

Opinnäytetyö (AMK)

Insinööri, ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2023

Janne Argillander

# Huoltoluukun valmistusprosessi

– Carrus Delta Oy



Opinnäytetyö (AMK) Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Insinööri, ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2023 | 26 sivua

Tekijä Janne Argillander

## Huoltoluukun valmistusprosessi

- Carrus Delta Oy

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Carrus Delta Oy. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia mahdollisuutta ottaa linja-autojen huoltoluukkujen valmistus takaisin omavalmisteiseksi alihankkijalta, sekä vertailla kustannuksia omavalmisteen ja alihankkijan tuotteen välillä. Omavalmisteisen luukun oletettiin myös tuovan säästöä ajallisesti, sillä muutoksen tullessa ne ovat nopeampi korjata oikeanlaisiksi.

Opinnäytetyössä tutkittiin myös huoltoluukun rakennetta, mekaniikkasuunnittelijan työtehtäviä, suunnittelun perusteita, sekä siihen liittyviä ohjelmistoja.

Laskelmien tulosten perusteella pystyi päättämään, että suurin osa huoltoluukuista olisi halvempi tuottaa omavalmisteena. Huoltoluukkujen valmistukseen löytyi myös valmistamiseen tarvittava tila.

Asiasanat:

linja-auto, huoltoluukku, valmistusprosessi, suunnittelu, hankinta

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Bachelor of Engineering

2023 | 26

Author Janne Argillander

## Service hatch manufacturing process

- Carrus Delta LLC

This thesis was commissioned by Carrus Delta Oy. The aim of the thesis was to investigate the possibility of taking back the production of bus service hatches from a subcontractor as in-house production, and to compare the costs between in-house production and the subcontractor's product. A self-made hatch was also assumed to save time, because when a change comes, it is faster to fix them to the right size.

The thesis also examines the structure of the maintenance hatch, the tasks of the mechanical designer, the basics of design, and related software.

Based on the results of the calculations, it was possible to conclude that most of the maintenance hatches would be cheaper to produce in-house. The space needed to produce service hatches was also found inside the company premises.

Keywords:

bus, service hatch, manufacturing process, design, acquisition

# Sisältö

<b>1 Johdanto</b>	<b>6</b>
<b>2 Carrus Delta Oy ja yrityksen tuotteet</b>	<b>7</b>
2.1 Carrus Delta Oy	7
2.2 Volvo 9700	7
2.3 Huoltoluukku	10
<b>3 Suunnittelijan työkalut</b>	<b>11</b>
<b>4 Lähtötilanteen kartoitus</b>	<b>12</b>
<b>5 Huoltoluukku</b>	<b>13</b>
5.1 Luukun rakenne	14
5.2 Kokovaihtoehdot	14
<b>6 Hankinta</b>	<b>16</b>
6.1 Alihankinta	16
6.2 Alihankinta Carrus Deltalla	17
<b>7 Luukun valmistus</b>	<b>18</b>
7.1 Valmistaminen	18
7.2 Materiaalit	18
7.3 Laitteet	19
7.4 Tila	19
<b>8 Huoltoluukun valmistuksen kustannusvertailu</b>	<b>20</b>
8.1 Moottoriluukku	21
8.2 Matkustamon luukku	22
8.3 Vaihteistoluukku	23
8.4 Volvo 9700 DD koko auton huoltoluukut	24
<b>9 Yhteenveto ja pohdinta</b>	<b>25</b>
<b>Lähteet</b>	<b>26</b>

## **Kaavat**

Kaava 1. Indeksiluku	20
----------------------	----

## **Kuvat**

Kuva 1. Volvo 9700 HD (Carrus Delta Oy 2023.)	8
Kuva 2. Volvo 9700 DD (Carrus Delta Oy 2023.)	8
Kuva 3. Konferenssiosasto VIP-autoon (Carrus Delta Oy 2023.)	9
Kuva 4. Hyvin varusteltu keittiö (Carrus Delta Oy 2023.)	10
Kuva 5. Matkustamon huoltoluukku	13
Kuva 6. Huoltoluukun skeleton-malli	15
Kuva 7. Huoltoluukun mittojen määrittäminen	15
Kuva 8. Moottoriluukku	21
Kuva 9. Matkustamon luukku	22
Kuva 10. Vaihteistoluukku	23

## **Kuvaajat**

Kuvaaja 1. Moottoriluukun indeksivertailu.....	21
Kuvaaja 2. Matkustamon luukun indeksivertailu. ....	22
Kuvaaja 3. Vaihteistoluukun indeksivertailu. ....	23
Kuvaaja 4. Volvo 9700 DD koko auton huoltoluukut. ....	24

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia mahdollisuutta ottaa linja-autojen huoltoluukkujen valmistus omavalmistaiseksi. Nykytilassa kaikki huoltoluukut tulevat alihankkijalta. Materiaalihintojen ja yleisen elinkustannuksen noustessa huoltoluukkujen hinnat ovat nousseet hälyttävän paljon.

Opinnäytetyössä esitellään toimeksiantajan tuotteita, jotka ovat Volvo 9700 linja-auton eri variaatioita. Lisäksi tarkastellaan mekaniikkasuunnittelun työtehtäviä, mekaniikkasuunnittelijan tehtävissä tarvittavia työkaluja, sekä hankintaa. Tärkeimpänä opinnäytetyössä käsitellään huoltoluukkuja, jotka mahdollistavat linja-autojen helpon huollettavuuden.

Itsetehdyn ja alihankkijan tekemän huoltoluukun hintojen indeksivertailussa havaittiin itsetehtyjen huoltoluukkujen olevan suuressa kokonaisuudessa huomattavasti edullisempia. Hintavertailua varten huoltoluukuille laskettiin hintaindeksi, jossa huomioitiin huoltoluukkujen materiaalikustannukset, sekä työtunnit. Huoltoluukkujen hintoja opinnäytetyössä ei suoraan esitetä, vaan niitä vertaillaan indeksiluvuilla, joista voidaan tarkastella helposti prosentuaalinen ero tuotteiden välillä.

## 2 Carrus Delta Oy ja yrityksen tuotteet

### 2.1 Carrus Delta Oy

Carrus Delta Oy on Liedossa sijaitseva linja-autojen korinvalmistaja, joka valmistaa koreja linjaliikenne-, pikavuoro-, sekä turistibusseihin. Carrus Delta toimii yhteistyössä Volvo Bussar Ab:n kanssa.

