

---

# KULJETINRUNGON VALMISTUSMENETELMIEN KE- HITYS JA TEHOSTAMINEN

Alaotsikko



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Kone- ja tuotantotekniikka

Riihimäki, kevät 2017

*Oma Allekirjoituksesi*

Juha Lipponen



TOIMIPISTE

Koulutusohjelman nimi  
Suuntautumisvaihtoehto

---

<b>Tekijä</b>	Juha Lipponen	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	Opinnäytetyön nimi	

---

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä käsitellään kuljetin rungon valmistusta ja valmistus menetelmien kehitystä. Etsin opinnäytetyötä suunnitellessani kumppania tai yritystä, jolle tämän tekisi. Omina kriteereinäni oli löytää yritys, jolla on mielenkiintoinen ja haastava aihe opinnäytetyöksi. Yritys X, jonka kanssa keskustelimme tutkimuksesta osoitti vahvaa luottamusta opinnäytetyön aiheen tutkimiseen. Kyseinen yritys X valmistaa ja suunnittelee itse kuljettimet alusta loppuun. Heillä on ollut pullonkaula tehokkuudessa ja tuotanto kustannuksissa nimenomaan tämän kuljetin rungon kanssa. Opinnäytetyössä tavoitteena on tutkia ja testata tehokkaampaa ja taloudellisempaa valmistus menetelmää rungon valmistukseen. Tilaajana toimiva yritys X antoi minulle vapaat kädet ehdottaa valmistus menetelmiä ja pieniä rakenteellisia muutoksia, luonnollisesti perusteluineen. Tehtävän muodostuessa aloin tutkimaan valmistus menetelmiä moduloinnin ja tuotesuunnittelun näkökulmasta, etsien näistä tehostavaa menetelmää. Lopullisiin testeihin ja kokeiluihin päätyi putkilaser tekniikka, tässä tapauksessa monipuolisen ja moniulotteisen toimintansa perusteella. Merkittävimpinä tuloksina voidaan pitää tuotteen valmistuksen ajallista eroa ja sen tuomaa säästöä kokonaisuuden valmistukseen. Lisäksi uuden menetelmän käyttäminen toi itsessään yritykselle tuntuvia säästöjä. Jatkossa yritys tutkii kuinka he voivat hyödyntää tekniikka muihin heidän tuottamiinsa kuljetin runkoihin sekä, onko heillä mahdollista ottaa käyttöön erinäisiä moduloinnin peruseriä.

**Avainsanat** Hihnakuljetin, Putkilaser, Modulointi, Tuotanto kapasiteetti

**Sivut** 22 s. + liitteet 6 s.

Unit  
Name of degree programme  
Option

---

<b>Author</b>	Juha Lipponen	<b>Year</b> 2017
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Evolution of conveyor manufacturing method	

---

ABSTRACT

On this thesis i investigate conveyor frame manufacturing and development of frame manufacturing. I search partner or company which needs something which could made to thesis which is intresting and chllenging theme to thesis. I foud company X with whom we discussed and they give strong confidence to investigate this thesis. Company X manufactured and designed conveyors by them self. They have some problems in efficiency and production costs on this conveyor frame. On thesis my aim is investigate and test some more efficiency and more economical way to manufacture that frame. Company X gives me a freedom to propose new manufacturing methods and make some little structural changes. On thesis developes i start to investigate manufacturing from modulling and product design seeking efficiently methods. To testing area i choose tubelaser technic because of its more varied and more complex method to machining steel. The most significant results can use product manufacturing time limit and which means lower costs. This new method also made saving on self. On future Company investigate possibilities to use tube laser technic in other products and would they can use some principle of modulation.

**Keywords** belt conveyor, tube laser, modeling, manufacturing capacity

**Pages** 22 p. + appendices 6 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	LEAN FILOSOFIA JA PERIAATTEET.....	1
3	MODULOINTI.....	2
4	TUOTESUUNNITTELU.....	3
5	HIHNAKULJETIN.....	3
5.1	Toiminta.....	4
5.2	Rakenne.....	4
5.3	Hihnakuljettimen osat.....	5
5.3.1	Veto- ja taittorummut.....	5
5.3.2	Hihnat.....	5
5.3.3	Kannatin- ja paluurullat sekä puhdistuslaitteet.....	6
6	PUTKILASERTEKNIikka.....	7
7	EMPIIRINEN OSUUS.....	8
8	YRITYKSEN X LÄHTÖTILANNE.....	8
8.1	Tarvittavat muutoskohteet.....	9
8.1.1	Runkorakenne.....	9
8.2	Poistopöydän nostosylinteri.....	9
8.3	Kiekkotasot.....	9
9	RATKAISUEHDOTUKSET.....	10
9.1	Rungon modulointi.....	10
9.2	Poistopöydän sylinteri.....	10
9.3	Kiekkotason ratkaisut.....	11
9.3.1	Vaihtoehto 1:.....	11
9.3.2	Vaihtoehto 2:.....	11
9.3.3	Loppuunviety vaihtoehto.....	11
10	INVESTOINTILASKELMA.....	12
10.1	Nettonykyarvomenetelmä.....	12
11	VAIHTOEHTOINEN KUSTANNUSLASKENTA.....	13
11.1	Laskentamalli.....	13
11.2	Kustannusvertailu.....	13
11.2.1	Vertailu malli.....	13
11.2.2	Demo-malli.....	14
12	ONGELMAT JA RATKAISUT.....	15
12.1	Kohdatut ongelmat.....	15
12.2	Ongelmien ratkaisu.....	15

---

13 LOPPUTULOKSET .....	15
LÄHTEET .....	17

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on nykyaikaistaa yrityksen poistokuljettimen tuotantoketjua. Tässä työssä keskitytään valmiin tuotteen läpimenoajan tehostamiseen kehittämällä yrityksen tuotantomenetelmää. Menetelmä pyritään kehittämään sellaiseksi, että se on mahdollista ottaa käyttöön monistetusti myös muissa yrityksen valmistamissa kuljetinrungoissa. Olennaiseksi osaksi suunnittelussa nousi jo olemassa olevien valmistusmenetelmien huomioiminen ja mallimuutokset mahdollistava joustavuus.

Tässä työssä suunnittelussa ja tuotannonohjauksessa pyritään käyttämään ohjenuorana LEAN-periaatteita, jotka ovat yleisesti erittäin tunnettuja ja luotettuja tehdas- ja tuotantoympäristöissä ympäri maailman. Lean-periaatteiden keinoin pyritään edistämään tuotannon sujuvuutta, tekemään tuotannosta joustavampaa ja logistisesti toimivampaa. Nykyaikaistamalla tuotantoketjua on mahdollista saada aikaan suuria säästöjä ja keventää tuotannon painetta niin fyysisesti kuin henkisesti.

On huomion arvoista, että tässä työssä ei ole ainoana pääasiallisena tavoitteena pelkkä taloudellinen säästö. Taloudellisen säästön lisäksi työssä on pyrkimys tuottaa yritykselle arvokasta tietoa uusista tuotantomenetelmistä, keventää tuotantotyöntekijöiden fyysistä rasitusta sekä lisätä tuotantoon aikaa prosessia tehostamalla. Nämä kaikki yhdessä myös mahdollistaisivat tulevaisuudessa tuotantokapasiteetin lisäämisen tilauskannan näin vaatiessa.

## 2 LEAN FILOSOFIA JA PERIAATTEET

Leanin perusajatus on tehokkaampi ja prosessimainen tuotantotapa, jossa pyritään eliminoimaan kaikki hukkaan menevä voimavara, joka sitoo yrityksen resursseja, eikä näin tuota lisäarvoa yritykselle. (Womack, Jones & Roos 1991, s. 48-49.)

Hukkaa voidaan kuvata tuotannossa erilaisilla mittareilla, jotka saadaan koostettua useimmiten tuotannon jälkeisistä tapahtumista, kuten asiakaspalautteista ja takuu- ja romutuskustannuksista. Hukkaa voidaan kuitenkin minimoida eliminoimalla tuotannossa tapahtuva vaihtelu mahdollisimman vähäiseksi. (Laamanen & Tinnilä 2008, s. 144.)

Lean-periaatteet ovat yleisesti käytössä useissa, etenkin kansainvälisissä yrityksissä. Lean-periaatteiden käytöstä yrityksissä ei enää tänä päivänä voida katsoa olevan varsinaista kilpailuetua, mutta toimintamallina sen edut ovat suorastaan valtavat. Toimintamallin päämääränä on oikea-aikainen ja joustava tuotanto. (Riezebos, Klingenberg & Hicks 2009, s. 243).

