



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ilia Gusarov

Koneistettavien osien alihankinnan kehittäminen

Opinnäytetyö

Kevät 2023

Insinööri (AMK), Konetekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Ilia Gusarov

Työn nimi: Koneistettavien osien alihankinnan kehittäminen

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 46

Liitteiden lukumäärä: 1

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Nordautomation Oy:n koneistettavien osien kustannuksia ja analysoida, onko niitä kannattavampaa valmistaa omassa tuotannossa vai ostaa alihankinnasta. Toimeksiantaja halusi myös selvittää optimaalisen eräkoon ostettaville osille.

Työ koostui pääasiassa valmistus- ja hankintakustannusten kartoituksesta ja vertailusta. Tutkimus rajattiin viiteen yleisesti toimitettavaan tukinkäsittelylaitteeseen, joiden koneistettaviin osiin vertailu kohdistui. Työ toteutettiin tutkimalla ja mittaamalla toimeksiantajan tuotannon kustannuksia osasarjoissa, joita tarvitaan lopputuotteiden valmistukseen. Yhteistyömahdollisuuksia tutkittiin viiden eri yrityksen kanssa Suomesta ja Virossa. Tutkimuksen aikana haastateltiin tuotannon johtoa, suunnittelijoita, hankintavastaavia ja tuotannon työntekijöitä. Oman tuotannon ja alihankinnan vertailua pyrittiin tarkastelemaan eri näkökulmista.

Tutkimuksen aluksi käytiin läpi teoriaa alihankinnasta, kustannuksista ja tuotannosta. Omasta tuotannosta tutkittiin potentiaaliset pullonkaulat ja kehitettävät asiat. Alihankinnan suunnittelusta ja päätöksenteosta laadittiin prosessikuvaus, joka selkeyttää sitä ja parantaa yrityksen hankintatoiminnan laatua. Tämän opinnäytetyön avulla saatiin selville osien valmistusaikoja ja -kustannuksia omassa tuotannossa. Lisäksi havaittiin dokumentoinnissa olevia puutteita, jotka vaikeuttavat alihankinnan edistämistä. Alihankinnan suunnittelun ja päätöksenteon selkeytymisen ja valmistuskustannuksien tiedon avulla kehitys jatkuu kohti kustannustehokkaampaa ja laadukkaampaa tuotantoa sekä hankintatoimintaa.

¹ Asiasanat: alihankinta, koneistus, kustannuslaskelmat

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Ilia Gusarov

Title of thesis: Developing subcontracting of machined parts

Supervisor: Kimmo Kitinoja

Year: 2023

Number of pages: 46

Number of appendices: 1

The purpose of the thesis was to study the costs of Nordautomation Oy's machinable parts and to analyze whether it would be more profitable to manufacture them in-house or to buy from a subcontractor. The client also wanted to learn the optimal batch size for the purchased parts.

The work mainly consisted of mapping and comparing manufacturing and procurement costs. The research was limited to five commonly supplied log handling devices, machinable parts of which were compared. The work was carried out by researching and measuring the costs of the client's production in the parts series needed to manufacture the final products. Cooperation possibilities were explored with five different companies from Finland and Estonia. During the research, the production management, designers, purchasing managers and production employees were interviewed. The aim was to compare their own production and subcontracting from different perspectives.

At the beginning of the study, the theory of subcontracting, costs and production was reviewed. Potential bottlenecks and things to be developed were studied. A decision-making matrix was drawn up. With the help of the work, it was possible to find the manufacturing times and costs of the parts in the production. In addition, deficiencies in documentation were found, which made it difficult to promote subcontracting. As a result, the company received information about manufacturing costs, which could be used to continue the development towards more cost-effective and higher-quality production and procurement activities.

¹ Keywords: subcontracting, machining, cost calculation

SISÄLTÖ

| | |
|---|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä | 1 |
| Thesis abstract | 2 |
| SISÄLTÖ | 3 |
| Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo | 5 |
| Käytetyt termit ja lyhenteet..... | 7 |
| 1 JOHDANTO | 8 |
| 1.1 Työn tausta | 8 |
| 1.2 Työn tavoite ja rajaus | 8 |
| 1.3 Työn rakenne | 8 |
| 1.4 Yritysesittely | 9 |
| 2 ALIHANKINTA..... | 11 |
| 2.1 Alihankintaan siirtyminen ja päätöksenteko..... | 11 |
| 2.1.1 Kustannustekijät..... | 12 |
| 2.1.2 Optimaalinen erä koko | 13 |
| 2.2 Alihankkijan valintaprosessit | 14 |
| 2.3 Tilaus- ja sopimusprosessi | 17 |
| 2.4 Laadunvalvontaprosessi ja koordinointi..... | 19 |
| 2.5 Kustannukset ja riskit | 20 |
| 2.6 ABC-analyysi..... | 21 |
| 2.7 Tuotantokustannusten mittaaminen | 21 |
| 2.8 Valmistusystävällinen suunnittelu..... | 22 |
| 3 ALIHANKINNAN SUUNNITTELUA..... | 25 |
| 3.1 Suunnittelun ja valmistuksen yhteistyön kehittäminen..... | 25 |
| 3.2 Laitteiden varaosatoimitukset | 25 |
| 3.3 Päätöksenteko..... | 26 |
| 3.4 Päätöksentekomatriisi | 26 |
| 3.5 Nordautomation koneistus..... | 27 |
| 3.6 Osien ryhmittelyä kustannuslaskennassa | 31 |
| 4 YHTEENVETO | 40 |

| | |
|-------------------|----|
| 5 POHDINTAA | 41 |
| LÄHTEET | 43 |
| LIITTEET | 45 |

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

| | |
|---|----|
| Kuva 1. Konepaja Alajärvellä..... | 10 |
| Kuva 2. Jyrsinkone TOS KURIM..... | 28 |
| Kuva 3. NC-sorvi PINACHO 310. | 29 |
| Kuva 4. Kärkisorvi VDF..... | 29 |
| Kuva 5. Kärkisorvi ZMM CU800..... | 30 |
| Kuva 6. Vannesaha EVERISING H-360. | 30 |
| Kuva 7. Pystykarainen työstökeskus Dahlih MCV-1800. | 31 |
| Kuva 8. Vetoakseli..... | 32 |
| Kuva 9. Kuljetinketjupyörä. | 33 |
| Kuva 10. Laakeripesä. | 35 |
| Kuva 11. Rullaketjukytkin (vasemmalla) ja laippakytkin (oikealla). | 36 |
| Kuva 12. Epäkesko tappi (vasemmalla) ja rullapidimen tappi (oikealla). | 38 |
| Kuva 13. Kustannusero..... | 39 |
| | |
| Kuvio 1. Alihankintatoiminta..... | 14 |
| Kuvio 2. Tilaajan ja toimittajan väliset liikesuhteet. | 15 |
| Kuvio 3. Algoritmi mahdollisen ulkoistamiskumppanin valitsemiseksi..... | 17 |
| Kuvio 4. Hankintasopimuksissa käsiteltäviä asioita. | 19 |
| Kuvio 5. Ulkoistaminen riskit. | 21 |
| Kuvio 6. Nordautomation päätöksentekoprosessi..... | 27 |

| | |
|--|----|
| Kuvio 7. Akseleiden valmistushinta alihankinnan verrattuna..... | 32 |
| Kuvio 8. Kuljetinketjupyörien valmistushinta alihankinnan verrattuna. | 34 |
| Kuvio 9. Laakeripesien valmistushinta alihankinnan verrattuna. | 35 |
| Kuvio 10. Kuorikytkimien hinta alihankinnan verrattuna..... | 37 |
| Kuvio 11. Pienosien hinta alihankinnan verrattuna. | 38 |

Käytetyt termit ja lyhenteet

| | |
|------------|---|
| ISO | Kansainvälinen standardisoimisjärjestö (International Organization for Standardization Standards) |
| DFA | Suunnittelu kokoonpanon kannalta (Design for Assembly) |
| DFM | Suunnittelu tuotantoon sopivaksi (Design for Manufacturing) |

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Maailmanlaajuinen kilpailu puuteollisuudessa vaatii yrityksiltä entistä tehokkaampaa ja nopeampaa toimintaa. Sahalaitosten jatkuva kehittäminen edellyttää laitevalmistajan virheetöntä toimitusvarmuutta. Tämä opinnäytetyö käsittelee yrityksen koneistettavien osien alihankinnan mahdollisuuksia. Konepajan automatisoinnin taso on vähäinen pienien tuotesarjojen takia. Kasvavan tilauskannan vuoksi tarvitaan lisää valmistuskapasiteettia. Nordautomation Oy:n koneistamossa työskentelee tällä hetkellä 5 henkilöä. Työntekijäpula pakottaa miettimään erilaisia ratkaisuja. Tällä hetkellä osa koneistustyöstä tilataan alihankintana.

1.2 Työn tavoite ja rajaus

Tavoitteena on tutkia Nordautomation Oy:n koneistamon valmistamien tuotesarjojen kustannuksia ja selvittää, kuinka kannattavaa alihankintana ostettuihin osakomponentteihin siirtyminen on. Työssä selvitetään muutoksia kustannuksiin, sekä mitä se mahdollisesti säästää ja miten se vaikuttaa työkorteissa näkyviin työtunteihin. Tavoitteena on myös selvittää, minkälaisia riskejä alihankintana ostaminen aiheuttaa. Kokeilun ideana on siis saada tuotesarjalle parempi kustannustehokkuus tuotannossa. Yksi tärkeimmistä tehtävistä tässä tutkimuksessa on analysoida, mitkä osat konepajalla valmistettavista laitteista kannattaa ostaa. Tällä tavalla voidaan suunnata resursseja omaan ydinosaamiseen. Alihankinnassa tehtävänä olisi valmistaa osat päähankkijan piirustuksien mukaan. Aiheen rajaus kohdistuu viiteen laitteeseen sekä viiteen koneistettavien osien pääryhmään.

1.3 Työn rakenne

Teoriaosassa kerrotaan ulkoistamisesta ja kustannuksista sekä selvitetään erilaisia alihankinnan tyyppejä. Teoriassa käsitellään myös tilausprosessin laadunvalvontaa, sekä niihin liittyviä sopimusasioita. Tämä jälkeen siirrytään nykytilan kartoitukseen ja tuotantolinjan pullonkaulojen selvittämiseen. Sovellusosuudessa pohditaan suunnittelun ja valmistuksen yhteistyötä ja alihankintaan liittyvä päätöksentekoa. Koneistamon kapasiteettia ja laitteis-

tosta esitellään myös, sekä vertaillaan valmistettavien osien omakustannushintaa ja alihankintahintaa. Pohdinnassa ja yhteenvedossa suunnitellaan hankintastrategiaa ja siinä huomioitavia asioita.

1.4 Yritysesittely

Nordautomation Oy on Pauli Ojalan vuonna 1991 perustama puunjalostusteollisuuden projektitoimituksiin erikoistunut yritys (Nordautomation Oy, i.a.-a). Vuonna 2018 tapahtuneen yrityskaupan myötä Addtech Group konserni osti 80 % yrityksestä, ja tällä hetkellä yritys on Euroopan markkinoiden johtava tukinkäsittelytekniikan valmistaja. Yrityksen hallinto, projektinjohto, suunnittelu, tuotekehitys, markkinointi ja myynti toimivat Kristiinankaupungissa. Tuotantolaitos sijaitsee Alajärvellä Etelä-Pohjanmaalla. Yrityksessä työskentelee noin 90 henkilöä. Nordautomation Oy:n liikevaihto on noin 15 miljoonaa euroa.

Yrityksen ydinosaisena on tukinlajittelijoiden ja sahaan syötön tarvittavat laitteet (Nordautomation Oy, i.a.-b). Näiden lisäksi tuotevalikoimasta löytyy erilaiset sahojen sivutuotteet ja kuljetinjärjestelmät. Tuotevalikoimasta löytyy:

- Tukkipöydät
- Hajoituspöydät
- Porrasannostin
- Arvostelukuljetin
- Tukkikuljettimet
- Metallinilmaisinkuljetin
- Mittauskuljetin
- Lajittelukuljettimet
- Lajittelulokerot
- Tasausrullastot
- Kiihdytyskuljettimet

- Hihnakuljettimet
- Metallinpaljastimeen liittyvät kuljetinradat
- Raappakuljettimet
- Kuori- ja roskakuljettimet
- Tukkinostimet
- Tukinkääntimet; revolveri- ja kaarikääntimet, kääntöpöydät



Kuva 1. Konepaja Alajärvellä (Nordautomation, i.a.-c).

2 ALIHANKINTA

Lehtisen (1991, s. 10) mukaan ”alihankinta on yritysten tai yritysten ja julkisen laitosten välistä yhteistoimintaa, jossa päähankkija ostaa alihankkijalta tuotteeseen liittyviä palveluita”. Keskeisin syy toimintojen ulkoistamiselle on kustannusten alentaminen (Huuhka, 2019, 7.1 Ulkoistamisen ajurit ja hyödyt -luku). Lehikoinen ja Töyrylä (2013, s. 19) toteavat, että tiettyjen palvelujen tuottamiseen keskittyvä yritys on tavallisesti tehokkaampi ja laadukkaampi kuin yritys, joka yrittää tehdä kaikenlaista työtä itse.