Carrus Delta Oy:n tarina alkoi vuonna 1935, jolloin joukko liikennöitsijöitä yhdessä korinrakennuksen osaajan kanssa perusti oman linja-autokorituotannon. Yritys rekisteröitiin 1936 nimellä Autokori Osakeyhtiö, joka toimi Turun Pispalassa. 1960-luvulla tehdas muutti Lietoon, jossa se myös nykyisin sijaitsee. Yritys on tunnettu ajan saatossa eri nimillä, mm. Delta Plan Oy, Ajokki Group, Carrus Oy, Volvo Bus Finland Oy.

Yrityksen vuosittainen valmistuskapasiteetti on noin 150 linja-autoa, joka sisältää linjaliikenne-, turisti- ja pikavuorobussit. (Carrus Delta Oy 2023.)

Carrus Delta Oy:n liikevaihto oli 13,5 miljoonaa euroa vuonna 2021, ja se työllisti 163 henkilöä. (Suomen Asiakastieto Oy 2023.)

### 2.2 Volvo 9700

Carrus Delta valmistaa Volvon 9700 malliston koreja. Aikaisemmin Volvojen valmistus sisälsi vain 9700 S, H, sekä HD mallit. S, H, sekä HD malleja valmistetaan Volvo B8R tai B11R- alustoille. Nykyisin uusin malli on Volvo 9700 DD (Double-Decker) kaksikerrosbussi, jota valmistetaan 4 m ja 4,25 m korkuisina. Double-Decker linja-autot ovat saatavilla B13RLE-alustalle. Alustan nimessä oleva numero tarkoittaa moottorin litratilavuutta. 9700 DD on Carrus Deltan suunnittelema tuote, joka on kehitetty Volvon kanssa yhteistyössä. Kuvissa 1 ja 2 nähdään Volvo 9700 HD, sekä Volvo 9700 DD mallien linja-autot.



Kuva 1. Volvo 9700 HD (Carrus Delta Oy 2023.)



Kuva 2. Volvo 9700 DD (Carrus Delta Oy 2023.)

Single-Decker linja-autojen pituudet on valittavissa 10,7–15 metrin välillä, sekä Double-Deckerin pituus on valittavissa 13,0–14,80 metrin välillä, riippuen asiakkaan tilauksesta ja linja-auton käyttötarpeista.

Volvon 9700 linja-autoja saa erilaisilla varusteilla eri käyttötarkoituksiin. Linjaliikenne, ambulanssikuljetus, ajo-opetus, tavarankuljetus tai konferenssikäyttöön tarkoitettuja linja-autoja saa asiaankuuluvilla varusteilla. Asiakkaan tilauksesta räätälöityjä varusteita voivat olla esimerkiksi keittiö, työtasot, kokoustilat, vessa, matkalaukkutelineet, pyörätelineet, tai makuutilat. 9700DD-autoille varustelutasojen vaihtoehdot ovat Select, tai Superior. Select on suunniteltu lähiliikenteeseen, kun taas Superior on tehty premium tason tilausajoihin. Kuvassa 3 on Volvo 9700DD VIP-konferenssisiosasto. (Carrus Delta Oy 2023.)



Kuva 3. Konferenssisiosasto VIP-autoon (Carrus Delta Oy 2023.)

Varusteet vaihtelevat auton käyttötarkoituksesta ja jopa kilpailutuksesta. Esimerkkinä voi mainita pitkän tilausajobussin istuinmäärät. Niissä voi olla vähemmän istuimia, mutta ne voivat olla paremmin varusteltuja, sekä niissä voi olla mukavuuksia, kuten jääkaappi, kahvinkeitin, espressokone ja mikro. VIP-autoon voi tilauksesta saada langattoman verkkoyhteyden, vapaasti sijoitettavia näyttöjä ja niille tarvittavat liitännät kannettaville tietokoneille tai tableteille. Kuvassa 4 nähdään hyvin varusteltu keittiö, jossa on kahvinkeitin ja lavuaari.



Kuva 4. Hyvin varusteltu keittiö (Carrus Delta Oy 2023.)

Suurin osa räätälöinnistä tapahtuu linja-auton sisäosille. Poikkeuksena tälle on tavarankuljetusautot, sillä niihin valitaan myös ulkoinen tavaratila matkustamon ohella. Yleisimpiä tavarankuljetusmalleja ovat 9700SD tavaraperät, joihin asennetaan taakse kuorma-auton tavaratila. Myös 9700DD malli on mahdollista valita tavaraperäautona.

### 2.3 Huoltoluukku

Linja-autoihin asennetaan huoltoluukkuja, jotta korjaus- ja huoltotoimenpiteitä voidaan suorittaa. Huoltoluukkuja on sijoitettu esimerkiksi polttoainesäiliöiden, paineilmasäiliöiden ja moottoritilan päälle. Huoltoluukut tulevat joissain kohdissa näkyville, jolloin niihin tehdään laminointi, tai liimataan matto. Täten ne saadaan muun sisustuksen kanssa yhteneväiseksi. Huoltoluukkuja tulee autoon noin 16 kappaletta, riippuen linja-auton rakenteesta.

### 3 Suunnittelijan työkalut

Suunnittelijat käyttävät työssään Vertex G4 mallinnusohjelmaa, sekä Vertex Flow tietojenhallintaohjelmistoa. Vertex on tietokoneavusteiseen suunnitteluun (CAD, englanniksi Computer-Aided Design) tarkoitettu suomalainen ohjelmisto. Vertex G4 on kehitetty 2D- ja 3D- mekaniikkasuunnittelua varten. Ohjelmistossa on helppokäyttöiset työkalut suunnitteluun ja Vertex Flow tiedonhallintaan. Ohjelmisto perustuu kiinteiden kappaleiden mallinnukseen, joten pintamallinnustyökaluja on vain vähän.

Carrus Deltan toiminnanohjausjärjestelmänä toimii Roima Lean System. Toiminnanohjausjärjestelmän tehtävä on yhdistää yrityksen erilaiset toiminnot yhdeksi hallittavaksi kokonaisuudeksi. Se yhdistää fyysisen materiaalin ohjauksen ja talouden hallinnan. Toiminnanohjausjärjestelmä automatisoi ja yhtenäistää liiketoimintaprosesseja. Toiminnanohjausjärjestelmästä käytetään lyhennettä ERP (englanniksi Enterprise Resource Planning). Toiminnanohjausjärjestelmä muodostuu itsenäisistä osista, eli se on modulaarinen. Markkinointi, myynti, osto, varastonhallinta, valmistus ja taloushallinto ovat esimerkkejä sen sisältämistä moduuleista. Yritys voi valita moduulit, joita se tarvitsee oman toiminnan ohjauksessa, joten esimerkiksi valmistusmoduulia ei tarvitse, jos yrityksellä ei ole omaa valmistustoimintaa. (Nieminen 2016.)

