

VAAHTO PULP & PAPER MACHINERY:N KENKÄPURISTIN

Esikokoonpanon kehittäminen ja kustannusten selvittäminen

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Mekatroniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2011
Antti-Ville Pirttiniemi

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

PIRTTINIEMI ANTTI-VILLE: Vaahto Pulp & Paper Machinery:n kenkäpuristin
– Esikokoonpanon kehittäminen ja kustannusten selvittäminen

Mekatroniikan opinnäytetyö, 31 sivua, 2 liitesivua

Syksy 2011

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen kohteena oli paperikoneessa käytettävä kenkäpuristin, jota käytetään paperirainan kuivaukseen. Tutkimuksessa selvitettiin esikokoonpanon teoreettisia tehostamiskeinoja nimenomaan suunnittelun, tuotekehityksen ja tuotetiedonhallinnan suhteen, lisäksi kartoitettiin pääpiirteitä alihankinnasta ja kustannusrakenteen analysoinnista.

Tutkimustyö tehtiin Vaahto Oy:ssä, joka on paperinvalmistusteollisuutta palveleva teknologia- ja asiantuntijayritys. Tarkoitus oli selvittää Vaahto Oy:n kenkäpuristimen esikokoonpanon eri kokoonpanovaiheiden ongelmakohtia sekä sitä, miten kustannukset jakautuvat kenkäpuristimen esikokoonpanossa. Lisäksi selvitettiin syitä siihen, minkä vuoksi kustannusten arviointi voi olla hankalaa. Kokoonpanovaiheita seurattiin reilun kuukauden ajan dokumentoiden eri tavoilla työvaiheiden ongelmakohtia ja perehtymällä kirjallisuuteen.

Tutkimusta tehdessä ilmeni esikokoonpanon osissa suunnittelu- ja valmistusvirheitä, joita esiintyi rungon koneistuksissa, hihnan laakeroinnin osissa sekä kierteissä. Piirustusten epätarkkuuden takia kokoonpano vaikeutui ja hidastui. Kokoonpanot tapahtuivat suunnitellusta poiketen Suomessa, jolloin alkuperäiset suunnitellut kustannukset olivat selvästi liian alhaiset. Kokoonpanossa kustannuksia lisäsi lähinnä Kiinasta alihankituissa osissa ilmenneet laatuongelmat. Alihankittuja osia jouduttiin korjaamaan koneistamalla, mikä puolestaan aiheutti kustannuksia konepajalle ja odotusta sekä vajaakäyntiä kokoonpanossa.

Kokoonpano tehostuisi ja piirustusten tulkinta selkeytyisi, jos käytettävissä olisi mahdollisimman selkeät kuvat alikokoonpanoista ja pääkokoonpanosta. Laatuvirheiden eliminoimiseksi yhteistyötä alihankkijoiden suuntaan tulisi lisätä. Kustannussäästöjä voitaisiin saavuttaa myös muutamia osia yksinkertaistamalla. Kenkäpuristimen kustannukset tässä projektissa muodostuivat saadun aineiston perusteella siten, että kokonaiskustannukset olivat noin 5 % budjetoitua suuremmat. Tietoa voidaan jatkossa hyödyntää, kun lasketaan ja arvioidaan seuraavan kenkäpuristinprojektin kustannuksia.

Avainsanat: kenkäpuristin, esikokoonpano, suunnittelu, alihankinta, kustannus

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

PIRTTINIEMI ANTTI-VILLE: The Shoe Press of Vaahto Pulp and Paper Machinery – Development and Cost-analysis of the Pre-assembly

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 31 pages, 2 appendixes

Autumn 2011

ABSTRACT

The object of this thesis was a shoe press used in paper machines for drying the pulp. The point of the study was to find out theoretical ways to optimize pre-assembly. Attention was specifically paid on design, research, development and product data management. The subcontracting process and the cost structure were also shortly analysed.

The study was commissioned by Vaahto Ltd., a globally operating high technology company serving the pulp and paper process industry. The closer focus of the study was to find out problems in the different phases of pre-assembly, and to find out how costs are divided in the process. The reasons for difficulties in cost-analysis were also reviewed. The assembly was followed for one month, and the problems of the different phases were documented. Documents related to the subject were also studied.

The study revealed production failures in assembly parts and suboptimal production processes. Faults were discovered in frame machining, in parts of the belt bearing and in threads. The assembly was slowed down and became more difficult because of inaccuracy in the drawings. Instead of assembling the press in China as initially planned, the project was completed in Finland leading to significantly higher production costs than estimated. There were also quality problems in the parts that came from China. The suboptimal parts were finished by re-machining in Finland increasing the costs and delaying the assembly.

The assembly would become more efficient if accurate drawings of the different phases of the assembly were available. Co-operation with the well-known subcontractors should be enhanced to eliminate the quality faults. Some parts could be designed simpler leading to cost reduction. The cost of the shoe press in this study was 5 % over the budget. This information can be utilized when there is a need to calculate and estimate the cost of the next shoe press project.

Key words: shoe press, pre-assembly, designing, subcontracting, costs

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuskohteen esittely	1
1.2	Kenkäpuristin	1
2	ESIKOKOONPANO	5
2.1	Esikokoonpano yleisesti	5
2.2	Suunnittelu	6
2.3	Alihankinta	10
2.3.1	Alihankinnan edut ja haitat	13
2.4	Kustannusrakenteen analysointi	14
2.4.1	Kustannuksien erittely	15
3	YRITYKSEN TAUSTATIEDOT JA TUTKIMUKSEN KUVAUS	18
3.1	Yrityksen esittely	18
3.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset	19
3.3	Tutkimusmenetelmät	20
4	TULOKSET JA POHDINTA	21
4.1	Esikokoonpanon hyöty	21
4.2	Esikokoonpanon ongelmat	21
4.3	Esikokoonpanon parannusehdotukset	25
4.4	Kustannusten selvittäminen	26
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	29
6	LÄHTEET	30
	LIITTEET	32

LYHENNELUETTELO

- PLC Programmable Logic Controller – ohjelmoitava logiikka
- DCS Distributed Control System – hajautettu ohjausjärjestelmä
- DFA Design for Assembly – kokoonpanolähtöinen suunnittelu
- PDM Product Data Management – tuotetiedon hallinta
- CAD Computer Aided Design – tietokoneavusteinen suunnittelu
- VPN Virtual Private Network – salattu yhteys yritysverkkojen välillä
- IGES Initial Graphics Exchange Specification – neutraali tietomuoto
- STEP Standard for the Exchange of Product data – neutraali tiedostomuoto
- NC Numerical Control – työstökoneen ohjauskoodi
- MET Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto
- TEKES Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuskohteen esittely

Opinnäytetyön tutkimuskohte oli paperikoneissa käytettävä kenkäpuristin. Tarkoituksena oli selvittää pääpiirteittäin kenkäpuristimen esikokoonpano sekä esikokoonpanosta johtuvat kustannuspoikkeamat. Kustannusten osalta haluttiin erityisesti selvittää, mistä ne johtuvat ja miten niihin voidaan vaikuttaa.

Kenkäpuristin on osa paperikonetta, ja sitä käytetään paperirainan kuivaukseen. Tyypillisesti kenkäpuristin asennetaan jo toiminnassa olevaan paperikoneeseen lisäämään koneen kapasiteettia ja tehokkuutta. Kenkäpuristin ensin esikootaan ja valmistaja testaa sen soveltuvien osien ennen kuin se luovutetaan asiakkaalle (Vaahto Group Oyj 2011.)

Esikokoonpanossa todetaan osien ja komponenttien asennettavuus ja yhteensopivuus sekä korjataan mahdolliset suunnittelu- ja valmistusvirheet tai epätarkkuudet. Esikokoonpanon kustannuksiin luetaan oman työn osuus, alihankintakulut sekä tarvikkehankinnat. Nämä kustannukset budjetoidaan myös jaoksittain yhtiön laskentajärjestelmään, missä niitä seurataan ja analysoidaan (Vaahto Group Oyj 2011.)

1.2 Kenkäpuristin

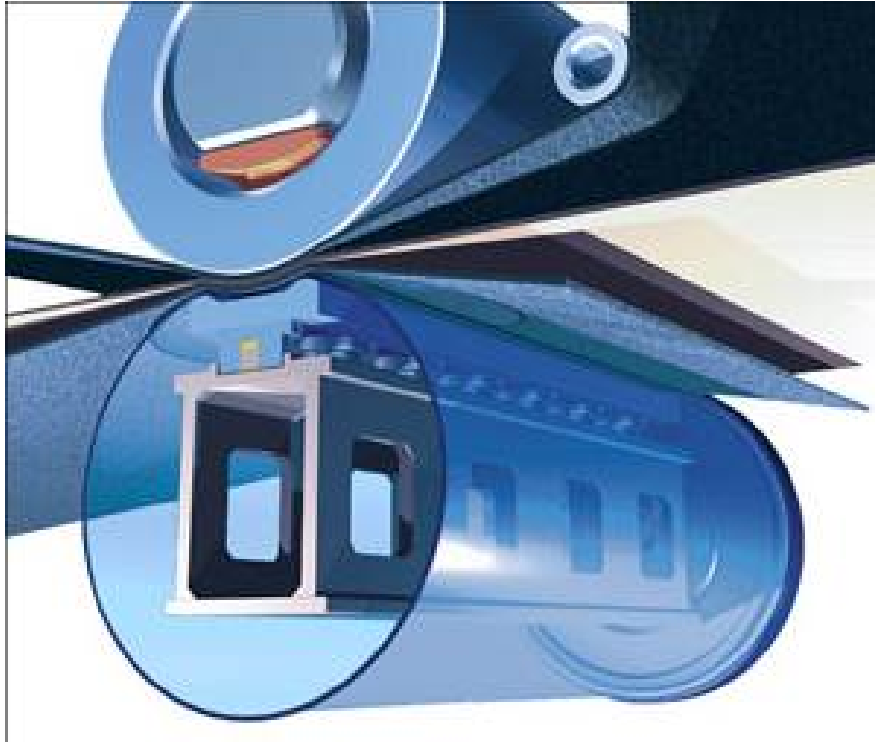
Kenkäpuristin on paperi-, massa- ja kartonkikoneissa viiraosan ja kuivatusosan väliin tuleva puristinosa (KUVIO 1). Kenkäpuristimen tehtävä on poistaa rainasta mahdollisimman paljon vettä ja samalla tiivistää rainaa. Kenkäpuristin on kompakti kahden puristintelan kokonaisuus, jossa toisessa telassa on kenkälankku ja hihna ja toinen tela toimii vastatelana (KUVIO 2). Vastatelan tyyppi riippuu koneen leveydestä ja halutusta nipin kuormituksesta. Rakenne käy sellaisenaan

kaikille eri leveys- ja nopeusalueilla käytössä oleville paperi- ja kartonkikoneille (Vaahto Group Oyj 2011.)