Taloudellista teoriaa oman tuotannon toteutettavuuden analysoinnista alihankintaan verrattuna kutsutaan transaktiokustannusteoriaksi (Pajarinen, 2001, s. 7). Tämän teorian mukaan transaktio syntyy, kun tuote siirtyy tuotantovaiheesta toiseen. Jokainen vaihe voidaan suorittaa itsenäisesti tai delegoida muille. On myös mahdollista ohjata transaktion hallintaa itse tai palkata kolmannen osapuolen yritys. Tämän teorian mukaan, jotta yritys voisi määrittää oman tuotannon kannattavuuden, on otettava huomioon kolme asiaa. Ensin on laskeettava kaikki tuotantoon liittyvät kustannukset yhteen ja verrattava näitä mahdollisen alihankkijan tarjoukseen. Seuraavaksi transaktiokustannukset on määriteltävä. Ne sisältävät esim. organisointi- ja valvontakustannukset. Lopuksi määritetään yrityksen strategia, sen kehitys ja mahdollinen muutos.

2.1 Alihankintaan siirtyminen ja päätöksenteko

Häkkinen (2004, s. 17) kertoi, että on olemassa samalla alalla toimivia yrityksiä, jotka valmistavat tuotteet kokonaisuutena itsenäisesti, ja osa ulkoistaa tuotannon joko osittain tai kokonaan. Konepajateknologian kehittyminen on muuttanut valmistusperiaatteita (Häkkinen, 2004, s. 15–16). Aikaisemmin yritykset käyttivät manuaalisia koneita. Yksi tuotantovaihe (transaktio) kesti kauan ja vaati paljon henkilö- ja muita resursseja. Yhdellä nykyaikaisella CNC-koneella voi tehdä useamman vanhan koneen työt yhdessä vaiheessa. Alihankkija voi keskittyä tietyn tyyppisten töiden suorittamiseen ja ostaa tähän tarkoitukseen sopivat laitteet. Ulkoistamisen avulla päästään tuotantoinvestoinneista eroon ja voidaan ehkäistä riskejä monimutkaisissa investoinneissa. Globalisaation vaikutuksesta pystytään tilaamaan osat ulkomailta tai jopa siirtämään tuotanto kokonaan ulkomaille.

2.1.1 Kustannustekijät

Porter (1985) jakoi kustannustekijät kymmeneen eri kategoriaan:

1. Suuruuden taloudellinen etu

Se merkitsee tuotantoyksikön tuotantokustannusten alenemista lisäämällä määrää. Kaikenkokoiset yritykset voivat hyötyä tällaisista säästöistä. Yleisin esimerkki on tuotteen suurimman määrän ostaminen ja tukkualennuksen saaminen. Myös vakiointi antaa edun ja mahdollisuuden käyttää yhtä osaa eri laitteissa.

2. Oppimisen taloudellinen etu

Tämän tyyppinen talous pyrkii lisäämään tuottavuutta. Ajan myötä tekijät löytävät parempia ratkaisuja ja tekevät työprosessit nopeammin ja kustannustehokkaammin.

3. Kapasiteetin tehokas käyttö

Tehokas kapasiteetin käyttö on tärkeää. On välttämätöntä, että se riittää tehtävien suorittamiseen.

4. Toimintojen väliset yhteydet

Sisäisen logistiikan ja varastoinnin avulla hallitaan toimintojen välisiä yhteyksiä. Näihin liittyvät tehtävät ovat arvoa tuottamatonta toimintaa. Tuotantovaiheiden sijoittelulla ja aikataulutuksella sekä sujuvoittamalla toiminnoista muodostuvia prosesseja voidaan vaikuttaa kustannuksiin.

5. Tulosityksikköjen väliset yhteydet

Keskitetty ja tulosityksikköjen rinnakkaiset toiminnot muodostuvat yksikköjen välisten yhteyksien perusteella. Asiakasohjautuvuus ja asiakasarvon tuottamiseen keskittyvä tulosityksikköjen yhteistyö riippuu pitkälti organisaatorakenteesta.

6. Vertikaalisen integraation määrä

Tämä mekanismi osoittaa, kuinka paljon yritys tekee toimenpiteitä koko tuotantoketjun parantamiseksi tai keskittyy johonkin yhteen konkreettiseen.

7. Uusien teknologioiden hyödyntäminen

Joskus uusien teknologioiden käyttöönotto vaatii isoja investointeja, joten alkuvaiheessa se voi olla hyvin kallista.

8. Yrityksen tekemä strateginen valinta

Investoidaan uusiin tuotteiden ja tuoteryhmien valintaan tai säästetään vain keskittymällä vain tiettyihin tuotteisiin. Markkinoiden tarpeiden ja markkina-alueiden huomiointi kustannusvaikutuksissa.

9. Maantieteellinen sijainti

Sijainti vaikuttaa kustannuksiin logistiikan, materiaalien, palkkojen, energiakustannusten, vuokran jne. osalta.

10. Institutionaaliset tekijät

Tekijöihin sisältyy mm. ammattiyhdistysten neuvotteluvoima ja verot.

2.1.2 Optimaalinen eräkkö

Vuonna 1913 amerikkalainen tuotantoinsinööri Ford Whitman Harris esitteli EOQ kaavan (1) maailmalle. Englannin kielestä *Economic order quantity* tarkoittaa optimaalista ostoeräkköä. Alla olevissa kaavoissa käytetään seuraavia lyhenteitä:

Q = optimaalinen ostoeräkkö (kaava 1) / optimaalinen valmistuseräkkö (kaava 3)

C = tilauskustannukset

R = vuoden kysyntä

P = yksikköhankintahinta

F = varastossapitokustannukset / yksikköhinta

TC = kokonaiskustannukset

H = F * P = varaston pitokustannukset/ yksikkö

r = kysyntänopeus

p = valmistusnopeus

$$Q = \sqrt{\frac{2 * C * R}{P * F}} \quad (1)$$

$$TC = R * P + H * Q \quad (2)$$

Viiden vuoden päästä, vuonna 1918 William Howard Taft kehitti EPQ kaavat (3,4).

Economical Production Quantity, joka laskee optimaalisen valmistuksen eräkokoan ja sen optimivalmistuskustannuksen.

$$Q = \sqrt{\frac{2 * C * R * p}{P * F * (p - r)}} \quad (3)$$

$$TC = R * P + (p - r) * H * Q / p \quad (4)$$

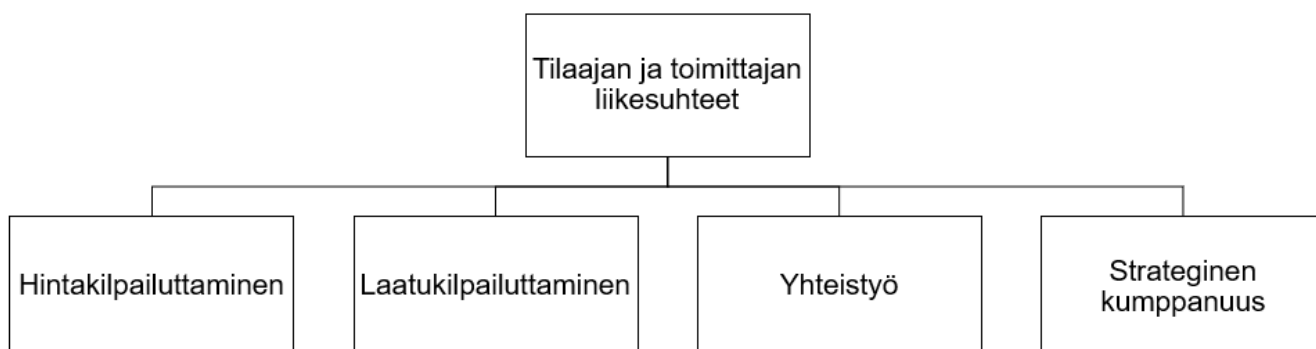
2.2 Alihankkijan valintaprosessit

Häkkinen (2004, s. 27) kertoi, että alihankkijan käyttämät valmistusmenetelmät eri osa-alueilta ja jatkuvan parantamisen kehittymiskyky ovat tärkeämmät huomioitavat asiat valintaprosessissa. Päähankkijat usein tekevät tarkastuslistoja, joiden mukaan arvioidaan alihankkijoiden toimintaa. Tässä tapauksessa alihankkijoiden tehtävänä on järjestää oma toimintansa niin, että se vastaa päähankkijoiden vaatimuksia (Kuvio 1).



Kuvio 1. Alihankintatoiminta (perustuu Häkkinen, 2004).

Hyötyläinen ja Kuivanen (1997, s. 16–19) toteavat, että tilaajan ja toimittajan väliset liikesuhteet voidaan jakaa neljään ryhmään (Kuvio 2).



Kuvio 2. Tilaajan ja toimittajan väliset liikesuhteet (perustuu Hyötyläinen, 1997).

1. Hintakilpailuttaminen

Tämä strategia sisältää sellaisten tavaroiden ostamisen, joita ei ole käytännössä järkevä valmistaa itsenäisesti. Usein nämä ovat yksinkertaisia tuotteita, jotka ovat melko yksinkertaisia valmistaa. Tässä tapauksessa pitää etsiä aktiivisesti potentiaalisia valmistajia ja valita se, joka tuottaa tavarat halvemmalla. Tällaisissa tapauksissa tehdään yleensä lyhytaikaisia toimitussopimuksia.

2. Laatu kilpailuttaminen

Tässä tapauksessa tilataan tavaroita, joiden itsenäinen valmistaminen on mahdotonta. On löydettävä valmistaja, joka täyttää laatu kriteerit ja jolla on kaikki tarvittavat sertifikaatit ja hyväksynät. Asiakas pyrkii valvomaan valmistajaa ja järjestää laadun kontrolloinnin.

3. Yhteistyö (partnership)

Valmistaja ymmärtää asiakkaan tarpeet ja osallistuu aktiivisesti tuotteen kehittämiseen. Alihankkija osallistuu suunnitteluun ja usein hänellä on pääsy tuotepiirustuksiin. Joissakin tapauksissa asiakas voi investoida alihankkijan ehdottamiin ideoihin.

4. Strateginen kumppanuus

Tämä strategia edellyttää laajaa vuorovaikutustasoa. Yrityksillä on integroitua viestintäyhteyksiä ja logistiikkajärjestelmiä. Toimittajat tuntevat asiakkaan strategian ja suunnitelmat

ja voivat investoida ja kehittää omaa tuotantoaan asiakkaan tarpeiden mukaan. Joskus toimittaja suunnittelee tai parantaa tuotetta itse. Palkitsemisjärjestelmä motivoi tavarantoi-
mittajia.

Seuraavassa vastuumatriisitaulukossa (Taulukko 1) nähdään eri asemien osallistumisaste päätöksentekoon. Oikea vastuunjako on avain yrityksen asianmukaiseen toimintaan

Taulukko 1. Ostopäätöksenteko matriisitaulukko (soveltaen Impola, 2022, s. 95)

| Taso | Ostopäätös | | | | |
|-------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------|---------|--------|
| | Osto- strategiat | Hankinta- lähteiden määrittely | Myyjän valinta | Sopimus | Tilaus |
| Toimitusjohtaja | P | T | T | T | T |
| Materiaalijohtaja | H | P | H | H | T |
| Hankintapäällikkö | A | H | P | P | H |
| Ostaja | T | A | A | A | P |

P = Tekee päätökseen

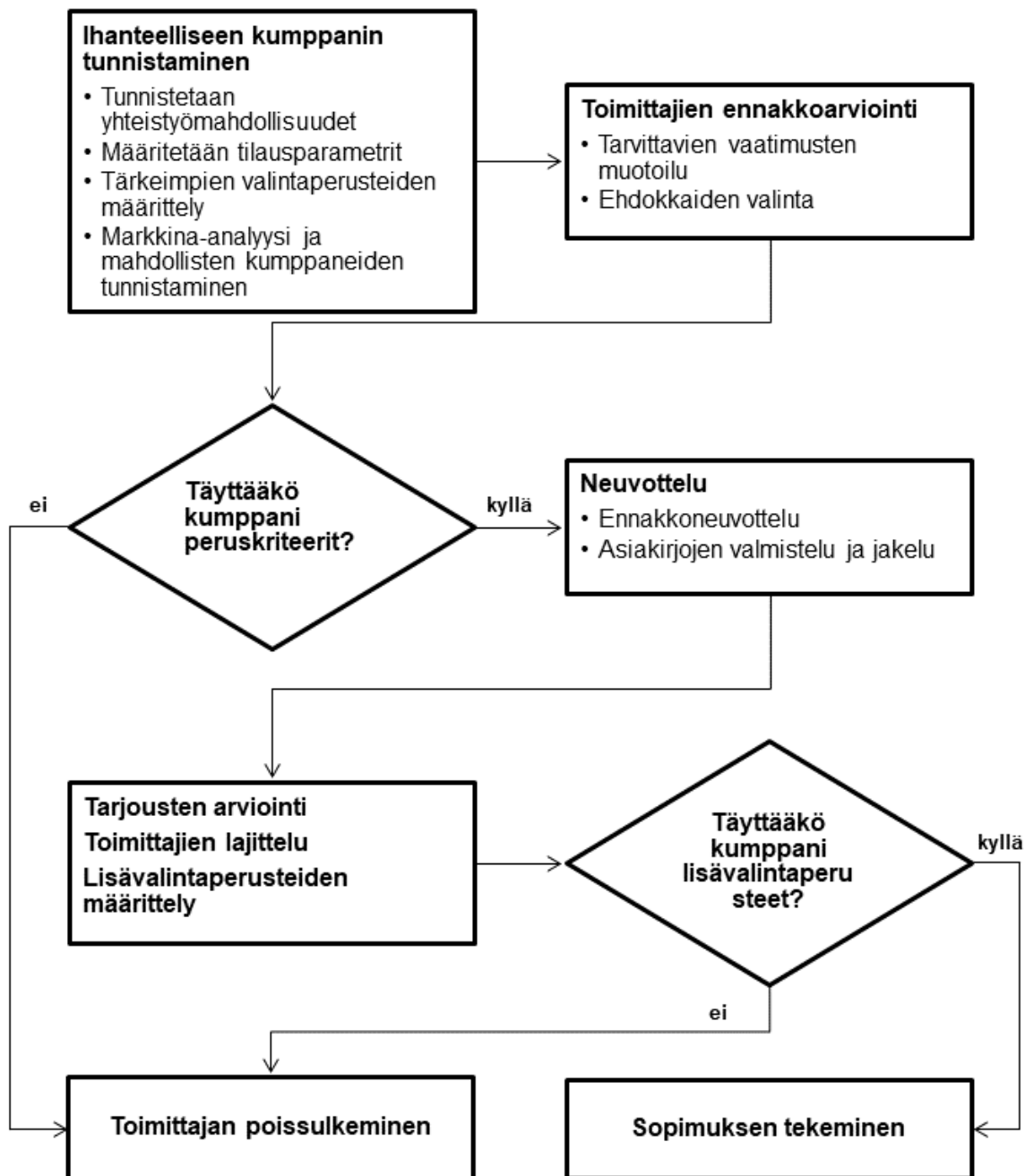
T = Saa tiedon

H = Hyväksyy

A = Tekee aloitteen

Kun on tehty myönteinen päätös ostaa osat alihankinnasta, alkaa alihankkijan valinnan vaikea vaihe. Tämä prosessi sisältää monia elementtejä ja kysymyksiä.