Lean-ajattelumallissa pyritään eliminoimaan niin kutsuttu tyhjäkäynti-aika ja materiaalin hävikkiä. Mallissa on esitetty seitsemän hukkatekijää:

- 1) Ylituotanto
  - 2) Kuljetus
  - 3) Liika varasto
  - 4) Liika odotusaika
  - 5) Yliprosessointi
  - 6) Romu & korjaus
  - 7) Liika liike
- (Kuva 1)



Kuva 1. Lean ajattelumallin 7 hukkaa ja niiden rajoitteet

Kuvassa pyritään kuvaamaan ja selvittämään tilanteita, jotka aiheuttavat hukkaa. Ylituotannossa on kyse tilanteesta, jossa tuotanto joko tuottaa liian paljon tai liian nopeasti. Kuljetuksessa syntyy hukkaa, mikäli kuljetus on tarpeeton tai virheellinen. Kuljetuksessa voi syntyä myös hukkaa, mikäli kuljetus on alle minimi vaatimuksen. Ylimääräinen varasto, joka on yli organisaation tarpeen aiheuttaa organisaatiolla turhia kuluja esimerkiksi varastoinnin kustannusten ja pääoman sitoutumisen muodossa. Tuotannon osat, joita joudutaan odottamaan, aiheuttaa turhaa odotusta ja niin edelleen kuluja. Mikäli yrityksen prosessit on yliprosessoitu yli vaatimuksen, aiheutuu tästä organisaatiolla turhia kuluja. Jokainen viallisesti valmistettu tuote tai tuotteen korjaus on organisaation näkökulmasta hukkaa. Jokainen turha liike, joko koneen tai työntekijän toimesta on turha ja näin lisäkuluja. (Sakki 1999, s. 147). Näistä kuvassa esitetyistä hukkatekijöistä oleellisimpina voidaan nostaa esille liika odotusaika, liika liike, kuljetus ja tarpeeton varastointi. (Sakki 1999, s. 147).

### 3 MODULOINTI

Modulointi ja erilaiset moduulit ovat yleisesti kovin suosittuja ja käytettyjä teollisuuden eri aloilla. Moduloinnin pääimmäisinä tavoitteena on yrityksen kannattavuuden ja kilpailukyvyyn tehostaminen. Moduulit voidaan luokitella standardi mittaisiksi kokonaisuuksiksi, jotka ovat yhdistettävissä toisiinsa ja näin muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden. Modulointina voidaan myös eräällä tavalla luokitella tai tulkita erinäisten osien ja komponenttien vakinaistamiseksi tuotannossa siten, että niitä voidaan käyttää erilaisissa

kokoonpanoissa asiakkaan toiveiden mukaisesti. (Miller, T. D. & Elgård, P. 1998).

Edellä esitettyjen tapojen avulla modulointia hyödyntämällä voidaan organisaatioissa säästää varastojen artikkeli- ja materiaalikustannuksissa. Moduloinnin tärkeimpänä tehtävänä voidaan kuitenkin pitää erilaisten tuotteiden muunneltavuutta yhdistelemällä erilaisia komponentteja toisiinsa. Tämä puolestaan mahdollistaa erilaisten kokonaisuuksien tuottamisen erilaisten asiakkaiden tarpeiden mukaan. (Miller, T. D. & Elgård, P. 1998).

## 4 TUOTESUUNNITTELU

Tuotesuunnittelun lähtökohtana on tarkoitus löytää kullekin tuotteelle sopivin valmistustapa ja mahdollistaa lisäarvoa tuottavat tekijät. Tärkeimpinä lisäarvoa tuottavina tekijöinä tuotesuunnittelussa voidaan pitää seuraavia neljää eri elementtiä:

- 1) tekninen toimivuus
- 2) kestävyys
- 3) valmistuskelpoisuus
- 4) taloudellinen kannattavuus

Teknisellä toimivuudella pyritään varmistamaan tuotteen täysin käyttötarkoituksen mukainen toimivuus. Kestävyydellä puolestaan yritetään saada varmuus siitä, että tuote pysyy rikkoutumatta siltä vaadituissa olosuhteissa. Valmistuskelpoisuudella tarkoitetaan sitä, että tuote on mahdollista valmistaa kustannustehokkaina kokonaisuuksina. Taloudellisella kannattavuudella pyritään optimoimaan tuotteen valmistus- ja logistiikkakulut. Kokonaisuudessaan tuotteen ulkonäkö on tarkoitus viimeistellä mahdollisimman myyväksi.

## 5 HIIHNAKULJETIN

Hiihnakuljetinta (kuva 2) voidaan pitää eräänä kaikkien aikojen keksintönä eri teollisuuden aloilla. Hiihnakuljettimet ovat näyttäneet vahvuutensa monipuolisina ja tehokkaina siirto- ja kuljetusjärjestelminä. Kuljettimilla voidaan siirtää erilaisia materiaaleja riippumatta niiden koosta, painosta tai muodosta. Hiihnakuljettimia voidaan käyttää monipuolisesti kaikissa olosuhteissa kuivasta ja kliinisestä lääketehtaasta aina kaivosteollisuuden kosteisiin, märkiin ja pölyisiin tiloihin. Kuljetin ei ole vikaherkkä ja sen vuoksi hyvin käytetty siirtolaitteena monipuolisesti eri teollisuuden aloilla. Hiihnakuljetinta voidaan pitää edullisimpana tapana siirtää materiaalia edellä mainituissa tiloissa hiihnakäytön monipuolisuuden ja luotettavuutensa vuoksi. (R. Todd Swinderman et al. 2002., Baldin et al. 1982.)





Kuva 2. Hihnakuuljetin

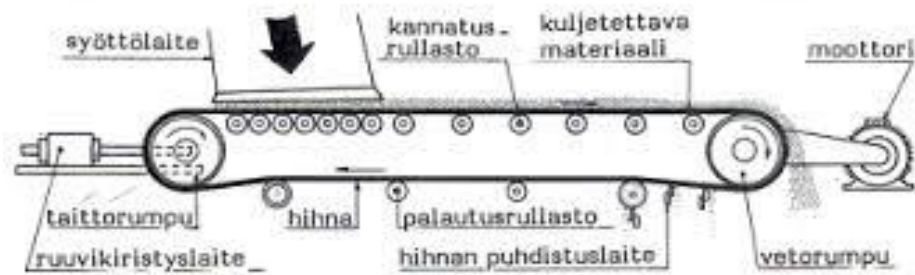
Hihnakuuljettimia on mahdollista valmistaa lähestulkoon minkä mittaisina tahansa. Pisimmät kuuljettimet voivat olla jopa useiden kilometrien mittaisia. Hihnakuuljettimen avulla organisaation kuljetuskapasiteettia voidaan kasvattaa useisiin tuhansiin, jopa kymmeneen tuhansiin kiloihin tunnissa. Hihnakuuljettimet soveltuvat rajaamattomille materiaalivirroille eri tuotannon aloille muunneltavuutensa ja joustavuutensa ansiosta. (Conveyour Equipment Manufacturers association, 2007. R. Todd Swinderman et. al. 2002.)

### 5.1 Toiminta

Hihakuuljettimen päärakenteena toimii joko yksi hihna tai sarja hihnoja sekä niitä liikuttavat vetorumpu ja tukirullat. Hihnan keskittämiseen käytetään useimmiten ohjaimia ja tukirullia. Nämä myös pitävät hihnan suorassa ja kuormitettuna. Kuuljettimen päissä ovat vetorumpu ja taittorumpu. Näiden tehtävänä on toimia hihnan pituussuuntaisena kiristimenä kompensoimassa käytön aiheuttamaa hihnan venymää. (R. Todd Swinderman et. al. 2002.)

### 5.2 Rakenne

Hihnakuuljettimen (kuva 3) rakenne on tyypillisesti yksilöllinen, sillä siihen vaikuttavat käyttökohteen olosuhteet. Hihnakuuljettimen rakenteessa kuitenkin pyritään säilyttämään niin sanottuja joukkovalmistuksen piirteitä käyttämällä vakiintuneita komponentteja toimivaksi todetuissa käyttötarkoituksissa. Useimmiten hihnakuuljetin suunnitellaan valmiista komponenteista ja mitoitetaan runko kohteeseen sopivaksi. (R. Todd Swinderman et. al. 2002.)



Kuva 3. Hihnakujuettimen komponentit

Kuvasta näkee hihnakujuettimen rakenteen ja eri komponentit. Tärkeimpinä komponentteina ovat veto- ja taittorumpu, kuljetinhihna ja moottori. Lisäksi kujuettimissa käytetään tukevia rullia, joiden tarkoitus on tukea kujuettinhihnaa tasossa ja pitää hihnan sivuttaisliike minimissään.

### 5.3 Hihnakujuettimen osat

#### 5.3.1 Veto- ja taittorumpu

Vetorumpun tarkoituksena on toimia hihnan voimanlähteenä ja näin liikuttaa kujuettimen hihnaa. Ohjaus voidaan toteuttaa joko asentamalla moottori rumpuun itseensä sisälle tai erillisellä moottorilla hihna- tai ketjuvälityksellä. Mahdollista on myös käyttää akselien päähän kytkimellä yhdistettyä moottoria. Ulkoista moottoria suositellaan käytettäväksi kohteissa, joissa moottorilta vaaditaan pölyn ja kosteuden suojaa sekä huollettavuutta. Tämä mahdollistaa sen, että ei tarvitse purkaa koko kujuettinta eikä vaihtaa koko rumpua, vaan riittää kun vaihdetaan pelkkä moottori. Vetorumpun pintaan lisätään kitkaa korostamaan pinnoitusta, jotta hihna ei luista ja kulkee suorassa. (R. Todd Swinderman et. al. 2002.)