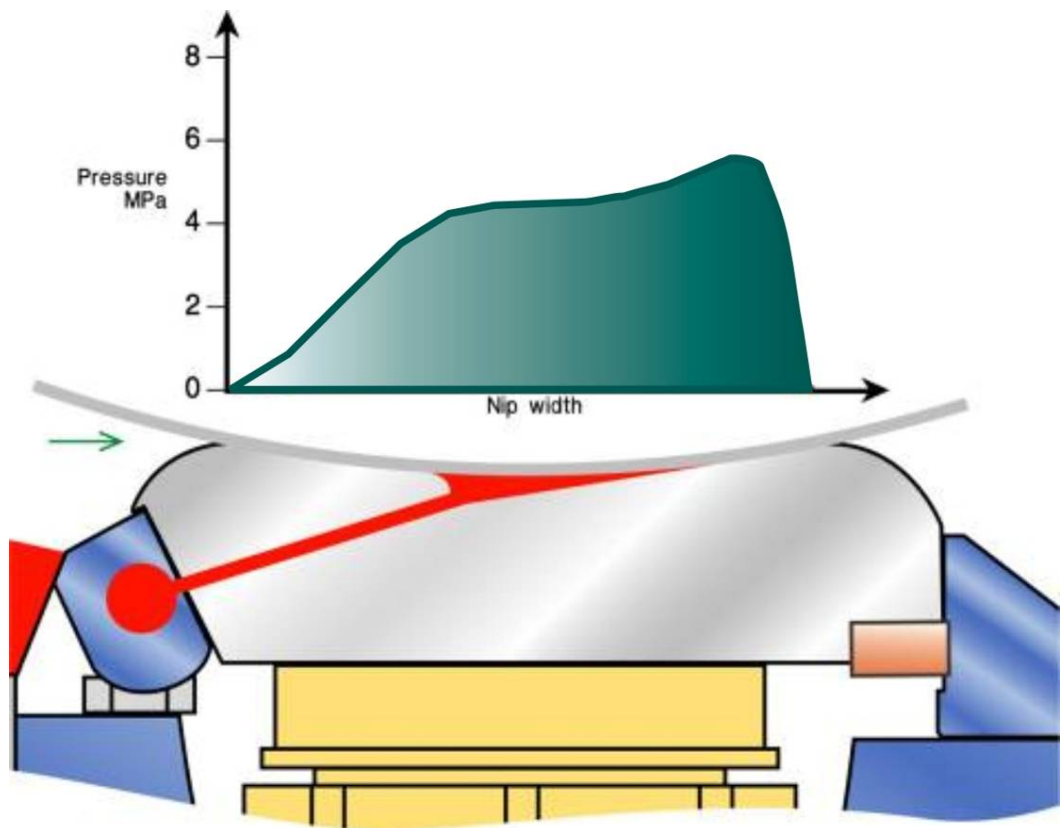
Kenkäpuristimella saadaan aikaan parempi puristus ja veden poisto kuin peruspuristimella, joka sisältää kaksi normaalia telaa. Kenkätelan sisältämää kenkälankkua ohjataan hydraulisyylintereillä, joilla voi säädellä telojen puristusvoimakkuutta (KUVIO 3) (Vaahto Group Oyj 2011.)



KUVIO 1. Kenkäpuristin. (Karhi 2011)



KUVIO 2. Kenkätela ja vastatela (Karhi 2011)



KUVIO 3. Kenkälankun poikkileikkaus (Karhi 2011)

Kenkätela voidaan asettaa joko ylä- tai alapuoliseen asemaan. Kenkäelementtien kuormitus tapahtuu sisäänrakennetuilla hydraulisilla sylintereillä. Reuna-alueiden kuormitussylintereiden painetta voidaan säätää ja siten kompensoida reuna-alueeseen kohdistuvaa kuormitusta. Muuttamalla kuormituselementtien asemaa voidaan nipin kuormituksen profiilia säätää bulkkiherkille paperilaaduille tai laaduille, jotka ovat vähemmän herkkiä paineelle. Riippuen kuormitusalueesta kenkätelan halkaisija on joko 1250 tai 1500 mm. Linjapainealue on 800 - 1500 KN/m. Ohjaukset voidaan liittää joko PLC- tai DCS-järjestelmään. Standardiratkaisussa on normaalipaine, lämpötila ja pinnan seuranta. Automaation tasoa voidaan myös laajentaa käsittämään erilaiset käytönaikaiset profiilin mittaukset (Vaahto Group Oyj 2011.)

TAULUKKO 1. Kenkäpuristimen vaikutus massan kuiva-ainepitoisuuteen (Karhi 2011)

	<u>Kuitua</u>	<u>Vettä</u>
Perälaatikolta	1%	99%
Viiraosan jälkeen	18%	82%
Puristinosalla	45%	55%
Puristinosalla +Kenkäpuristimella	50%	
Kuivausosalla	90%	10%

Vaihtamalla perinteinen puristin kenkäpuristimeen saavutetaan n. 5 %:n kuivaustehon kasvu (TAULUKKO 1). 1 %:n kuivauksen nosto kenkäpuristimella säästää sähköä paperikoneessa 5 % ja näin ollen 5 %:n tehon nostolla säästetään siis jopa 25 % sähköä saman paperimäärän aikaansaamiseksi. Vaihtoehtoisesti konetta voidaan ajaa nopeammin, jolloin saadaan enemmän paperia aikayksikössä. (Vaahto Group Oyj 2011.)

2 ESIKOKOONPANO

2.1 Esikokoonpano yleisesti

Esikokoonpanossa työvaiheet ja rakenteet dokumentoidaan huolellisesti. Valokuvia, jotka on otettu työvaiheista, käytetään apuna lopullisessa kokoonpanossa. Kenkäpuristin ensin kootaan ja testataan niiltä osin kuin mahdollista, minkä jälkeen se puretaan pakkaussuunnitelman mukaan osiin. Kenkäpuristin lähetetään pakattuna asennuskohteeseen (TEKES 2001.)

Pakkaussuunnitelmassa keskeistä on, että kenkäpuristimen osat kestävät vahingoittumatta kuljetuksen asennuskohteeseen. Pakkaukset merkitään asennusjärjestyksessä ja ne rakennetaan siten, että ne sisältävät yhden tai useamman pääkomponentin/pakkaus ja sen asentamiseen tarvittavat standardiosat (ruuvit, aluslevyt, mutterit yms.). Pakkaukset tehdään hyödyntäen eurolavastandardia (TEKES 2001.)

Kokoonpano on tuotekohtaisesti valmistettujen osien, standardikomponenttien ja tarvikkeiden liittämistä toisiinsa toimivaksi tuotteeksi tai sen osaksi. Osa on itsellä tai toimittajalla valmistettu tuotekohtainen, yleensä yhdestä materiaalista valmistettu perusyksikkö. Komponentti on valmiina ostettu standardiosa, toiminto tai osakokonaisuus. Tuotteessa voi olla osakokoonpanoja, joista syntyy toimivia osakokonaisuuksia, ja loppukokoonpano, jossa osakokoonpanot ja muut osat sekä komponentit liitetään eri tavoin toisiinsa (TEKES 2001.)

Kokoonpanoon liittyy laajasti ottaen varsinaisen kokoonpanovaiheen lisäksi myös muita työvaiheita, kuten pintakäsittelyä, sähkö- ja putkitöitä, ohjelmointityötä, testausta ja koeajoa sekä pakkausta ja lähettämistä. Näin ollen toimitettavaan tuotteeseen tarvitaan usein myös ohjelmistoja, dokumentteja ja erilaisia tarvikkeita, kuten öljyä, maalia, pakkaustarvikkeita sekä varaosia ja huoltotyökaluja. Riippuen siitä, kootaanko kone tai laite valmistavalla tehtaalla vai asiakkaan luona, puhutaan kokoonpanosta tai asennuksesta. Suurien koneiden kohdalla voi olla tarve esikokoonpanoon valmistavalla tehtaalla, minkä jälkeen se

toimitetaan osakokoonpanoihin purettuna sijoituskohteeseen asennettavaksi (TEKES 2001.)

2.2 Suunnittelu

Suunnittelu, tuotekehitys ja pyrkimys modulaariseen tuoterakenteeseen on tärkeä kokoonpanotyön osa-alue. Suunnitteluun ja tuotekehitykseen panostaminen johtaa tuotteisiin, jotka voidaan valmistaa, kokoonpanna ja myydä hyvällä katteella. Kansainvälisesti arvostettujen professorien Ulrichin ja Eppingernin mukaan tuotekehityksen tavoitekentässä on viisi eri tekijää, jotka vaikuttavat kaikki katetuottokykyyn. (Lempiäinen & Savolainen 2003, 7-8.)

1. Tuotteen laatu

- Arvioidaan, kuinka hyvä tuotteesta tulee kehitystyön tuloksena, täyttääkö tuote asiakkaan odotukset ja onko tuote varmatoiminen.

2. Tuotteen valmistamisen hinta

- Sisältää kaikki laitekulut, työkalut sekä muuttuvat osavalmistus- ja kokoonpanokulut. Tuotteen valmistuksen toteuttamistapa ja hinta määrittelevät pitkälti tuotteesta jäävän katteen.

3. Tuotekehitysaika

- Kehitystyön aika määrittelee, kuinka reagoitukykyinen yritys on ja kuinka nopeasti yritys saavuttaa taloudellista tulosta kehityshankkeistaan.