Moiseeva ym. (2010) kehittivät algoritmin mahdollisen ulkoistuskumppanin valitsemiseksi (Kuvio 6). Tämä algoritmi vastaa yleisimpiin kysymyksiin ja auttaa yritystä tekemään oikeat päätökset ja valitsemaan sopivimman alihankkijan.



Kuvio 3. Algoritmi mahdollisen ulkoistamiskumppanin valitsemiseksi (perustuu Moiseeva, i.a.).

2.3 Tilaus- ja sopimusprosessi

Tarjolla on laaja valikoima erilaisia sopimuksia (Häkkinen, 2004, s. 45). Pääsääntöisesti sopimuksessa näkyy asioita, jotka vaikuttavat tuotehintaan ja kustannuksiin. Sopimukset ovat pitkäaikaisia tai lyhytaikaisia. Laadullisesti laadittuun sopimukseen sisältyy laatuliite,

jossa täsmennetään vaatimuksia koulutuksesta, toleransseista, ohjauksesta, sertifikaateista jne.

Kiiha (2002, s. 74–75) kertoi, että yhteistyökumppania valittaessa on tarkasteltava tarkasti alihankkijan kykyä täyttää velvoitteensa. Myös huonosti suunniteltu ja laadittu sopimus voi aiheuttaa sitä, että ulkoistamisen hyödyt kääntyvät päinvastoin. Sitten kustannukset nousevat ja joustavuus vähenee. Ulkoistamiseen liittyy aina riskejä. Hyvin suunniteltu sopimus on loistava tapa pienentää näitä riskejä. Täytyy muistaa, että todella hyvinkin laadittu ulkoistamissopimus ei takaa riskitöntä yhteistyötä, jos alihankkijalla ei ole vastuunkantokykyä.

Hankintasopimukset voidaan jakaa 5 ryhmään (Logistiikan Maailma, i.a.-a):

1. Kertaluonteinen sopimus

Tämä sopimus käsittelee kertaostokset. (käsittää satunnaiset hankinnat – alkuperäinen teksti)

2. Vuosisopimus

Sovitetaan toimitukset tietyksi sopimuskaudeksi. Sisältää hinta-, toimitustapa- ja laatuasiat.

3. Puitesopimus

Tämän sopimuksen tarkoituksena on alentaa hankintaprosessin kustannuksia, sopia toimintusehdot ja varmistaa palveluiden tai tavaroiden saatavuus.

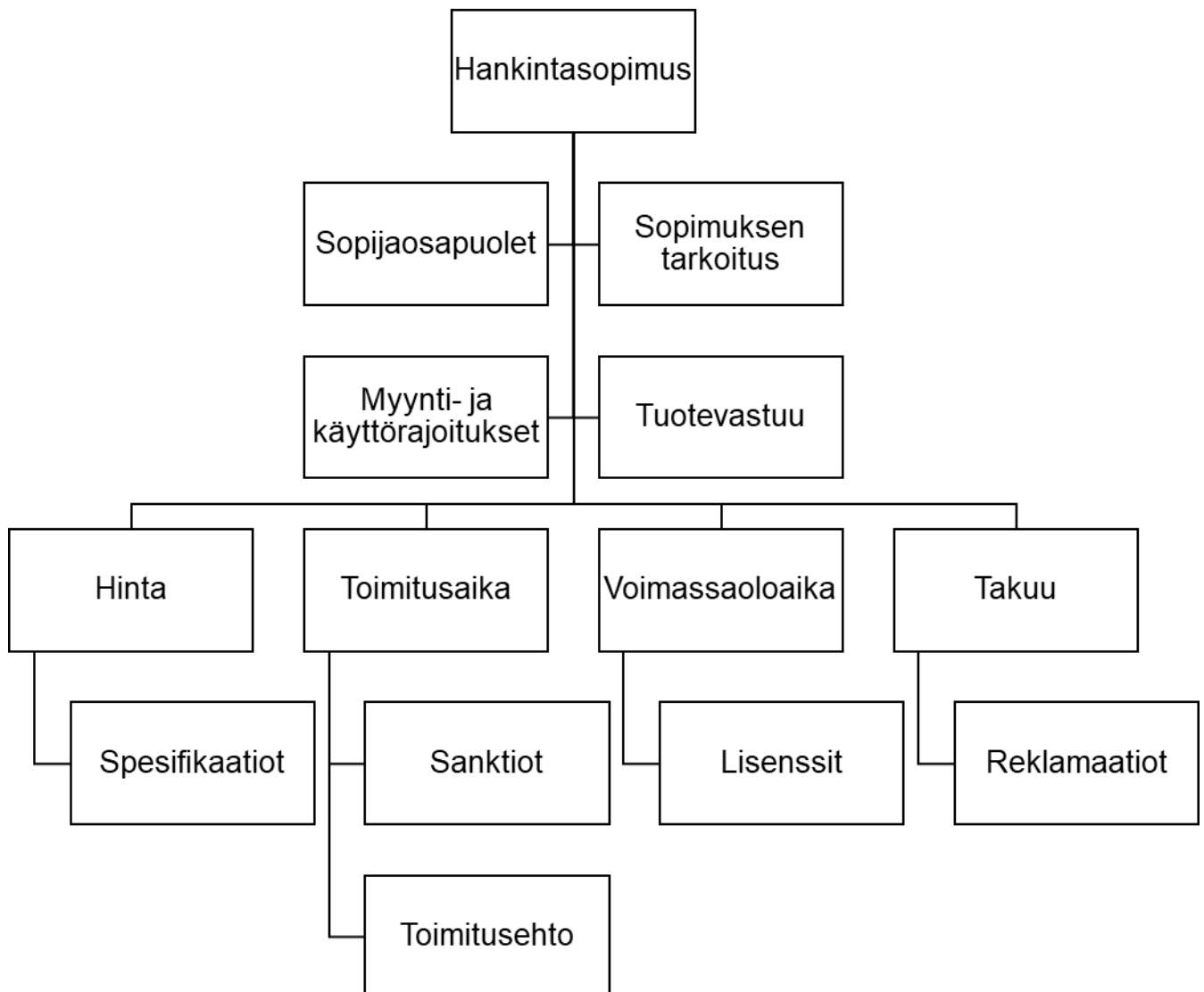
4. Projektisopimus

Laaditaan jokaiselle projektille erikseen.

5. Kumppanuus (partnership)- sopimus

Vaativia sopimus, joka laaditaan vain erittäin hyvien toimittajien kanssa.

Hankintasopimuksessa otetaan huomioon iso määrä tekijöitä ja mahdollisia riskejä. Esimerkiksi määrätään, kumpi osapuoli suorittaa kuljetuksen, ilmoitetaan kustannusten jakautuminen myyjän ja ostajan välillä. Laaditaan myös takuuvastuut, ehdot ja niiden rikkomisesta johtuvat sanktiot. Alla oleva taulukko näyttää nämä ja muut sopimusehdot (Logistiikan Maailma, i.a.-a).



Kuvio 4. Hankintasopimuksissa käsiteltäviä asioita (perustuu Logistiikan Maailma i.a.-a).

2.4 Laadunvalvontaprosessi ja koordinointi

Päähankkijoiden näkemys laadusta saattaa olla erilainen kuin alihankkijan näkemys (Häkkinen, 2004, s. 11, 35–36). Tämän vuoksi laadunvalvontaan liittyvät käytännöt sovitaan

yhdessä. Joskus alihankkijoiden toimitusvarmuus on todella huono. Tämän takia päähankkijat järjestävät jatkuvaa valvontaa ja kontrollikäyntejä alihankkijoiden tehtaalle.

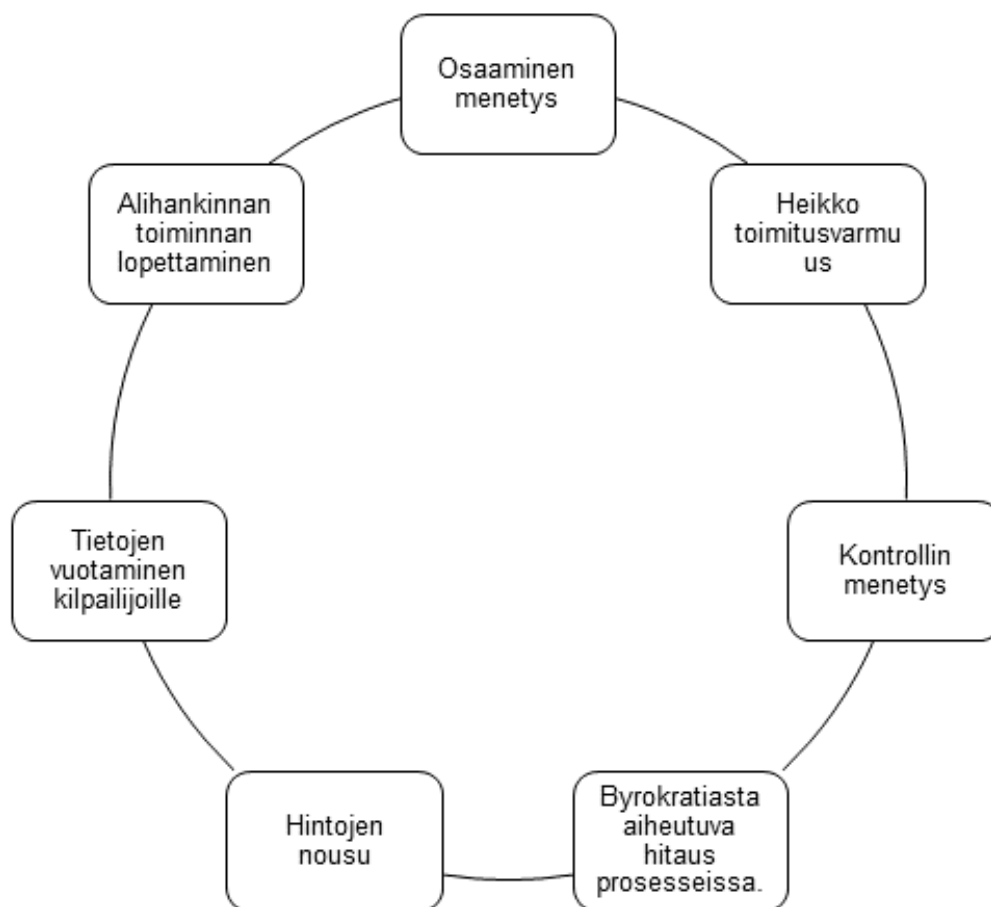
Impolan (2022, s. 30) mukaan alihankkijoiden kanssa tehtävässä yhteistyössä on tärkeää edellyttää tiettyjen standardien laatutasoja. Sekä uusien että vanhojen kumppaneiden on täytettävä laatuvaatimukset. Usein tämä vaatii alihankkijoita parantamaan nykyisiä tuotantojärjestelmiään, laadunvalvontaa ja jopa organisaatorakentamista. Laadukasta yhteistyötä varten alihankkijan on täytettävä vaadittu standardi, esim. ISO 9001.

Impola (2022, s. 31) kertoo, että yritysten on täytettävä laatustandardit ylläpitääkseen kilpailukykyä. Laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuus edellyttävät suunnitelmallista lähestymistapaa ja jatkuvaa seuranta. Yksi päähankkijan tehtävistä on reagoida nopeasti alihankkijan laadussa oleviin puutteisiin. Sen jälkeen alihankkijan edustajat selvittävät ongelman syyn ja molemmat osapuolet etsivät ratkaisuja. Reklamaatiot ovat tärkeä vaihe laadunvalvonta- ja parantamistyössä.