Taittorumpu sijoitetaan vetorumpun vastakkaiseen päähän ohjaamaan hihnaa. Taittorumpuun voidaan käyttökohteen mukaan lisätä harjakset tai useampia irrottamaan roskat ja poistamamaan muut epäpuhtaudet hihnalta. Taittorumpuissa ei käytetä normaaleissa olosuhteissa moottoria. Taittorumpua käytetään yleisesti myös hihnan kiristämiseen liikuttamalla rumpua pituussuunnassa. (R. Todd Swinderman et. al. 2002. S.9.)

#### 5.3.2 Hihnat

Hihnaa voidaan pitää yhtenä kujuettimen olennaisimpana osana. Hihnan rikkoutuessa tuotanto pysähtyy. Hihnoissa on useita eri materiaalivaihtoehtoja (kuva 4) ja niiden valinnalla voidaan katsoa olevan suuri merkitys. Hihnan tärkeimpinä ominaisuuksina voidaan pitää kujuettavan materiaalin vaatimaa jännitystä ja toimintaa lastauksen aiheuttamien jännitysten vaimentimena. Hihnat valmistetaan eri vahvuisista- ja materiaalisista kerroksista, jotta niihin saadaan haluttuja ominaisuuksia. (R. Todd Swinderman et. al. 2002. S.16.)

Yleisimmin käytetty materiaali kujuettinhihnoissa on kumi. Kumiä kuitenkin tulee vahvistaa heikon murtolujuuden vuoksi. Kumia vahvistena käytetään erilaisia kudorunkoja, kuten erilaisia teräsvaljierirunkoja, nylon-, kevlari- ja teräsvahvistaisia runkoja. Näillä vahvistuksilla on tarkoitus ottaa vastaan

kuljettimelle asetettavaa kuormaa ja vahvistaa hihnan kestävyttä. Kumi itsessään luo kitkapintaa kuljetettavan materiaalin ja hihnan välille. Hihnan valinnassa on otettava huomioon myös kuljetettava materiaali ja sen tarpeet, kuten esimerkiksi elintarviketeollisuudessa korkean hygienian vaatimukset. (R. Todd Swinderman et. al. 2002. S.17.)



Kuva 4. Kuvassa kuljetin hihna malleja, jotka on valmistettu erilaisista materiaaleista ja erilaisella kuvioinnilla käyttö tarkoituksen mukaan, joka määrittää hihnan vaatimukset.

### 5.3.3 Kannatin- ja paluurullat sekä puhdistuslaitteet

Kannatin- ja paluurullia käytetään hihnakuljettimien ohjaimina. Kannatin- ja paluurullat toimivat hihnan tukevana rakenteena ohjaten hihnaa pysymään suorasuuntaisessa liikkeessä. Tämän tarkoituksena on estää hihnan luisuminen paikoiltaan reunoille, joka mahdollisesti vahingoittaisi hihnaa. Suurimpana rakenteellisena erona näiden kahden rullan välillä ovat koko ja vahvuus. Paluurulliin on myös nykypäivänä usein liitetty puhdistava ominaisuus, jolloin puhtaammassa olosuhteissa ei tarvita erillistä puhdistuslaitetta. (Esite. Rulmeca Oy, Tuoteluettelo RulmecaSpA.)

Erilliset puhdistuslaitteet sijoitetaan yleisesti ottaen kuljettimien purkupäähän, jossa sijaistee myös vetorumpu. Useimmissa laitteissa puhdistuskomponentteja on kaksi:

- 1) esipuhdistin
- 2) jälkipuhdistin

Esipuhdistimen tarkoituksena on varmistaa, että kappale on poistunut kuljettimelta. Jälkipuhdistimen tehtävänä on puolestaan tarkistaa, että viimeisetkin kappaleet poistetaan kuljettimelta määriteltyyn partikkelikokoon saakka. Puhdistuslaitteilla on myös tarkoitus suojata kuljettimen komponentteja ulkopuoliselta kuormitukselta. Nämä toimenpiteet tähtäävät pidentämään kuljettimien käyttöikä. (R. Todd Swinderman et. al. 2002. S.132,134.)

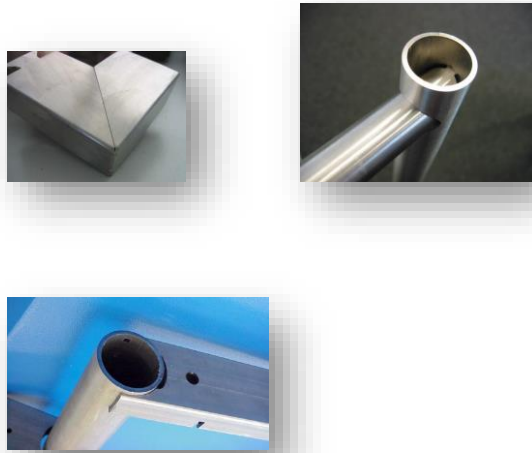
## 6 PUTKILASERTEKNIikka

Putkilasertekniikkaa käytetään eri putki- ja profiilimallisten kappaleiden leikkaus- ja työstömenetelmänä. Putkilasertekniikka mahdollistaa kappaleisiin eri mallisten reikien, katkaisupintojen ja viisteyksien työstämisen. Tekniikka perustuu hiilidioksidilaseriin, jossa käytetään lisäaineena happea hiilliteräksiä työstettäessä ja puolestaan typpeä, kun työstetään ruostumattomia ja haponkestävää terästä tai alumiinia. Pääsääntöisesti tällä tekniikalla työstetään putkiprofiileja kuten: neliön, suorakaiteen, pyöreän ja soikean mallisia. Tekniikalla on kuitenkin myös mahdollista työstää myös esimerkiksi C-, L- ja U-profiileja.

Putkilasertekniikkaa käytettäessä on huomioitava muutamia oleellisia seikkoja kappaleita mitoitettaessa:

- laserin paksuus
- leikkauksen mahdollinen viistekulma
- leikattavan reiän minimi koko (joka on yleisesti yhtä kuin aine vahvuus)
- 3D-kuvien oikeellisuus (erityisesti huomioitava profiilien sisänurkkien säde)
- Putki materiaalin sauman sijainti

Putkilaserteknologian hyötyinä nähdään tuottavuuden kasvu. Tämän mahdollistaa se, että laserilla voidaan suorittaa useampi työvaihe kerralla esimerkiksi sahaus, poraus ja jyräily. Lisäksi tuottavuutta kasvattaa tuotantoprosessin työvaiheiden karsiutuminen teknologian avustuksella. Oman hyötynsä putkilaser tuo myös tuotteen jatkokäsittelyyn, kun esimerkiksi hitsaus jigejä ei tarvita tai ne voidaan yksinkertaistaa. Tämän lisäksi putkilaserin avulla voidaan optimoida hitsausasennot. Liitettävät kappaleet saadaan asemoitua kulloinkin vaadittavaan asentoon, ilman erillistä tukea tai mittavälinettä. Lasertekniikka tuo mukanaan monipuolisia liitännäismahdollisuuksia kuten mikrosillat ja kiinnikkeet, kohdistukset, muotolukitteiset kiinnitykset ja jäykistykset. (Kari Ingman haastattelu)



Kuva 5. Kuvissa putkilaser tekniikalla tehtyjä liitoksia ja malleja joilla kappaleet voidaan yhdistää toisiinsa.

Jiirikulma liitos tekee hitsaajan työn tarkemmaksi ja nopeammaksi. Muissa kuvissa on vastakappaleissa mikronastat ja upotus pisteet kohdistamiseen ja kappaleen mitoituksen varmistamiseen. Jiiri liitosta hyödynnetään yhtenäisten kappaleiden kokoamisessa taittavissa kohdin. Muita kohdistavia liitosmenetelmiä käytetään kun kappaleet ovat irrallaan toisistaan ja ne liitetään yhteen.

## 7 EMPIIRINEN OSUUS

Tämän empiirin osuuden tarkoituksena on tarkastella yrityksen käytössä olevaa toimintamallia, huomioiden moduloinnin ja tuotesuunnittelun erityispiirteitä. Niin kutsuttu lähtötilanteen tarkastelu perustuu asiakas yrityksen henkilökunnan haastatteluun, näköhavaintoihin ja vastaan otettuun materiaaliin. Seuraavissa kappaleissa kuvataan aluksi yrityksen nykyinen toimintamalli ja seuraavissa kappaleissa koostetaan kehitys kohteet ja niihin tarvittavat resurssit. Empiirinen osuus käsittelee myös tuotteen valmistusmenetelmän kehitystä, valmistusta ja testausta.

## 8 YRITYKSEN X LÄHTÖTILANNE

Yritys valmistaa erilaisia kuljettimia, tutkittu kuljetin on hihnäkäyttöinen poistokuljetin, jolla kuljetetaan metalliteollisuudessa tuotettavia muotolevyjä, kuten sähkökeskusten ovet ja kaapit. Poistokuljettimen tehtävä on kuljettaa valmis kappale työstökoneelta eteenpäin pakkauspaikalle purkupöydän alapuolella sijaitsevalle keräilylavalle tai toisella puolella olevalle pienelle tuotelaavalle. Poistokuljetin on varustettu paineilmoimistoilla nostosylinterillä, joilla ohjataan kuljettimen nostopöytää ja sen alapuolella olevaa kiekotasoja kiekko tasoa edeltävälle roskalaatikolle ohjautuu ylijäämämateriaali. Suurimmat kappaleet jatkavat nostopöytää pitkin erillisille pakkausasteille.