Volvolla on käytössä oma KOLA- tuotetietojärjestelmä. Sitä käytetään Volvon osien tutkimiseen, 3D-mallien lataamiseen sekä tärkeimpänä tuotenumeroiden avaamiseen. Volvon järjestelmissä suunnitteluohjelmistona toimii Catia, jolla voidaan tarkastella Volvon 3D-malleja ja piirustuksia, sekä muuntaa 3D-malleja step-muotoon. Step-muoto sisältää kolmiulotteisen mallin, jonka useimmat 3D-suunnitteluohjelmat tunnistavat.

## 4 Lähtötilanteen kartoitus

Aloittaessa opinnäytetyön tekemistä, tuli kartoittaa lähtötilanne huoltoluukkujen suhteen. Huoltoluukut tulevat alihankkijalta, jolle Carrus Delta lähettää autokohtaiset piirustukset. Hankinta lähettää alihankkijalle tilausmäärän, jonka mukaisesti alihankkija valmistaa ja lähettää huoltoluukut tilaajalle. Alihankkija valittiin aikoinaan siksi, että hintavertailussa se oli ylivoimaisesti edullisempi vaihtoehto verrattuna omavalmistukseen.

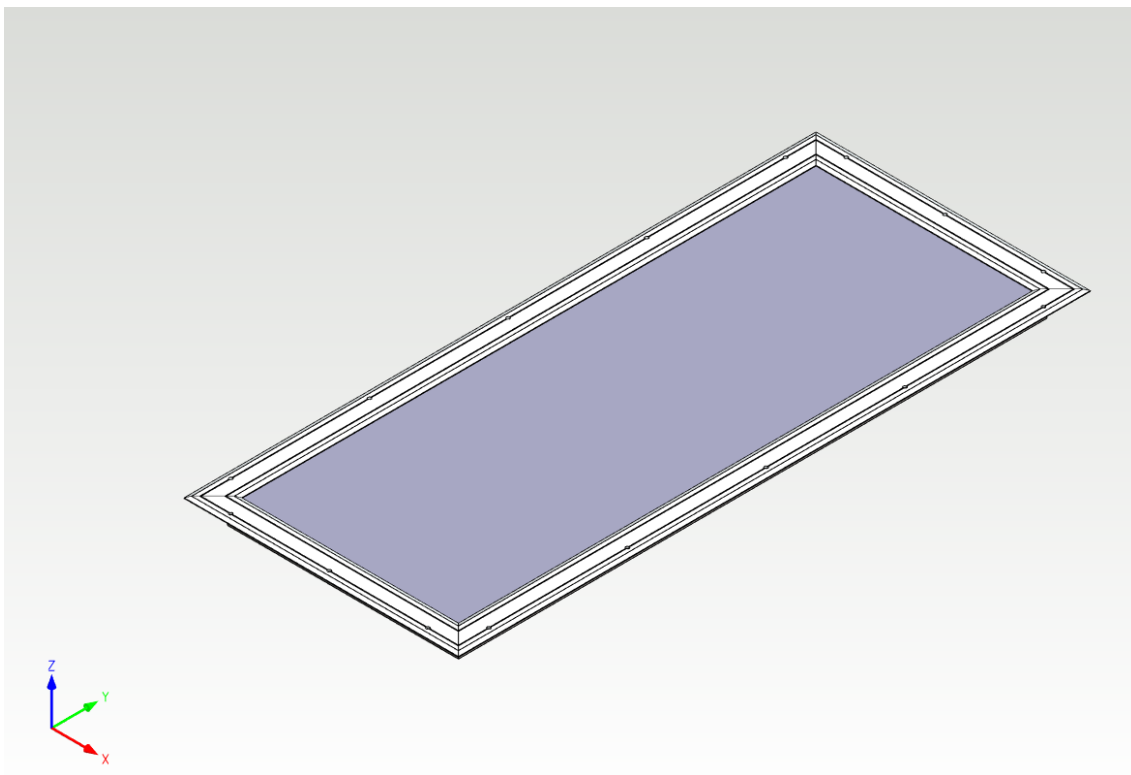
Carrus Delta on havahtunut huoltoluukkujen hintojen nousuun. Tästä syystä Carrus Delta on varma siitä, että yritykselle tulisi huomattavia kustannussäästöjä, jos osa huoltoluukuista valmistettaisiin itse.

Noin 10 vuotta sitten Carrus Deltalla oli 4 työntekijää, jotka tekivät kaikki linja-autojen huoltoluukut. Huoltoluukkujen siirto alihankkijalle toi yritykselle rahallista säästöä, sekä työntekijät saivat aikaa tehdä muita työtehtäviä. Tällä hetkellä enää yksi näistä työntekijöistä on vielä töissä Carrus Deltalla. Kyseinen työntekijä kertoi, mitä tarvittavia työkaluja ja koneita huoltoluukkujen valmistukseen tarvitaan. Tarvittavat työkalut ovat vielä tallessa, sillä ne varastoitettiin, jotta tarvittaessa huoltoluukkuja voidaan vielä valmistaa itse paikan päällä.

## 5 Huoltoluukku

Huoltoluukut ovat tärkeä osa linja-autoa, sillä linja-autoja tulee huoltaa säännöllisesti, ja kuten missä tahansa ajoneuvossa, osat ja komponentit saattavat rikkoutua tai vaurioitua. Huoltoluukut avaamalla linja-auton kuljettaja tai mekaanikko voi helposti tarkastaa ja päästä käsiksi huollettavaan osaan.

Huoltoluukkuja on sijoitettu moniin paikkoihin linja-autoa. Niitä löytyy auton rakenteesta riippuen noin 13–16 kappaletta eri kokoisina. Huoltoluukkuja asennetaan moottorin, painesäiliöiden, polttoainetankkien ja lisälaitteiden kohdalle. Kuvassa 5 nähdään 3D-mallinnus matkustamon huoltoluukusta.