2.5 Kustannukset ja riskit

Chaloksen (1994) mukaan osaava hankinta vaatii paljon tietoa ja kokemusta. On oltava laaja yritysverkosto, jossa alihankkijat ovat valmiita suorittamaan tilauksen. Suurempi määrä mahdollisia alihankkijoita auttaa löytämään parhaan hinnan, laadun ja toimitusajan suhteen. Joka tapauksessa tähän prosessiin liittyy aina tiettyjä kustannuksia ja riskejä. Merkittävimmät kustannukset ovat hallintojohtaminen, kokoukset ja valmistajien etsiminen. Valvonta on myös yksi merkittävistä menoeristä. Ei saa unohtaa, että erilaiset yrityskulttuurit voivat aiheuttaa yllättävän korkeita kustannuksia. Oikean tuotantoketjun rakentamiseen tarvitaan paljon resursseja, aikaa ja ammattitaitoa. Usein mahdolliset säästöt yliarvioidaan ulkoistamisen päätöksenteon aikana.

Osaamisen menetys on yksi tuotannon kokonaisulkoistamiseen liittyvistä riskeistä (Lehikoinen ja Töyrylä, 2013, s. 44). On tarpeeksi helppoa sulkea oma tuotanto, irtisanoa osaava porukka ja valmistaa kokonaan alihankinnassa, mutta tiettyjen ongelmien ilmetessä oman tuotannon palauttaminen on uskomattoman vaikeaa. Tämä on erityisen tärkeää, kun alihankkijoiden hinnat nousevat ajan myötä. Tämän lisäksi on muita riskejä (Kuvio 4).



Kuvio 5. Ulkoistaminen riskit (soveltaen Lehikoinen, 2013, s. 44).

2.6 ABC-analyysi

ABC- analyysi sisältää resurssien luokittelun sen mukaan, kuinka paljon ne vaikuttavat yrityksen tulokseen (Huuhka, 2022, 4.1 Tehokkaan hankinnan työkalut -luku). Useimmiten sitä sovelletaan eri tuotteisiin ja tuoteryhmiin niiden kannattavuuden ymmärtämiseksi ja valikoiman sopeuttamiseksi. Menetelmän perustana on Pareto-periaate - 20 % kaikista tuotteista tuottaa 80 % tulosta.

2.7 Tuotantokustannusten mittaaminen

Tuotanto on menolistan kärjessä. Koneistamon tapauksessa tuotannon tulos on tietyn osan valmistus. Tuotantojohdossa käytetään termiä tuottavuus. Pellisen (2019, s. 24) mukaan tuottavuudella mitataan tarvittava määrä työntekijöitä tietyn määrän osien valmista-

miseen. Tuottavuuden arvioinnissa voidaan myös mitata työn suorituskykyä ja materiaalin käytön tehokkuutta. Konepajat mittaavat usein tiettyjen koneiden tuottavuutta.

Tuottavuus = suoritteiden määrä / tuotantotekijöiden määrä

Työn tuottavuus = suoritteiden määrä / työtuntien määrä

Materiaalin tuottavuus = suoritteiden määrä / materiaalin määrä

Konetuottavuus = suoritteiden määrä / koneen käytön määrä

Tuotteen suunnittelijoiden pitää ymmärtää valmistusteknologiat ja työstökoneiden mahdollisuudet (Logistiikan Maailma, i.a.-b). Joskus tuotteissa voi olla toleranssia ja muotoja, joiden valmistus on todella kallista tai jopa teknisesti mahdotonta. Pienen yleisen osan ja monimutkaisen osan valmistuksessa on suuri ero. Kustannukset sisältävät myös kaluston poistot. Mitä monimutkaisempia ja kalliimpia laitteita osan valmistukseen tarvitaan, sitä suuremmat ovat poistokustannukset ja siinä tarvittavan pätevemmän työntekijän palkka. Kustannuksia lisää myös kiinteistön ja sähkön kulut ja myös työkalujen kulumisen kustannukset. Tarvittava erä koko vaikuttaa osaan kustannusten laskennassa. Asetustyötä ovat kiinnittimien vaihto, työkalujen vaihto, ohjelmointi, nollapisteen ottaminen, koeajo ja tarvittavat kompensatiot. Suurella eräkoolla tuotannon automatisointi on perusteltua. Muuttuvat kustannukset vievät suuren osan budjetista. Sellaisia ovat niin levyleikkaus ja sen hukat, pintakäsittely ja sisäinen logistiikka. Näitä kuluja voivat olla vuokrat, vakuutukset, hallintokulut jne. Materiaalin hinta sekä kiinteät kustannukset täytyy huomioida myös.

2.8 Valmistusystävällinen suunnittelu

Häkkisen (2004) mukaan tuotteen laatu koostuu kahdesta osasta: suunnittelulaadusta ja valmistuslaadusta. Suunnittelun ja valmistuksen yhteistyöprosessilla tarkoitetaan tuotesuunnittelun ja tuotevalmistuksen välistä keskustelua, jossa on tavoitteena saada kustannustehokkaita ja valmistusystävällisiä osia.

Nowakin ym. (2006) mukaan uuden tuotteen suunnitteluvaiheessa kustannusrakenteseen on kiinnitettävä huomiota. Usein tämä voi aiheuttaa vaikeuksia, koska ei ole luotettavaa työkalua analysointiin, tutkimukseen ja kirjanpitoon. DFMA-menetelmän avulla kehittä-

jät voivat tutkia ja analysoida päätösten seurauksia ja niiden kustannuksia. Menetelmä on jaettu kahteen moduuliin Design for Assembly (suunnittelu ottaen huomioon kokoonpano-olosuhteet) ja Design for Manufacturing (suunnittelu ottaen huomioon tuotanto-olosuhteet). Suunnittelun alkuvaiheessa ensisijaisena tehtävänä on määrittää tarvittava määrä osia.

Nowak ym. (2006) toteavat, että DFA on menetelmä, jonka avulla voidaan yksinkertaistaa tuotetta keskittymällä tarvittavien osien teoreettiseen vähimmäisarvoon. Tämän ansiosta pystytään määrittämään teoreettinen vähimmäismäärä osia, jotka suunnittelussa on oltava, jotta tuote toimisi tarkoitetulla tavalla. Kun ylimääräiset osat tunnistetaan, tarpeettomat valmistus- ja kokoonpanokustannukset eliminoituvat. Myös osto-, varastointi- ja huoltokustannukset pienenevät osien määrän vähentyessä. DFA:lla on kaksi pääperiaatetta:

- Osien lukumäärän minimointi.
- Jos osaa ei voida poistaa, minimoi sen tuotannon ja kokoonpanon kuluva aika.

Nowakin ym. (2006) mukaan DFM-menetelmä on systemaattinen lähestymistapa, jonka avulla suunnittelijat voivat ennustaa valmistuskustannukset suunnittelun alkuvaiheessa, jopa siinä vaiheessa, kun tuotteen likimääräinen muoto tiedetään. Suunnittelijat luottavat yleensä tuttuihin valmistusprosesseihin. Menetelmä rohkaisee kuitenkin tutkimaan kaikkia prosesseja haluttujen geometrinen muotojen muodostamiseksi. Se tarjoaa myös erityisiä ohjeita eri prosesseihin. Koneistusprosessista on annettu seuraavat suositukset.

- Harkitse suuria määriä tarvittavien osien valmistamista valamalla koneistuksen vähentämiseksi
- Valetut osat on suositeltavaa valmistaa lopullisessa muodossaan koneistuksen minimoimiseksi
- Varmista suunnittelussa helppo kiinnitys, joka antaa suuren kiinteän asennuspinnan ja yhdensuuntaiset asennuspinnat
- Vältä muotoja, joissa on terävät kulmat tai päät, koska ne rasittavat enemmän leikkaustyökaluja

- Vältä ohuita seinämiä, ohutseinämäisiä palkkeja, syviä reikiä tai koloja, koska ne voivat vääntyä kiinnityksen tai käsittelyn aikana
- Suosi suorakaiteen muotoisia rakenteita
- Vältä kovempien materiaalien käyttöä, ellei se ole välttämätöntä
- Osat tulee suunnitella niin, että niiden työstettäessä on mahdollista käyttää vakiotööriä, poria ja muita työkaluja

3 ALIHANKINNAN SUUNNITTELUA

Maksimaalisen tuloksen saavuttamiseksi alihankkijoiden resursseja käyttämällä pitää parantaa valmistusystävällisyyttä. Monet osat voidaan valmistaa paljon yksinkertaisemmin, eikä ylilaatua käytetä paikoissa, joissa sitä ei vaadita. Jokainen ylimääräinen toleranssi lisää valmistuskustannuksia ja lisää tuotantoon käytettyä aikaa. Tämän tutkimuksen tulosten mukaan on syytä kehittää prosessia ja päätöksentekoa. Täytyy myös selvittää omakustannusten ja hankintaan harkittavien kustannuksia. Tärkeää on perustaa valinnat ja toimet oikeaan tietoon, joten tiedon laatu on erittäin tärkeää. Kun tehdään oikeita päätöksiä, niin vapautetaan resursseja, joita voidaan käyttää hyödyllisemmin.

3.1 Suunnittelun ja valmistuksen yhteistyön kehittäminen

Nordautomationilla suunnitellaan kaikki laitteet itse. Valmistus tehdään pääasiassa omalla tehtaalla. Tämä helpottaa valmistettavuuden ja kokoonpantavuuden parantamista. Suunnittelija voi seurata laitteen valmistamisen etenemistä ja nopeasti reagoida potentiaaliseen ongelmaan. Mutta aina on kehitettävää ja tämä yritys ei ole poikkeus. Joskus suunnittelijoilla ei ole tarpeeksi valmistusmenetelmien tuntemusta. Se aiheuttaa puutteita tai ylilaatua piirustuksissa. Ongelmakohta on myös, että osissa ei ole tarpeellista vakiointia.

3.2 Laitteiden varaosatoimitukset

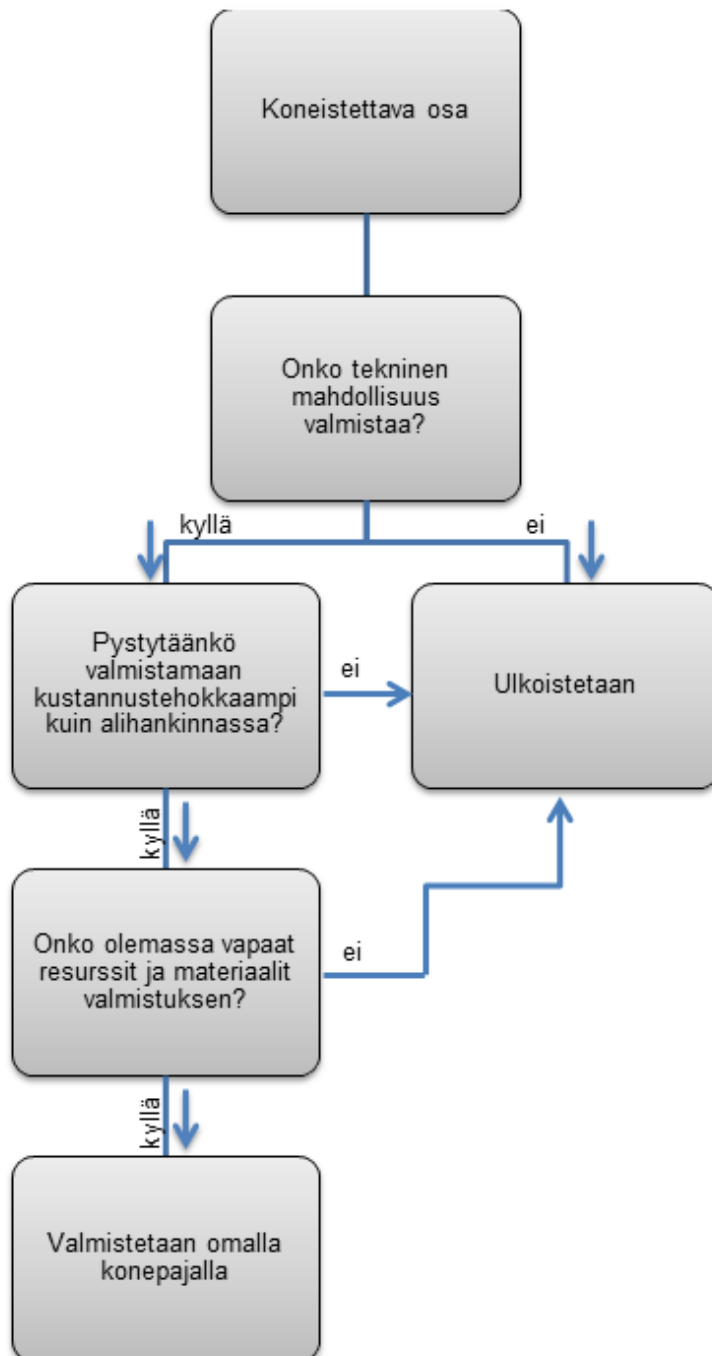
Nordautomationin varaosapalvelu sisältää osien toimitukset ja niiden asennuspalvelut. Osa komponenteista toimitetaan suoraan varastosta, mutta kiireellisessä tapauksessa onnistuu myös nopea osien valmistus. Varaosien myynti ja takuutyöt usein vaativat nopeaa toimitusta. Joskus asiakas tarvitsee osia jopa samana päivänä. Tässä tilanteessa on vaikea järjestää koneistusta alihankinnassa. Koneistamossa valmistetaan varaosia noin 20–30 % työajasta. 30 vuoden aikana Nordautomationilla valmistettavat laitteet ovat muuttuneet todella paljon. Sen takia on mahdollista, että tämä aiheuttaa epätarkkuuksia ja vakiovaraosa ei sovi vanhaan laitteeseen. Tämän takia usein ei onnistu varaosien toimitus asiakkaille suoraan omasta varastosta, vaan ne joudutaan valmistamaan omassa konepajassa. Vanhojen laitteiden päivittäminen on yksi hankalimmista asioista. Nordautomation Oy:n jälkimarkkinointi tarjoaa asiakkaille järjestelmien modernisointipalvelut ja mahdolliset laiteuudistukset.

