

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU



Antti-Pekka Rikkinen

2007

YLEISKÄRRYN RUNGON UUDELLAENSUUNNITTELU

Tekniikka Rauma

Tuotantotalouden koulutusohjelma

YLEISKÄRRYN RUNGON UUDELLEENSUUNNITTELU

Rikkinen, Antti-Pekka
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Rauma
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Yritys: Motoseal Components Oy
Valvoja: Jussi Heino
Syyskuu 2007
Ohjaaja: yliopettaja Jarmo Karinen
UDK: 658.5
Avainsanat: Tuotekehitys, Tuotantotekniikka, Alihankinta

Työn tarkoituksena oli suunnitella Motoseal Components Oy:n Masi-yleiskärrylle uusi runko-osa. Tavoitteena oli löytää tuotekonstruktio, joka olisi toimivuudeltaan lähes vanhan tuotteen kaltainen, mutta valmistus-, varastointi- ja kuljetuskustannuksiltaan pienempi. Uudesta tuotteesta oli myös tarkoitus saada kapeampi kuin edeltäjänsä.

Vanha tuotteen valmistus oli kallista johtuen käsityönä tehdyistä hitsausseamoista ja putkentaivutuksista. Tuotteen muoto aiheutti myös turhia varastointi- ja kuljetuskustannuksia, joista haluttiin eroon.

Uutta runko-osaa lähdettiin suunnittelemaan vertailemalla erilaisia tuotekonstruktioita, joita oli tehty tietokoneella mallintamalla. Erilaisista kiinnitys- ja muotovaihtoehtoista valittiin parhaat lopulliseen tuotteeseen. Tuotteen rakennetta päätettiin kuitenkin vielä muuttaa toimivammaksi vielä prototyyppivaiheessa. Lopullisessa rakenteessa hitsausliitokset päätettiin korvata yhtymäputkien muotopuristuksella ja ruuviliitoksilla. Uusi rakenne mahdollisti tuotteen purkamisen osiin ja uudelleen kokoamisen.

Osa uuden tuotteen valmistuksesta siirrettiin ohutlevyputkientyöstöön erikoistuneelle alihankkijalle. Tuotteen pienistä tuotantoeristä johtuen, todettiin ettei yrityksen ole kannattavaa panostaa laitteisiin, joita tuotteen valmistamiseen tarvittaisiin, vaan putkien taivutus, litistys ja rei'itys työ annettiin alihankkijalle.

Valmistukseen tulleen uuden runko-osan rakenteelliset ja kustannukselliset tavoitteet saatiin täytettyä. Alihankkijan käytöllä saatiin laskettua tuotteen omakustannushintaa, sekä saatiin vapautettua yrityksen resursseja muiden tuotteiden valmistukseen. Tuotteen kokoonpantavuus, uusi paketointi- ja ladontatapa mahdollisti tuotteen varastoinnin ja kuljettamisen osissa. Uuden tuotteen varastointi- ja kuljettamiskustannuksissa saatiin aikaan huomattavia säästöjä verrattaessa vanhan tuotteen vastaaviin kustannuksiin. Myös uuden rungon toiminnallisuus saatiin rakennemuutoksista huolimatta säilytettyä yrityksen tavoitteiden mukaisena.

REDESIGNING FRAME OF GENERAL BARROW

Rikkinen, Antti-Pekka
Satakunta University of Applied Sciences
School of Technology Rauma
Industrial Management
Commissioned by Motoseal Components Ltd
Supervisor: Jussi Heino
September 2007
Tutor: Jarmo Karinen, Principal Lecturer
UDC: 658.5
Keywords: product development, industrial engineering, subcontracting

The purpose of this study was to develop a new frame for Masi-General Barrow, which is a product of Motoseal Components Ltd. The aim was to find a product construction which would reduce the production, storage and transport costs.

The manufacturing of the old product was expensive. Welding and pipe bending were done manually. The shape of the old product caused unnecessary storage and transport costs. The aim was to minimize the costs.

The development of the new frame started by comparing different kinds of product constructions. The best of the fastening and shape alternatives were chosen for the final product. In the final structure the welding work needed replacing. The replacement was carried out by shape pressed combine pipes and screw fastenings to reduce the manufacturing costs.

Part of the manufacturing of the new product was given to a supplier specializing in pipe machining. Because of the small production series, it was decided not to invest in new devices.

The aims of the new frame were achieved. Both structural and cost results were satisfactory. The functional aim of the new frame was also achieved as the company wanted. Despite the structural changes of the frame, functionality was maintained.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	4
1.1 Työn taustat.....	6
1.2 Yleistä yrityksestä.....	7
1.2 Masi-yleiskärry	8
2 TUOTEKEHITYS	9
2.1 Tuotekehityksen tarkoitus.....	9
2.2 Tuotekehityksen työvaiheet	10
3 TUOTTEEN UUDELLEEN SUUNNITTELU	14
3.1 Suunnittelun lähtökohdat	14
3.1.1 Vanhan tuotteen ongelmat	14
3.1.2 Uuden tuotteen vaatimukset, rajoitukset ja mahdollisuudet	15
3.2 Tuotevertailu	16
3.3 Mallintaminen	16
3.4 Valmistettavuus.....	17
3.5 Valmistusmenetelmät ja komponentit.....	18
3.5.1 Ohutseinäputken taivutus ja litistys	18
3.5.2 Kiinnikkeet.....	20
3.6 Prototyyppi ja nollasarja	21
3.7 Kokoonpano	21
3.8 Pakkaus	22
3.8.1 Yleistä pakkauksesta.....	22
3.8.2 Aaltopahvi.....	23