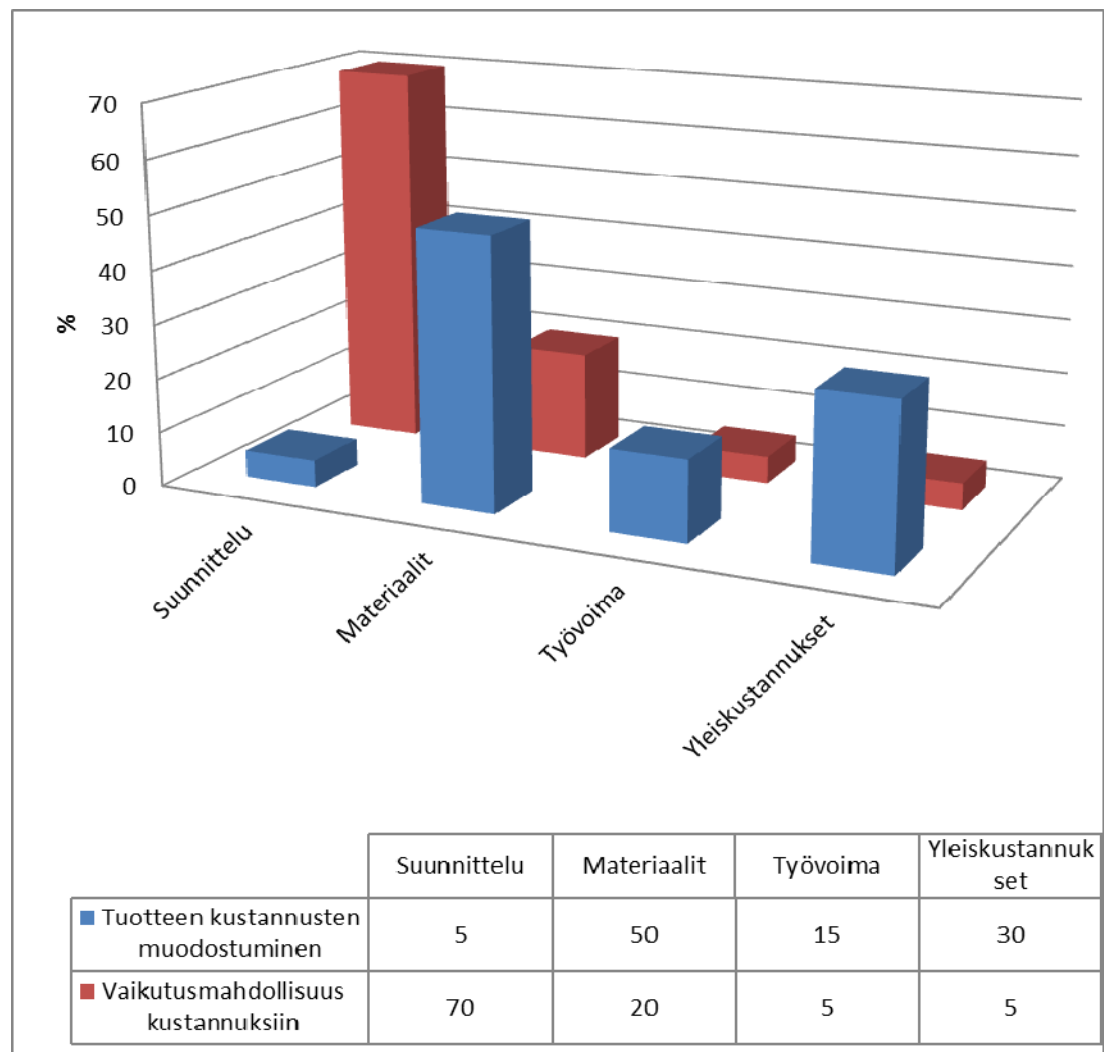
4. Kehitystyön hinta

- Selvitetään, kuinka paljon yritys käyttää kehityspanoksia tuotteen kehittämiseen. Kehitystyön kuluerät ovat usein vain murto-osa kaikista investoinneista, joita tarvitaan, kun tuotteelle halutaan hyvä markkinaosuus.

5. Tuotekehitystiimin kyvykkyys

- Tehokas tiimi omaksuu nopeasti uusia asioita, on edistyksellinen ja teknisesti kyvykäs. Uuden tuotteen osalta pyritään entistä tehokkaampaan ja taloudellisempaan kehitystyöhön.

Suunnittelulla on merkittävä vaikutus kokonaiskustannuksiin. Tuotteen hyvällä suunnittelulla pystytään selvästi vaikuttamaan tuotteen valmistusmenetelmiin, kustannuksiin sekä laatuun (KUVIO 4).



KUVIO 4. Suunnittelu vs. tuotteen kustannukset (Lempiäinen & Savolainen 2003, 8)

Suunnittelun laatua pystytään parantamaan käyttämällä Design for Assembly (DFA) -metodia. DFA on metodi, joka auttaa luomaan mahdollisimman

kokoonpanoystävällisen konstruktion. DFA pitää sisällään mm. konstruktion yksityiskohtien sekä tuotteen kokonaiskonstruktion liittyviä suunnittelusääntöjä, joita käytettäessä konstruktiosta tulee kokoonpanoystävällinen. Design for Assemblyn pääperiaatteet ovat yksinkertaistaminen, eliminointi, yhdistäminen ja standardisointi. (Kataja 2004, 3-5.)

Yksinkertaistamisella tarkoitetaan osien lukumäärän minimointia. Tämä vaikuttaa eniten kokoonpanokustannuksiin, sillä mitä enemmän on kokoonpantavia osia, sitä enemmän on riskejä kokoonpanovirheisiin. Yksinkertaistamisessa täytyy myös ottaa huomioon, että jäljelle jäävät osat ovat helppoja ja ongelmattomia käsitellä ja kokoonpanna. (Kataja 2004, 6.)

Osien lukumäärää pyritään myös minimoimaan yhdistämällä eri osia. Osien yhdistäminen voidaan tehdä, jos osilla on suhteessa samat liikkeet ja materiaalit eikä osan tarvitse olla irrotettavissa huollon takia. Yhdistäminen on myös mahdollista, jos se ei estä muiden osien kokoonpanoa. (Kataja 2004, 7-9.)

Osien eliminoinnilla tarkoitetaan, että osaa ei tarvitse suunnitella, valmistaa, testata, ostaa, kuljettaa, valvoa, varastoida, poistaa epäkuranttina kirjanpidosta, kierrättää, hävittää eikä eliminoitu osa aiheuta ongelmia loppuasiakkaalle. Standardisoinnissa pyritään käyttämään vakioituja standardiosia sekä kehittämään omaa sisäistä standardisointia. (Kataja 2004, 10-13.)

3D- suunnittelu ja tuotetiedonhallinta

3D-mallinnuksella tarkoitetaan tuotesuunnittelua kolmiulotteisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että kappaleet, osat ja kokoonpanot näyttävät oikeilta ja niille annetaan kaikki ne fysikaaliset ja mekaaniset ominaisuudet, jotka valmistettavalla tuotteella todellisuudessakin on. (Tuhola & Viitanen 2008, 17.)

Kun suunnittelussa käytetään hyväksi 3D-mallinnusta, päästään huomattaviin kustannussäästöihin. 3D-mallia voidaan käyttää monipuolisesti tuotekuvien tekemiseen. Kuitenkin suurin hyöty saadaan, kun sitä käytetään osien

yhteensovittamiseen ja rakenteen toimivuuden varmistamiseen. Mallia voidaan käyttää myös lujuuslaskennan pohjatietona. (Tuhola & Viitanen 2008, 13.)

Onnistuneen suunnittelun perusvaatimus on, että osat ja kokonaisuudet sopivat toisiinsa ja kokoonpanoihin. 3D-mallinnus mahdollistaa osien ominaisuuksien tarkastelun päätteellä ja niiden sovittamisen toisiinsa sopivaksi sekä sopivuuden liityntärakenteisiin. Mikäli virheitä huomataan ja osat eivät sovikaan toisiinsa kuten on suunniteltu, mallia voidaan muuttaa 3D-ympäristössä ja tuottaa uudet piirustukset muutetusta mallista. (Tuhola & Viitanen 2008, 33.)

Kun kuvaa tarvitaan muuhunkin kuin tuotantokäyttöön, esimerkiksi esitteisiin tai varaosakirjoihin, käytetään 3D-mallinnuksen räjäytysominaisuutta. Räjäytyskuva voidaan tehdä kokoonpanoista tai sen joistain osista. Räjäytyksellä tarkoitetaan osien siirtämistä uusiin asemiin esityksen selventämiseksi ja mahdollisimman suuren havainnollisuuden aikaansaamiseksi. (Tuhola & Viitanen 2008, 140.)

Usein tuotantoprosessi vaatii suunnitteludatan tuottamisen sellaiseen muotoon, että sitä voidaan käyttää suoraan valmistuskoneiden ohjaamiseen. Myös markkinointi ja erilaiset esittelymateriaalit tarvitsevat omanlaisensa materiaalin. Suunnitteludatan säilyttämiseen, järjestämiseen sekä viimeisimmän tiedon käyttämiseen kannattaa käyttää PDM-järjestelmää. (Tuhola & Viitanen 2008, 131, 135.)

Tuotetiedon hallinta eli PDM (Product Data Management) on systemaattinen, ohjattu menetelmä hallita ja kehittää teollisesti valmistettavaa tuotetta. Tuotetiedon hallinnan ydin on valmistettavaan tuotteeseen liittyvän tiedon luominen, säilyttäminen ja tallettaminen. Päivittäisessä toiminnassa tärkeitä ominaisuuksia ovat tarvittavan tiedon löytäminen, jalostaminen, jakelu ja uudelleen käyttö helposti, nopeasti ja vaivattomasti. Yritykset verkostoituvat, jolloin tarvitaan yhteistyötä. Alihankinta- ja kumppanuusverkoston hallinta vaatii hyvin toimivaa tiedonhallintaa. (Sääksvuori & Immonen 2002, 13.)

Suunnittelun ja tuotekehityksen dokumenttien hallinta on tuotetiedonhallinnan tärkeimpiä sovellusalueita. Luotu tietomäärä on usein hyvin suuri ja sen

hallitseminen siten, että haluttu ja viimeisin tieto on saatavilla ja jaettavissa helposti ja nopeasti, vaatii kehittynyttä hallintajärjestelmää. Toimiva muutoshallinta on myös osa toimivaa suunnitteluorganisaatiota. PDM-järjestelmän muutoshallintatyökalujen tehtävä on minimoida suunnitteluvirheet, jotka johtuvat suunnitelmiin tehdyistä muutoksista ja siitä, että tieto ei kulje valmistukseen tai sopimuskumppaneille. (Sääksvuori & Immonen 2002, 43.)

