko kulkisi koko prosessin läpi mahdollisimman kevyesti. Lisäksi suunnittelun suurimpana ongelmakohtana oli löytää ratkaisu siihen, miten tanko saadaan syötettyä varastopöydältä syöttöpöydän kautta syöttölaitteelle. Tämän johdosta täytyi löytää ratkaisu ja tehdä senmukaiset suunnitelmat varastopöydälle ja syöttöpöydälle.

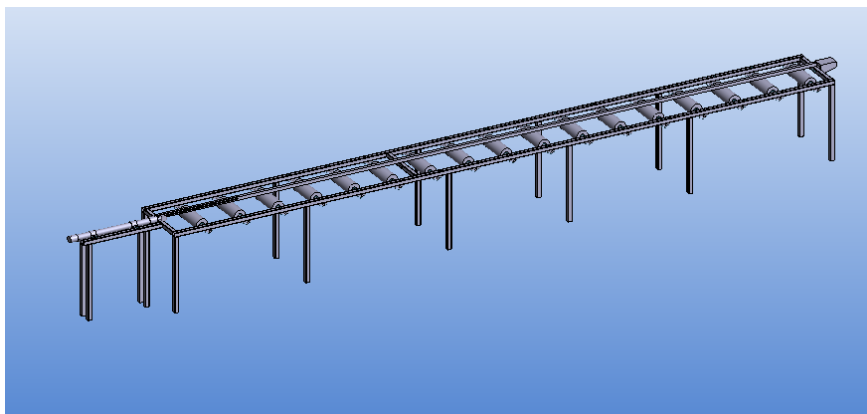
### 5.1.1 Varastopöytä

Varastopöytä toteutetaan ketjukuljettimella, joka liikuttaa siihen kiinnitettyä mattoa. Kuljetinta pyörittää sähkömoottori johon on asennettu askeltoiminto jonka avulla saadaan kuljetettua yksi tanko syöttöpöydälle. Varastopöydän runko toteutetaan neliöprofiiliputkella jonka koko on 40×40×2 mm. Kuljettimessa on neljä akselia joissa jokaisessa on neljä hammasratasta jotka käyttävät ketjua. Yksi akseli on säädettävissä, jotta ketjun ja maton kireys säilyisi sopivana. Kiristys toteutetaan manuaalisesti. Pöytäkokoonpanon toteutus voidaan tehdä, siten kuten kuvassa näkyy. Toisena toteutusvaihtoehtona tehdään kolme erillistä yksikköä, jolloin yhdysputket jäävät pois. Varastopöytä asennetaan hieman syöttöpöytää korkeammalle ja 15 asteen kulmaan, jotta tanko tipahtaisi suoraan syöttöpöydän kuljettimen kohdalle. Keskimmäiset akselit on varustettu kuulalaakereihin. Etummaisien ja takimmaisien akselien laakerointi on toteutettu voideltavien liukulaakereihin.



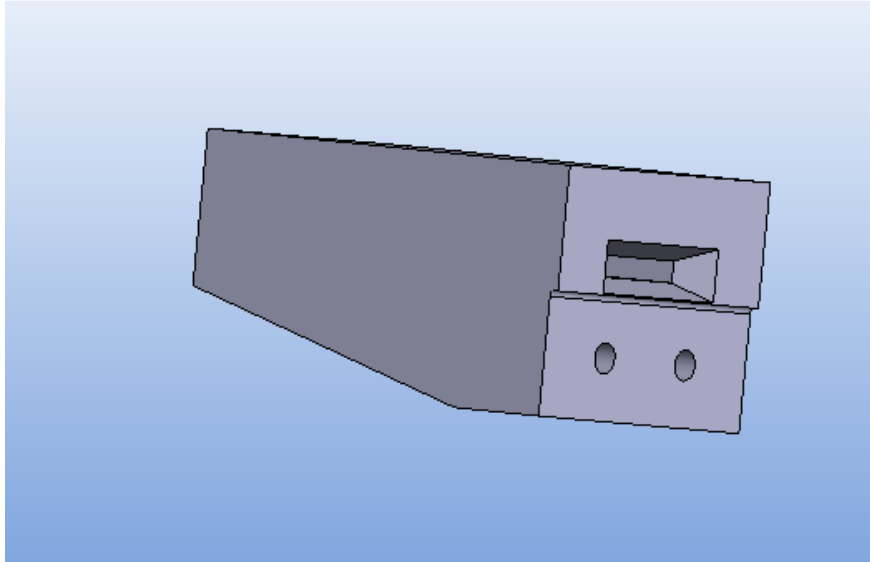
### 5.1.2 Syöttöpöytä

Syöttöpöydän runko valmistetaan neliöprofiiliputkesta jonka koko on 40×40×2 mm ja se kasataan hitsaamalla. Syöttöpöytä on varustettu kuljetinpyörillä jotka pyörivät vapaasti. Syöttöpöydässä on koko matkalla vaakaohjain, joka varmistaa sen, että tanko kulkee sitä pitkin omalle syöttölaitteelle. Tangon syöttö toteutetaan liikematkaltaan 700 millimetrinen hydraulisyliaterin avulla. Syöttöpöydän etureunassa on ohjain, joka ohjaa tangon syöttölaitteen sisään.



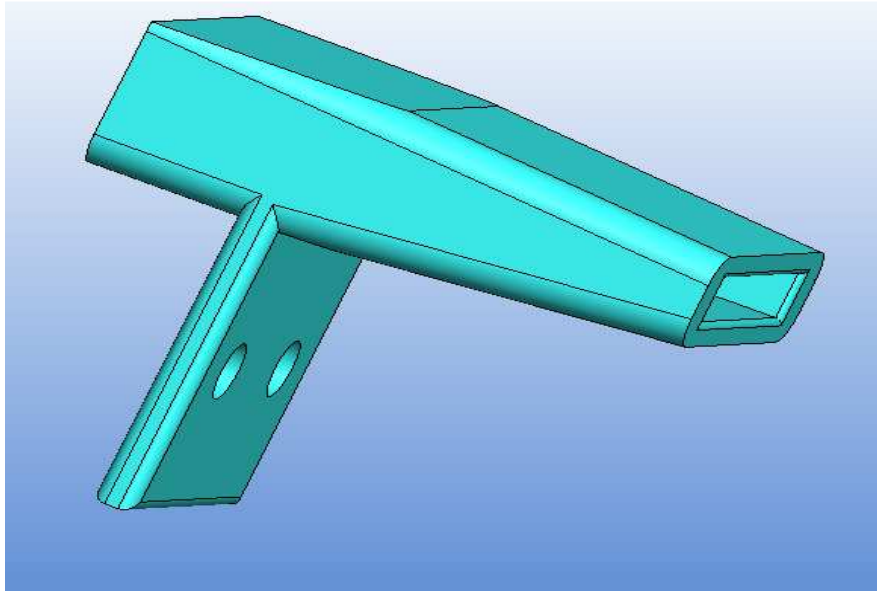
### 5.1.3 Etummainen syöttölaitteen ohjain

Etummainen ohjain on kiinnitetty ruuveilla syöttöpöytään ja sen tarkoitus on ohjata tanko syöttöpöydältä syöttölaitteeseen. Ohjaimen etupäähän on koneistettu kartio jotta mahdollisesti vinossa tuleva tanko ohjautuisi suoraan syöttölaitteelle. Ohjain valmistetaan työkaluteräksestä koneistamalla. Ohjain on mitoitettu siten, että yksi ohjain sopii kaikkiin tankokokoihin.