3.3 Alihankinnan kannattavuuden arviointi

Ennen kuin Nordautomationilla tehdään päätös alihankinnan käyttämisestä, pitää ymmärtää nykyiset kustannustasot ja ydinosaamiset. Tavallisesti lasketaan projektin kokonaiskustannukset, mutta niistä on todella hankala eritellä koneistettavien osien kustannuksia. Koneistamon työntekijät leimaavat kellokortti-järjestelmään tietyn projektin ja valmistavat osat, mutta samassa projektissa saattaa olla jopa kymmeniä erilaisia osia. Tämä aiheuttaa merkittäviä epätarkkuuksia yksittäisten osien kustannuslaskentaan. Tutkimuksen tavoitteena oli myös selvittää asetus- ja koneistusaikojen kesto. Tärkeää on myös selvittää millä työstökoneella osa koneistetaan, koska se auttaa ymmärtämään koneiden kuormitukset tulevilla projekteilla ja ulkoistamaan kappaleet, joihin oma kapasiteetti ei riitä.

3.4 Alihankintasuunnittelun prosessikuvaus

Oman tuotannon toteutettavuuden määrittämiseksi laadittiin prosessikuvaus, jossa näkyy yritykselle suunniteltu eteneminen koneistettavan osan hankintasuunnittelulle (Kuvio 6). Kuviossa on kysymyksiä, joiden vastaus ohjaa etenemistä oikeaan päätöksenteon suuntaan.



Kuvio 6. Nordautomation päätöksentekoprosessi (Nordautomation 2023).

3.5 Nordautomation koneistus

Yrityksen käytössä olevat valmistusmenetelmät juontavat juurensa 1960-luvulle. Silloin oli vain poraus-, sorvaus-, jyrä- ja muita manuaalikoneita. Pieni tilauskanta ei vaatinut suurta tuottavuuden lisäystä eikä yrityksellä ollut tarvetta kehittää valmistusmenetelmiä ja investoida uusiin koneisiin. Viimeisten 10 vuoden aikana on tilauskanta kasvanut huomattavasti. Vuonna 2006 ostettiin CNC-sorvi, joka kehitti koneistamaa modernimpaan suun-

taan. Huomattavasti suurempi investointi tapahtui vuonna 2018, kun konekanta kasvatettiin ja nykyaikaistettiin työstökeskuksella. Jatkuvasti kasvavan tilauskannan vuoksi voidaan todeta, että nykyaikaisempien koneiden määrä on edelleen liian pieni.

Osavalmistuskustannusten arvioimiseksi koneistamossa käytetään tässä tutkimuksessa käsittelyaika ja materiaalikustannuksia. Yritys on asettanut tuntihinnat tuotantokustannuksiin. Jos käytetään varastossa olevia materiaaleja, esim. pyörötangot, ainesputket, jotka eivät vaadi esikäsittelyä, niin materiaalin hankintahintaan pitää lisätä pieni sisäisen logistiikan kulu. Noin puolet koneistamossa valmistetuista osista koneistetaan polttoleikatuisista levyistä. Tässä tapauksessa lisätään materiaalin kilohintaan leikkauksen, sisäisen logistiikan, kaasun, pintakäsittelyn kulut jne.

Nordautomation Oy:n koneistamossa on tällä hetkellä kuusi työstökoneita:

- "TOS KURIM" jyrsinkone (Kuva 2).

Yleisin tehtävä tällä koneella on kiilaurien jyrsintä akseleille.



Kuva 2. Jyrsinkone TOS KURIM.

- "PINACHO 310" NC-sorvi (Kuva 3).

Tällä koneella koneistetaan pääasiassa akseleita, ja kovia materiaaleja esim. Imacro ja Moc410. Holkkiakselit, rullaketjupyörät, työntötangot, akseleiden vaihdesovitukset ja muut tarkat ja muotoa vaativat kappaleet myös sorvataan.



Kuva 3. NC-sorvi PINACHO 310.

- "VDF" Kärkisorvi (Kuva 4).

Tällä koneella sorvataan hihnarummut.



Kuva 4. Kärkisorvi VDF.

- "ZMM CU800" Kärkisorvi (Kuva 5).

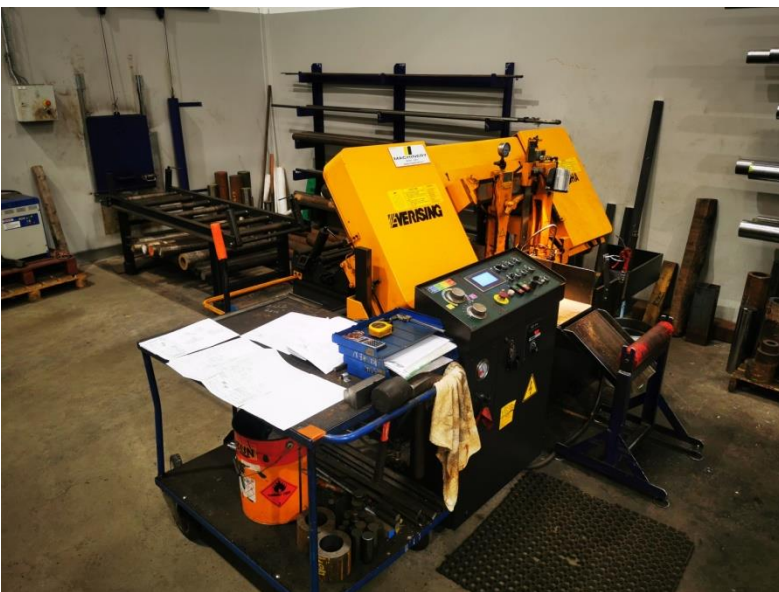
Tällä sorvataan pitkät ja halkaisijaltaan suuret akselit, sekä koneistetaan polttoleikatut aihiot esim. ketjupyörien reiät ja viisteet. Pitkien reikien sisäsorvaus, sekä kytkimien sorvaus onnistuu myös. Kaikki isot ja vaativat yksittäiskappaleet koneistetaan tällä.



Kuva 5. Kärkisorvi ZMM CU800.

- "EVERISING H-360" Saha (Kuva 6).

Vannesahalla sahataan kaikki tarvittavat aihiot koneistamon tarpeisiin.



Kuva 6. Vannesaha EVERISING H-360.

- "Dahlih MCV-1800" pystykarainen työstökeskus (Kuva 7).

Koneessa on iso pöytä (2100 mm x 945 mm), joka antaa mahdollisuuden koneistaa isoja kappaleita.



Kuva 7. Pystykarainen työstökeskus Dahlih MCV-1800.

3.6 Osien ryhmittelyä kustannuslaskennassa

Taulukossa on 5 erilaista Nordautomation Oy:n valmistamaa laiteita.

1. Tukkipöytä
2. Arvostelupöytä
3. Kiramo
4. Porrasannostin
5. Kontrollipöytä

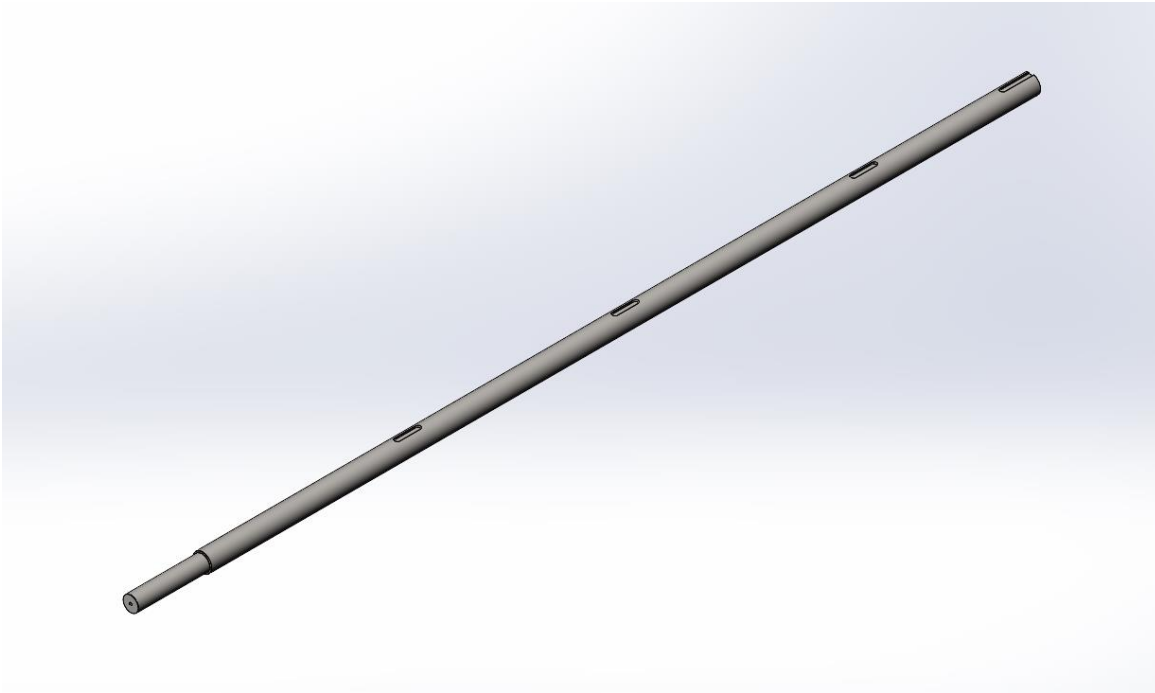
Jokaiselle laitteelle on liitetty koneistettavien osien lista. Tämäntyyppinen lajittelu auttaa ymmärtämään tietyn mekanismin tuotantokustannuksia ja voi muuttua dynaamisesti esim. raaka-aineiden hintojen muutosten myötä.

Oikean vertailun tekemiseksi jaetaan yleisimmät valmistettavat osat eri ryhmiin.

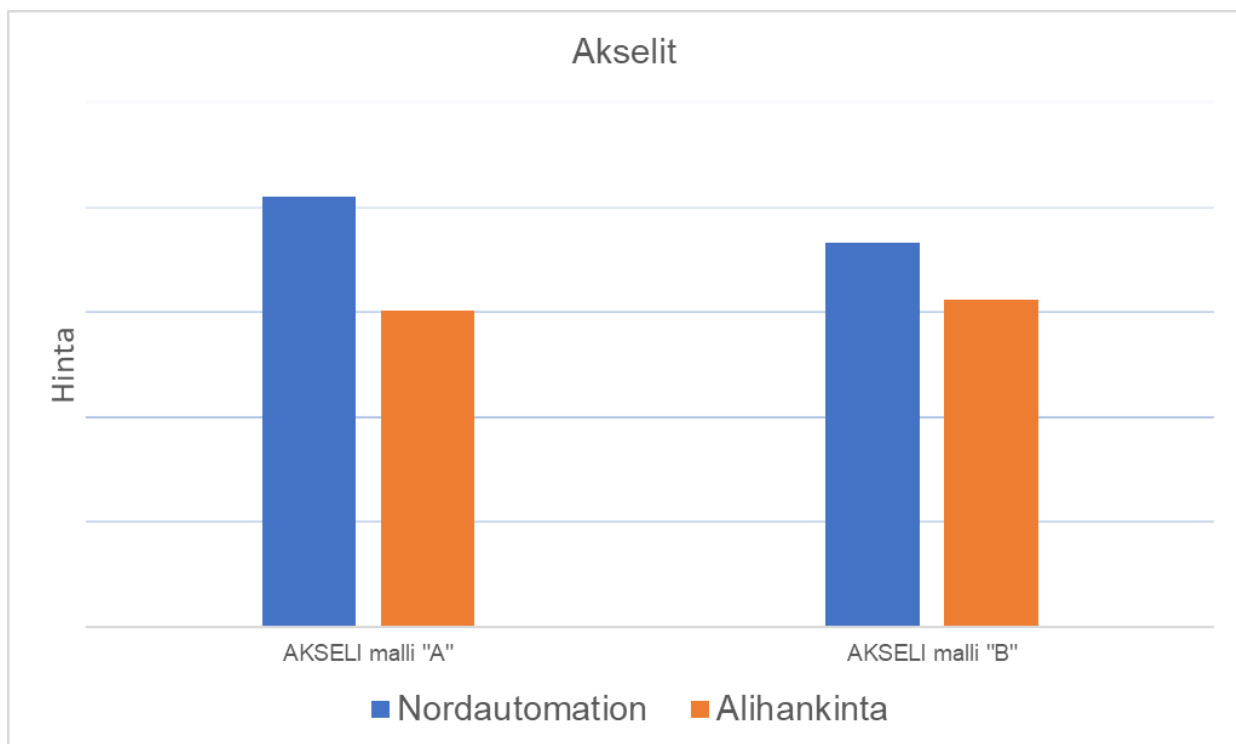
- 1) Akselit (Kuva 8)

Tukinkäsittelylaitteissa konepaja käyttää suurta määrää erilaisia akseleita. Akselikoot ovat hyvin erilaisia 60–125 mm. Suunnittelussa pyritään käyttämään mahdollisimman paljon

kylmävedettyjä pyörötankoja. Tämä materiaali vähentää huomattavasti käsittelykustannuksia materiaalin korkeammasta hinnasta huolimatta. Akselit valmistetaan sorveilla. Moottorit, kytkimet, ketjupyörät jne. kiinnitetään akseleille kiilaurilla tai kiristysbolkeilla. Tarvittaessa kiilaurat koneistetaan jrsinkoneella.