Kuljettimen tärkeimmät ja eniten huomiota vaativat komponentit ovat hihna ja kiekkotaso, jotka eivät saa aiheuttaa naarmuuntumista kappaleisiin. Kuljettimen rungon on kestävävä värinää, painoa ja nopeita kuljetinpöydän nostoliikkeitä. Kuljettimen laskennallinen käyttöikä on kaksikymmentä vuotta, johon asti yritys pystyy takaamaan myös varaosa komponenttien saatavuuden. Kuljettimen runko säilyy itsessään pidempään, riippuen toki olosuhteista ja käyttö kuormasta. Monesti vanhaan kuljettimeen on mahdollista vaihtaa ohjaus ja kuljetin komponentit, jolloin voidaan puhua uudesta kuljettimesta. Tässä työssä pää painona on kehittää kuljetinrungon valmistus prosessia siten että, tuotanto tehostuu, valmistus kulut pysyvät maltillisella tasolla, kuljetinrunkoon saataisiin lisättyä moduulimaista rakennetta jota on mahdollista kopioida muihin runko malleihin ja työergonomia kehitty.

### 8.1 Tarvittavat muutoskohteet

Seuraavissa kappaleissa käsitellään kohteita joihin tilaaja yritys halusi kiinnitettävän erityistä huomiota ja joista yrityksellä olisi mahdollista jatkaa vielä kehitystyötä. Muutos kohteita valittaessa otettiin huomioon myös mahdollisuudet niin kutsuttuun massatuotantoon ja moduulimaiseen valmistukseen, joka olisi jalostettavissa pidemmälle, sekä muihin yrityksen valmistamiin tuotteisiin.

#### 8.1.1 Runkorakenne

Rungon rakennetta on tarkasteltu ja valmistusmenetelmää seurattu, sekä mitattu, erilaisilla mittavälineillä. Tällä hetkellä rungon valmistusmateriaali tuodaan halliin ns. Metritavarana, josta se mitataan, leikataan ja hitsataan erillisten jigien avulla valmiiksi kappaleeksi. Rungon valmistustekniikan muutoksilla haetaan valmistettavuuden ja läpi menoajan tehostumista, sekä rakenteen yksinkertaistamista. Loppukäyttäjä kuitenkin vaatii että, rungon tulee olla hitsattu.

### 8.2 Poistopöydän nostosylinteri

Poistopöydän nostosylinterin uudelleen asettelu ja runkorakenteen keventäminen tältä osin. Tavoitellaan mahdollisuutta kiinnittää paineilmoitminen nostosylinteri suoraan kuljettimenrungon ja jalusta väliin, tällä voidaan parhaimmillaan päästä eroon käytössä olevista iskun vaimentimista ja saada valmistusaikaan kustannuksellisia säästöjä. Samalla tarkastellaan kuljettimen vetorummun päässä olevaa laakeroitua nivelkiinnitystä, jota pyritään myös yksinkertaistamaan(tämä ei ole välttämätöntä.).

### 8.3 Kiekkotaso

Kiekkotaso on tällä hetkellä toimiva ja antistaattinen, tämän kuljetin osan suurin ongelma on kokoonpanoprosessi. Jokainen rullakisko kiinnitetään erikseen, valmistettuun aihioon usealla ruuvilla. Suunnittelussa pyritään moduloimaan rakennetta ja yksinkertaistamaan rullaradan kokoamista. Kiekkotason muutoksissa tulee huomioida, kiekkotason vaatima liikerata,

joka toimii pneumaattisella sylinterillä ja lineaarisilla liukukisoilla. Sekä se että kappaleet liukuvat sitä pitkin alas, eikä niihin saa tulla naarmuuntumista. Tämä edellyttää että, kiekkoalasossa käytetään joko nykyisellään olevia rullakiskoja tai vaihtoehtoisesti pieni kitkaista muovia liukumateriaalina.

## 9 RATKAISUEHDOTUKSET

### 9.1 Runгон modulointi

Runko koostuu pääosin profiiliputkesta, joka on mitoiltaan 40\*80\*5 ja materiaaliltaan S355. Vakio mittaisia kappaleita rungossa ei ole lukuun ottamatta jalkojen pystysuuntaisia osia. Joiden korkeussäädöstä ja muutostarpeesta huolehditaan säätöjaloilla.

Rungon kappaleiden valmistamiseen voidaan hyödyntää putkilaser tekniikkaa. Tällöin kokoonpano vaiheeseen jäisi ainoastaan asiakkaan vaatima hitsaus. Työntilaaajan kanssa on keskusteltu soveltuvista menetelmä vaihtoehtoista (putkilaser, jigit ja käytössä oleva menetelmä). Verraten käytössä olevaan menetelmään tai ohjaimista koostuvaan menetelmään, putkilaser on hintavampi ja kustannukset tulevat jokaiseen valmistettavaan tuotteeseen. Ohjaimia valmistettaessa kulu tulee kertaluontoisena ja ohjaimet ovat ikuisia mutta, tämän tyyppisessä ei täysin vakioituneessa rakenteessa tarvita useita erilaisia ohjaimia. Nyky menetelmään nähden putkilaserilla saadaan kuitenkin ajallista säästöä materiaali kustannusten kuitenkin samalla kasvaen. Menetelmän vapauttavaa ajallista hyötyä voidaan, kuitenkin käyttää tehokkaaseen tuotantokapasiteetin korottamiseen ja kilpailu- sekä, asiakaspalvelukyvyyn kehittämiseen. Materiaalin tehokkaan käytön huomioiminen putkilaser työstössä, tavaran toimittajalta on saatavilla vakio profiilia valmiiksi eri mittoihin leikattuna ( 2\*6m, 3\*4m tai 4\*3m) kappaleina, näiden avulla pyritään minimoimaan hukka metrit ja käyttämään tehokkaasti kaikki raakamateriaali hyödyn maksimoimiseksi. Asentajan työn helpottamiseksi ja tuotannon nopeuttamiseksi jokaiseen profiiliputkeen josta jää kokoonpano vaiheessa avoin pääty, leikkautetaan putkeen mikro silloilla kiinni oleva päätylappu. Tämä kiinteästi kappaleessa oleva ”lappu” taitetaan päätyä vasten hitsaus vaiheessa. Säätöjalkojen asennukseen leikataan vastaavan mallisiin päätylappuihin valmis reikä, johon säätöjalka tukeutuu mutterin alalta. Runkorakenteeseen tulee päälle kohdistettavia profiiliputkia kaksi kappaletta, näiden kohdistaminen paikoilleen, ratkaistaan teettämällä merkintä laserilla kappaleen asennus kohtaan. Runkoon tehtiin yksi rakenteellinen muutos osakuvassa 4, jossa korvattiin profiilipalkki (80\*80\*4) kahdella rinnakkain asennettavalla profiilipalkilla (80\*40\*4), jotka hitsataan koko pituudeltaan yhteen yhtenäisellä saumalla molemmin puolin. Muutos ei aiheuta lujuusteknisiä heikentäviä vaikutuksia rakenteeseen. Tällä menetelmällä saadaan aikaan nopeutettu, yksinkertaistettu ja asiakkaan hyväksymä hitsattu kuljetinrunko. Runkorakenteen niin kutsuttu modulaatio on onnistuessaan mahdollista ottaa käyttöön myös muihin kuljetin runkoihin.

### 9.2 Poistopöydän sylinteri

Asiakasyritys kokeilee parhaillaan nostomekanismia ilman iskunvaimennusta, käyttäen pelkkää pneumaattista sylinteriä. Aiemmin on ollut käytössä pneumaattinen sylinteri ja iskunvaimennin, jonka tarve on lähinnä

kosmeettinen. Tämä muutos vapauttaa tilaa rungosta, jolloin sylinteri siirtyy iskun vaimentimen paikalle yksinkertaistaen hankalaa nostopöydän rakennetta. Muutoksen toteutuessa se aiheuttaa muutoksia alarungon kappaleisiin. Tämä rakenne modifioidaan yhteistyössä tilaaja yrityksen kanssa jotta saamme muutoksen heti valmistettavaan demo malliin.

### 9.3 Kiekkotason ratkaisut

Kiekkotason osalta tarkastellaan kahta erilaista kokoonpano- ja valmistusmenetelmää runko rakenteen osalta. Tavoitteena on yksinkertaistaa kokoonpano vaihetta ja saada tätä kautta lisättyä tehokkuutta ja saada aikaan euromääräisiä säästöjä. Kiekkotasoa kehitettäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota rakenteen toiminnallisuuteen, kyseessä on tilanteeseen mukautuva rakenne jossa on lineaarinen ja horisontaalinen liike. Tämä aiheuttaa useita haasteita suunnittelulle, liikeradan muutoksella on suuri vaikutus kiekkotason toimintaan ja sen kykyyn jakaa kappaleet oikeisiin alustoihin. Seuraavissa kappaleissa on esitelty muutos vaihtoehdot ja loppuun viety ratkaisu.