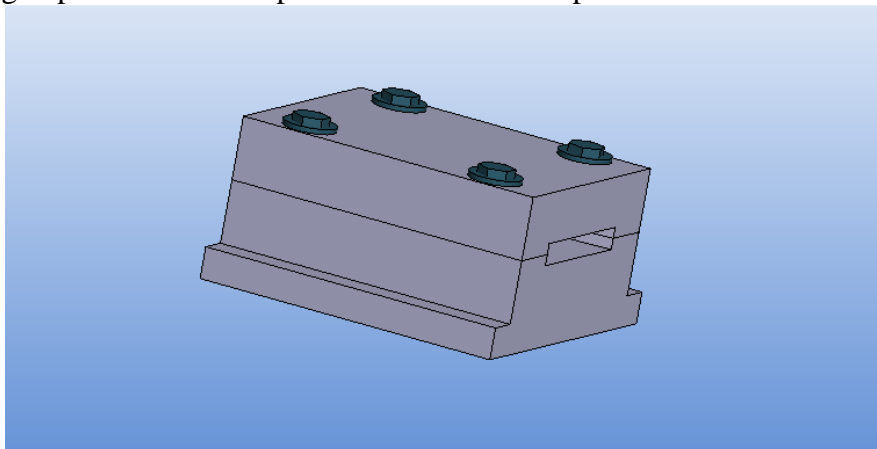
### 5.1.4 Takimmainen syöttölaitteen ohjain

Takimmaisen syöttölaitteen tarkoituksena on ohjata tanko ja tankojen liitoskohta syöttölaitteesta läpi, jotta tankojen liitoskohta ei jäisi jumiin tullessaan syöttölaitteesta ulos. Ohjain valmistetaan työkaluteräksestä jyrsimällä muotoonsa. Ohjain on mitoitettu siten, että sitä voidaan käyttää kaikilla tankojen eri kokojen kanssa. Näin selvittää yhdellä ohjaimella joten asetusaika ei tämän ohjaimen vuoksi käy kovin suureksi.



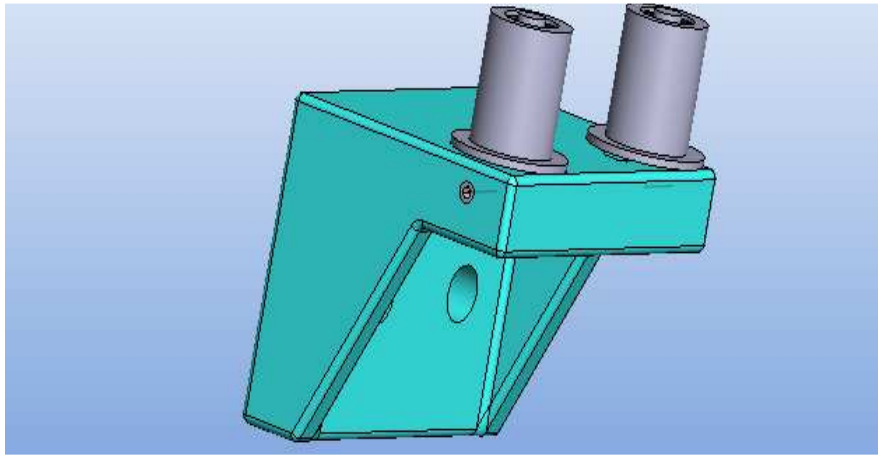
### 5.1.5 Väliohjain

Väliohjaimen tarkoitus on sama kuin takimmaisella syöttölaitteen ohjaimella. Ohjain valmistetaan kaksiosaisena sen takia, että jos tankojen liitoskohta jää jostakin syystä jumiin niin tukos saadaan helposti selvitettyä. Väliohjaimen materiaalina on työkaluteräs ja se valmistetaan jyrsimällä muotoonsa. Väliohjain on myös mitoitettu siten, että se käy kaikille tankojen eri koille. Ohjaimen etupäässä on viisteet kaikkiin suuntiin, jotta tangon pää menisi sen läpi mahdollisimman helposti.



### 5.1.6 Työkappaleen ohjain

Työkappaleen ohjain ohjaa tangon työkappaleeseen. Ohjain kiinnitetään suoraan työkappaleeseen. Ohjaimessa olevat ohjainrullat ovat jousikuormitteisia, joten ohjain sopii kaikille tankojen eri koille. Jousikuormitteiset ohjainrullat keskittävät tangon siten, että tanko ohjautuu suoraan työkappaleessa olevaan reikään. Ohjaimen rungon materiaali on työkaluterästä ja se valmistetaan koneistamalla. Ohjainrullat ovat kaupallista tavaraa joita saa valmiiksi tehtyinä. Rullien vaatimat akselit valmistetaan koneistamalla, samoin tehdään myös vaaka-akseleille. Jousien vaatimaa jäykkyyttä ei ole tässä työssä laskettu. Työkappaleen ohjaimia ei tarvitse valmistaa kuin yksi kappale, koska se sopii kaikille koneella valmistettavien sangojen vaatimiin eri kokoihin.



## 6 SUUNNITTELUSTA SAATAVAT HYÖDYT JA HAITAT

### 6.1 Suunnitelman hyödyt

Suunnitelmasta saaduiksi hyödyiksi voidaan laskea seuraavanlaiset asiat:

- Asetusaika pienentyy
- Työntekijälle tehtäväksi jää varastopöydän täydentäminen ja prosessin valvominen muun työn ohella
- Tuotantomäärä kasvaa, koska työntekijän ei tarvitse syöttää seuraavaa tankoa käsin
- Tuotantomäärän kasvun johdosta koneen tuottavuus lisääntyy
- Työntekijä voi tehdä samanaikaisesti käsikoneella toista sarjaa, joten saadaan tehtyä tarvittavat sarjat nopeammin

### 6.2 Suunnitelman haitat

Suunnitelman aiheuttamia haittoja:

- Suunnittelun kehitystyön aiheuttamat kulut.
- Takaisinmaksu aika
- Kuinka laite saadaan toimimaan oikein

Kustannuksia pystytään pienentämään tekemällä itse niin paljon kuin on mahdollista. Kustannuksia laskee se, että jo olemassa olevassa laitteessa on logiikkaohjaus jota pystytään hyödyntämään tämän suunnitelman puitteissa.