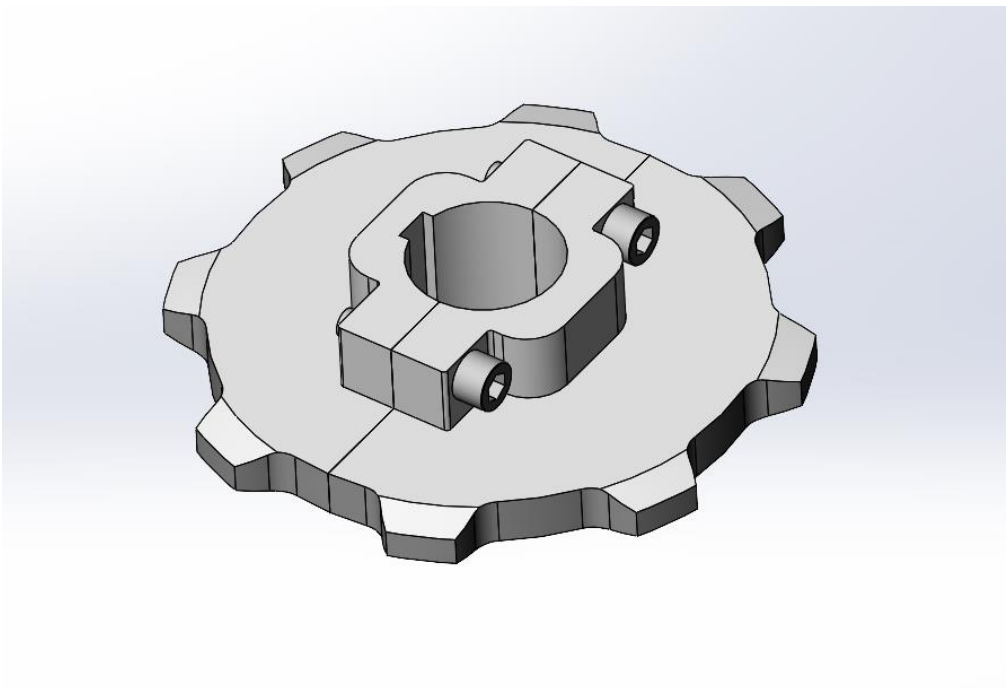
Kuva 8. Vetoakseli.



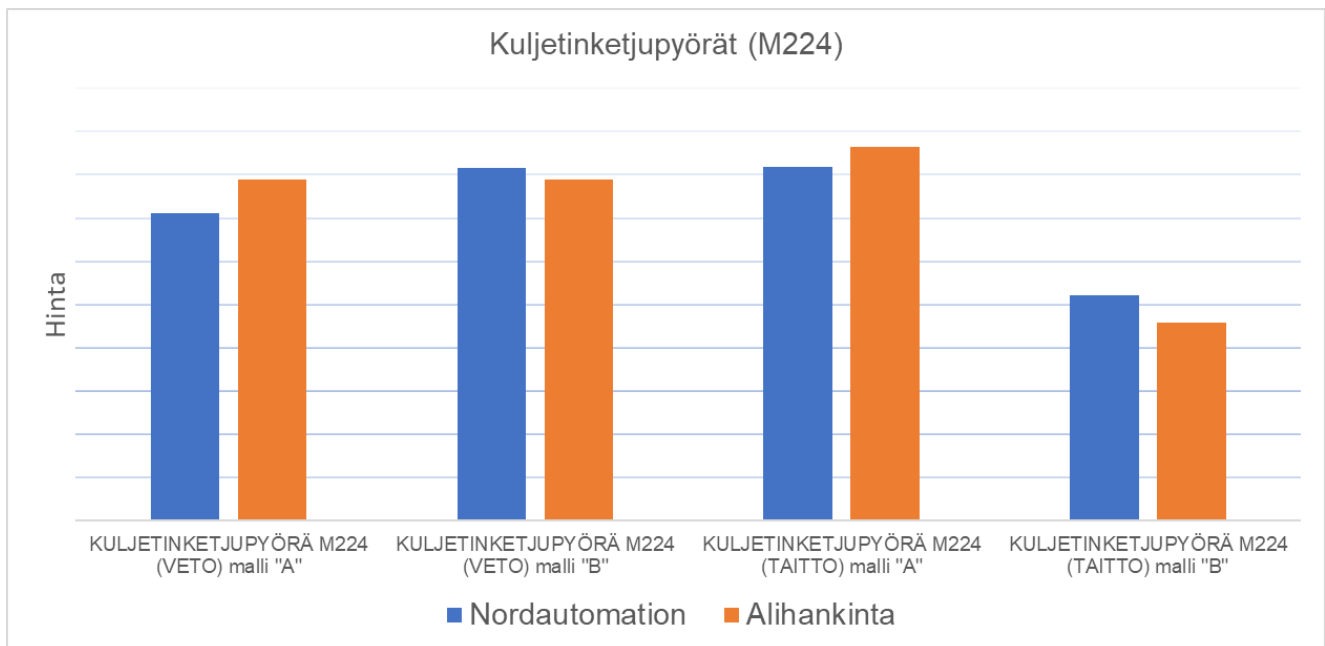
Kuvio 7. Akseleiden valmistushinta alihankinnan verrattuna.

2) Kuljetinketjupyörät (Kuva 9)

Nämä osat ovat kahden tyyppisiä veto- ja taittopyöriä. Vetopyörät ovat pääsääntöisesti halkaistavana valmistettavia. Tämä yksinkertaistaa huomattavasti pyörien asennusta ja vaihtoa. Niiden valmistaminen vaatii paljon vaiheita. Aluksi polttoleikkauksella leikataan levy ja napa. Sitten ne hitsataan ja lähetetään koneistamoon. Seuravaksi työstökeskuksella koneistetaan puoliskoiden liitospinnot ja porataan reiät. Sen jälkeen puolikkaat yhdistetään ja asennetaan ohjaustapit. Asennuksen jälkeen reikä sorvataan vaadituille toleransseille. Lopuksi tehdään kiilaura, jonka jälkeen osa lähetetään pintakäsittelyyn. Kuviosta 8 nähdään, että kuljetinketjupyörien hinta on yllättävän lähellä omassa tuotannossa sekä alihankinnassa. On syytä mainita, että tarjouspyynnöissä kappaleen määrä oli 50 kappaletta.



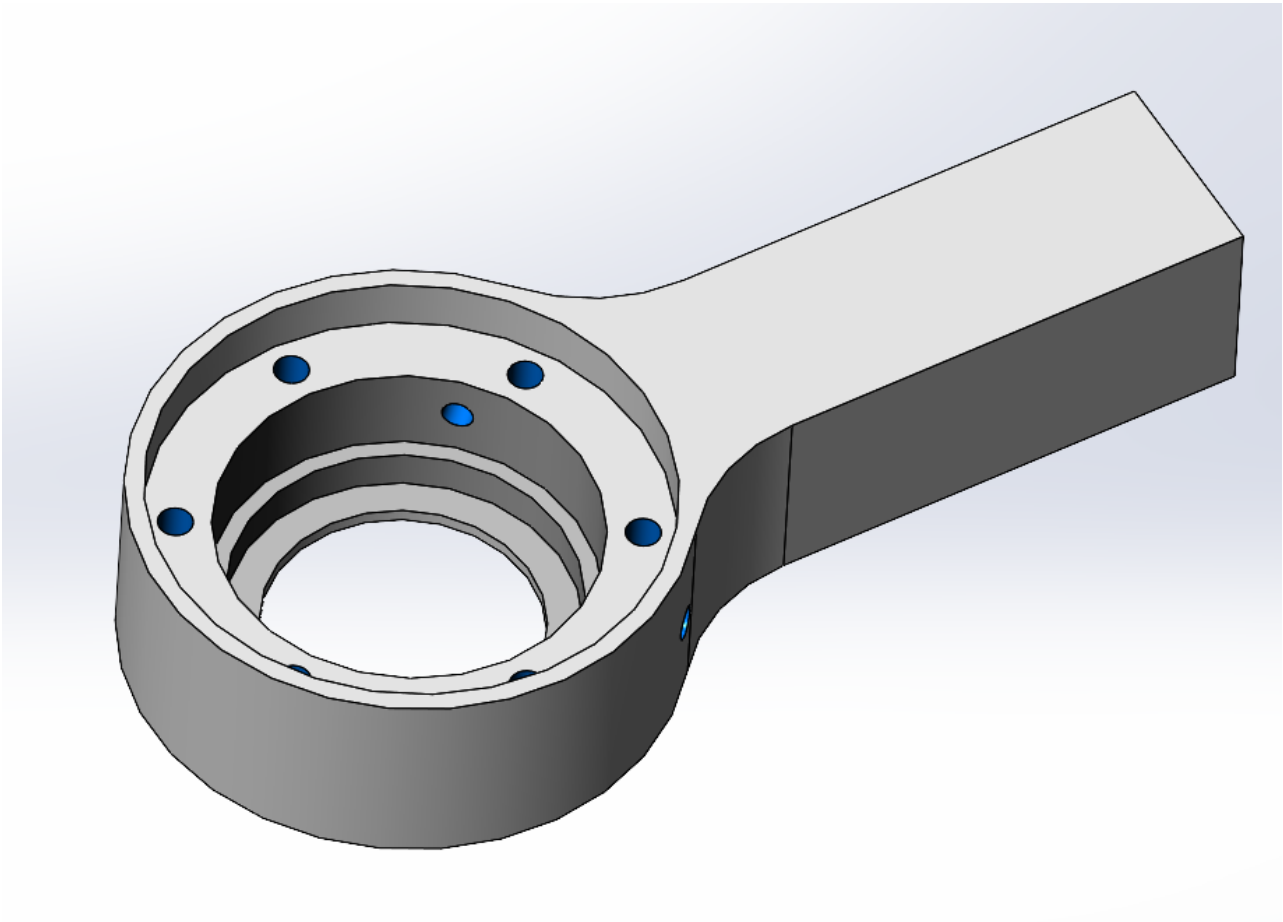
Kuva 9. Kuljetinketjupyörä.



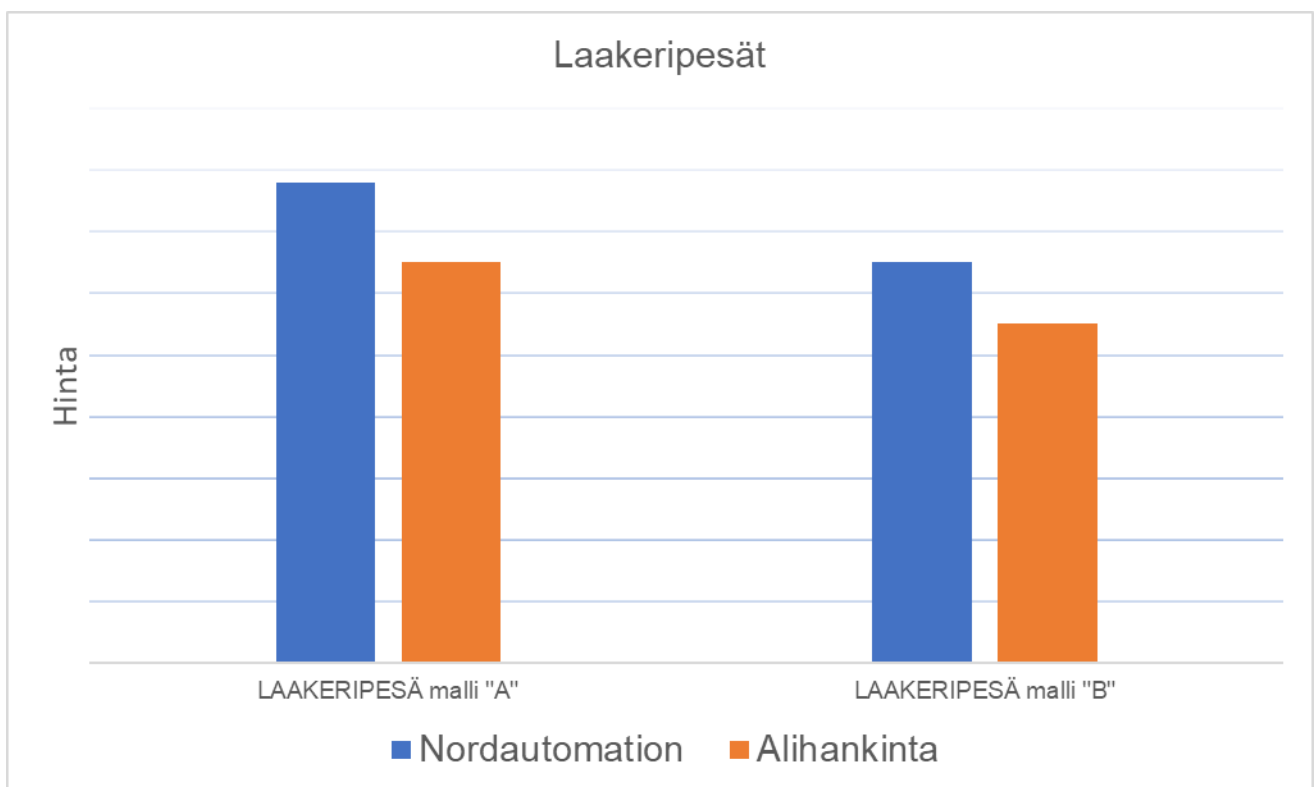
Kuvio 8. Kuljetinketjupyörien valmistushinta alihankinnan verrattuna.