PDM-järjestelmät tarjoavat työkalun alihankintatyön ja sopimusvalmistuksen tukemiseen. Alihankkijat voidaan kytkeä päämiehen liiketointaan tuotetiedonhallintajärjestelmien avulla. Käyttöoikeuksien hallinnan avulla alihankkijoille voidaan antaa pääsy suoraan päämiehen tietojärjestelmiin. (Sääksvuori & Immonen 2002, 45-46.)

PDM-järjestelmän tarpeellisuus voidaan perustella turhan hukkatyön vähenemisenä ja jo tehdyn työn paremmalla hyödyntämisellä. Yhdysvaltalaisen tutkimusinstituutin Coopers & Lybrandin mukaan suunnittelu- ja tuotekehitysorganisaatioiden ajankäytöstä vain pieni osa on arvoa lisäävää aikaa. Noin 30% ajasta kuluu tiedon etsimiseen, jakeluun ja ylläpitoon. Noin 20% ajasta kuluu asioiden tekemiseen, jotka on jo kerran tehty, koska on nopeampaa tehdä työ uudelleen kuin käyttää aikaa aiemmin tehdyn työn etsimiseen. Noin 14% ajasta kuluu erilaisissa palavereissa, joiden tarkoitus on jakaa tietoa eri osapuolille. (Sääksvuori & Immonen 2002, 99.)

2.3 Alihankinta

Taloustieteiden lisensiaatti Matti Tossavainen määrittelee Teollisuusyritysten alihankinta –tutkimuksessaan alihankinnan seuraavasti: ”Alihankinta on päähankkijan ja alihankkijan välistä sopimukseen perustuvaa tuotannollista yhteistyötä, jossa päähankkija teettää omaan tuotteeseensa kuuluvia osia, komponentteja tai tuotantovaiheita alihankkijalla.” (Tossavainen 1985, 6.)

Alihankinta voidaan jakaa alihankintatyyppeihin seuraavasti:

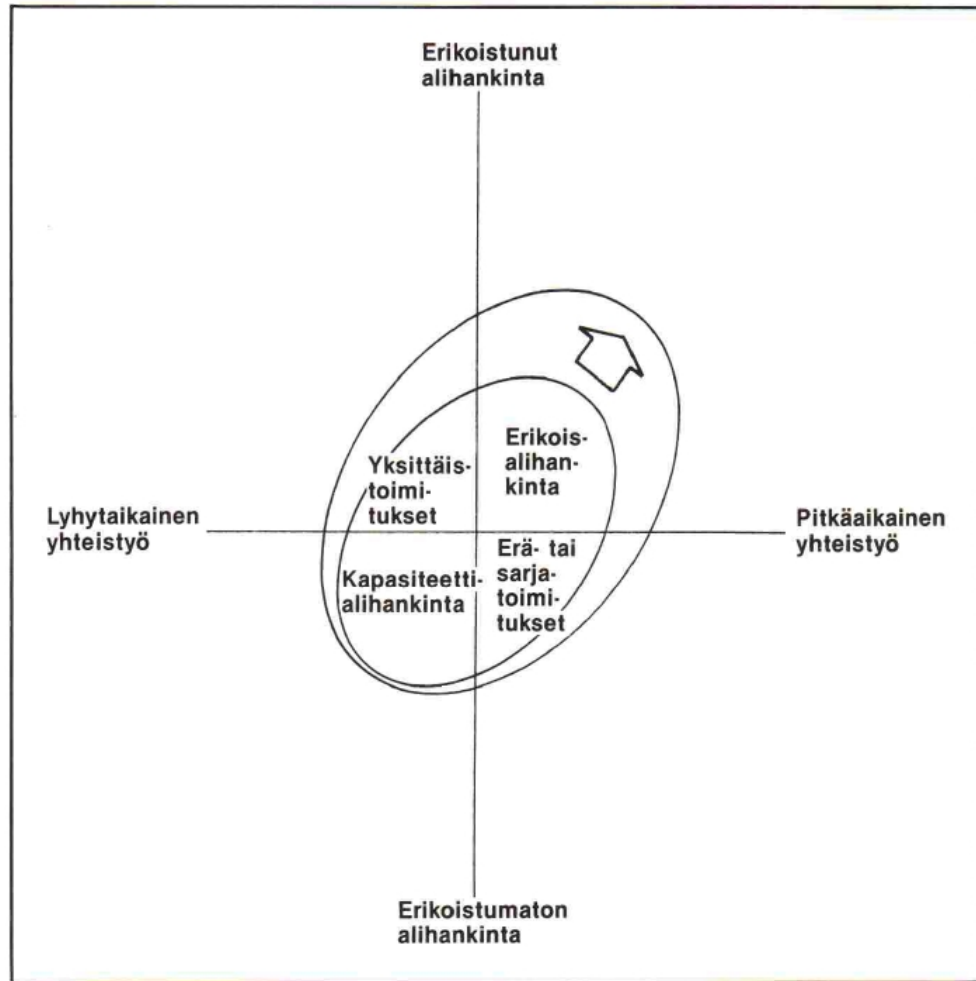
- perusalihankinta eli ”rahtityö”: yksinkertaisin tapa alihankintatyön ostamiseksi, sitoutumisaste pieni
- kapasiteettialihankinta: varataan kapasiteettia alihankkijalta tulevia projekteja varten
- standardialihankinta: mikäli mahdollista, niin tuotanto toteutetaan mahdollisimman pitkälle standardiosilla
- erikoisalihankinta: pitkäaikainen vakiintunut alihankintasuhde, sitoutumisaste suuri

TAULUKKO 2. Alihankintatyyppien edut ja haitat (Tossavainen 1985, 31)

	Edut päähankkijan kannalta	Haitat päähankkijan kannalta
”Rahtityö” (Perus- alihankinta)	<ul style="list-style-type: none"> - Helppo koordinoida useita alihankkijoita - Helppo ohjata alihankkijan työtä piirustusten työmallien yms. Mukaan - Voidaan hyödyntää alihankkijoiden joustavuutta - Voidaan hyödyntää tilapäisissä asiakassuhteissa - Alihankkijan valinta yksinkertaista - Raaka-aineiden laatua helppo kontrolloida (omat materiaalit) - Helppo säädellä kapasiteettia 	<ul style="list-style-type: none"> - Työn laadunvaihtelut suuria - Edellyttää päähankkijalta tavallista tiukempaa laaduntarkkailua - Sitoo käyttöpääomaa (päähankkija toimittaa materiaalit) - Toimitusaikojen noudattaminen vaihtelee yrityksittäin
Kapasiteetti- alihankinta	<ul style="list-style-type: none"> - Mahdollisuus tilapäisesti laajentaa kapasiteettia ilman kiinteitä investointeja - Mikäli päähankkijalla on strategisella tasolla suunniteltu alihankintapolitiikka, kapasiteettialihankkijoiden käyttö johtaa yleensä pitkäaikaisiin asiakassuhteisiin, joista vain osa on tyyppillistä kapasiteettialihankintaa - Mahdollisuus sopeutua äkillisiin tuotantohäiriöihin 	<ul style="list-style-type: none"> - Kysynnän vaihtelu välittyy hintoihin - Lisäkapasiteetin saaminen huippusuhdanteen aikana on epävarmaa - Toimitusajat vaihtelevat kapasiteetin käyttöasteen mukaan - Kapasiteettialihankinnan runsaus voi olla oire alihankintapolitiikan jäsentymättömyydestä

Standardi- alihankinta	<ul style="list-style-type: none"> - Ostokomponentit edullisimpia kuin oma valmistus - Hyvä ja tasainen laatu - Toimitusvarmuus on hyvä, sillä alihankkijat ovat usein suuria yrityksiä - Kouliintuneet ja pitkäaikaiset yhteistyösuhteet - Riippuvuus yhdestä toimittajasta yleensä pieni, koska valmistajia on runsaasti kansainvälisillä markkinoilla. 	<ul style="list-style-type: none"> - Päähankkijan tuotteen kannalta kriittisten komponenttien valmistus saattaa siirtyä oman kontrollin ulkopuolelle - Välimatkojen pituus saattaa olla suuri
Erikois- alihankinta	<ul style="list-style-type: none"> - Voidaan keskittyä tiettyihin osaamisen lajeihin - Erikoisosaamista vaativat komponentit ostetaan alihankkijoilta - Ammattitaidon hankinta ja ylläpito tulisi kohtuuttoman kalliiksi - Omille erikoiskoneille ja – prosesseille ei olisi riittävästi töitä - Laajentaa päähankkijan teknologisia mahdollisuuksia - Pitkäaikaiset ja vakiintuneet asiakassuhteet 	<ul style="list-style-type: none"> - Riippuvuus joskus erittäin keskeisistä komponenteista ja prosesseista - Liikesalaisuuksien säilyttäminen tavallista hankalampaa

MET Tekninen tiedotus 4/87:n mukaan kehitys näyttää painottuvan enenevässä määrin erikoisalihankinnan suuntaan (KUVIO 5).



KUVIO 5. Alihankinnan kehityssuuntia (Heikkinen 1987, 4.)

2.3.1 Alihankinnan edut ja haitat

Alihankinnan etuja ja haittoja voidaan tarkastella joko pähankkijan tai alihankkijan näkökulmasta. Tässä tapauksessa keskitytään tarkastelemaan etuja ja haittoja pähankkijan kannalta.

Yrityksen valinta oston ja oman valmistuksen välillä määräytyy liikeidean ja sitä toteuttavan ohjelman mukaan. Päätökset voidaan jaotella strategisiin, taktisiin ja operatiivisiin päätöksiin. Strategisilla päätöksillä yritys määrittelee pitkän aikavälin tavoitteensa. Ne vaikuttavat tulevaan ”ostaa vai valmistaa” -politiikkaan lähinnä siltä osin, millaiseksi yrityksen tuotantotekniikka valitaan ja mitkä ovat yrityksen päätuotteet. Myös tiettyyn erikoistumisasteeseen sitoutuminen on strateginen päätös. (Tossavainen 1985, 27.)