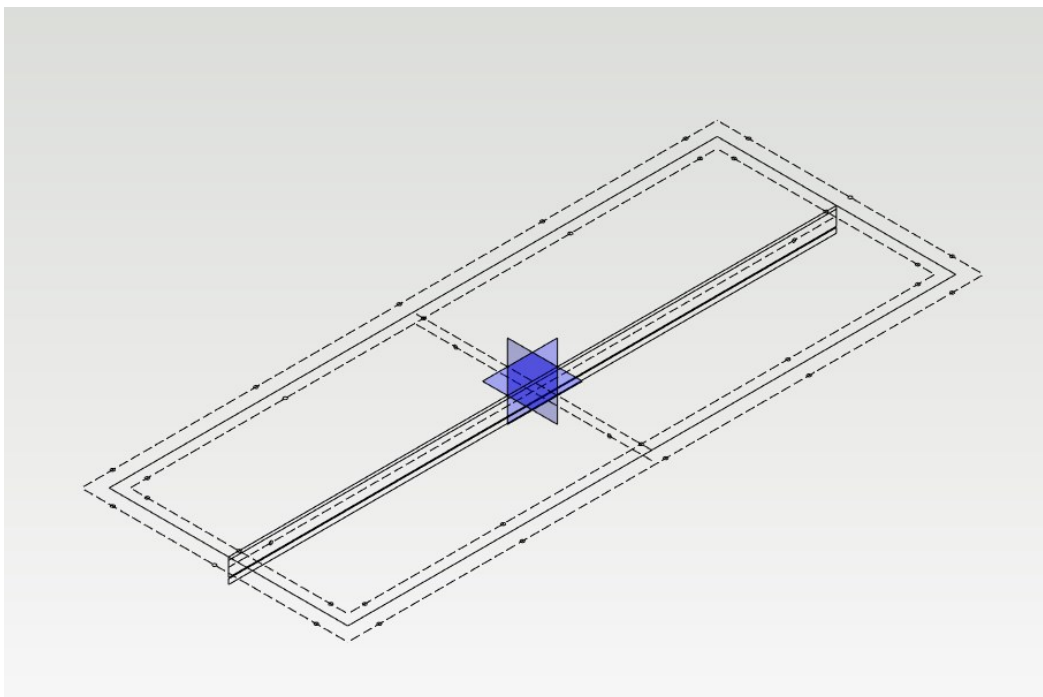
Kuva 5. Matkustamon huoltoluukku

## 5.1 Luukun rakenne

Huoltoluukku valmistetaan yleensä äänieristevanerista, jonka ympärille ruuvataan, tai niitataan sopivan kokoiseksi leikatut alumiiniprofiilit. Äänieristevanerin alle tulee ohuesta ruostumattomasta teräksestä särmätty eristepeltilaatikko. Vanerin päälle tulee joko äänieristemattoa, tai laminointi. Lopuksi tiivistenauha asennetaan alumiiniprofiiliin kiinni, jotta huoltoluukku voidaan asentaa paikoilleen tiiviisti, jolloin linja-auto pysyy vapaana ajomelusta, sekä nesteitä tai likaa ei pääse huoltoluukun reunoista lävitse. Jotkin huoltoluukut voidaan tiivistenauhan sijasta tiivistää esimerkiksi Sikaflex-252 liimamassalla.

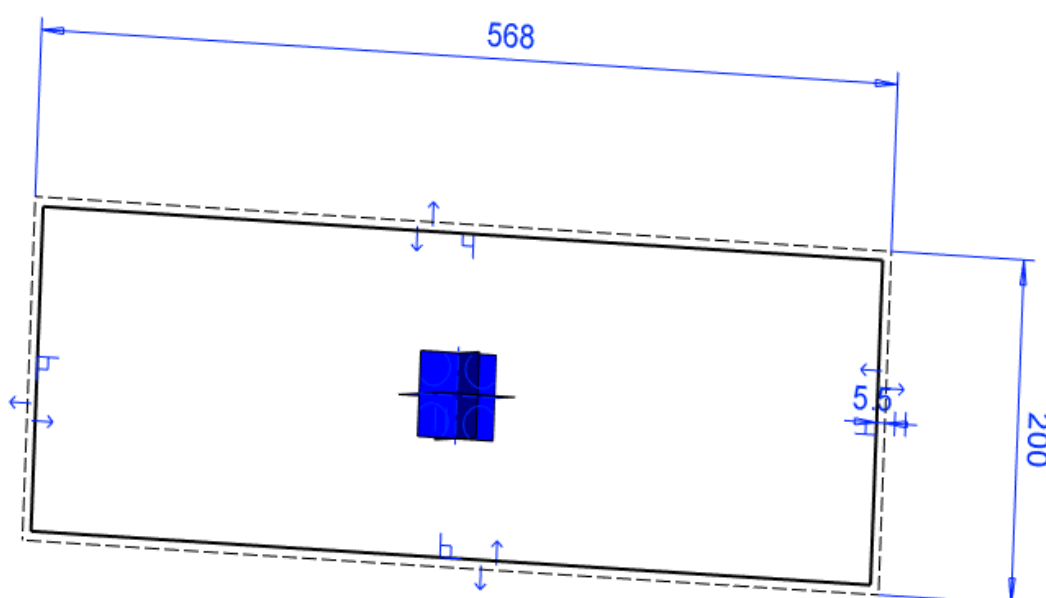
## 5.2 Kokovaihtoehdot

Huoltoluukkuja valmistetaan useita eri kokoja, jotta tarvittava tarkastus- tai työskentelytila mahdollistetaan. Huoltoluukkuja tilataan kokojen 173x102 ja 1390x770 millimetrin väliltä. Vertex G4:llä on mahdollista muokata helposti uusi huoltoluukku tarvittaviin mittoihin. Carrus Deltalla on vertexissä valmiina huoltoluukun ”skeleton”-malli, jossa huoltoluukulle on tehty niin sanottu luuranko. Malliin tulee syöttää vain oikeat mitat, jolloin ohjelma ottaa huomioon tietyt ehdot luukun rakenteessa ja saadaan toimiva ja helposti valmistettava luukku. Mallissa on mahdollista säätää mittoja matosta, vanerista, äänieristeestä, sekä ruuvinreikien sijaintia. Ruuvinreikien jaon takia luukku on mahdollista suurentaa vain tiettyyn pisteeseen asti, jossa reikien jakoväli muuttuu liian isoksi, jolloin reikiä tulee tehdä itse lisää. Tällaista luukkuja tulee kuitenkin harvoin käyttöön, jolloin suunnittelijan ei tarvitse tästä välittää. Kuvassa 6 nähdään huoltoluukun skeleton-mallin luuranko, joka antaa osviittaa, mitä kaikkea ohjelmalla on mahdollista säätää.



Kuva 6. Huoltoluukun skeleton-malli

Kuvassa 7 nähdään selkeyttämisen vuoksi myös mittojen määrittäminen, sekä 5,5 millimetrin esiasetettu etäisyys, jolloin huoltoluukun eri osat eivät mene sisäkkäin, vaan niistä tulee tiivis paketti.



Kuva 7. Huoltoluukun mittojen määrittäminen

## 6 Hankinta

Hankinta on yrityksen ulkoisten resurssien hallintaa, jossa tarvittavien tuotteiden ja palveluiden saatavuus turvataan parhailla mahdollisilla tavoilla. Tuotteita ja palveluita tarvitaan yrityksen toimintojen ylläpitämisessä ja kehittämisessä. Liiketoiminnan näkökulmasta hankinnalla pyritään edistämään yrityksen kilpailukykyä. (Nieminen 2016.)