3) Laakeripesät (Kuva 10)

Tämän tyyppiset osat kannattaa valmistaa mieluiten NC sorvilla, jossa on mahdollisuus käyttää pyöriviä työkaluja. Yrityksessä ei ole sellaista laitteita, jolloin ne joudutaan valmistamaan työstökeskuksella. Sorviin verrattuna tämä on hitaampi tapa. Tähän osaan asennetaan akselintiiviste, laakeri ja kansi, jotka vaativat standardin mukaisia toleransseja.



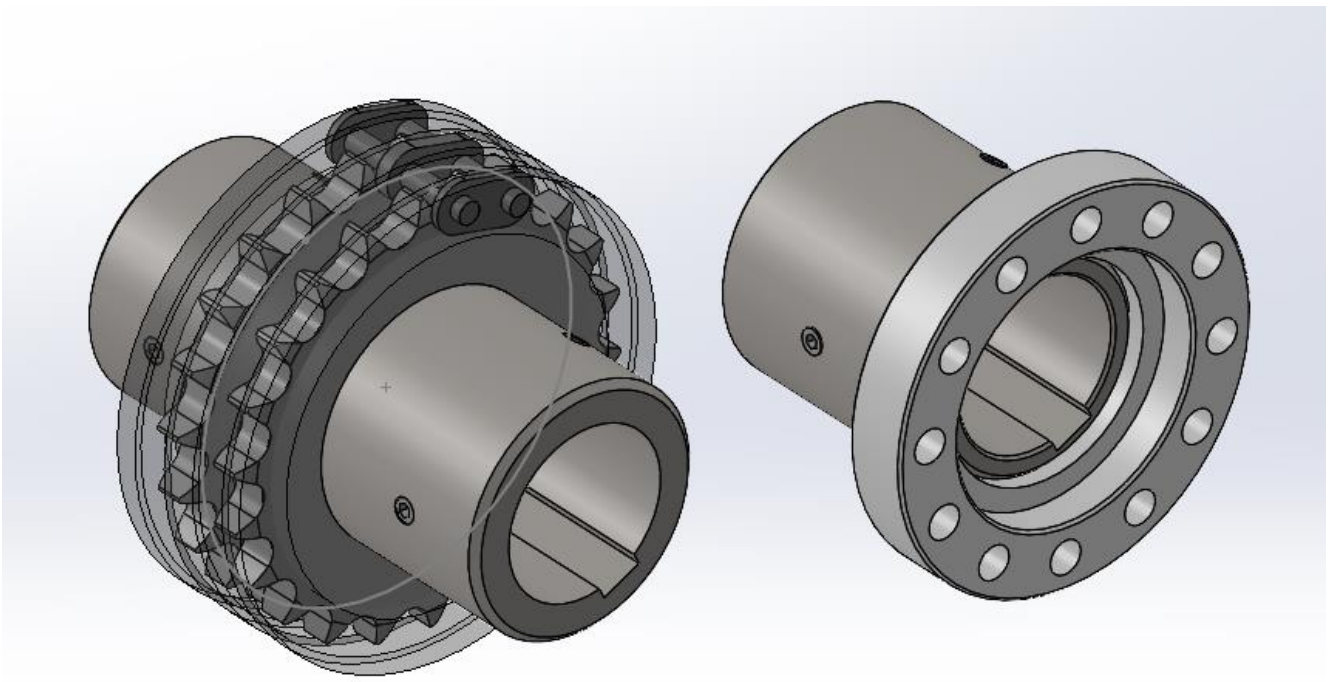
Kuva 10. Laakeripesä.



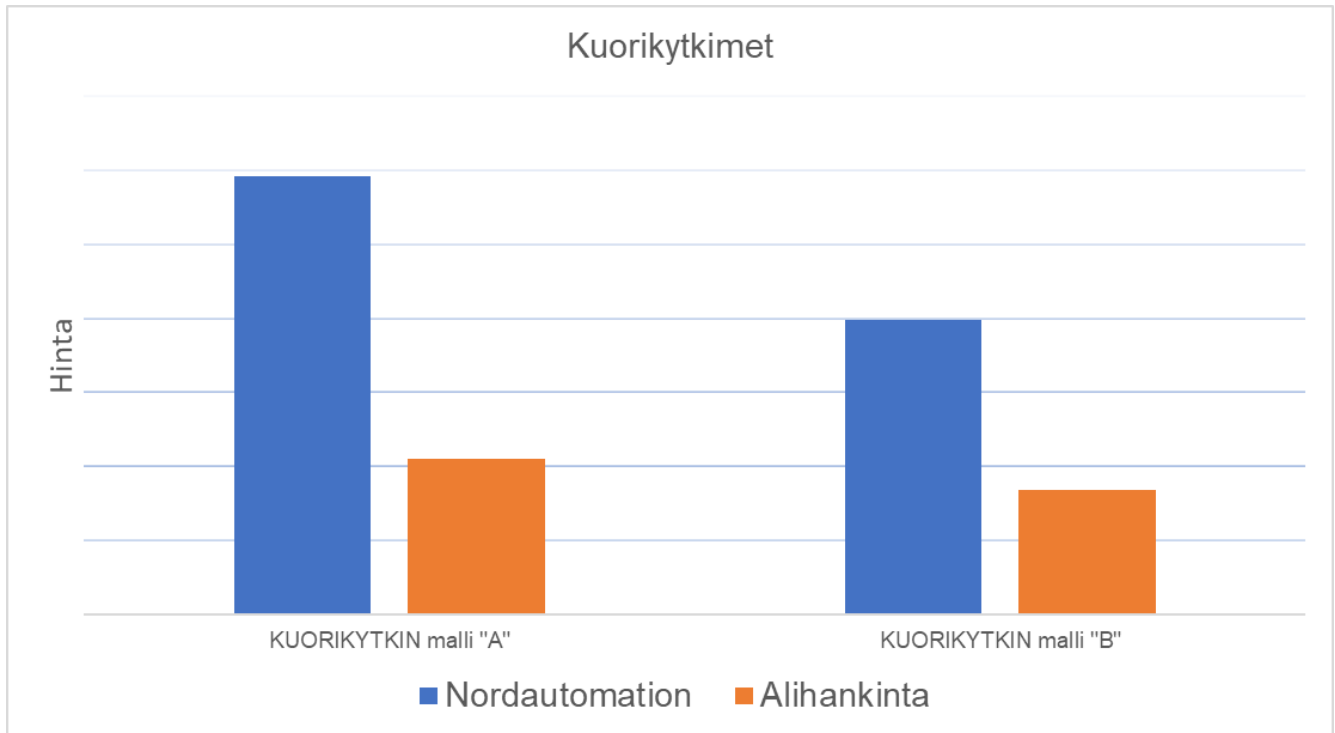
Kuvio 9. Laakeripesien valmistushinta alihankinnan verrattuna.

4) Kytkimet (Kuva 11)

Kytkimien valmistaminen alihankinnassa on haastavaa, koska ne pitää valmistaa akselihin sopivaan mittaan. Kytkimet asennetaan lämpösovituksella akselille. Yleisesti kytkimen reiän halkaisija on 0,03–0,05 mm pienempi kuin akselin halkaisija. Tuotannossa käytetään Imatra 550 kylmävedettyä pyörötankoa h12 toleranssilla. Akseleiden vakiomitoilla (80–110 mm) halkaisijoiden ero saa olla jopa -0,35 mm ISO 286-2 mukaan. Täällä hetkellä pääsääntöisesti kytkimet sorvataan tarvittavaan mittaan manuaalisorvilla.



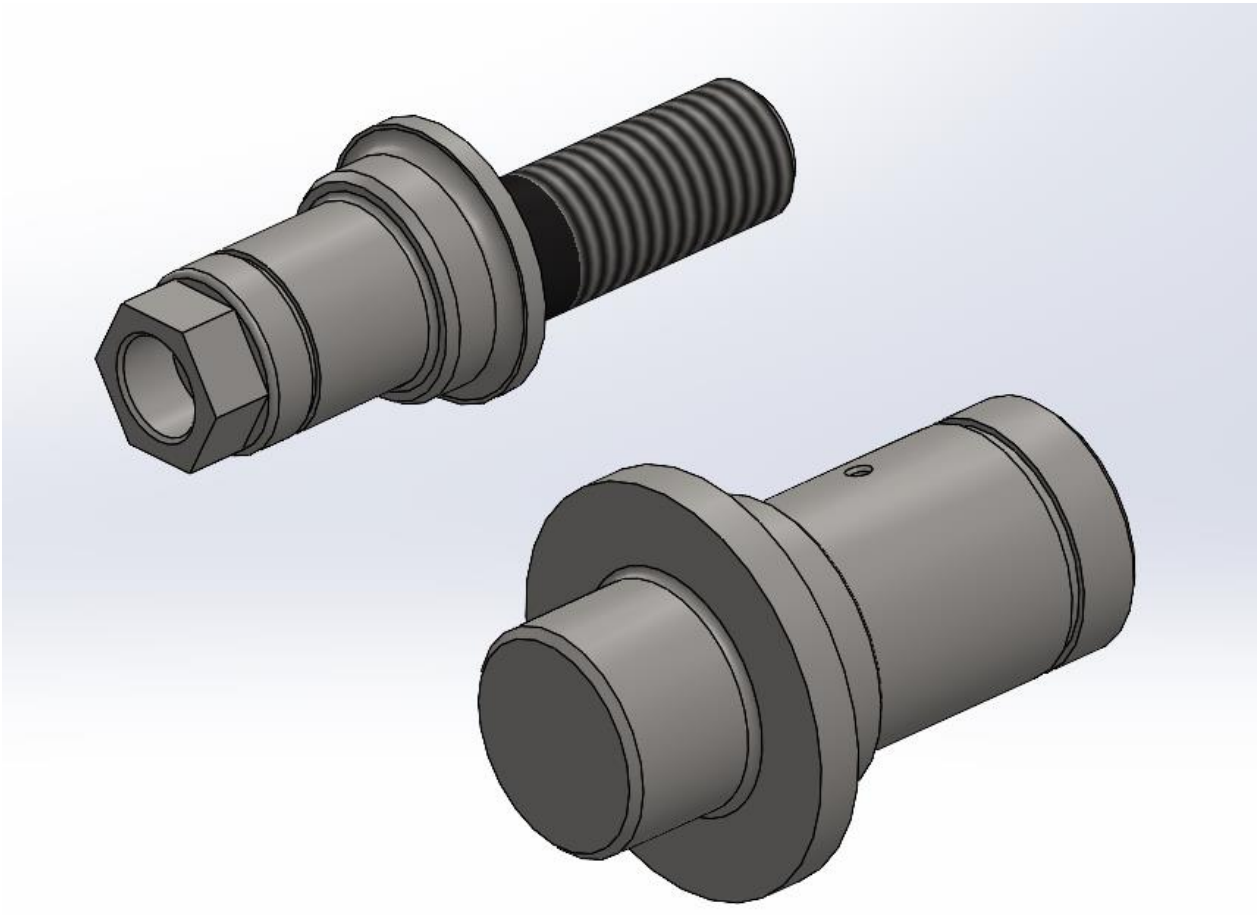
Kuva 11. Rullaketjukytkin (vasemmalla) ja laippakytkin (oikealla).



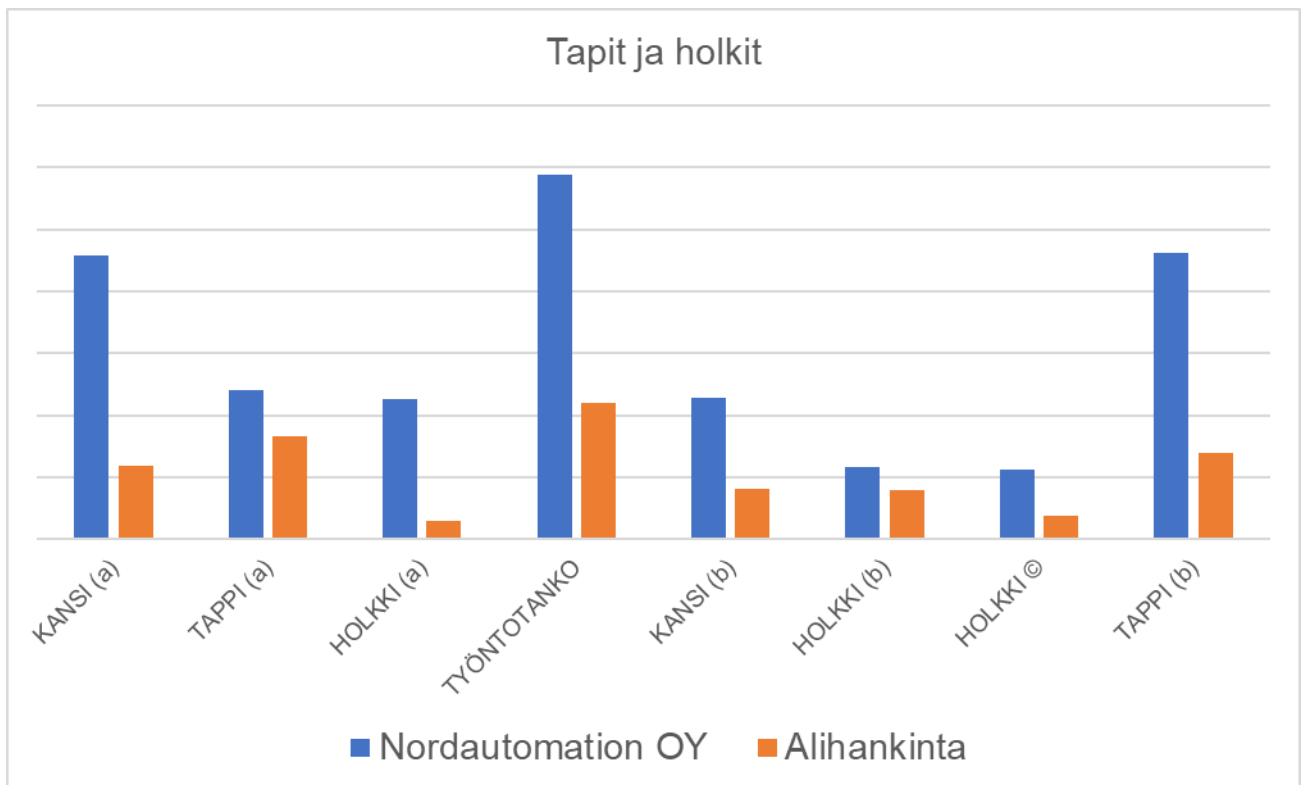
Kuvio 10. Kuorikytkimien hinta alihankinnan verrattuna.