#### 9.3.1 Vaihtoehto 1:

Kiekkotason kokoonpano vaihetta nopeutetaan modifioimalla tuotteen aihion rakennetta kotelomaiseksi ja rakennettavuudeltaan kellovaksi rakenteeksi. Tällöin rullakiskoilla ei ole kiinnitys tarvetta käytännössä laisinkaan, koska läpi kulkeva materiaalivirta ei aiheuta suuria kuormia rullaradalle ja moduulimainen rata on rakenteellisesti tuettu alapuolelta. Aihion sisällä rullakiskot ovat kiinnitettyinä toisiinsa päistä ja keskeltä, tällä pyritään estämään kiskojen mahdolliset muodonmuutokset ja siitä aiheutuvat haitat tuotannossa. Ongelmaksi tässä muodostuu kiekkotason päiden leikkaus, joka on määritetty kiekkotason sijoittamisen vuoksi työstettäväksi 30 asteen kulmaan.

#### 9.3.2 Vaihtoehto 2:

Kiekkotason runko valmistetaan niin ikään putkilasertekniikalla nykyisellään käytettävästä profiilista(20\*40\*2). Putkiprofiiliin leikataan kolmion muotoiset aukot, kohtiin joista runko tullaan taittamaan. Näin saadaan jii-rissä oleva kulma hitsattavaksi ja kappaleen muoto pysyy muuttumattomana. Tällä vaihtoehdolla karsitaan leikkaus- ja mittauss vaiheet pois. Putkilaserilla työstettäessä kolmion malliset aukot leikataan, siten että profiilin ulkoreuna jää seinämä vahvuudeltaan kiinni. Tällöin profiili voidaan taittaa ja on suoraan hitsattavissa ja mitassa.

#### 9.3.3 Loppuunviety vaihtoehto



Kiekkotasosta toteutetaan vaihtoehto 2. Kiekkotason runko leikkautetaan putkilaserilla ja hitsiliitokset tehdään yrityksen tiloissa kokoonpano vaiheessa. Näin runko valmistuu nopeasti ja tarkasti mittojen mukaan. Rullakiskot kiinnitetään runkoon nyky menetelmän mukaisesti, itse porautuvilla ruuveilla kokoonpano vaiheessa. Muutoksen tuoma tehokkuus ja säästö syntyvät ajallisena hyötynä, kun mittaus ja leikkaus vaiheet jäävät pois. Ainoa tarkastus tehtävä kokoonpano vaiheessa on siis ristimittojen tarkistus hitsauksen yhteydessä.

## 10 INVESTOINTILASKELMA

### 10.1 Nettonykyarvomenetelmä

Nettonykyarvomenetelmä on teoreettiselta kannalta kaikkein perustelluin vaihtoehto laskea investoinnin kannattavuus. Päätöksen tekijän kannalta menetelmän käyttö kelvollisin, mikäli ainoastaan taloudellisella hyödyllä on merkitystä päätöksenteon kannalta. (Johns – Saks, 2005, 346.)

Menetelmän tarkoituksena on laskea onko investoinnista tulevat tuotot arvoltaan suurempia kuin investoinnista syntyvät kustannukset. Investoinnin kustannukset lasketaan diskonttaamalla kaikki investoinnin kassavirrat yhteen ennalta määritellyn korkokannan mukaisesti. (Puolamäki, 2009, 227). Käytettyä korkokantaa voidaan kutsua myös pääoma kustannukseksi tai tuotto vaatimukseksi. Tämä kertoo vaaditun minimi tason joka tulisi investoinnilla saavuttaa. Mikäli investoinnista saatavien tuottojen arvo on suurempi kuin investointiin käytettävä raha summa on investointi perustellusti kannattava. Vaihtoehtoisista investoinneista kannattavin on se jonka nykyarvo on suurin. Mitä suurempi arvo on sitä suurempi on tuotto odotus kyseisestä investoinnista. (Puolamäki, 2009, 227). Lähtökohtaisesti tätä menetelmää käytettäessä on investoinnin toteuttamiseksi ja omistaja-arvon kohottamiseksi, nykyarvon olisi oltava mahdollisimman positiivinen. Toisaalta voi syntyä myös tilanne jolloin negatiivinenkin investointi voi olla varteen otettava ja jopa järkevä. Syitä tämän kaltaiseen investointiin voivat olla esimerkiksi verotus, osakkaiden riskihalukkuus ja markkinoiden niin kutsuttu tehottomuus. Usein yritykset ovat halukkaita sijoittamaan voittonsa uusiin investointeihin, pyrkien aiheuttamaan osakkailleen pienemmän pahan kuin jaettavasta osingosta johtuvan veron määrä. Osakkeen omistajia on hyvin erilaisia toiset ovat maltillisia sijoittajia ja karttavat riskejä viimeiseen asti, kun toiset taas ovat rahoittaneet yritystä korkeamman tuotto odotuksen keralla jolloin ollaan halukkaampia tekemään myös suuremman riskin investointeja ja sijoituksia. Investointi voi olla taloudellisesti huonompi kuin toinen vaihtoehto, mutta on kiinnitettävä huomiota myös vaihtoehtojen sisältöön. Esimerkiksi jos toisena vaihtoehtona on vanhentunut tekniikka, joka tarjoaisi kilpailuedun kilpailijalle ja markkinapaikan mahdollinen menettäminenkin olisi mahdollinen.

Kirjallisuuden kannalta nykyarvo menetelmä perustuu investoinnin rahalliseen, raha- aika-arvon mittaamisen ja riskin analysointiin on menetelmä yllättävän vähällä käytöllä. Tämä johtunee siitä, että menetelmä ei kerro investoinnin koosta, jolloin on mahdollista että miljoonien ja sadantuhannen projekteilla on sama nettonykyarvo. (Puolamäki, 2009, 231).

Menetelmä on käytöltään haastava ja monimutkainen, joten se vaatii päätöksentekijältä aikaa perehtyä menetelmään. Päätäjän on kyettävä arvioimaan investoinnin tuotot ja mahdollinen jäännösarvo elinkaaren ajalta etukäteen. Lisäksi myös diskonttauksessa käytettävän koron arviointi voi aiheuttaa ongelmia menetelmän käyttäjälle. Menetelmänä nettonykyarvo on

kuitenkin erittäin hyödyllinen sillä sen sisäistä korkokantaa voidaan muuttaa ja useiden toisiinsa liittyvien projektin yhteisvaikutus on mahdollista määrittää laskemalla arvot yhteen kunkin projektin osalta. (Puolamäki, 2009, 231).

## 11 VAIHTOEHTOINEN KUSTANNUSLASKENTA

### 11.1 Laskentamalli

Laskenta vaihtoehtoja ja tilanteita on sadoittain. Joita yrityksen tuottaman tuotteen ja palvelun kustannuslaskentaan voidaan soveltaa. Kustannuslaskennan tavoitteena on selvittää tuotteiden ja palveluiden aiheuttamat kustannukset. Tuotannoksi luokitellaan kaikki jolla, tuotetaan hyödykkeitä ja josta yleisesti syntyy kustannuksia. Kustannuslaskennassa tutkittaessa tuotantoa ja tuotteen valmistusta, tarvitaan materiaaleja, eli raaka-aineita tuotteeseen ja tuotannontyöntekijöitä, sekä mahdollisesti koneita. Laskenta tilanteessa materiaali ja toiminnot käsitellään rahana, josta saadaan käypä vertailuarvo vaihtoehtoisen menetelmän vertailuun. Useissa tilanteissa tehokkuutta ja tuotantoa mitataan ns. materiaalivirralla, eli tuotannosta valmistuvilla kappaleilla. Näin ollen laskettaessa voidaan verrannossa ilmoittaa eri menetelmien tuotannon kappalemääräinen ero ja sitä seuraten myös prosentuaalinen ero, sekä rahallinen arvo. Tuotannossa on huomiotava oleellisenä osana tehokkuus, tuotannon on toimittava kilpailukykyisesti ja tehokkaasti, säilyttäen kuitenkin vaaditun laatutason.(Neilimo & Uusi-Rauva 1999, 106.)

### 11.2 Kustannusvertailu

Poistokuljettimen runkorakenteen valmistuskustannukset koostuvat materiaalikustannuksista ja työstä, jotka yhdessä muodostavat kokonaiskustannuksen. Kuten jo aiemmin on todettu, että tämän työn pääpainoarvona on saada aikaan laskennallinen ja toteutuva hyöty niin rahallisena arvona kuin myös kulutettuna työaikana.

Kuljettimen kustannusvertailussa on verrattu todellisia materiaali- ja työkustannuksia, nykymenetelmällä (malli A) ja uudistetulla putkilasermenetelmällä (malli B) valmistettuja kokonaisuuksia. Tämä vertailu on toteutettu todellisessa tilanteessa, jolloin kumpikin valmistettu runko on mennyt asiakastoimitukseen ja teolliseen toimintaan.

#### 11.2.1 Vertailu malli

Vertailussa malli A valmistetaan ns. Raakamateriaalista yrityksen tiloissa ja malli B tulee valmiiksi mitoitettuna ja leikattuna Putkilaser Oy:ltä, jolloin malli B:stä jää tehtäväksi ainoastaan hitsauskokoontaminen ja tarkistamittaukset.

Näillä menetelmillä lasketun materiaali kustannuksen ja työhön kuluva aika, joka muunnetaan euromääräiseksi arvoksi kustannus vertailuun. Lisäksi on huomiotava kokonaistehokkuuden muutos yrityksessä, tämän tarkoittaen vapautuvaa työaikaa.