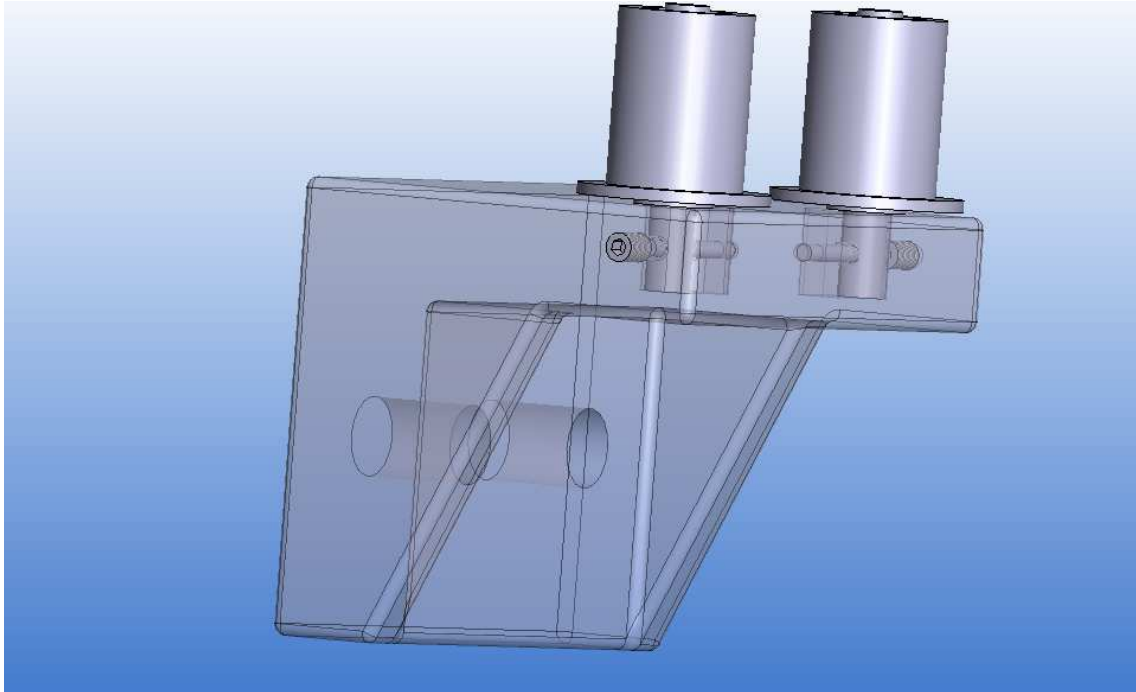
## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työssä on mielestäni huomioitu suunnitelman vaativat erikoishuomiot. Suunnitelman avulla pystytään tuotantoa tehostamaan, kun työmenetelmää automatisoidaan. Asetusajan pienentyminen tehostaa myös tuotantoa. Suunnitelmassa on pyritty huomioimaan, että huolto- ja korjaustoimenpiteet olisivat mahdollisimman helppoja suorittaa. Suunnitelman avulla työntekijän työturvallisuus paranee huomattavasti, koska työntekijän ei enää tarvitse syöttää tankoja käsin koneeseen. Suunnitelmaa on lähdetty tekemään siten, että se voitaisiin toteuttaa kohtuullisin investoinnein ja teknisin kehityksin jotta kustannukset pysyisivät kohtuullisina. Suunnitelman ulkoasuun ja tehtyihin mallikuviin olen erittäin tyytyväinen. Mallikuvista sain sellaiset mitä olin sketseissäni suunnitellut. Suunnitelman tekeminen auttoi tekijää saamaan kokonaisvaltaisen kuvan periaatesuunnitelman teosta. Työn tekemisestä tekijä sai hyvää oppia suunnitteluohjelman käytöstä jota tekijä ei ollut ennen käyttänyt.

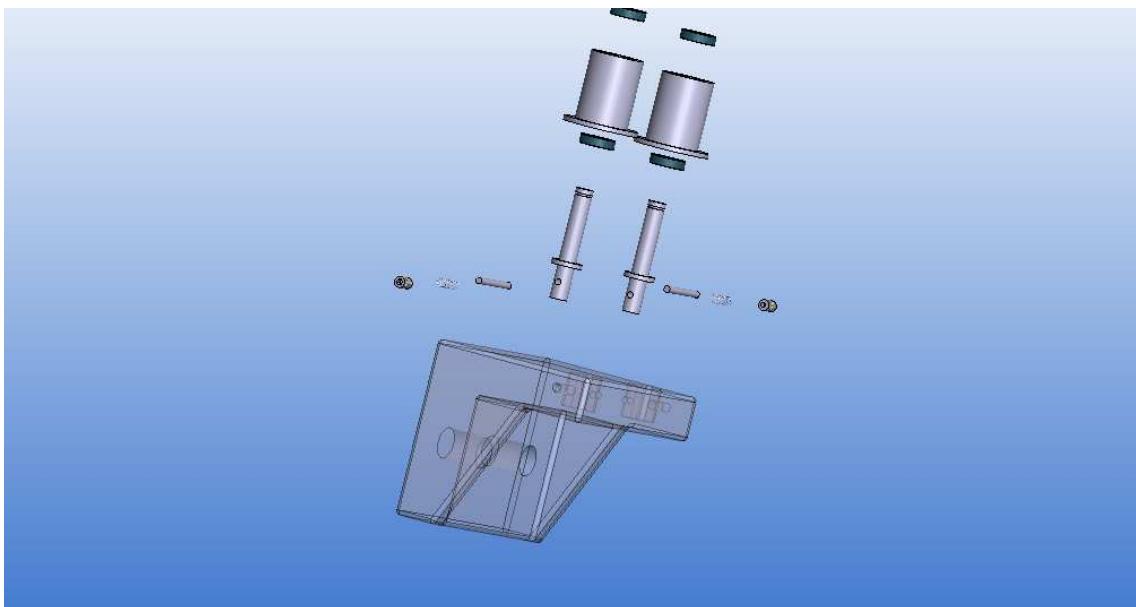
## LÄHTEET

- Aaltonen, K. Airila, M. Andersin, H. Ekman, K. Kauppinen, V. Liukko, T. Pohjala, P. 1992. Tuotantoautomaatio 536. Hämeenlinna: Otatieto Oy
- Boncamper, I. 1995. Tuotannon suunnittelu. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu/ Wetterhoffin käsi- ja taideteollisuusoppilaitos julkaisu
- Käki, T. 2008. Taidolla tuottavuuteen – työkaluja tuottavuuden kehittämiseen. Tampere: Lahden ammattikorkeakoulun julkaisu
- Maliranta, M. Hannula, M. Väänänen, H. Koivula, A. Aaltonen, P. Ventä, M. Hakonen, N. Vainio, P. Hyötyläinen, R. Kuivalainen, R. Saari, J. Salminen, A. Mattila, V. Hytönen, E. Liukkonen, P. Visti, A. Rehnström, P. 1998. Tuottavuus tänään. Helsinki: Multiprint
- Opetushallituksen internetsivut. Saatavissa: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas7.html> (luettu 13.1.2012)
- Tommila, T. Toola, A. Viitamäki, P. 1990. Prosessin mallintaminen ohjausjärjestelmän suunnittelun lähtökohtana. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus
- Yamashima, H. 1984. Metalliteollisuuden keskusliitto, tekninen tiedotus, asetusaikojen lyhentäminen. Hanko: Metalliteollisuuden kustannus Oy
- Yrityksen internetsivut. Saatavissa: [www.puttek.fi](http://www.puttek.fi) (luettu 14.2.2012)