5) Tapit ja holkit (Kuva 12)

Nämä osat vaativat sorvauksessa aihiolle tankoautomaatin. Vertailuun otettiin kahdeksan satunnaista osaa. Kuvio 11 voidaan nähdä, että näiden osien oma tuotanto on kannattamatonta. Suuri osa näistä osista on jo alihankinnassa. Häätötilanteessa valmistetaan niitä omalla koneistamolla PINACHO 310 NC-sorvilla



Kuva 12. Epäkesko tappi (vasemalla) ja rullapidimen tappi (oikealla).



Kuvio 11. Pienosien hinta alihankinnan verrattuna.

3.7 Kustannuslaskennan toteutus

Tämän opinnäytetyön liitteessä 1 on kustannuslaskelma Excel-taulukko, joka sisältää osien nimiketietoja ja hintatietoja, sekä tietoa valmistusvaiheista.

Taulukko on salattu yrityssalaisuuden perusteella. Kustannuslaskennassa käytetään perusteina osan painoa ja materiaalin hintaa. Nämä hinnat sisältävät sisäisen logistiikan, pintakäsittelyn, leikkauksen ja sen aiheuttavan materiaali hukun.

Osavalmistuksessa määritetään osille työstövaiheet, sekä tarvittavien työstökoneiden koneistusaika ja tuntihinta. Omien työstökoneiden ja työvaiheiden kuormitukseen vaikutetaan alihankintaa käyttämällä ainakin hitsauksessa, porauksessa ja särmäyksessä.

Näiden tietojen lisäämisen jälkeen saadaan kappaleen kustannus. Sitä verrataan alihankkijan ehdottamaan tarjoukseen ja tehdään päätös oman tuotannon kannattavuudesta. Kuviossa 13 on esimerkki eräästä laskelman lopputuloksesta ja kokonaiskustannuksen eron

| | Kappale kustannus Nordautomation | Kappale kustannus Alihankinta | Hinta ero |
|--------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------|
| | 356,00 € | 394,00 € | -9,64% |
| vertailusta. | 408,50 € | 394,00 € | +3,68% |

Kuva 13. Kustannusero.

4 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tutkia Nordautomation Oy:n koneistamon valmistamien tuotesarjojen kustannuksia ja selvittää, kuinka kannattavaa alihankinnasta ostettuihin osakomponentteihin siirtyminen on. Tutkimus suoritettiin keräämällä tietoja konepajalta. Tietoja saatiin sekä tuotantojohtajilta että ammattitaitoisilta konepajan työntekijöiltä.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsiteltiin alihankintaan siirtyminen ja alihankkijan valinnan päätöksenteon perusteita. Tämän lisäksi käsiteltiin tilausprosesseja sekä laadunvalvontaa. Huomiota kiinnitettiin erityisesti tuotantokustannuksien tekijöihin ja niiden mittamiseen. Kustannusten selvitystä varten oli tarkasteltu Nordautomation Oy koneistamon tuotesarjojen kustannuksia. Tärkeä osa työtä oli valmistettavien osien valmistuskustannusten arviointi. Ne päätettiin arvioida käytetyn ajan mukaan.

Opinnäytetyön tuloksena kehitettiin alihankkijan valintaprosessia, ja löydettiin uusia potentiaalisia toimittajia, joiden kanssa ei aiemmin ole ajateltu tehdä yhteistyötä. Lopputuloksena saatiin osien kustannustaulukko (liite 1–2), jonka avulla määritetään oman tuotannon kannattavuutta. Taulukko lajittelee osat, joita käytetään tietyissä mekanismeissa. Esimerkiksi lajittelukuljettimen tilauksen vastaanottamisesta arvioidaan tuotantokustannukset melko suurella tarkkuudella. Lisäksi, jos tuotanto on täyteen kuormitettu, taulukosta nähdään alihankinnasta ostettujen osien kustannukset. Osakustannustaulukko on myös hyvä suoritusindikaattori. Jatkossa yritys voi hyödyntää tämän tutkimuksen tuloksia tarkempaan osavalmistuksen budjetointiin. Tulokset ovat toimeksiantajalle tärkeitä, ja tulevaisuudessa niiden avulla yritys voi miettiä uutta strategiaa ja potentiaalista hyötyä. Tutkimuksen aikana aloitettiin yhteistyö uusien yritysten kanssa Suomessa sekä ulkomailla. Tutkimus onnistui hyvin ja valmistui melko nopeasti. Valitettavasti aikakehys ei sallinut monien mekanismien laskemista. Toimittajalta jouduttiin odottamaan erittäin kauan virallisia tarjouksia.

Tämä tutkimus on auttanut opinnäytetyön tekijää oppimaan uusia seikkoja talous- ja konepajan kustannuksiin liittyvistä asioista. Tätä ennen hänellä ei ollut kokemusta kustannuslaskennan alalta. Oman kokemuksen perusteella huomattiin, että valmistettavista ja ostettavista osista kannattaa tehdä laskelmia ja vertailuja mahdollisimman paljon.

5 POHDINTAA

Laskelmissa otettiin huomioon alihankkijoiden tarjoukset, joissa osien määrä vaihteli 20:stä 50:een. Mitä enemmän osia tilataan, sitä pienemmät osahinnat saadaan. Tutkimuksen aikana riittämättömän osien ja laitteiden standardoinnin ongelma tuli hyvin havaittavaksi. Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista selvittää syyt joidenkin osien suureen hintaeroon ja tunnistaa mahdolliset tuotannon pullonkaulat. Tutkimuksen aikana riittämättömän osien ja laitteiden standardoinnin ongelma tuli hyvin havaittavaksi. Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista selvittää syy joidenkin osien suureen hintaeroon ja tunnistaa tarkemmin tuotannon pullonkaulat.

Laskelmat ovat osoittaneet, että kannattavinta on valmistaa yksittäisiä, massiivisia ja monimutkaisia osia itse. Korkeaa automaatiotasoa vaativat osat ovat halvempia tilata suurissa erissä alihankkijoilta. Yksi uuden strategian muunnelmista on investoinnit tuotantoon, uusien koneiden ja laitteiden hankinta, uuden henkilöstön palkkaaminen ja koulutus. Jos joudutaan jatkuvasti tilaamaan suuri määrä osia alihankinnasta, kannattaa laskea potentiaalisten investointien takaisinmaksukyky mahdollista itsevalmistusta varten, esimerkiksi ostamalla hyvä CNC-sorvi. Tällä tavalla on ehkä mahdollisuus kilpailla nykyaikaisen alihankintatuotannon kanssa. Tämän strategian riskinä on tilauskannan väheneminen, jolloin investointi voi muuttua kannattamattomaksi.

Strategian yksi vaihtoehto on sulkea koneistamo kokonaan ja teettää kaikki osat alihankintana. Tässä tapauksessa on ennakkotilattava erittäin tarkasti kaikki tarvittavat osat laitteiden kokoonpanoon. Tämä strategiavaihtoehto edellyttää erittäin tiivistä yhteistyötä alihankkijan kanssa asiakkaiden kannalta kriittisten tilanteiden ilmaantuessa. Esimerkiksi jos asiakkaan vetoakseli katkeaa, niin koko puunjalostuslaitos pysähtyy. Tällöin asiakas tarvitsee osan mahdollisimman pian. Tällainen strategia vaatii erinomaista toiminnan vakiointia.

Eräs strategian vaihtoehto on ydinosaamiseen keskittyminen ja joustavuus. Valmistetaan vain ne osat, jotka pystytään valmistamaan mahdollisimman nopeasti ja kustannustehokkaasti. Keskitytään ainoastaan varaosien valmistukseen ja takuutöihin. Tällainen strategia ei vaadi lisäinvestointeja, ja jopa kolmella eri koneella työskentelevän työntekijän tuottavuus saattaa riittää normaaliin tuotantoon. Suuriin projekteihin tarvittavat osat pitää tilata isona sarjana alihankinnasta. Tämän tyyppinen strategia edellyttää hyviä valmistuspiirus-

tuksia, jotta alihankkijat osaavat valmistaa ne. Lisäksi maksimaalisen tehokkuuden saavuttamiseksi on tarpeen kehittää laitteiden samankaltaisuutta. Suunnittelussa pitäisi käyttää mahdollisimman paljon identtisiä osia eri mekanismeissa.

LÄHTEET

- Almeida, R. (2015). Understanding DFM and Its Role in PCB Layout. *The PCB Design Magazine*, 10–17.
- Chalos, P. (1994). Costing, control and strategic analysis in outsourcing decisions. *Journal of cost management*, 8(4), 31–37.
- Heikkinen, S. (1987). *Oma valmistus vai alihankinta?* Metalliteollisuuden kustannus.
- Huuhka, T. (2022). *Tehokkaan hankinnan työkalut*. Books on Demand.
- Hyötyläinen, R., & Kuivanen, R. (1997). *Kohti uudenlaisia yritysverkostoja: Monenkeskisen verkostoyhteistyön kehittäminen*. (VTT Tiedotteita 1830). VTT. <https://publications.vtt.fi/pdf/tiedotteet/1997/T1830.pdf>
- Häkkinen, K. (2004). *Alihankintayhteistyö konepajateollisuudessa ja sen laadun arviointia*. (VTT Tiedotteita 2271). VTT. <https://publications.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2004/T2271.pdf>
- Impola, J. (2022). Ostotoiminnan peruskurssi uusittu luentomateriaali. [Word-asiakirja]. SeAMK Moodle.
- Kiiha, J. (2002). *Yritystoiminnan ulkoistaminen ja sopimusvastuu*. Lakimiesliiton kustannus.
- Lehtikoinen, R., & Töyrylä, I. (2013). *Ulkoistamisen käsikirja*. Talentum. [https://bisneskirjasto-almatalent-fi.libts.seamk.fi/teos/FACBEXDTEB#kohta:ULKOISTAMISEN\(\(a0\)K\(\(c4\)SIKIRJA\(\(20\)/piste:b4](https://bisneskirjasto-almatalent-fi.libts.seamk.fi/teos/FACBEXDTEB#kohta:ULKOISTAMISEN((a0)K((c4)SIKIRJA((20)/piste:b4)
- Lehtinen, U. (1991). *Alihankintajärjestelmä 1990-luvulla*. Sitra.
- Logistiikan Maailma. (i.a.-a). *Osto ja myynti: hankintasopimus*. Haettu 19.3.2023. <https://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintaprosessi/hankintasopimus/>
- Logistiikan Maailma. (i.a.-b). *Tuotanto: prosessien kehittäminen*. Haettu 19.3.2023, <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/>
- Moiseeva, N., Malyutina, O., & Moskvina, I. (2010). *Аутсорсинг в развитии делового партнерства* [Liikekumppanuuskehityksen ulkoistaminen]. Финансы и статистика.
- Nieminen, S. (2016). *Hyvä hankinta – Parempi bisnes*. Talentum Pro.
- Nordautomation. (i.a.-a). *Yritysinfo*. Haettu 28.1.2023. <https://nordautomation.fi/>

Nordautomation. (i.a.-b). *Tuotteet*. Haettu 28.1.2023. <https://nordautomation.fi/tuotteet/>

Nordautomation. (i.a.-c). *Tuotanto*. Haettu 28.1.2023. <https://nordautomation.fi/tuotanto/>

Nowak, T., Chromniak, M., Sekula, R., & Gao L.-L. (2006). *Simplicity pays: Design for manufacturing and assembly (DFMA) in ABB*. ABB Review. https://library.e.abb.com/public/f50c24b2099c486ec12571260032a537/55-58%201M612_ENG72dpi.pdf

Pajarinen, M. (2001). *Ulkoistaa vai ei: Outsourcing teollisuudessa = Make or buy: outsourcing in Finnish industry*. Taloustieto.

Pellinen, J. (2019). *Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu* (3. uud. ja täyd. p.). Alma Talent.

Porter, M. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Simon & Schuster.

Vesalainen, J. (2010). *Tavoitteena strateginen kyvykkyys: Alihankkijan kilpailukyvyyn määrätietoinen kehittäminen*. Teknologianfo Teknova.

LIITTEET

Liite 1. Kustannuslaskelmat (Excel-tilukko)

Tilukko sisältää osien nimiketietoja ja hintatietoja, sekä tietoa valmistusvaiheista. Tilukko on salattu yrityssalaisuuden perusteella.