Taktiset ”ostaa vai valmistaa” -päätökset kuuluvat tuotannon keskipitkän aikavälin suunnitteluun. Teknologia ja päätuotteet pidetään tällöin annettuina. Taktisilla päätöksillä määritellään ne päätuotteiden kannalta kriittiset osat, jotka osaamisen, kilpailun tai muiden syiden vuoksi valmistetaan aina itse. Tällä tasolla määritellään myös ne osat, jotka yleensä aina ostetaan alihankkijoilta. Päätökset riippuvat myös yrityksen taloudellisesta tilasta, joka saattaa rajoittaa investoimista kone- ja laitekantaan. Ostettavat komponentit ovat valittujen osaamisalueiden ulkopuolelle jääviä hankintoja. (Tossavainen 1985, 27.)

Operatiiviset lyhyen aikavälin päätökset riippuvat kapasiteetin käyttöasteesta. Koska konekanta on annettu, tuotteiden menekki määrää kapasiteettitarpeen. Tavallisimmat keinot ovat työtuntien ja työntekijöiden määrän sopeuttaminen, mutta myös alihankintojen määrän sopeutus on yleistä. (Tossavainen 1985, 27.)

”Ostaa vai valmistaa” -analyysin tulisi olla osa päähankkijan strategiaa. Jos yrityksellä ei ole strategisella tasolla täsmennettyä alihankintapolitiikkaa, epämääräisyys näkyy taktisella tasolla tempoilevina ja lyhytjänteisinä ostoina. Selkiytynyt strategia vuorostaan johtaa yleensä alihankintaostojen osto-osuuden kasvuun. Täsmentymättömän politiikan ja kielteisten kokemusten vuoksi päähankkijat tekevät usein itse enemmän osia kuin on taloudellista. (Tossavainen 1985, 27.)

2.4 Kustannusrakenteen analysointi

Laskentatoimen tehtävänä on toimia tiedon ja informaation tuottajana yrityksen johdolle ja näin osaltaan helpottaa johdon päätöksentekoa. Yrityksen laskentatoimi jaetaan usein yleiseen laskentatoimen tietojärjestelmään ja johdon laskentatoimen järjestelmään. Yleinen laskentatoimi tuottaa normisidonnaista tietoa, se nojautuu lakiin ja on suuressa määrin samanlaista eri yhtiöissä. Johdon laskentatoimijärjestelmä sitä vastoin tuottaa yrityskohtaista tietoa, joka on sidoksissa yrityksen omiin päätöksentekomekanismeihin.

Yleisen ja johdon laskentatoimen tietojärjestelmien erot

	Yleinen laskentatoimi	Johdon laskentatoimi
Tiedon normisidonnaisuus	Yleinen normisidonnaisuus tavanomaista, Esim. kirjanpitolaki	Yrityskohtaiset säädökset
Laskennan kohde	Koko yritys	Yritys, tulosityksikkö, tuote
Tiedon arvoperuste	Hankintahinta	Hankintahinta tai laskennalliset hinnat
Tiedon aikasuuntautuminen	Mennyt tieto (realisoitunut)	Menneisyystieto ja tulevaisuutieto esillä

(Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 33-35.)

2.4.1 Kustannuksien erittely

Kustannuslaskenta tuottaa tietoja kustannuksista kolmivaiheisesti.

1. kustannuslajit

- työkustannukset
- ainekustannukset
- muut lyhytvaikutteiset kustannukset
- pääomakustannukset

- 2 kustannuspaikat
- 3 suoritekohtaiset kustannukset (lisäyslaskenta).

Kustannuslajilaskennassa selvitetään yrityksen kokonaiskustannukset lajeittain laskentakaudelta. Työkustannukset saadaan selvitettyä palkkalaskennan perusteena olevista tuntilipuista. Yksittäisistä lipuista laaditaan palkkakustannusten luettelo valmistuskirjanpitoa varten. Henkilösivukustannukset, jotka ovat palkkojen sosiaalikulkuksia, liittyvät kiinteästi työn teettämiseen ja ne lasketaan palkkojen suhteessa. (Jyrkkiö & Riistama 2003, 90-111.)

Ainekustannukset saadaan varastokirjanpidosta, jonka tehtävä on selvittää saapuneet määrät ja käytetyt määrät. Varastokirjanpidosta saadaan käytetyt tuotteet nimikkeittäin ja kohteittain kustannus selvitystä varten. (Jyrkkiö & Riistama 2003, 103.)

Kategoriaan 'Muut lyhytvaikutteiset kustannukset' kuuluu esimerkiksi ostetun energian kustannukset, edustusmenot, tietoliikenne-, kuljetus-, huolto-, asiantuntija- ja konsultointipalvelut sekä tila-, kone- ja laitevuokrat. Lyhytvaikutteiset tuotantovälineet käytetään sitä mukaan kuin ne hankitaan. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 96.)

Pääomakustannuksiin luetaan laskennalliset poistot ja laskennalliset korot. Lisäksi pääomakustannuksia ovat myös vakuutuskustannukset. (Jyrkkiö & Riistama 2003, 90.)

Kustannuspaikkalaskennalla selvitetään koko yritystä pienemmän toimintayksikön kustannuksia. Kustannuspaikka on vastuualue, jonka kustannuksia seurataan ja rekisteröidään. Kustannuksia voidaan seurata esimerkiksi budjettiseurannan yhteydessä. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 121.)

Kustannuspaikkajaon yhtenä syynä on tarve saada yrityksen välilliset kustannukset jaettua oikeudenmukaisesti kustannuspaikoille. Välilliset kustannukset ovat kustannuksia, jotka eivät suoraan kohdistu tuotteelle. Tällaisia

kustannuksia ovat esimerkiksi työnjohdon palkat sosiaalikuluneen. Välilliset kustannukset voivat olla kiinteitä tai muuttuvia. Kustannuspaikkajaon ansiosta kustannuspaikan kannattavuus voidaan selvittää helpommin ja myös kustannuspaikan vastuunjako on mahdollista selvittää. Kustannuspaikkajako on myös mahdollista tehdä toimintojen mukaan. (Jyrkkiö & Riistama 2003, 61-62.)

Budjetti on yritysjohtoon apuväline suunnittelussa ja tarkkailussa. Budjetointiprosessiin kuuluu olennaisena osana yrityksen menneen kehityksen arviointi, mikä asetetaan budjettitavoitteita vasten. Huolellisesti suunniteltu budjetti auttaa yrityksen tavoitteiden täsmentämistä ja siksi budjettitavoitteet määritetään niin, että yrityksen tavoitteet saavutetaan. Hyvän budjettitavoitteen asettaminen vaatii tuekseen täsmällisen budjetin seurannan, erojen analysoinnin ja virheiden korjaamisen. (Neilimo & Uusi-Rauva 1997, 222.)

Seuranta tarkoittaa yleensä menettelyä, jonka avulla yrityksessä varmistetaan, että sen toiminta vastaa tehtyä suunnitelmaa. Raportoinnilla tarkoitetaan tiedon antamista tapahtuneesta tai parhaillaan tapahtuvasta toiminnasta. Raportointijärjestelmää luotaessa on syytä miettiä, miten tarkasti ja miten seuranta toteutetaan. Raporttiin saattaa sisältyä toteutuneiden lukujen lisäksi myös tavoitelukuja, mistä esimerkkinä ovat budjettitarkkailuraportit. Laskentatoimen raportit ovat yleensä kirjallisessa muodossa annettuja ilmoituksia yrityksen toteutuneista tuotoista ja kustannuksista sekä niiden perustana olevista määräluvuista. (Jyrkkiö & Riistama 2003, 261.)

Yksi sisäisen laskennan tavoitteista on saada selville tuotteen jälkikäteen laskettava omakustannusarvo ja verrata sitä ennakkolaskelmaan. Laskemisen avulla voidaan analysoida mahdolliset poikkeamat. Lisäksi analyysien avulla saadaan pohjatietoa ennakkolaskelmia varten helpottamaan hinnoittelua. (Andersson, Ekström & Gabrielsson 2001, 126.)

3 YRITYKSEN TAUSTATIEDOT JA TUTKIMUKSEN KUVAUS

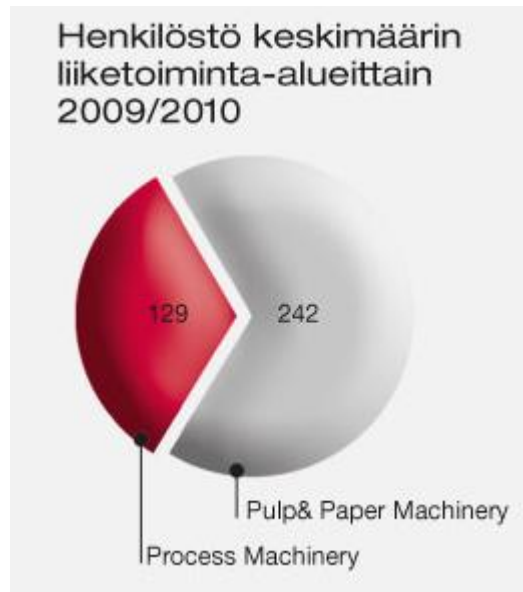
3.1 Yrityksen esittely

Vaahto Group on teknologia- ja asiantuntijayritys, joka palvelee prosessiteollisuutta paperinvalmistusteknologian ja prosessilaitteiden aloilla. Vaahto Groupin strategisena tavoitteena on tuottaa asiakkailleen lisäarvoa kehittämällä korkeatasoisia ja kokonaisvaltaisia teknologiaratkaisuja ja prosessipalveluja, jotka parantavat asiakkaiden ydinprosesseja, laatua ja kilpailukykyä. (Vaahto Group Oyj 2011.)

Vaahto Groupiin kuuluu seitsemän yhtiötä: Vaahto Group Plc Oyj, Vaahto Oy, Japrotek Oy Ab, AP-Tela Oy, Stelzer Rührtechnik International GmbH, Vaahto Pulp & Paper Machinery Distribution (Shanghai) Co. Ltd. ja ZAO Slalom. Vaahto Group Plc Oyj on konsernin emoyhtiö, joka vastaa konsernin johdosta, strategisesta suunnittelusta, taloushallinnosta ja rahoituksesta sekä henkilöstöhallinnosta. (Vaahto Group Oyj 2011.)

Yhtiö on noteerattu Helsingin pörssissä. Konsernin koko liikevaihto on noin 35,2 miljoonaa ja henkilöstömäärä noin 400 henkeä.