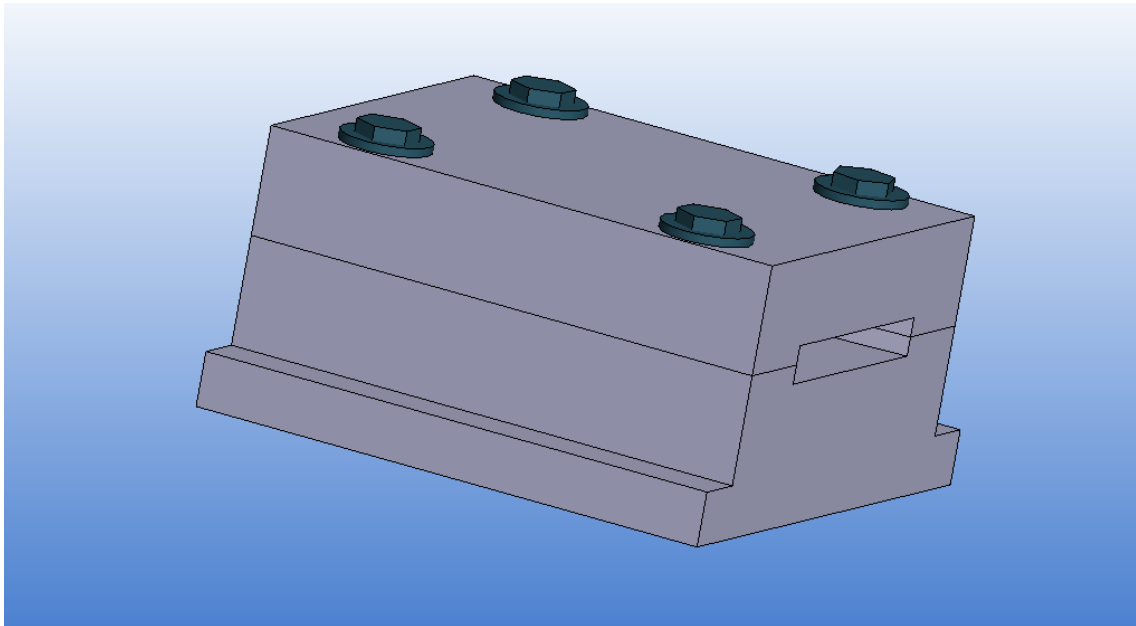
TYÖKAPPALEEN OHJAIN MALLIKUVA



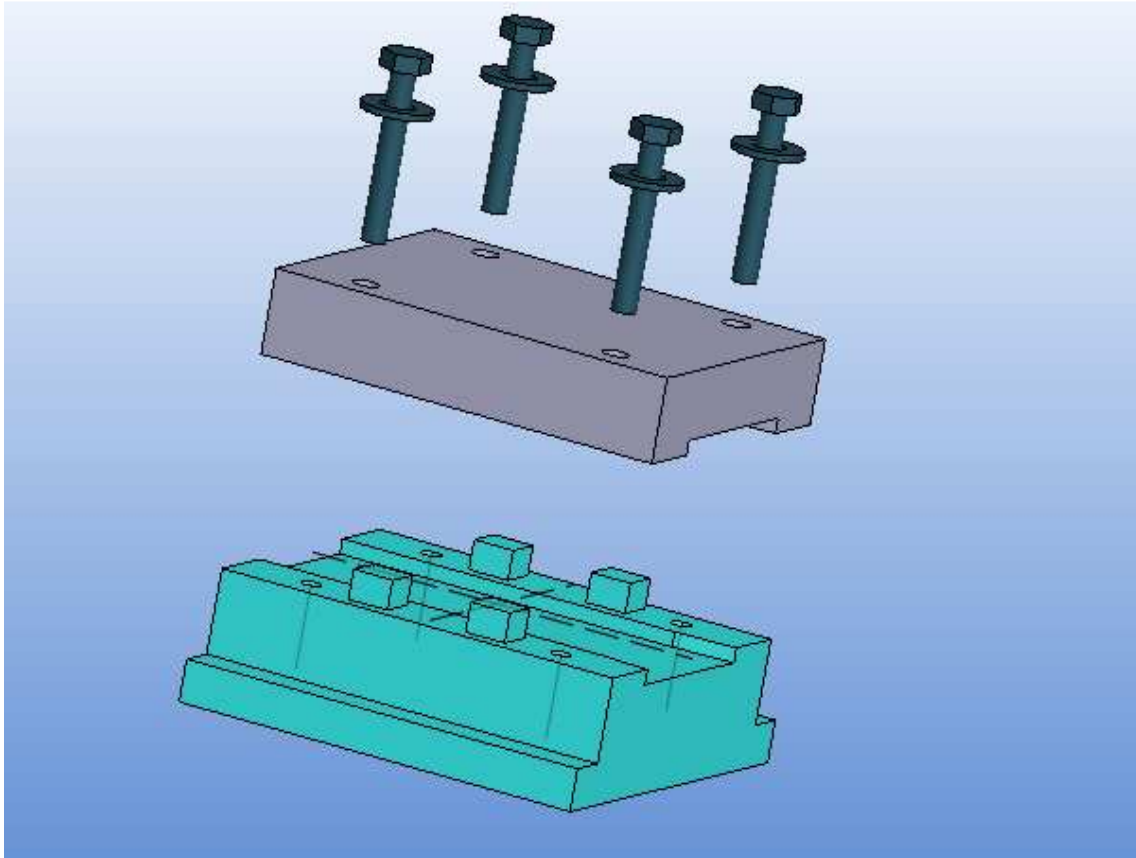
TYÖKAPPALE OHJAIN PURETTUNA MALLIKUVA



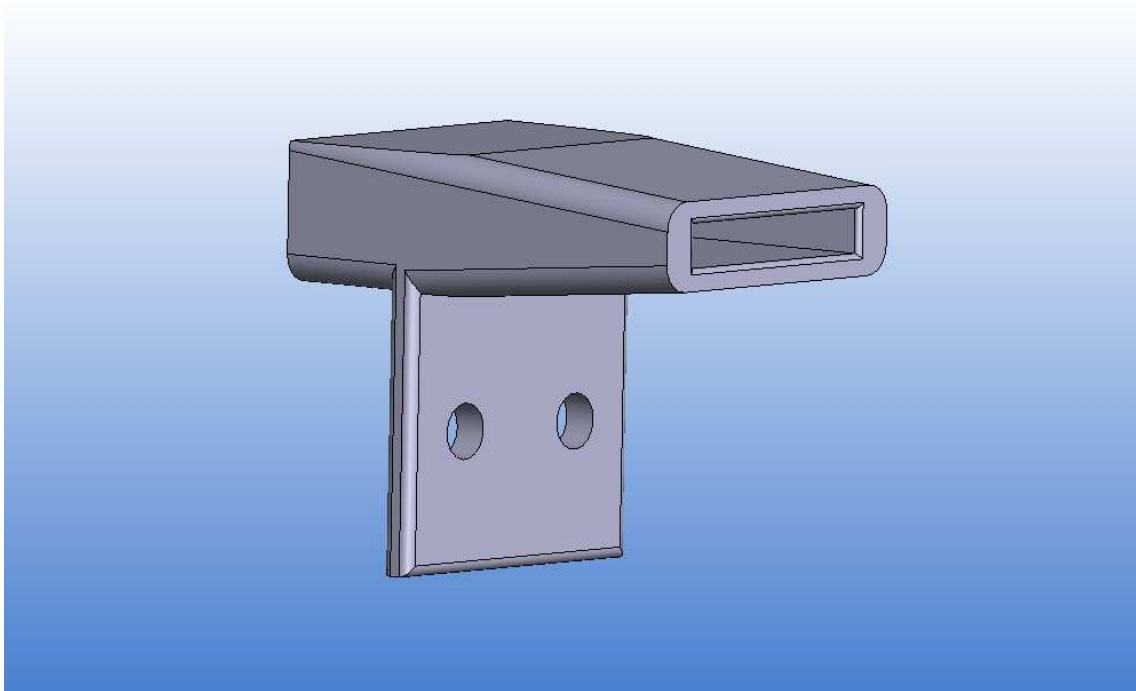
VÄLIOHJAIN KIINNI MALLIKUVA



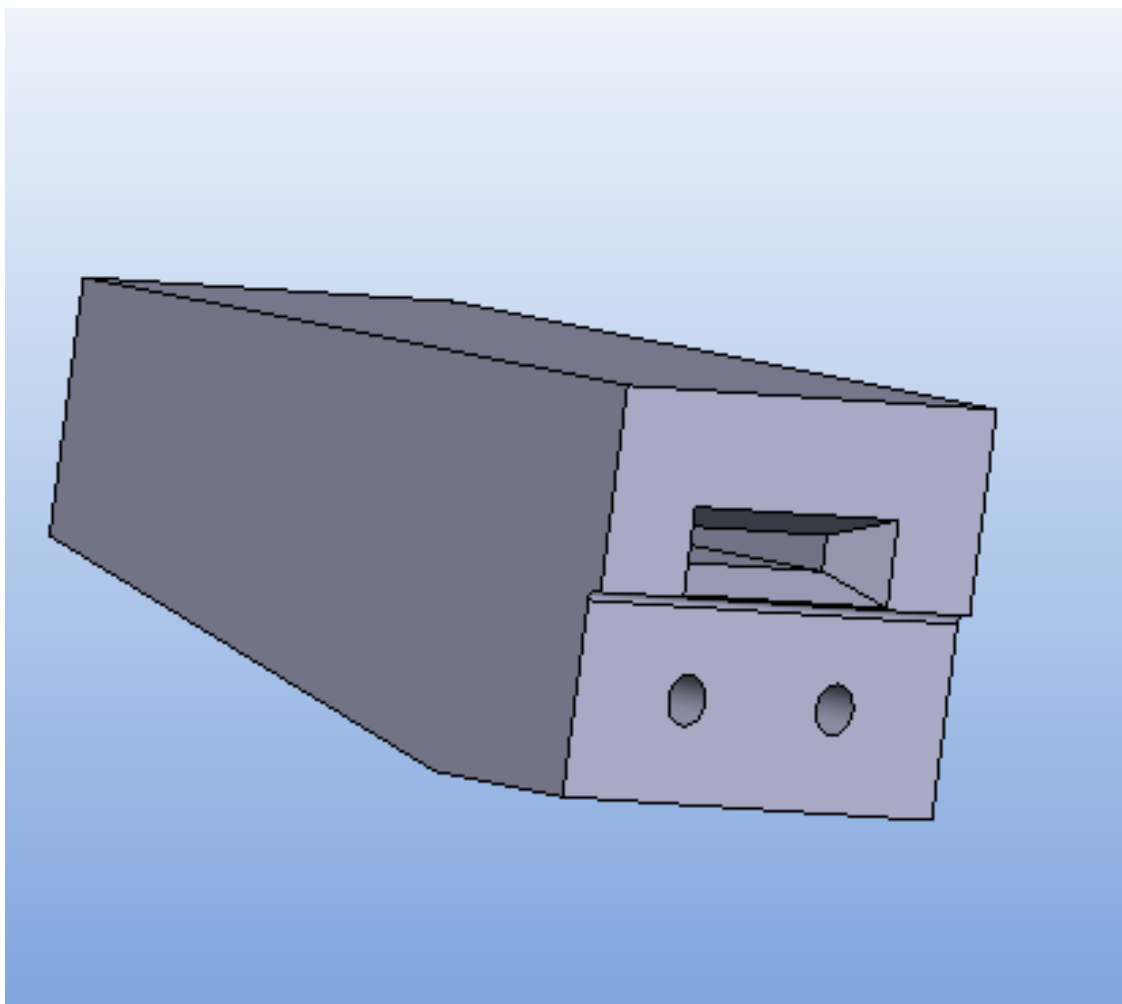
VÄLIOHJAIN PURETTUNA MALLIKUVA



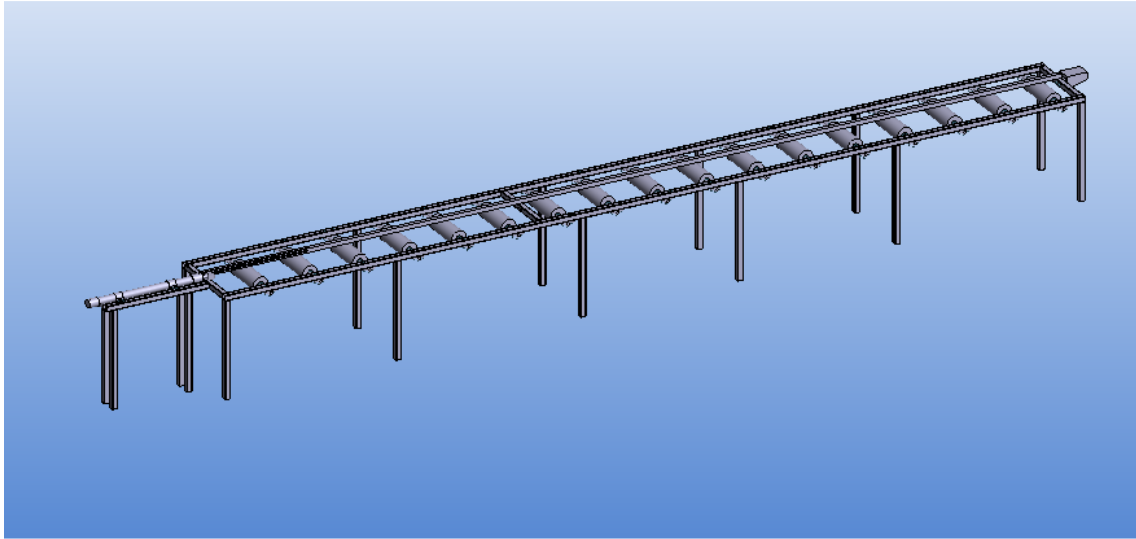
SYÖTTÄJÄN OHJAIN MALLIKUVA



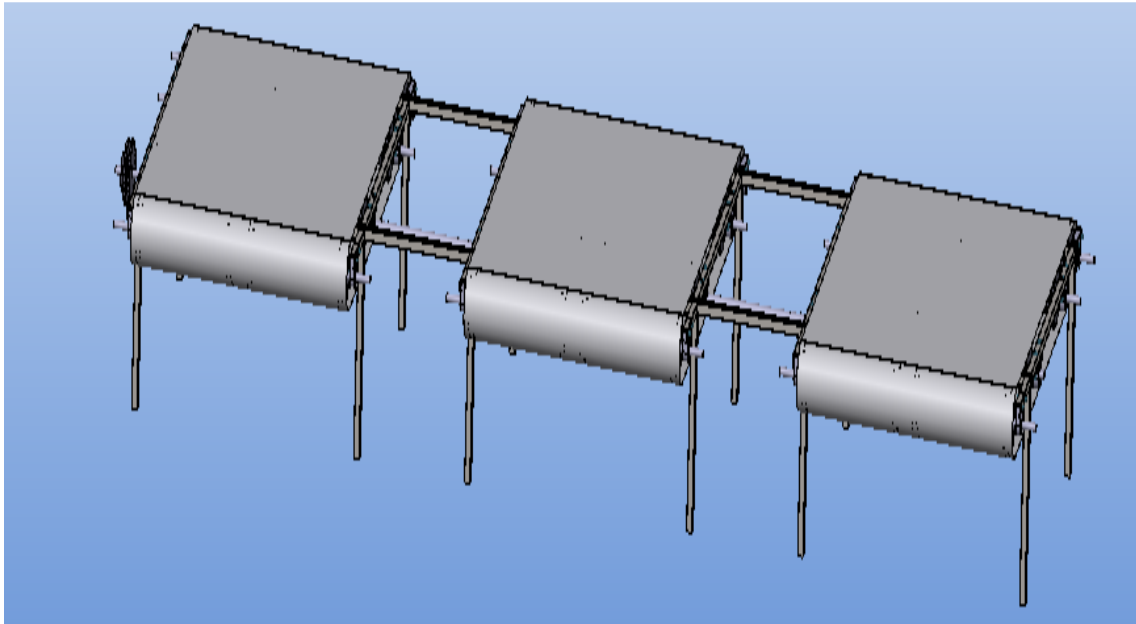
ETUMMAINEN SYÖTTÄJÄN OHJAIN MALLIKUVA



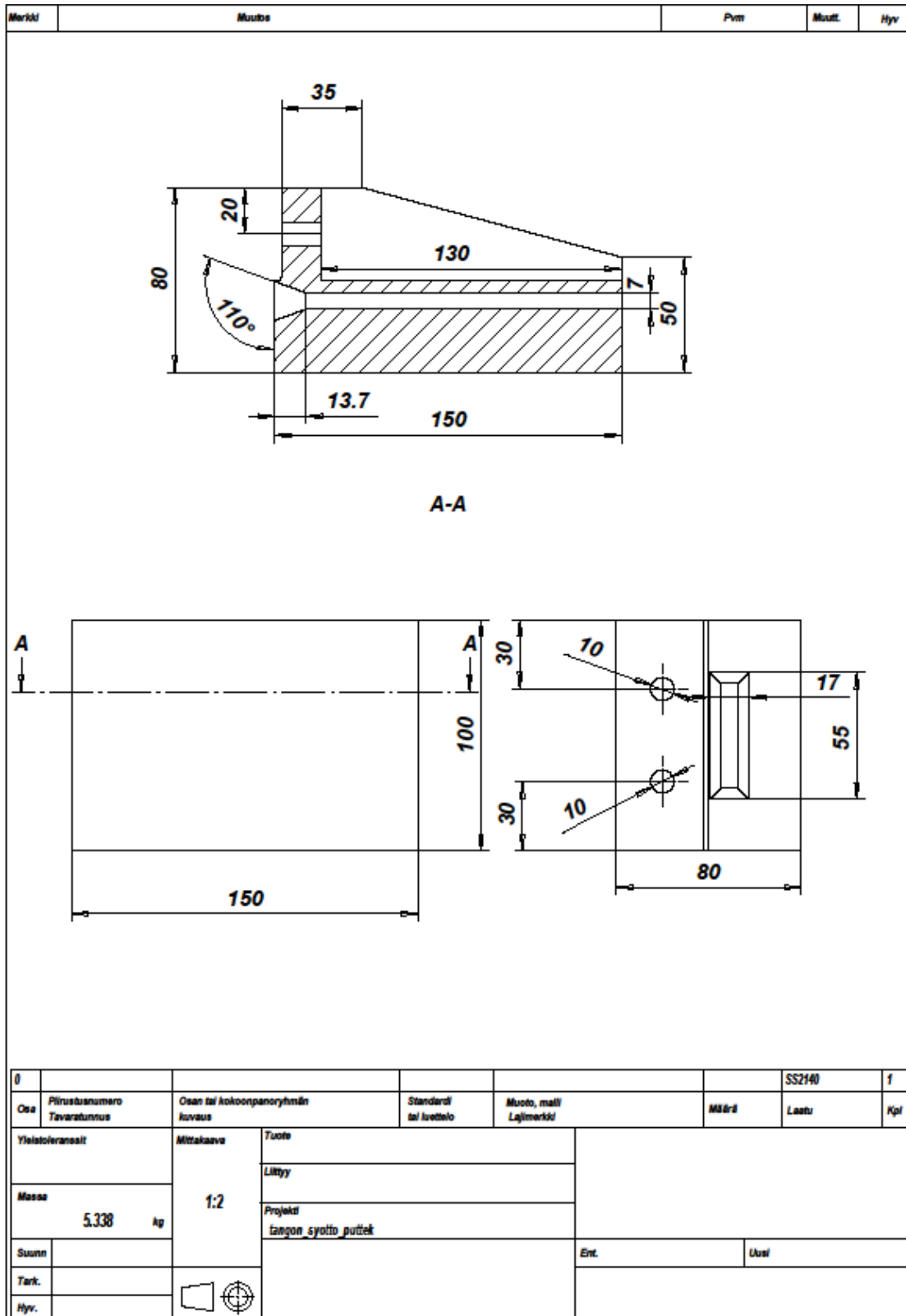
SYÖTTÖPÖYTÄ MALLIKUVA



VARASTOPÖYTÄ MALLIKUVA



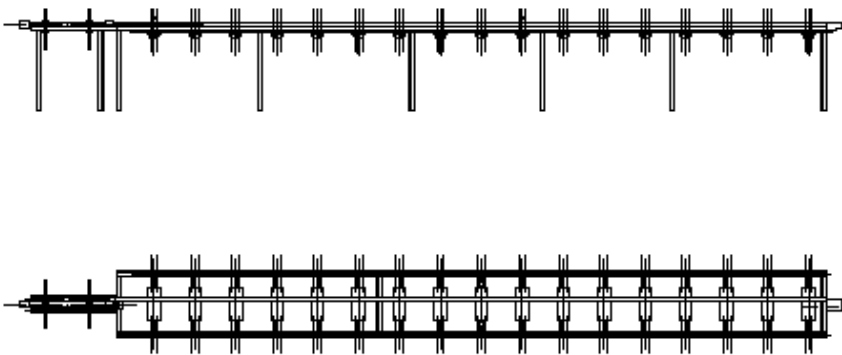
PIIRRUSTUS ETUMMAINEN SYÖTTÄJÄNOHJAIN



PIIRUSTUS SYÖTTÖPESÄ

Merkki	Muutos	Pvm	Muut.	Hyv.			
Osa	Piirustusnumero Tavaratunnus	Osan tai kokoonpanoryhmän kuvaus	Standardi tai luettelo	Muoto, malli Lajimerkki	Määrä	Laatu	Kpl