Putkilaser Oy:n antaman tarjouksen perusteella tehty vertailu mallin A kustannuksiin nähden

	Malli A	Malli B
<b>Materiaali kustannus</b>	<b>153,7</b>	<b>350,19</b>
<b>Työkustannus a40€/h</b>	<b>560</b>	<b>160</b>
<b>Yht.</b>	<b>713,7</b>	<b>510,19</b>

Kuva 6. Kuvassa nähtävillä materiaali- ja työntekijä kuluista suoraan syntyvä erotus Malli A käytetty menetelmä ja Malli B Putkilaser tekniikka.

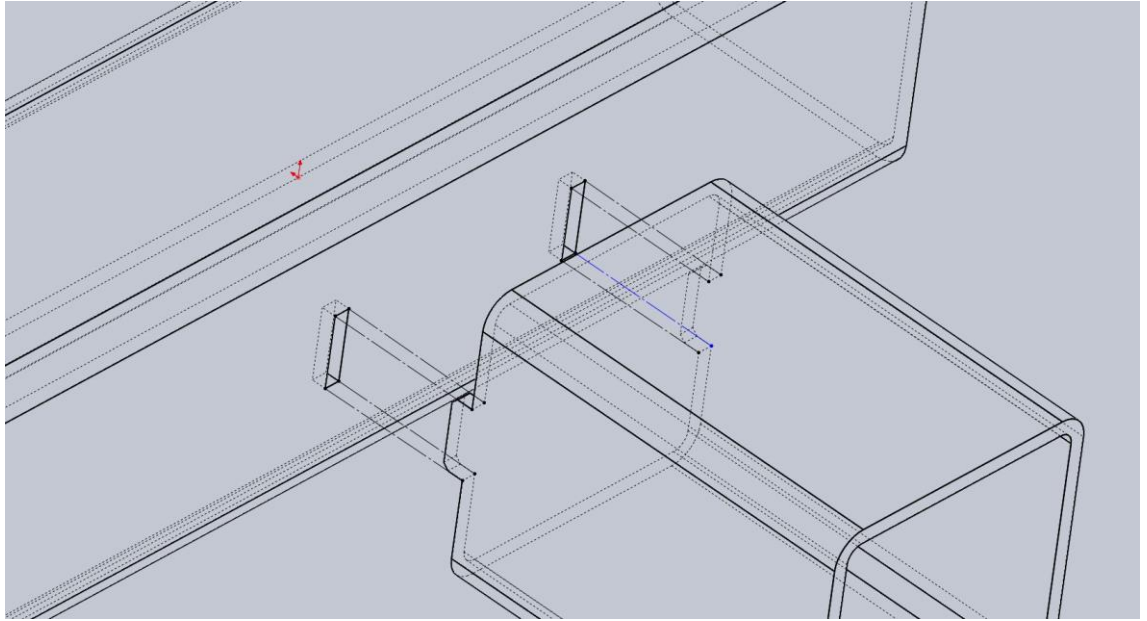
	Malli A	Malli B
<b>Työpäivät/vuosi</b>	<b>215</b>	<b>215</b>
<b>Työaika 7,5h/pv/a vuosi</b>	<b>1612,5</b>	<b>1612,5</b>
<b>Tuotanto aika h/kpl</b>	<b>14</b>	<b>4</b>
<b>Kokonaistuotanto/ vuosi</b>	<b>115</b>	<b>403</b>
<b>tuotanto määrän ero</b>		<b>300 %</b>

Kuva 7. Laskelma osoittaa putkilaser tekniikan tuoman tuotanto kapasiteetin teoreettisen tehostumisen, kun tuotetaan samaa tuotetta koko vuosi.

Osoittaa selkeästi mallin B tuovan hyödyn toiminnan tehostamiseen. Vaikkakin valmiiksi mittaan leikatut kappaleet ovat huomattavan paljon kalliimpia kuin raakamateriaali. Lisätään verrantoon työosuus mallissa A, tulee mallin B mukaisesti valmistettu runko kustannuksiltaan edullisemmaksi ratkaisuksi. Tärkeänä lisäarvona malli B säästää ennen kokoonpanoa työaikaa kahdeksan(8) tuntia.

### 11.2.2 Demo-malli

Yhteistyössä Putkilaser Oy:n kanssa suunnitellaan malli, jonka Putkilaser työstää. tilattujen mittojen mukaisesti putkiprofiilit ja toimittaa valmiit kappaleet asiakkaalle. Asiakas yritys suorittaa hitsauskokoonpanon kappaleille, jolloin saadaan verranto ajallisesta hyödystä kokoonpano vaiheessa. Tällä menetelmällä nähdään käytännön tilanteessa kuinka suuri etu on, että kappaleissa on valmiina kohdistus nastat ja merkinnät. Tavoitteena on että, demo-malleja valmistetaan vähintään kolme kappaletta. Tällöin saadaan laskettua todellista vertausta etenkin työajassa, usein voidaankin sanoa, että ensimmäinen demo kappale menee harjoittellessa. Käytännön tuoman kokemuksen mukaan malleja pitäisi valmistaa vähintään viisi kappaletta, jotta saadaan laskettua todellista vertausta. Kari Ingmanin kanssa tulimme kuitenkin siihen päätelmään että, resurssit huomioiden kolme kappaletta on riittävä määrä ja antaa oikean tuloksen vertailuun.



Kuva 8. Mallin mukaisia liitosnastoja käytettiin demo mallissa.

## 12 ONGELMAT JA RATKAISUT

### 12.1 Kohdatut ongelmat

Putkiprofiilia työstettäessä laserilla, on putken syöttö asennolla suurimerkitys ja siinä on otettava huomioon lopullinen asennus/liitos asento. Ensimmäisen demo kappaleen kanssa putkiprofiilin sauma aiheutti ongelmia (sauma on millin paksumpi kuin profiili) sovitettaessa kohdistin tappeja paikoilleen. Sauma oli sijoittunut leikkaus vaiheessa kohdistin tapin kohdalle, jolloin asennus vaiheessa aiheutui ahdistusta ja epäsopivuutta liitoskohdissa. Tämä luonnollisestikin aiheutti lisää työtä. Myös tuotteiden toimitus varmuudessa ja toimitus ajassa kohdattiin pienimuotoista viivästymistä.

### 12.2 Ongelmien ratkaisu

Ratkaisuna edellä kuvattuun ongelmaan toimi putkilaser koneen asetuksista löytyvä parametri. Tällä parametrilla pystytään määrittämään putkiprofiilin sauman sijainti ja asettamaan ohjelmaan määrite, joka huomauttaa kyseiseen sivuun tehtävästä työstöstä ohjelmointi vaiheessa. Jatkossa pystytään välttämään ahdistusta aiheuttavat sovitteet mittatarkkuudella ja laitteen toleransseilla. Putkilaser otti vastuun toimitus vaikeuksista ja nosti toimitus varmuutta korkeammalle tasolle.

## 13 LOPPUTULOKSET

Yritys valmisti kolme kappaletta demo-malleja putkilasertekniikalla. valmistettujen malli kappaleiden määrään vaikuttivat osaltaan ensimmäisen mallin kanssa ilmenneet ongelmat laserleikkauksessa. Kokoonpanosta saatu palaute, on ollut positiivista ja rakentavaa. Suunnittelijoilta ja yrityksen johdolta on saatu oikeanlaista viestiä kohdatuista ongelmista, sekä tunnustusta tehokkaan menetelmän tutkimisesta. Työssä päädyttiin tekemään suunniteltua suppeampi kokonaisuus, laadukkaan lopputuloksen varmistamiseksi. Tällöin on pystytty käyttämään kaikki mahdollinen kapasiteetti selvittämään tuloksellisimmat muutokset kuljetin rungolle. Pelkästään yhden kappaleen valmistus kustannukset ovat huomattavasti alhaisemmat, kuin aiemmin, mikäli putkilaser tekniikkaa käytetäisiin jokaisen rungon valmistuksessa tuotantokapasiteetin kasvua voitaisiin kuvailla jopa päätä huimavaksi. Tutkimuksessa on myös otettava huomioon mahdollisuudet hyödyntää putkilasertekniikkaa yrityksen muissa kuljetinrakenteissa, sekä henkilökunnan fyysisen kuormittuvuuden muutos. Tästä voidaan todeta lyhyesti, uudella menetelmällä valmistetuissa kuljetin rungoissa jää asentajan fyysisen kuormituksen taso huomattavasti alhaisemmaksi verraten vanhaan menetelmään, jossa asentaja nosti ja leikkasi pitkiä profiilipalkkeja ennen kokoonpano vaihetta. Tällä menetelmällä voidaan unohtaa kokonaan leikkausmittaus vaihe ja siirtyä suoraan hitsauskokoonpanoon, lukuun ottamatta joitakin satunnaisia erikoistilauksia. Lähtökohtaisesti työssä lähdettiin tekemään vain maltillisia muutoksia ja keskityttiin enemmän tarkastelemaan ja tutkimaan vaihtoehtoisia menetelmiä tuotantokapasiteetin lisäämiseksi. Nyt tehdyllä tutkimuksella on valtava vaikutus tuotantokapasiteettiin ja sitä kautta yrityksellä on myös mahdollisuus kasvaa ja laajentaa toimintaansa entisestään. Tutkittua menetelmää käytettäessä yritys myös säästää tuntuvan summan rahaa, vaikkakin materiaalikustannukset ovatkin nyt korkeammat kuin aiemmin. Rahallinen säästö saadaan mitattua tuotantokapasiteetin muutoksesta. Olemme kaikki tilaaja yritys, Putkilaser Oy ja allekirjoittanut vakuuttuneita tutkimuksen tuloksista ja niiden oikeellisuudesta.