Hankinnan osuus liiketoiminnan kokonaisvolyymistä on erittäin suuri, keskimäärin yli 50 prosenttia liikevaihdosta. Erityisesti teknologiateollisuudessa hankintojen osuus liikevaihdosta on tyypillisesti noin 60–80 prosenttia. Rakennusteollisuudessa voi jopa 90 prosenttia projektien kustannuksista koostua erilaisista palveluista ja tavarahankinnoista. (Nieminen 2016.)

### 6.1 Alihankinta

Alihankinta on yritysten välinen yhteistoiminta, jossa päähankkija ostaa alihankkijalta tuotteen osia, työvaiheita tai tuotantoon ja toimintaan liittyvää palvelua. Alihankkija voi myös toimia päähankkijana, sekä päähankkija voi toimia alihankkijana. Päähankkija on alihankkijan asiakas, joka voi itse myös toimia alihankkijana tai tuotteen valmistajana. Lopputuotteen valmistaja on päähankkija, joka valmistaa ja myy tuotteet lopulliselle käyttäjälle. (Antila 2012.)

Usein yritykset keskittyvät vain omaan ydinosaamiseensa ja verkostoituvat ulkopuolisten toimijoiden kanssa. Moni toimija ostaa osan tuotteistaan tai palveluistaan muilta toimijoilta alihankintana. (Nieminen 2016.)

## 6.2 Alihankinta Carrus Deltalla

Carrus Deltalla on monia luotettavia ja laadukkaita alihankkijoita, joiden kanssa on tehty yhteistyötä useita vuosia. Eri alihankkijoilla on erilaisia vahvuuksia ja valmistusmahdollisuuksia, joista sisäänostaja valikoi parhaimman tarvittavan palvelun, laadun ja kustannuksen perusteella.

Jotta huoltoluukkuja saadaan tilattua, tulee niistä ensin olla piirustukset, jotka sisältävät tarvittavat mitat, materiaalitiedot ja erikoisehdot. Carrus Deltan hankinta käyttää ERP-järjestelmänä Roima Lean Systems ohjelmaa. Lean sisältää osien nimikkeet, Volvo-osakoodit, piirustukset ja materiaalitiedot.

## 7 Luukun valmistus

### 7.1 Valmistaminen

Huoltoluukkuja on alkuun tarkoitus valmistaa vain pieni osa omavalmisteena. Materiaalit leikataan etukäteen oikean mittaisiksi, koska huoltoluukkujen valmistus työpisteellä halutaan sisältävän vain kokoamisen. Työpisteen hyllyille varastoitu materiaali on helppo kerätä työpisteelle, jolloin huoltoluukku valmistuu nopeasti.

Työvaiheet sisältävät siis alumiiniprofiilien kiinnityksen ruuveilla, mahdollisen maton liimauksen ja pellin ruuvauksen vaneriin. Joihinkin luukkuihin tulee myös tiivistenauha, joka on helppo ja nopea mitata ja leikata sopivan kokoiseksi luukun reunoille. Kaikkeen tähän riittää yksi työntekijä, joka normaalin työn ohessa tulee työpisteelle tarvittaessa kasaamaan huoltoluukkuja.

### 7.2 Materiaalit

Eri huoltoluukkuihin tarvittavia materiaaleja ovat:

- Alumiiniprofiili
- Ruostumaton teräs, L-profiili
- Ruostumaton teräslevy
- Äänieristevaneri
- Lattiamatto, kangas vaihtelee tilauksen mukaan
- Tiivistenauha
- SikaFlex-252 liimamassa
- Kiinnitysruuvit

### 7.3 Laitteet

Laitteet, joita valmistukseen tarvitaan, löytyvät jo valmiina, sillä huoltoluukkuja on ennen valmistettu itse. Laitteet varastoitiin oman valmistuksen loputtua, jotta huoltoluukkuja voitaisiin silti valmistaa tarpeen tullen.

Laitteista tärkein on huoltoluukuille varattu alumiinisirkkeli, jolla saadaan alumiiniprofiilit oikean mittaisiksi nopeasti. Huoltoluukkujen valmistaminen on kuitenkin tarkoitus tapahtua siten, että alumiiniprofiilit olisivat valmiiksi leikattuja oikeisiin mittoihin ja täten asetettu työpisteen hyllyille omille paikoilleen, joten sirkkeliä ei ole tarkoitus säilyttää huoltoluukuille varatussa tilassa, mutta tarpeen vaatiessa sirkkeli tulisi löytyä lähistöltä, jotta aikaa ei kuluisi liikaa oikean kokoisten materiaalien valmistamiseen.

Toinen tärkeä työkalu on suuri tasosirkkeli. Vaneria ja äänieristevaneria tulee saada oikean kokoisina, jolloin varsinkin suuret vanerilevyt vievät paljon tilaa säilytyksessä. Sen vuoksi vanerit tullaan todennäköisesti leikkaamaan vasta joitain hetkiä ennen huoltoluukkujen valmistamista. Tasosirkkeli sijaitsee melko lähellä huoltoluukkujen valmistustiloja, ja se on samalla käytössä alkuvarustelussa muita vaneriosia varten.

Kolmas, jokseenkin ei työkalu, mutta työtila mattojen leikkaamiseen oikean kokoisiksi, on lähistöllä sijaitsevat matonleikkauspöydät. Mattoa saadaan isoina rullina, jolloin niitä on helppo leikata mattopuukolla lähistöllä sijaitsevassa pisteessä. Mattojen asentajat käyttävät niitä pääsääntöisesti mattojen leikkausta ja liimausta varten.

### 7.4 Tila

Tila katsottiin tuotannon tiloihin, vanhan johtopajan viereen. Tila on noin 75 neliometriä, mutta se jaetaan seinillä osiin, jolloin huoltoluukkujen valmistukseen tarkoitettu tila on suhteellisen pieni, noin 25 neliometriä, mutta sinne tarvittavat työkalut mahtuvat hyvin. Alumiiniprofiilien ja vanerien säilytys onnistuu hyllyille, jotka eivät vie paljoa tilaa.

## 8 Huoltoluukun valmistuksen kustannusvertailu

Hintoja ei tässä opinnäytetyössä mainita, koska alihankkijoiden tuotteiden hintojen julkaiseminen ei ole soveliaista, joten hintavertailussa käytetään indeksilukua. Indeksilukua hyödyntämällä saadaan tehtyä vertailu alihankkijan ja omavalmisteen välillä ilman, että huoltoluukkujen todellinen hinta selviää lukijalle. Hintoja vertaillaan prosentuaalisesti.