Yleistoleranssit		Mittakaava 1:2	Tuote				
Massa kg			Lisätyt				
Suunn.			Projektin tangan syöttö putket				
Tark.			Ent.		Uusi		
Hyv.							

PIIRUSTUS SYÖTTÖPÖYTÄ

Merkki	Muutos	Pvm	Muutt.	Hyy											
															
0	takirulla_syotopoyta_kokp			17											
0	syotopoyta_runko_profilii			2											
0		DIN 603-M6x70		68											
0		DIN EN ISO 10511-M8		25											
0		DIN 125-A8.4		33											
0	jalat_syotopoyta			16											
0	ohjain_ohjainkisko			1											
0	valiputki_syotopoyta			3											
0	137-B8	Aaltolaatta	DIN137	B8 (8.4x15x0.8)	Teräs	25									
0	ohjain_syotopoyta					1									
0	syotopoydan_etulojain					1									
0	etakinn_ruuvi					2									
0	etakinn_muutleri					2									
0	syl_syotopoyta_kokp					1									
0	syl_kinnike_putki					2									
0		DIN 601-M6x60				8									
0	mutteri_syotopoyta					51									
0	takiputki_sylpefi					3									
Osa	Piirustusnumero Tavaratunnus	Osan tai kokoonpanoryhmän kuvaus	Standardi tai luettelo	Muoto, malli Lajimerkki	Määrä	Laatu	Kpl								
Yleistoleranssit	Mittakaava	Tuote	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2">Ent.</td> <td colspan="2">Uusi</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>syotopoyta_kokoonpano</b></td> </tr> </table>					Ent.		Uusi		<b>syotopoyta_kokoonpano</b>			
Ent.		Uusi													
<b>syotopoyta_kokoonpano</b>															
Massa	1:50	Lisäy													
kg		Projekti tangon syöttö putket													
Suunn.															
Tark.															
Hyy.															