## LÄHTEET

Ahoniemi L., Mertanen M., Mäkipää M., Sievänen M., Suomala P., Ruohonen M. Teknologiateollisuus ry, Massaräätälöinnillä kilpailukykyä 2007

Balding, a. Furnaletto, L., Turco, F.(1982) Prirucnik za održavanje industrijskih postrojenja, OMO Beograd

Conveyor equipment manufacturers association. 2007. Belt conveyors for bulk materials. Sixth edition, second printing. Florida: Conveyor Manufacturing Association. 600s. ISBN 978-1-891171-59-8

Laamanen, K., Tinnilä, M. (2008). Terms and concepts in business process management. Prosessijohtamisen käsitteet. Teknologia teollisuus ry. Helsinki. 144 s.

Manos, T. (2006). Value Stream Mapping – an Introduction. Quality Progress, vol 39, no 6, s. 64-69.

Miller, T. D. & Elgård, P. 1998. Defining Modules, Modularity and Modularization - Evolution of the Concept in a Historical Perspective. Design for Integration in Manufacturing. Proceedings of the 13th IPS Research Seminar, Fuglsoe 1998.

Neilimo, Kari & Uusi-Rauva, Erkki 1999. Johdon laskentatoimi. Helsinki: Edita.

Puolamäki, Esa & Ruusunen, Pentti 2009. Strategiset investoinnit. Porvoo: WSOY.

Suomenputkilaser Oy Kari Ingman haastattelu

R. Todd Swinderman, Larry J., Goldbeck, Andrew Marti D. 2002. Foundations 3. The practical resource for total dust & material control. Illinois U.S.A.: Martin engineering neponset

Riezebos, J., Klingenberg, W., Hicks, C., (2009). Lean Production and information technology: Connection or contradiction. Computers in Industry, vol 60, s. 237-247.

Rollers and components for bulk handling. 0210. 7. Painos. Tuoteluettelo. Rulli Rulmeca SpA.

Sakki, J., (1999). Logistinen prosessi. Tilaus – toimitusketjun hallinta. Rastaman Oy. Espoo. 238 s.

Lähteet kirjoitetaan käyttäen tyyliä Perusteksti. Rivinväli on 1. Rullia ja komponentteja hinnakujettimille massatavaran käsittelyyn. 2007. Esite. Rulmeca Oy.

Johns, Gary – Saks, Alan M. (2005) *Organizational behavior: understanding and managing life at work*. Pearson Education Canada Inc. Toronto.

Mielcarz, Pawel – Paszczyk, Pawel. (2010) *Increasing Shareholders Value through NPV-Negative Projects*. Contemporary Economics. Vol 4, Is 3. Pp 119- 130.

Puolamäki, E. (2009) *Strategiset investoinnit*. Tietosanoma Oy. Helsinki.

Shapiro, Alan C. (2005) *Capital budgeting and investment analysis*. Pearson Education Inc. New Jersey.

<http://www.finnpackers.com/fi/tuotteet/kuljettimet-ja-jarjestelmat/rotab-kuljetinjarjestelma/>

<http://www.finnpackers.com/fi/tuotteet/kuljettimet-ja-jarjestelmat/rotab-kuljetinjarjestelma/>

<http://www.hihnapepe.fi/Tuotteet>

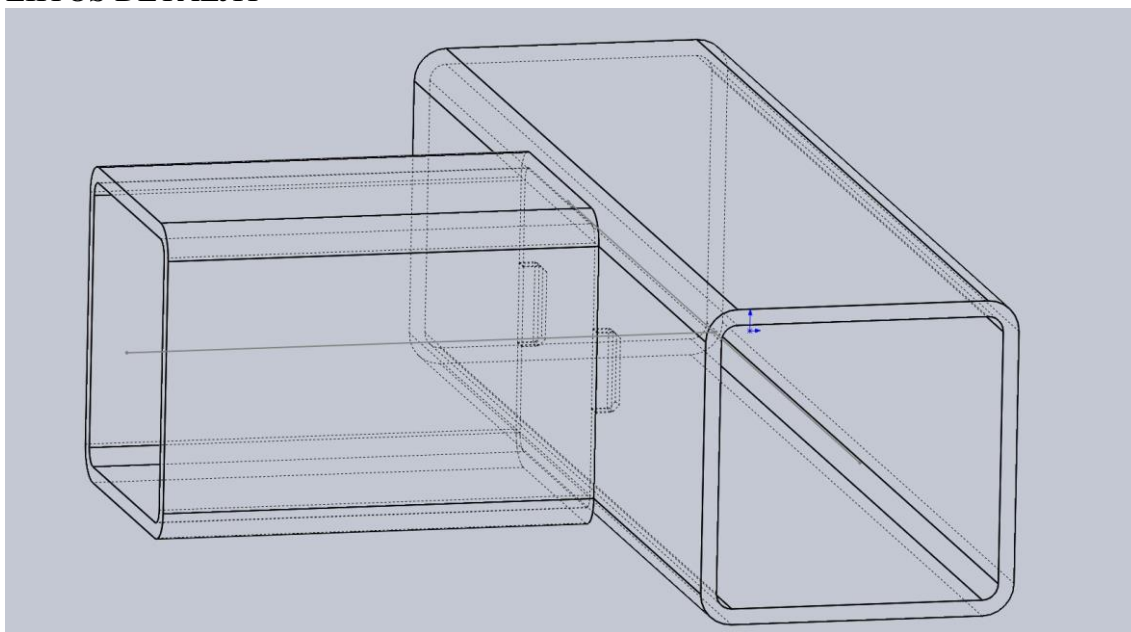
<http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/lean-six-sigman-soveltaminen/>

<https://yrityssuomi.fi/tuote-ja-palvelukehitys>

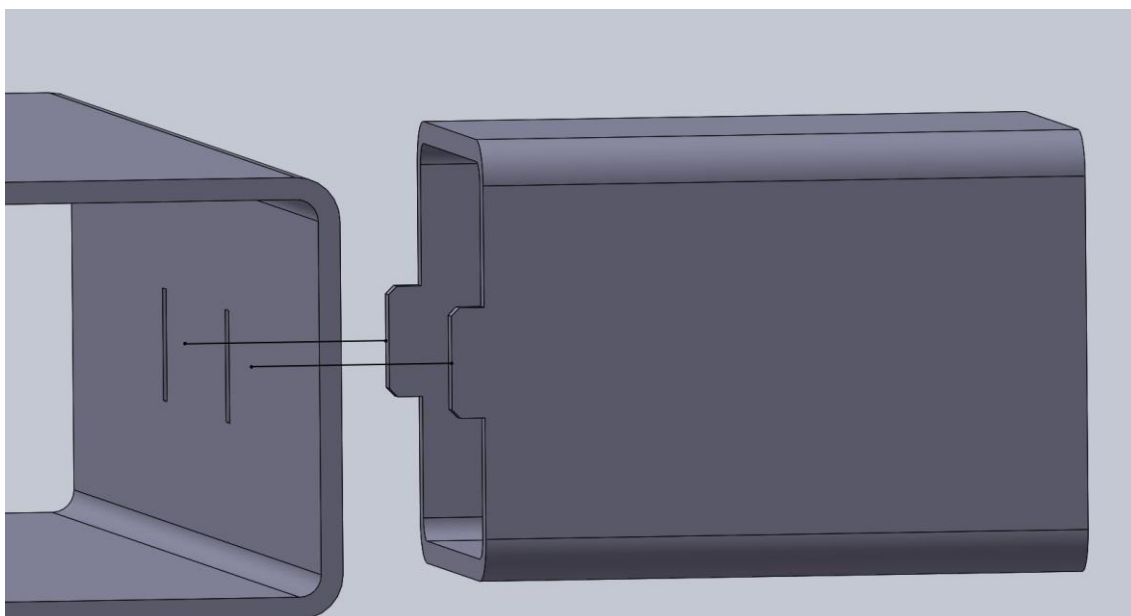
Lähteiden väliin jätetään yksi tyhjä rivinväli.

Lähteet-sivulla numerointi jatkuu varsinaisesta tekstistä.