Materiaalien hinnat on selvitetty käyttämällä Lean Systems työkalua. Se sisältää kaiken yrityksen ostettavat tuotteet ja niiden hinnat. Materiaalien kustannus on katsottu materiaalin standardihinnasta. Standardihinta on valmistajan ilmoittama, jossa ei huomioida muuttuvia tekijöitä materiaalin hintaan.

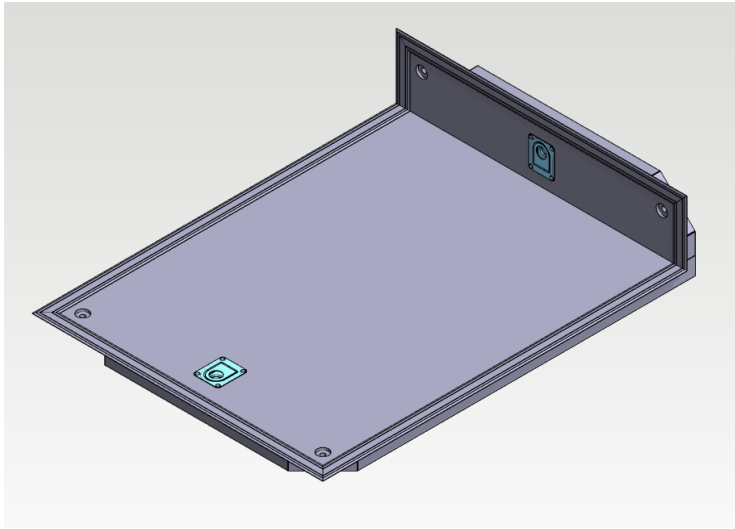
Carrus Deltan omavalmisteiseen tuotteeseen on myös lisätty työtuntiveloitus. Työaika on arvioitu pyöreästi siten, että se sisältää materiaalien leikkaukset, sekä huoltoluukun kokoamisen.

Indeksilukuna käytetään yksinkertaisuuden takia lukua 100 alihankkijan tuotteelle. Omavalmisteisen huoltoluukun indeksiluku saadaan ottamalla omavalmisteen yhden materiaalin kustannus, joka jaetaan alihankkijan tuotteen hinnalla. Kun jokaisen materiaalin indeksiluku on saatu, niiden yhteenlaskettu summa kertoo omavalmisteen indeksiluvun. Indeksiluvun laskukaava on siis

$$\text{Indeksiluku} = \frac{\text{Omavalmiste}}{\text{Alihankkijan tuote}} \times 100\%$$

Kaava 1. Indeksiluku

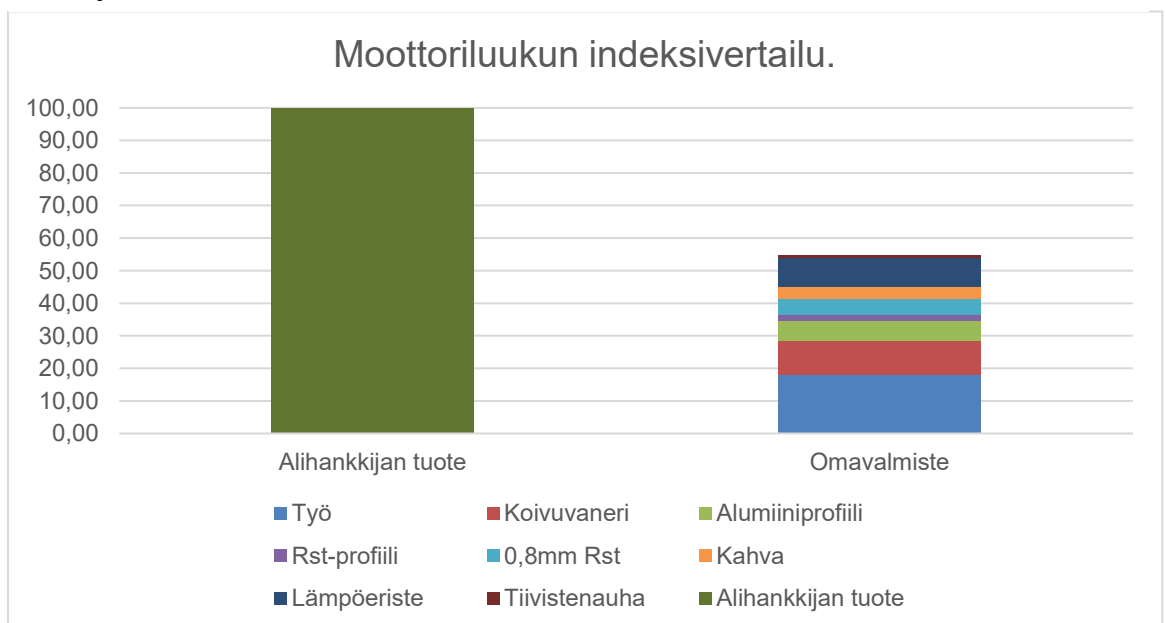
## 8.1 Moottoriluukku



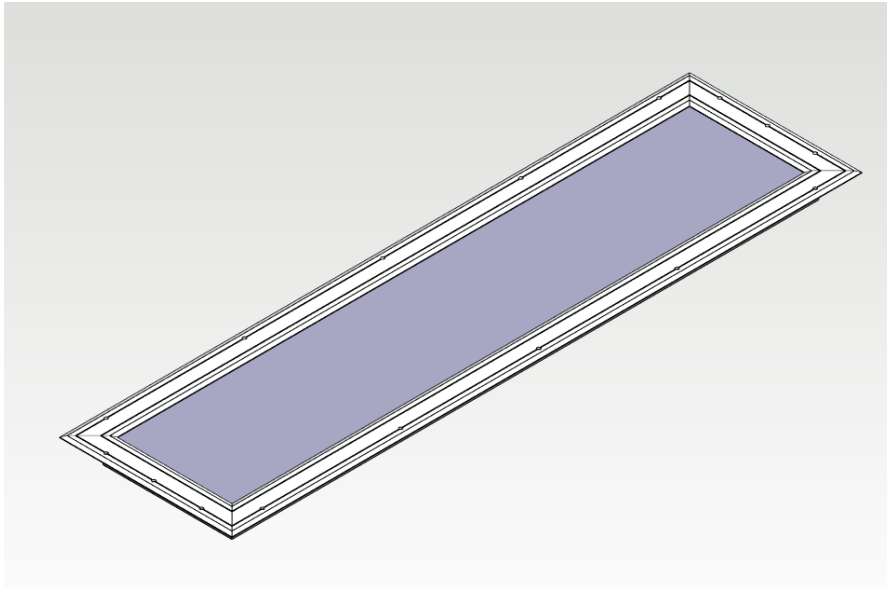
Kuva 8. Moottoriluukku

Kuvan 8 huoltoluukun mitat ovat 600x800x145 millimetriä. Indeksilukuna käytetään alihankkijan hintaa, jonka hinnalle annetaan 100 indeksipistettä. Omavalmisteluukulle saatiin indeksipisteiksi 54,64. Omavalmiste olisi siis 45,36 prosenttia edullisempi, kuin alihankkijan tuote. Kuvaajassa 1 nähdään moottoriluukun indeksivertailu.