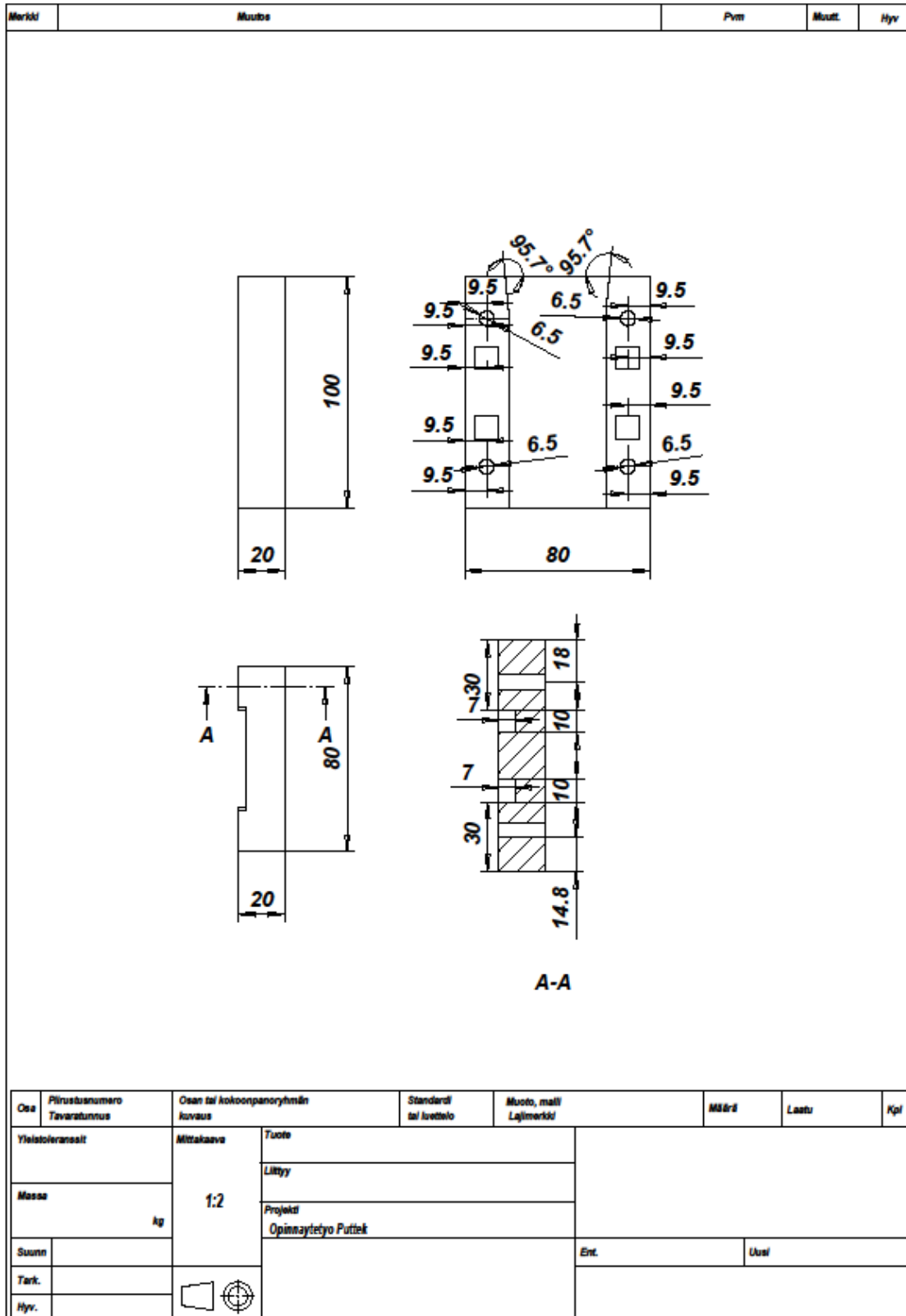
PIIRUSTUS SYÖTTÄJÄN OHJAIN

Merkki	Muutos	Pvm	Muutt.	Hyv.			
Osa	Piirustusnumero Tavaratunnus	Osaan tai kokoonpanoryhmän kuvaus	Standardi tai luettelo	Muoto, malli Lajimerkki	Määrä	Laatu	Kpl
Yleistoleranssit		Mittakaava 1:2	Tuote		Ohjain		
Massa kg			Lisäy				
Suunn. Tomi Saari			Projekt Opinnaytetyö Putteik				
Tark.					Ent.	Uusi	
Hyv.							

PIIRUSTUS VARASTOPÖYTÄ

Merkki	Muutos	Pvm	Muutt.	Hyv.					
0	varastopöytä tangonsyöttö 2			1					
Osa	Piirustusnumero Tavaratunnus	Osaan tai kokoonpanoryhmän kuvaus	Standardi tai kriteeri	Muoto, malli Lajimerkki	Määrä	Laatu	Kpl		
Yleistiedot		Mittakaava 1:50	Tuote						
Massa 1269.46 kg			Lisäy						
Suunn.		Projekt tangon syöttö putket		Ent.				Uusi	
Tark.									
Hyv.									