Vaaho Group Plc Oyj toimii Lahdessa. Hollolassa ja Tampereella toimivat Vaaho Oy:n tuotantolaitokset, jotka tarjoavat paperiteollisuuden asiakkaille kokonaisvaltaista palvelua. Vaaho Oy toimii läheisessä yhteistyössä muiden Vaaho Group -konsernin Pulp & Paper Machinery -ryhmään kuuluvien yhtiöiden kanssa. (Vaaho Group Oyj 2011.)

3.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää Vaaho Pulp & Paper Machinery:n kenkäpuristimen esikokoonpanon eri kokoonpanovaiheiden ongelmakohtia sekä kuinka kustannukset jakautuvat kenkäpuristimen esikokoonpanossa ja miten ne vastaavat suunniteltua. Lisäksi selvitettiin syitä siihen, minkä vuoksi kustannusten arviointi voi olla hankalaa.

Tutkimusta rajattiin niin, että tutkimukseen otettiin mukaan jaokselle (kustannuspaikalle) VA-00215- P14 kirjautuneet kustannukset, jotka saatiin yhtiön laskentajärjestelmästä. Kustannuksia verrattiin budjetoituihin kustannuksiin. (LIITE 1)

3.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa selvitettiin kenkäpuristimen esikokoonpanon eri vaiheita vuoden 2011 alussa. Kokoonpanovaiheita seurattiin reilun kuukauden ajan dokumentoiden eri työvaiheiden ongelmakohtia. Kustannusvertailun tekopaikka oli Vaahto Oy:n Hollolan toimipiste.

Esikokoonpanon edistymistä seurattiin tekemällä muistiinpanoja ongelmakohdista, joita asentajat havaitsivat. Lisäksi osana tutkimusta valokuvattiin eri kokoonpanovaiheita.

Kirjallisuuden perusteella kartoitettiin ja ryhmiteltiin erilaisia tekijöitä, jotka huomioitiin kustannusvertailuita tehtäessä. Kustannuksia selvitettiin saadun aineiston perusteella. Kustannusjaottelu tehtiin kenkäpuristimen esikokoonpanosta sekä tarkasteltiin kenkätelan kustannuksia tarkemmin jaoksittain.

4 TULOKSET JA POHDINTA

4.1 Esikokoonpanon hyöty

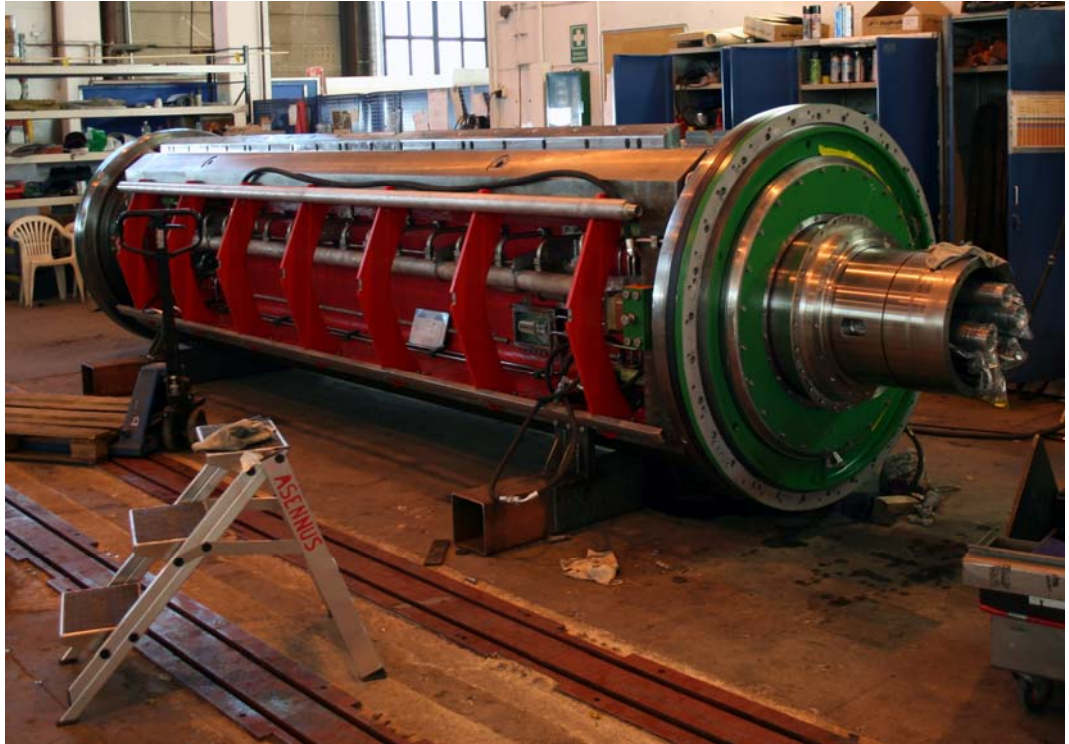
Esikokoonpano kenkäpuristimen kaltaisessa projektissa on ensiarvoisen tärkeää. Osien keskinäinen sopivuus voidaan testata ja korjata mahdollisia virheitä. Esikokoonpanossa voidaan myös todeta ja korjata mahdolliset osien valmistusvirheet ja havaita sekä korjata mahdolliset materiaali- ja asennusvirheet.

Tarvittavia koekäyttöjä toimivuudesta voidaan tehdä soveltuvin osin. Kenkäpuristimen loppukokoonpanoon tarvittava aika lyhenee, kun osakokoonpanoja ja moduuleja voidaan jättää valmiiksi kokonaisuuksiksi.

Esikokoonpanon hyötynä voidaan ajatella, että testattujen osien yhteensopivuuden ja virheettömyyden ansiosta paperikoneen seisokkiaika saadaan minimoitua lopullisen asennuksen nopeuden takia.

4.2 Esikokoonpanon ongelmat

Tutkimusta tehdessä ilmeni esikokoonpanon osissa suunnittelu- ja valmistusvirheitä. Valmistusvirheitä esiintyi rungon koneistuksissa, hihnan laakeroinnin osissa sekä kierteissä. (KUVIO 6)



KUVIO 6. Laakerointi asennettuna kenkätelan runkoon.

Hihnan laakeroinnin osissa oli isoja valuhuokosia. Osien saamiseksi laadultaan ja toiminnaltaan hyväksyttäväksi niitä jouduttiin korjauspinnoittamaan ja uudelleen koneistamaan.

Runko jouduttiin myös ottamaan uudelleen koneistukseen rungossa olleiden mittapoikkeamien vuoksi. Osa rungon virheistä löydettiin tarkistusmittauksissa, mutta jotkut virheet ilmenivät vasta kokoonpanovaiheessa aiheuttaen osittaista purkamista ja uudelleen kokoonpanoa.

Kierrereikiä jouduttiin useassa osassa avaamaan ja täsmentämään, jotta kierrelitokset saatiin onnistumaan. Oman arvioni sekä asentajilta saadun palautteen mukaan kierteet oli tehty huonolaatuisilla tai -kuntoisilla kierreyökaluilla.

Osa suunnitteluvirheistä oli luonteeltaan toleransseihin liittyviä ja ilmeni asennustyön vaikeutena. Toleranssit oli suunnittelussa asetettu toiminnan ja kokoonpanon kannalta väärin mittoihin. Suunnitteluvirhe esiintyi myös moduulijaossa. Asennuksen onnistumiseksi ja selkeyttämiseksi sylinterit

kiinnitetään kokoonpanossa ensin kenkätelan runkoon, mutta kokoonpanokuvassa sylinterit oli esitetty kiinnitettäväksi suoraan kenkälankkuun. Ylärungon kiinnityksessä jouduttiin myös soveltamaan kiinnitysratkaisua, koska pulttia ei mahduttu laittamaan kiinni (KUVIO 7).



KUVIO 7. Ylärunkoon asennettavan nostolaitteen yhtä pulttia ei mahduttu laittamaan, koska rungon osat olivat edessä.

Kokoonpanokuvien epäselvyys sai myös moitteita asentajilta. Kokoonpanoa jouduttiin tekemään asentajien muistin varassa ja edellisen projektin valokuvia käyttäen.

Esikokoonpanon yhteydessä huomattiin ongelma osien nostamisessa ja siirtelyssä. Useat osat olivat isokokoisia ja painoivat paljon, mutta siitä huolimatta niihin ei ollut etukäteen suunniteltu tai tehty nostolenkkien tai hihnojen paikkoja. Selkeiden nostopaikkojen puute aiheutti sen, että ketjut tai hihnat jouduttiin kiinnittämään siirrettävään osaan nostoa varten huonoihin paikkoihin. Tämän takia oli mahdollisuus osan putoamiseen ja särkymiseen sekä mahdollisuus työtapaturmaan oli ilmeinen. (KUVIO 8)



KUVIO 8. Kenkätelan siirtäminen runkoon tapahtui ongelmitta, mutta vaati isot nostimet käyttöön.

4.3 Esikokoonpanon parannusehdotukset

Piirustusten tarkkuudessa ja selkeydessä ilmeni puutteita, mistä johtuen kokoonpano vaikeutui ja hidastui. Kokoonpano tehostuisi ja piirustusten tulkinta selkeytyisi, jos käytettävissä olisi mahdollisimman selkeät räjäytyskuvat alikokoonpanoista ja pääkokoonpanosta.

Alihankituissa osissa ilmeni laatu puutteita. Virheitä löytyi mm. valuista, hitsauksista ja koneistuksista. Näiden laatu virheiden takia kokoonpanot eivät onnistuneet tai kokoonpanoja jouduttiin purkamaan ja osia jouduttiin ottamaan uudelleen koneistettavaksi. Laatu virheiden eliminoimiseksi yhteistyötä alihankkijoiden suuntaan tulisi lisätä. Alihankkijat tulisi auditoida ja hyväksyä Vaahto Oy:n puolesta, ja alihankinnassa käyttää vain Vaahto Oy:n hyväksymiä toimittajia.