Kuvaaja 1. Moottoriluukun indeksivertailu.



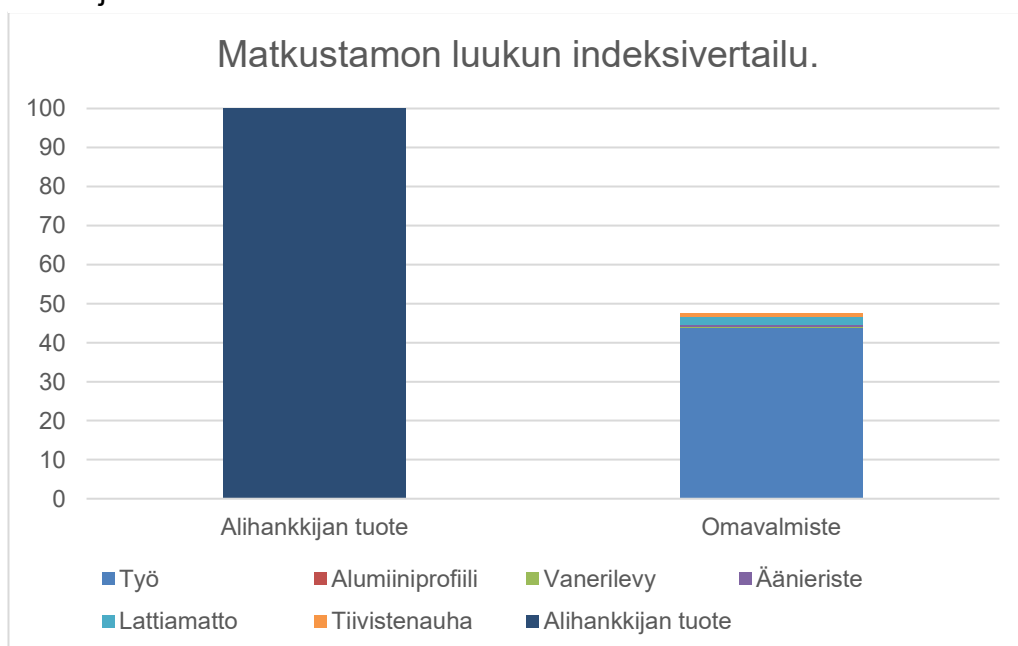
## 8.2 Matkustamon luukku



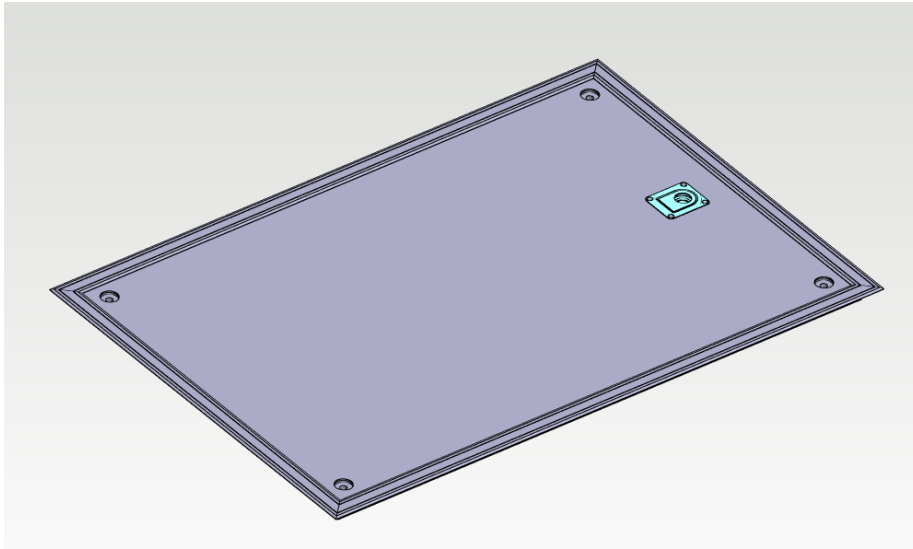
Kuva 9. Matkustamon luukku

Kuvan 9 huoltoluukun mitat ovat 620x145 millimetriä. Indeksilukuna käytetään alihankkijan hintaa, jonka hinnalle annetaan 100 indeksipistettä. Omavalmisteen indeksipisteet ovat 47,65. Omavalmiste olisi siis 52,35 prosenttia edullisempi, kuin alihankkijan tekemä luukku. Kuvaaja 2 näyttää tarkemman erittelyn materiaalien ja työn osuuksista huoltoluukussa.

Kuvaaja 2. Matkustamon luukun indeksivertailu.