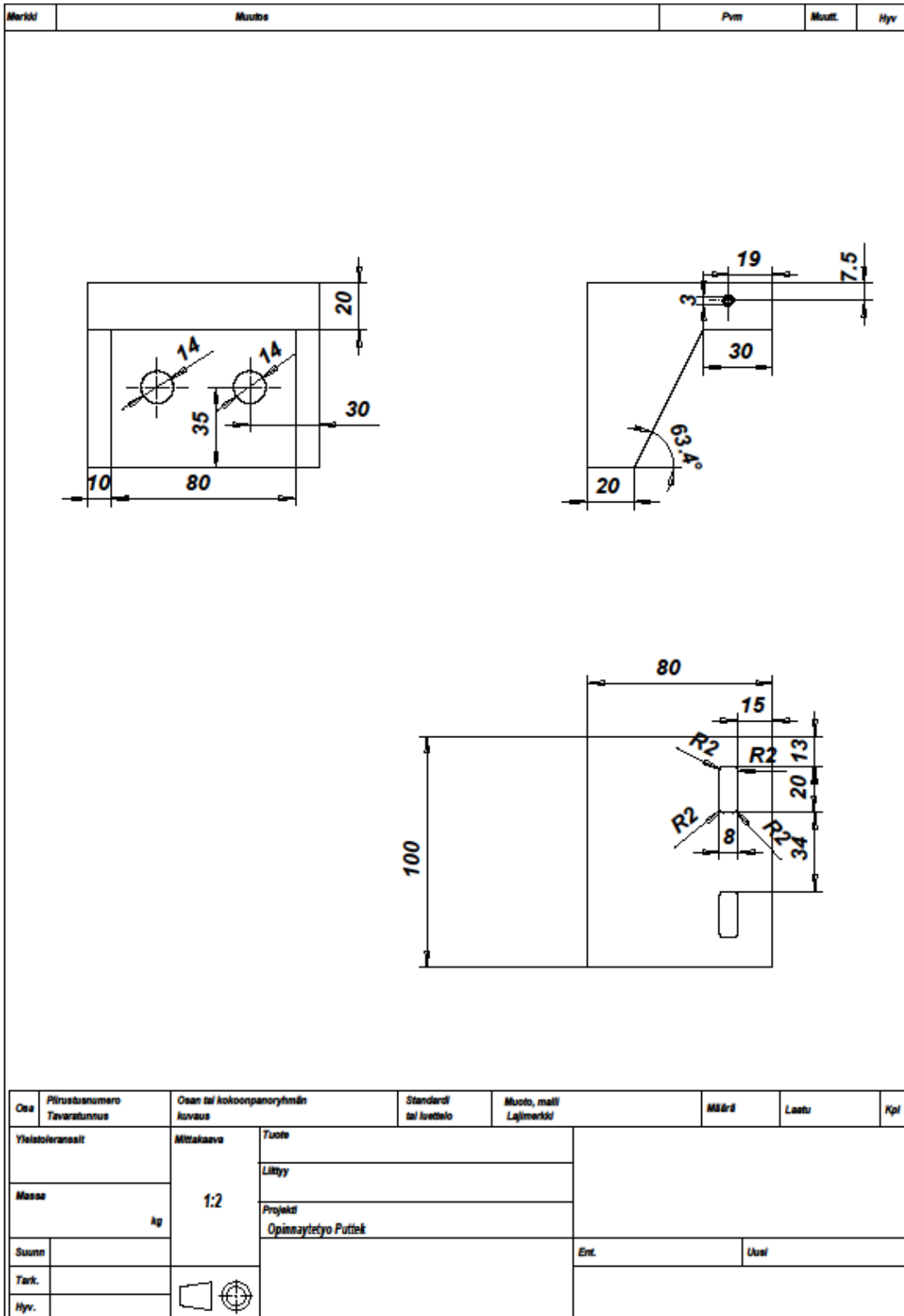
PIIRUSTUS VÄLIOHJAIN YLÄOSA



PIIRUSTUS VÄLIOHJAIN ALAOSA

Merkit	Muutos	Pvm	Muutt.	Hyv.			
Osa	Piirustusnumero Tavaratunnus	Osaan tai kokoonpanoryhmän kuvaus	Standardi tai luettelo	Muoto, malli Lajimerkki	Määrä	Laatu	Kpl
Yleistiedot		Mittakaava 1:2	Tuote				
Massa kg			Lisäy				
Suunn.		Projekt Opinnäytetyö Puitteet		Ent.		Uusi	
Tark.							
Hyv.							

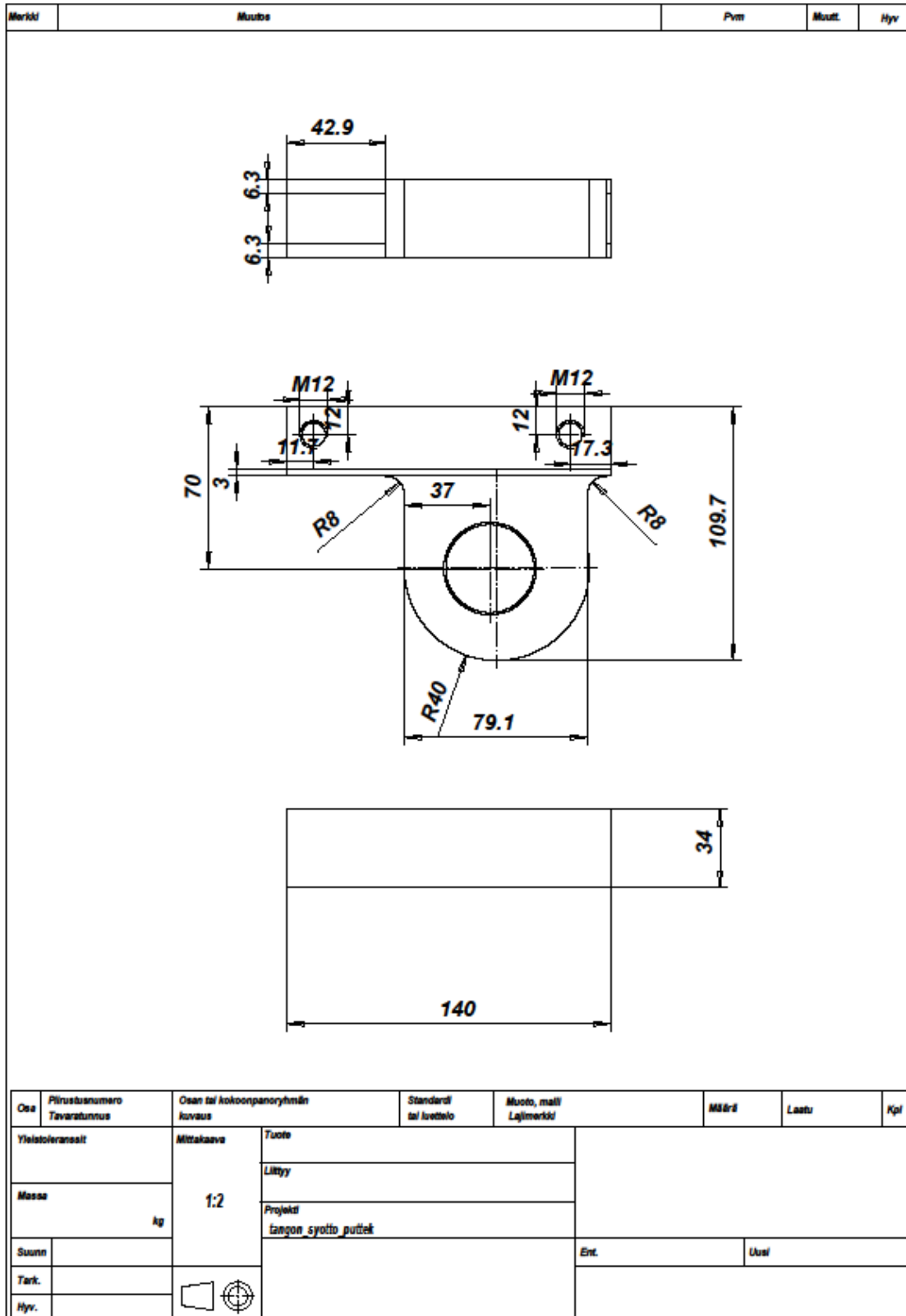
PIIRUSTUS TYÖKAPPALEEN OHJAIN



PIIRUSTUS OHJAINKISKON OHJAIN

Merkki	Muutos	Pvm	Muutt.	Hyv.			
Osa	Piirustusnumero Tavaratunnus	Osaan tai kokoonpanoryhmän kuvaus	Standardi tai luettelo	Muoto, malli Lajimerkki	Määrä	Laatu	Kpl
Yleistoleranssit		Mittakaava 1:1	Tuote		Ent.		
Massa			Lisäy				
Suunn.			Projekt tangon syöttö putket				
Tark.					Uusi		
Hyv.							

PIIRUSTUS LAAKERITUKI TAKAOHJAIN



PIIRUSTUS LAAKERIPUKKI