Hyvän suunnittelun ja tuotetiedonhallinnan tärkeyttä ei voi olla liikaa korostamatta. Suunnittelu on valmistuksen tärkein osa-alue. Hyvään ja laadukkaaseen suunnitteluun uhratut panokset alentavat kokonaiskustannuksia tehokkaasti. Tuotteen suunnittelulla pystytään eniten vaikuttamaan tuotteen kustannuksiin. Lisäksi tuotteen ja sen osien oikealla suunnittelulla pystytään vaikuttamaan valmistusmenetelmiin ja niiden kustannuksiin. Oikealla suunnittelulla pystytään helposti vaikuttamaan myös laatu kustannuksiin. Suunnittelussa käytetään nykyaikaisia 3D CAD-suunnittelutyökaluja, joiden avulla mallinnetaan valmistettavat osat tarkasti ja muut komponentit riittävällä tarkkuudella. Mallinnetuista osista luodaan virtuaalisia alikokoonpanoja tai moduuleja, joista lopuksi kokoonpannaan koko tuotteen virtuaalinen malli. Mallista on suhteellisen helppo tarkastella osien tai moduulien yhteensopivuutta ja toimivuutta sekä tehdä törmäystarkasteluja.

3D-suunnitteluympäristö integroidaan PDM-ympäristöön, josta kaikkien suunnittelijoiden ja alihankkijoiden on mahdollista hakea osan viimeisin versio käytettäväksi suunnitelmaan tai valmistukseen. Tärkeää on myös hyödyntää standardiosakirjastoja.

Kun valmistettavista osista tehdään tarkka 3D-malli, voidaan piirustuksista ja niihin laitettavista yksityiskohdista tinkiä. Piirustuksissa ei tarvitse olla mitoitettuna muuta kuin päämitat ja ne kohdat, jotka on toleroitu mitta-, muoto-, tai sijaintitoleranssein. Keskeistä on, että 3D-malli tehdään siten, että valmistus voi käyttää sitä täysmääräisesti hyväksi esimerkiksi NC-ohjelmoinnissa. Lisäksi voidaan antaa oikeudet hyväksytyille alihankkijoille käyttää suunnitteludataa VPN-yhteyksiä hyväksi käyttäen. Tämä edellyttää tietysti, että osien valmistajalla on kyky ja osaaminen hyödyntää 3D-suunnitteludataa. Suunnitteludata tulisi olla talletettuna suunnittelujärjestelmän natiivimuodossa ja käännettynä esimerkiksi IGES- tai STEP-muotoon. Laadukas 3D-malli on käyttökelpoinen myös tehtäessä asennus-, huolto- ja käyttöohjeita sekä esite- ja markkinointimateriaalia.

4.4 Kustannusten selvittäminen

Vaahdon kenkäpuristimen kustannusten arviointi oli hankalaa, koska tarjouslaskenta perustui pitkälti viisi vuotta sitten tehtyyn kenkäpuristimen osaluetteloon. Viiden vuoden aikana on tapahtunut jonkin verran tuotekehitystä kenkäpuristimen osiin, kenkäpuristimen osista osa on luettelossa ja jotkin osat ovat muuttuneet kokonaan kehitystyön ansiosta.

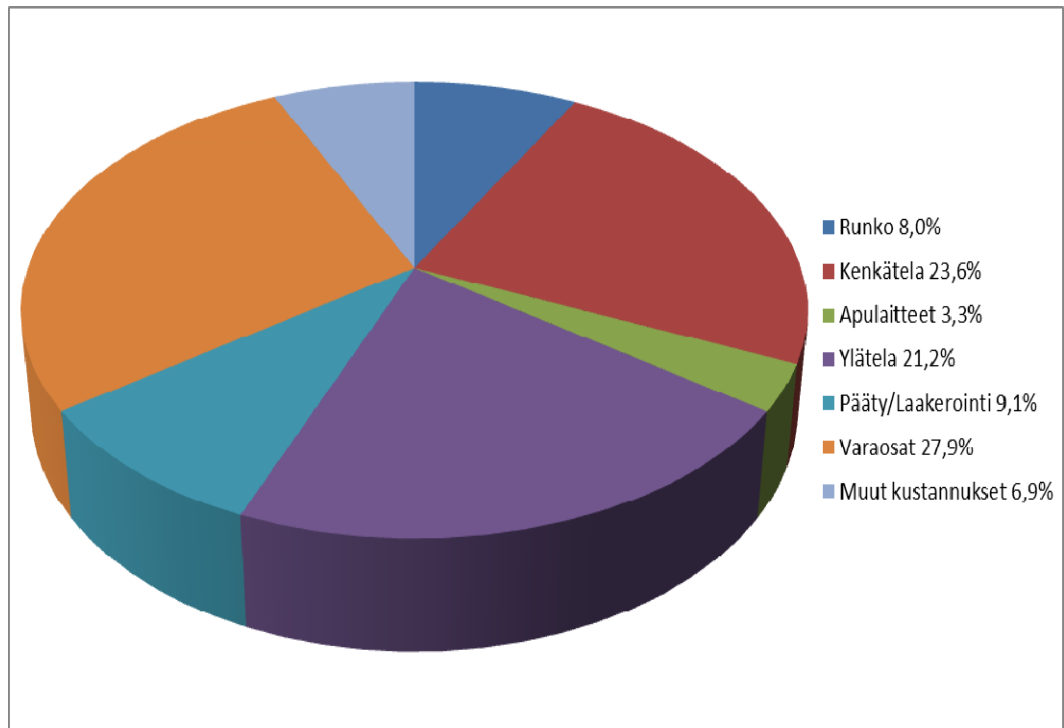
Belttiin, joka on kenkäpuristimen ympärillä pyörivä hihna, tuli lisäkustannuksia, koska asiakas halusi juuri tietyn beltin tekevän yrityksen tuotteen. Alustavat laskelmat oli tehty eri yrityksen tekemistä belteistä.

Monet kokoonpanot oli tarkoitus kasata Kiinassa, missä on huomattavasti halvemmat kustannukset kuin Suomessa. Kokoonpanot kuitenkin tapahtuivat Suomessa, jolloin alkuperäiset suunnitellut kustannukset olivat selvästi liian alhaiset. Tästä syystä toteutuneet kustannukset poikkeavat suunnitellusta jaoksesta (LIITE 1.)

Kustannusten selvittäminen tapahtui aluksi koneen yleiskuvasta, joka on laadittu ennen tarkempia suunnittelukuvia. Projektin edetessä yleiskuva tarkentui, jolloin

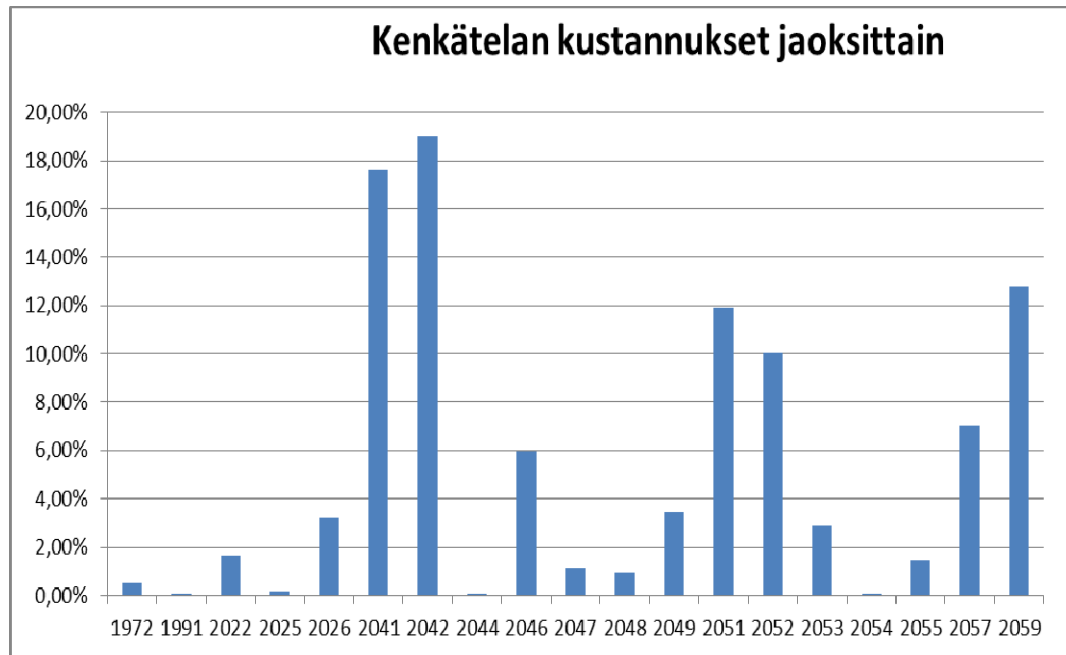
esimerkiksi rungon kustannukset nousivat suuremmiksi kuin alkuperäisestä yleiskuvasta lasketut kustannukset.

Kustannukset laskettiin erillisellä laskentaohjelmalla, jolla pystyttiin selvittämään tehdyt työtunnit ja materiaalikustannukset. Lisäksi jouduttiin arvioimaan uuden kehitystyön tuomien osien kustannukset ja selvittämään poistetut osat.



KUVIO 9. Vaahdon kenkäpuristimen karkea kustannusten jako. Jaoksista on luotu isompia kokonaisuuksia.

Esikokoonpanon osalta kustannukset jakautuivat karkeasti siten, että varaosat muodostivat 27,9 %, kenkätela 23,6 %, ylätela 21,2 %, kenkätelan pääty/laakerointi 9,1 %, runko 8,0 %, muut kustannukset 6,9 % ja apulaitteet 3,3 % kokonaiskustannuksista. (KUVIO 9)



KUVIO 10. Kenkätelan kustannukset jaoksittain

TAULUKKO 3. Kenkätelan jaosnumerot ja jaoksien nimet

Jaos	Jaoksen nimi
1972	Suihkuputket kiinteät
1991	Kitasuojat
2022	Joustavat letkut
2025	Ohjauskotelot
2026	Paineistussäiliö
2041	Kenkätelan kokoonpano
2042	Kenkätelan runko
2044	Lineaarianturien sijoitus
2046	Hydrauliputkisto telan sisäinen
2047	Voiteluputkisto telan sisäinen
2048	Suihkuputken sijoitus telan sisäinen
2049	Öljynpoistoputkisto telan sisäinen
2051	Kenkä koottuna
2052	Kuormitussylinteri kuormitus
2053	Kuormitussylinteri irrotus
2054	Lämpötila-anturit ha sähkösuojaputket
2055	Öljysifoni
2057	Altaat ja ohjainjohteet
2059	Belt

KUVIO 10:ssä on selvitetty Vaahdon kenkätelan kustannukset karkeasti. Eniten kustannuksia kertyi kenkätelan rungosta ja kokoonpanosta. TAULUKKO 3 selventää mitä jaoksien numerot tarkoittaa.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kenkäpuristin ei ole sarjatuote, vaan jokainen kenkäpuristin on yksittäistuote. Kenkäpuristimesta ei ole mahdollista tehdä ennen varsinaisen tuotteen tekoa prototyyppiä, jossa mahdolliset suunnittelun, valmistuksen ja kokoonpanon virheet karsittaisiin pois. Näin ollen virheitä oli jäänyt sekä suunnitelmiin että valmistettuihin osiin, kuitenkin arvioni mukaan kohtuullisesti huomioiden työn laajuus ja haastava konstruktio. Kokoonpanossa kustannuksia lisäsi lähinnä Kiinasta alihankituissa osissa ilmenneet laatuongelmat. Alihankittuja osia jouduttiin korjaamaan koneistamalla, mikä puolestaan aiheutti kustannuksia konepajalle ja odotusta sekä vajaakäyntiä kokoonpanossa.