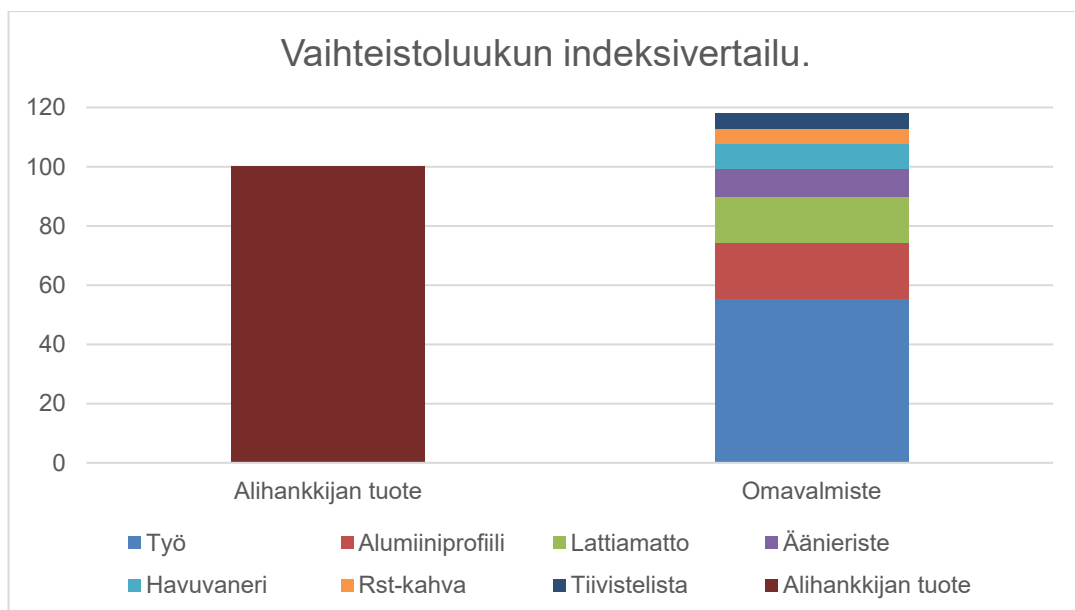
### 8.3 Vaihteistoluukku



Kuva 10. Vaihteistoluukku

Kuvan 10 huoltoluukun mitat ovat 568x855 millimetriä. Kuvaajassa 3 Indeksilukuna käytetään alihankkijan hintaa, jonka hinnalle annetaan 100 indeksipistettä. Omavalmisteen indeksipisteet ovat 118,20. Omavalmiste olisi siis 18,20 % kalliimpi, kuin alihankkijan tekemä tuote.

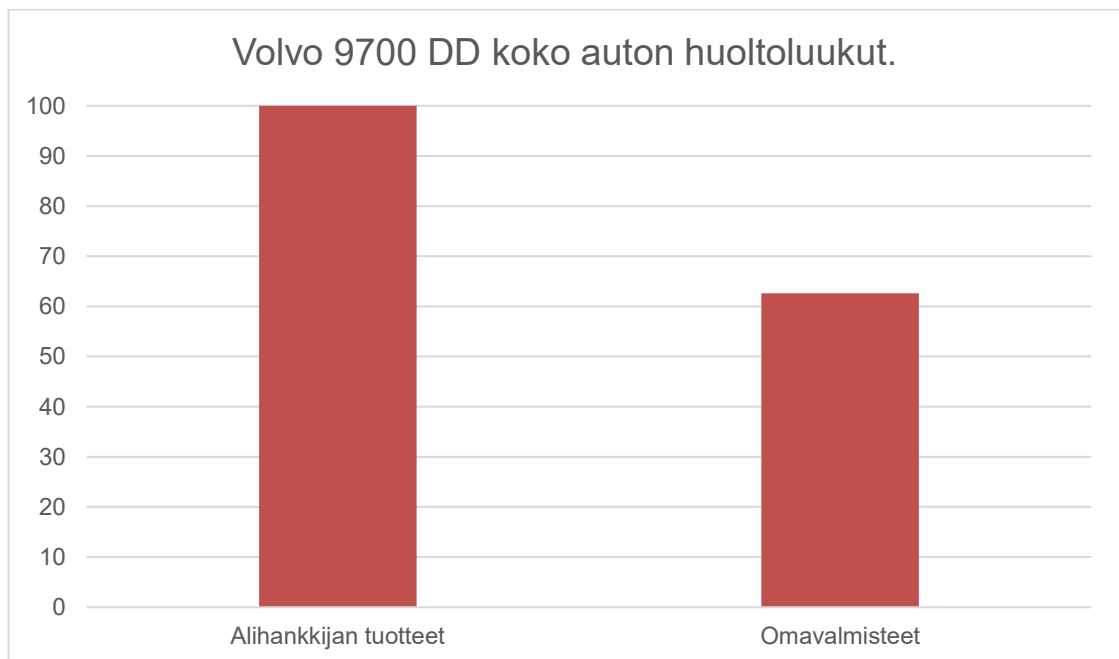
Kuvaaja 3. Vaihteistoluukun indeksivertailu.



#### 8.4 Volvo 9700 DD koko auton huoltoluukut

Viimeisenä kuvaajassa 4 verrataan yhden jo valmistuneen Volvo 9700 DD linja-auton kaikkien huoltoluukkujen kustannuksia. Huoltoluukkuja on yhteensä 16 kappaletta. Indeksilukuna käytetään alihankkijan huoltoluukkujen hintojen summaa, jonka hinnoille annetaan 100 indeksipistettä. Omavalmisteiden huoltoluukkujen indeksipisteeksi tuli 62,63. Omavalmisteiset luukut tämän linja-auton osalta olisi 37,37 % edullisempi, kuin alihankkijan tekemät tuotteet.

Kuvaaja 4. Volvo 9700 DD koko auton huoltoluukut.



## 9 Yhteenveto ja pohdinta

Työn tarkoituksena oli vertailla alihankkijan toimittaman ja omavalmisteisen huoltoluukun hintoja, sekä suunnitella valmistuksen sijaintia ja prosessia Carrus Deltan tuotantotiloissa.

Tässä opinnäytetyössä verrattiin yhden linja-auton jokaisen huoltoluukun, sekä kolmen erillisen huoltoluukun hintavertailua. Vertailun tuloksista nähdään, että alihankkijan tuotteet ovat suuremmassa kokonaisuudessa huomattavastikin kalliimpia. Joidenkin huoltoluukkujen hinta ei eroa huomattavasti alihankkijan valmistamaan huoltoluukkuun, mutta pienistäkin säästöistä tulee suuremmassa mittakaavassa erittäin suuria.

Tuloksien perusteella huoltoluukkujen valmistus kannattaa ottaa omavalmisteiseksi. Kuitenkin huoltoluukkujen valmistus tulisi aloittaa siten, että huoltoluukkuja valmistetaan vain muutamia, jotta nähdään todellisuudessa paljonko työtunteja ja resursseja valmistusprosessi vie. Todellisuudessa kustannus saattaa alkuun olla suurehkoa, sillä huoltoluukkuja valmistava työntekijä ei välttämättä heti ole toimintatavoiltaan ajallisesti optimaalinen.

Indeksivertailujen lopputulos yllätti minut positiivisesti ja olen erittäin tyytyväinen lopputulokseen. Opin työtä tehdessä 3D-suunnittelusta ja siihen tarvittavista työkaluista, sekä yrityksiä tarpeista ulkoistaa joitakin tuotannon prosesseja. Tiedoista ja taidoista tulee olemaan erittäin paljon hyötyä jatkossa mekaniikkasuunnittelijan työtehtävissä.

## Lähteet

Antila, T. 2012. Alihankintaprosessin kehittäminen levyosavalmistuksessa.

Diplomityö. Konetekniikan koulutusohjelma. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 20.5.2023

<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/21166/antila.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Carrus Delta Oy, 2023. <https://www.carrusdelta.fi/fi/> Viitattu 13.5.2023

Nieminen, S. 2016. HYVÄ HANKINTA - PAREMPI BISNES. Helsinki : Talentum Pro

Suomen Asiakastieto Oy, 2023. <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/carrus-delta-oy/25385023/yleiskuva> Viitattu 13.5.2023