LIITOS DETALJIT

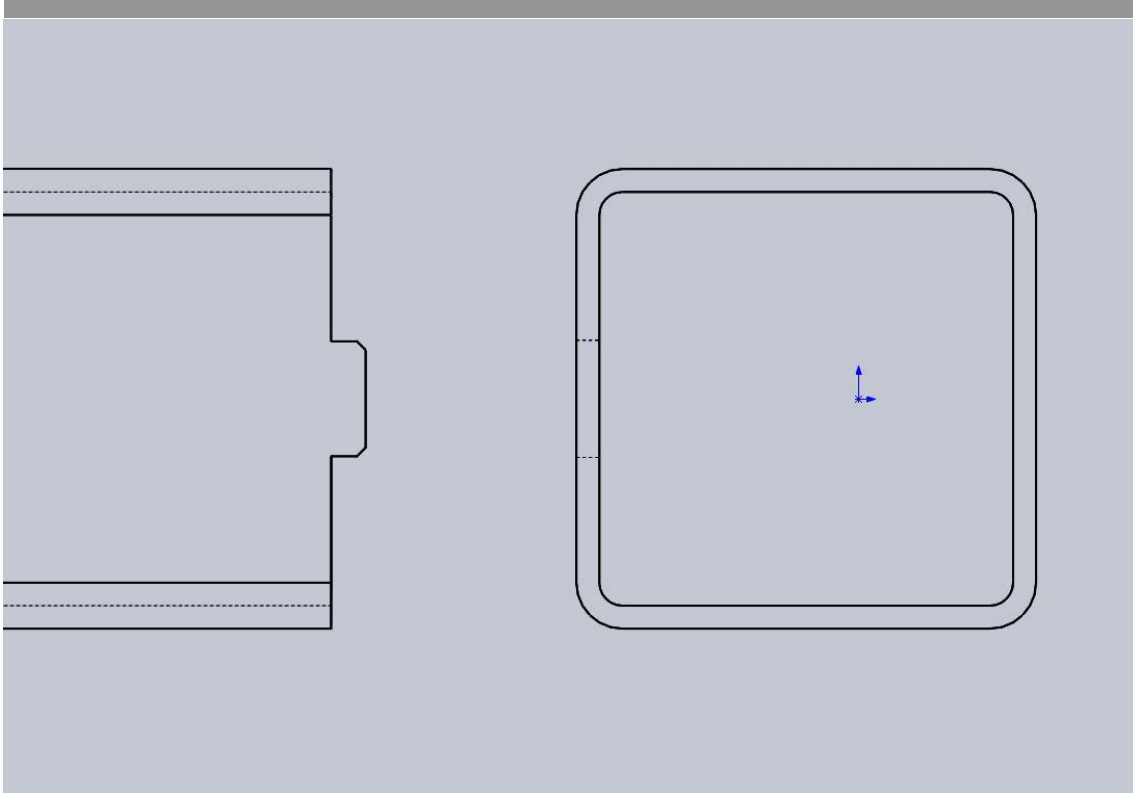


Kuva 9. Liitos detalji

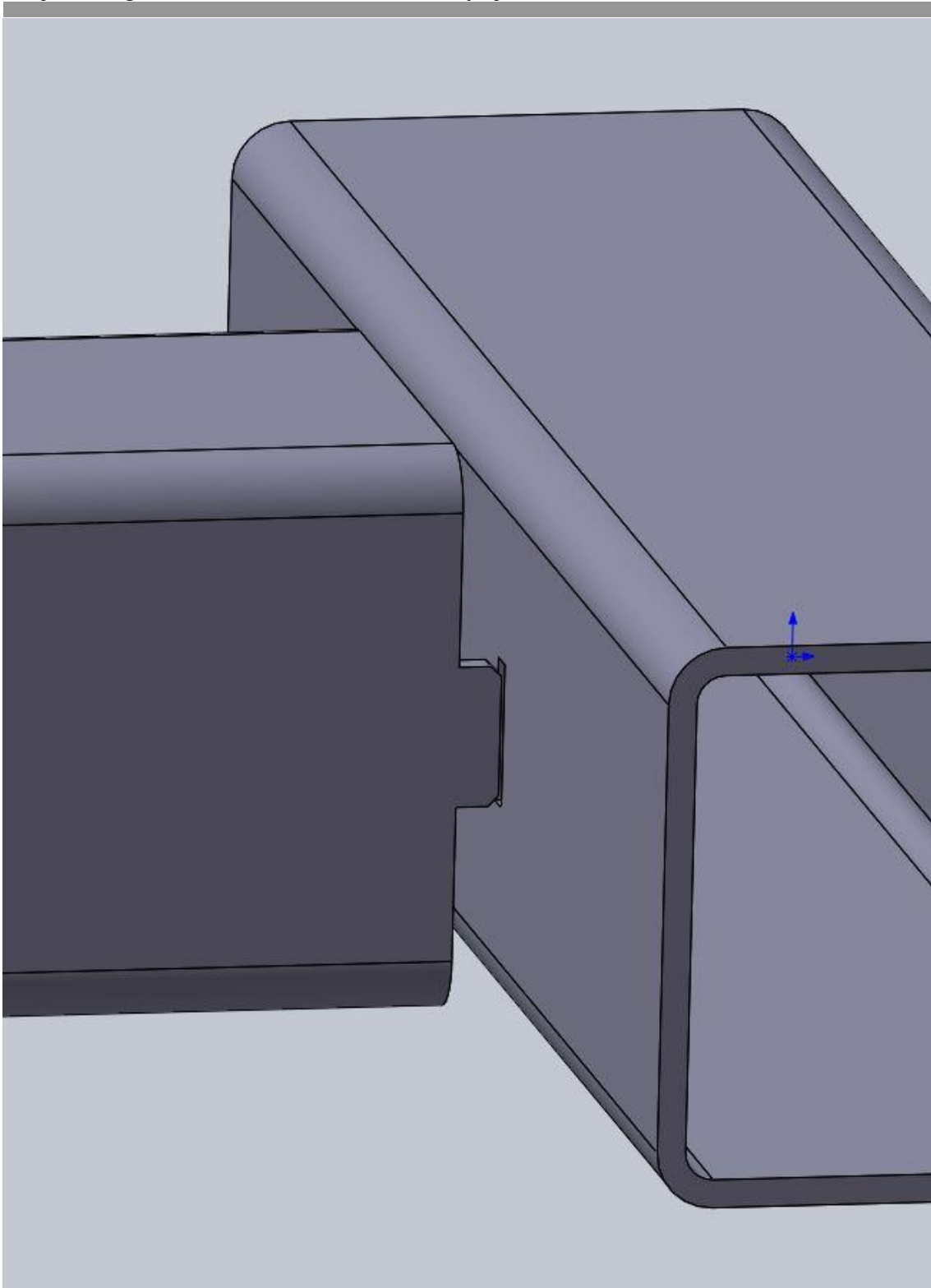


Kuva 10. Liitos detalji





Kuva 11. Liitos detalji



Kuva 12. Liitos detalji

## Kuljetinrunгон valmistusmenetelmien kehitys ja tehostaminen

PUTKILASEI Malli B					NYKYMENE Malli A			
KPL	Nimike	Materiaali	€/kpl	€/yht	KPL	Nimike	Materiaali	€/yht
2	Osakuva A	10x40x4 L-1	<b>21,66 €</b>	43,320	2	Osakuva A	10x40x4 L-1	20,238
2	Osakuva 2	30x40x4 L-	<b>9,79 €</b>	19,580	2	Osakuva 2	30x40x4 L-	3,427
2	Osakuva 3	10x40x4 L-2	<b>21,48 €</b>	42,960	2	Osakuva 3	10x40x4 L-2	21,673
2	Osakuva 4	30x40x4 L-	<b>12,97 €</b>	25,950	2	Osakuva 4	30x40x4 L-	5,964
2	Osakuva 5	30x40x4 L-	<b>11,89 €</b>	23,780	2	Osakuva 5	30x40x4 L-	3,212
2	Osakuva 6	30x40x4 L-	<b>15,49 €</b>	30,970	2	Osakuva 6	30x40x4 L-	6,671
1	Osakuva 7	10x40x4 L-1	<b>27,40 €</b>	27,400	1	Osakuva 7	10x40x4 L-1	9,958
1	Osakuva 8	10x40x4 L-1	<b>21,10 €</b>	21,100	1	Osakuva 8	10x40x4 L-1	8,245
2	Osakuva 9	10x3 L-1620	<b>28,50 €</b>	57,000	1	Osakuva 20	10x40x4 L-1	9,530
1	Osakuva 20	10x40x4 L-1	<b>17,80 €</b>	17,800	1	Kiekkotaso	10x20x2 L-4	14,520
1	Kiekkotaso	10x20x2 L-4	<b>19,27 €</b>	19,270	2	Kiekkotaso	10x20x2 L-1	9,831
2	Kiekkotaso	10x20x2 L-1	<b>10,53 €</b>	21,060	2	Osakuva 9	30x60x30x	10,391
Materiaali kustannus				<b>350,190</b>	4	Päätylappu		15,520
					4	Jalkalappu		14,520
					Materiaali kustannus		<b>153,701</b>	
					8h	Työ (sahaus, poraus)		320
						ennen kokoonpanoa		473,701
					6h	kokoonpano aika		240
<b>Kustannus yhteensä</b>				<b>350,19</b>	<b>Kustannus yhteensä</b>		<b>713,7</b>	

Kuva 13. Materiaali- ja tuotantokustannukset ennen kokoonpanoa

	Malli A	Malli B
Materiaali kustannus	153,7	350,19
Työkustannus a40€/h	560	160
Yht.	713,7	510,19
	Malli A	Malli B
Työpäivät/vuosi	215	215
Työaika 7,5h/pv/a vuosi	1612,5	1612,5
Tuotanto aika h/kpl	14	4
Kokonaistuotanto/ vuosi	115	403
tuotanto määrän ero		300 %

Kuva 14. Kokonaiskustannukset ja tuotantomäärän teoreettinen laskelma.