Kustannussäästöjä voitaisiin saavuttaa muutamia osia yksinkertaistamalla, mikä tulee jatkossa tapahtumaan normaalin tuotekehityksen myötä. Seuraavassa projektissa kannattaa huolellisesti ottaa huomioon tämän projektin opetukset. Suunnittelussa tulisi kiinnittää vielä enemmän huomiota kokoonpanojen selkeään kuvaukseen. Kokoonpanopiirustus on tärkein dokumentti osaluetteloiden lisäksi kenkäpuristinta kokoonpaneville asentajille.

Kenkäpuristimen kustannukset tässä projektissa muodostuivat siten, että kokonaiskustannukset jaoteltuina karkeasti olivat noin 5 % budjetoitua suuremmat. Tästä kenkäpuristinprojektista saatiin arvokasta tietoa, kun lasketaan ja arvioidaan seuraavan kenkäpuristinprojektin kustannuksia.

Alihankintaverkoston käyttämiseen kannattaa kiinnittää huomiota. Alihankinnassa kannattaisi siirtyä kapasiteetin ostosta enemmän erikoisalihankinnan suuntaan. Alihankkijat tulisi auditoida ja valita parhaat kumppanit joko kotimaasta tai ulkomailta, jolloin kustannussäästöt ovat myös ilmeiset.

6 LÄHTEET

Andersson, J., Ekström, C. & Gabrielsson, A. 2001. Kannattavuussuunnittelu ja -laskenta. 3. uudistettu painos. Juva; Tietosanoma Oy.

Heikkinen, S. 1987. MET Tekninen tiedotus 4/87. Oma valmistus vai alihankinta. Helsinki; Metalliteollisuuden kustannus Oy.

Jyrkkiö, E.& Riistama, V. 2003 Laskentatoimi päätöksenteon apuna. 13.-17. painos. Porvoo; WSOY.

Karhi, V. 2011. Re: Opinnäytetyö [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Pirttiniemi, A.-V. Lähetetty 31.5.2011.

Karhi, V. 2011. Kenkäpuristimen olemassaolon oikeutus [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Pirttiniemi, A.-V. Lähetetty 6.6.2011.

Kataja, K. 2004. AEL/Muovituotteen kokoonpano ja liitostekniikat. Luentomoniste.

Lempiäinen, J. & Savolainen, J. 2003. Hyvin suunniteltu – puoliksi valmistettu. Helsinki; Suomen Robotiikkayhdistys Ry.

Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2005. Johdon laskentatoimi. 6.uudistettu painos. Helsinki; Edita Prima Oy.

Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 1997. Johdon laskentatoimi. 1. painos. Helsinki; Oy Edita Ab.

Sääksvuori, A. & Immonen, A. 2002. Tiedonhallinta – PDM. Jyväskylä; Talentum media.

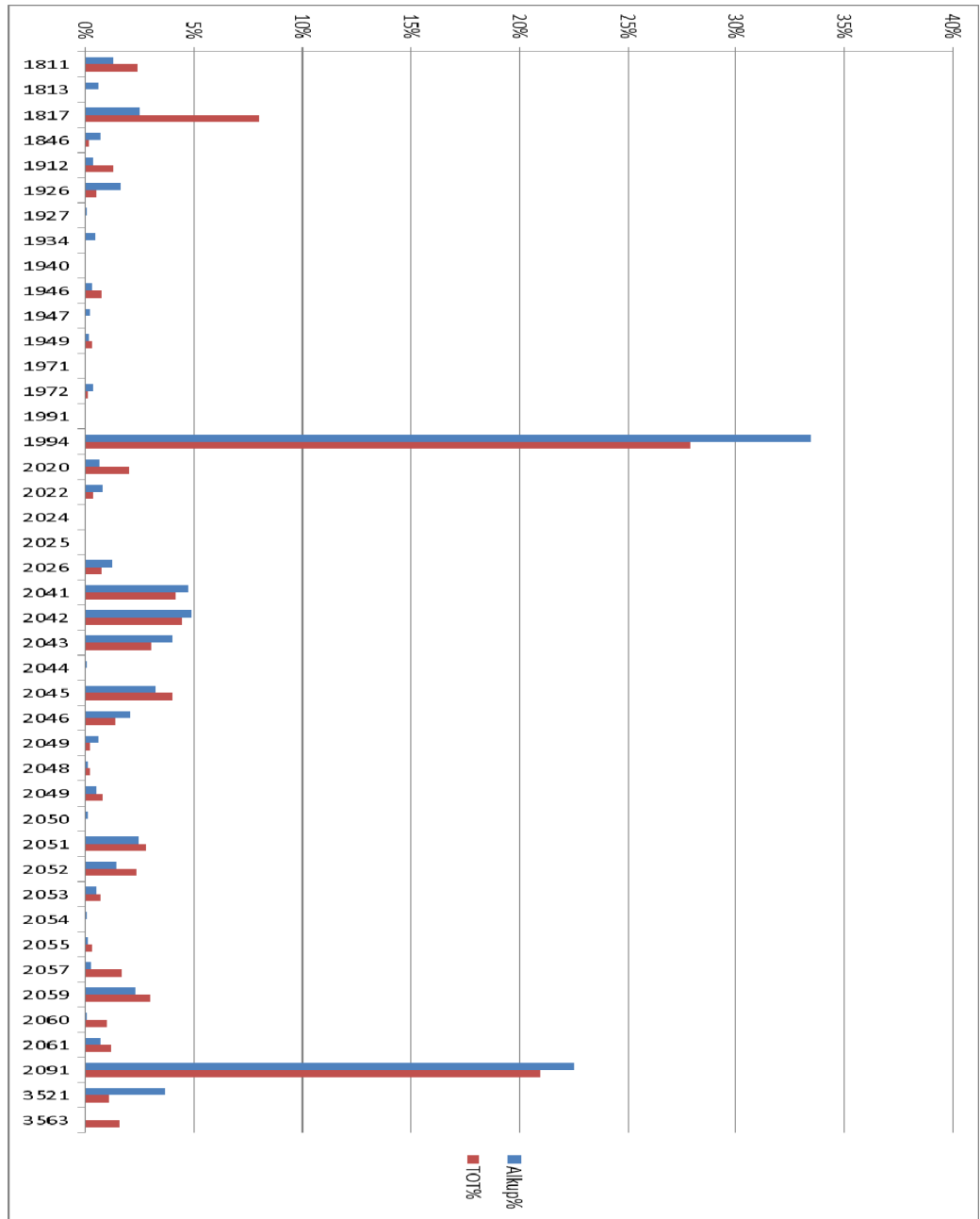
TEKES. 2001. Keskiraskas ja raskas kokoonpanotoiminta 1998-2000 [viitattu 15.6.2011]. Saatavissa: www.tekes.fi/fi/document/43392/rasko_pdf

Tossavainen, M. 1985. Teollisuusyritysten alihankinta. Helsinki; Teollistamisrahasto Oy.

Tuhola, E. & Viitanen, K. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Tampere; Tammertekniikka.

Vaahto Group Oyj. 2011. Puristimet [viitattu 10.6.2011]. Saatavissa: <http://www.vaahtogroup.fi/suomi/tuotteet-ja-palvelut/pulp-and-paper-machinery/vaahto-projects/paperikoneet/puristin.aspx>

LIITE 1/1. Kenkäpuristimen kustannukset jaoksittain



Liitteessä sinisellä olevat palkit ovat budjetoituja hintoja ja punaisella on merkitty toteutuneet kustannukset.

LIITE 1/2.

Jaos nro.	Jaoksen nimi
1811	Runko
1813	Peruslaatat
1817	Runko 3
1846	Ylätelan nostolaitteet ja sivuttaistuenta
1912	Kaavin, puristintelan / keskitelan
1926	Doctor for shoe roll
1927	Air pipe
1934	Vedenohjauslevyt
1940	Kilvet ja turvaohjeet
1946	Telanvaihtolaitteet
1947	Telanvaihtopalkisto
1949	Huovanvaihtolaitteet
1971	Suihkujen kannattimet ja oheislaitteet
1972	Suihkuputket kiinteät
1991	Kitasuojat
1994	Varaosat
2020	Telojen lukkolaitteet
2022	Joustavat letkut
2024	Kenkätelan koneikkojen ja venttiiliryhmitys
2025	Ohjauskotelot
2026	Paineistussäiliö
2041	Kenkätelan kokoonpano
2042	Kenkätelan runko
2043	Laakerointi HK KP
2044	Lineaarianturien sijoitus
2045	Pääty HK KP
2046	Hydrauliputkisto telan sisäinen
2047	Voiteluputkisto telan sisäinen
2048	Suihkuputken sijoitus telan sisäinen
2049	Öljynpoistoputkisto telan sisäinen
2050	Ilmaputkisto, sisäinen
2051	Kenkä koottuna
2052	Kuormitussylinteri kuormitus
2053	Kuormitussylinteri irroitus
2054	Lämpötila-anturit ha sähkösuojaputket
2055	Öljysifoni
2057	Altaat ja ohjainjohteet
2059	Belt
2060	Apulaitteet
2061	Beltin vaihtolaitteet
2091	TK telan kokoonpano
3521	Käytöt
3563	Esiputkitus, puristinosa