4 ALIHANKINTA.....	24
4.1 Alihankinnan määritelmä.....	24
4.2 Syitä alihankinnan käytölle.....	24
5 KUSTANNUSUSLASKENTA	26
5.1 Kustannuslaskennan tarkoitus.....	26
5.2 Kustannuslaskennan käyttö.....	26
6 TUOTANNON OHJEISTUS.....	27
6.1 Työ- ja kokoonpano-ohjeet	27
6.2 Pakkausohjeet	27
7 TULOKSIA.....	28
7.1 Suunnittelu	28
7.2 Tuotanto ja alihankinta	29
7.3 Pakkaus	30
7.4 Vanhan- ja uuden tuotteen kustannusvertailu	30
7.5 Tavoitteiden toteutuminen	31

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

1.1 Työn taustat

Tuotekehityksellä on tärkeä asema yrityksen kilpailukyvyn ylläpitämisessä. Yrityksen pitää jatkuvasti kehittää uusia ratkaisuja ja uusia tuotteita turvatakseen tulevaisuutensa. Yrityksen pitää myös kehittää vanhoja tuotteita uusilla ideoilla, jotta tuotteet pysyisivät markkinoilla kilpailukykyisinä.

Tämän työn lähtökohtana on kehittää Motoseal Components Oy:n Masi-yleiskärkyä huomioon ottaen asiakkaiden toiveet, tuotteen valmistuksessa havaitut ongelmat, sekä yrityksen vaatimukset. Työ on rajattu koskemaan Masi-yleiskärkyyn runko-osaa. Tuotteen suurimmat ongelmat ovat valmistus-, varastointi- ja kuljetuskustannukset, joihin pyritään työssä löytämään ratkaisu. Työn tarkoituksena on vertailla valmistusmenetelmiä ja komponentteja, sekä runko ratkaisuja, jotta tuotteesta saadaan kustannuksiltaan ja toimivuudeltaan tavoitteiden mukainen. Työssä on myös tarkoitus selvittää pystytäänkö uusia mahdollisia ideoita käyttämään hyväksi muissa yrityksen valmistamissa tuotteissa.

Työssä perehdytään tuotekehitykseen, tuotevertailuun, mallintamiseen, valmistusmenetelmiin, valmistettavuuteen, kannattavuuslaskentaan, alihankintaan, paketointiin, kokoonpanoon sekä tuotannon ohjeistukseen. Tarkoituksena on käydä läpi tuotteen suunnittelu aina tuotekehityksestä lopulliseen valmistukseen asti.

1.2 Yleistä yrityksestä

Motoseal Components Oy on raumalainen metalli- ja muovituotteita suunnitteleva, valmistava ja myyvä yritys. Yritys aloitti toimintansa vuonna 1979 traktoreiden etulokasuojien valmistuksella. Masi-lumikolat tulivat mukaan valikoimaan vuonna 1982. Ammattikäyttöön tarkoitetut painepesurit ovat myös kuuluneet yrityksen tuotteisiin. Vuonna 1997 perustettiin muovin kuumamuovaukseen erikoistunut tytäryhtiö Motoseal Plastics, joka fuusioitiin emoyhtiöön huhtikuussa 2005. Yritys on toiminut nykyisellä toiminta-ajatuksella ja omistuspohjalla vuodesta 1993. Motoseal Components Oy:n liikevaihto vuonna 2006 oli noin 4,3 miljoonaa euroa, ja se työllistää nykyään keskimäärin 34 henkilöä.

Motoseal Components Oy toimii Raumalla kahdessa eri toimipaikassa. Isometsäntiellä sijaitseva, noin 4400 m²:n kiinteistö on yrityksen päätoimipaikka. Hakunintiellä 1500 m²: toimipisteessä tapahtuu lumikolien valmistus.

Motoseal Components Oy:n tuotanto on pitkälti osavalmistusta ja kokoonpanoa. Raaka-aineet tulevat yleensä puolivalmiina. Tuotantovälineistö on yrityksessä osin itse kehiteltyä. Vuonna 2002 otettiin käyttöön myös oma jauhemaalauslinja.

Yrityksen tuotteet jakautuvat kahteen pääryhmään: lokasuojat sekä Masi-lumi- ja pihatyövälineet. Motoseal Components Oy toimittaa lokasuojia monille eurooppalaisille traktori- ja työkonevalmistajille. Original equipment manufacturer -asiakkaita ovat muun muassa Agco, JCB, Case, New Holland ja Valtra. Lokasuojia myydään myös varaosiksi ja lisävarusteiksi, niin ulkomaille kuin kotimaahankin.

Masi-tuotteisiin kuuluvat lumikolien, lumentyöntimien ja lapioiden lisäksi pihatyövälineet ja puutarhan käsityökalut. Pihatyövälineisiin kuuluvat muun muassa lakaisu- ja puutarhakärkyt, puutarhatraktoreiden peräkärkyt sekä hiekoittimet. Vuonna 2006 tuotevalikoimaan tulivat mukaan puutarhan käsityökalut (lapiot, haravat ja saksat).

Tuoteryhmään kuuluvia tuotteita myydään pohjoismaissa ja muun muassa Keski-Euroopassa. Suomessa merkittäviä asiakkaita ovat suuret rautakauppa- ja kivi- ja maanrakennusyritykset. Motoseal Components Oy:n toiminnassa käytetään LRQ:n sertifioimia ISO9001- ja ISO14001-laatu- ja ympäristöjärjestelmiä.

1.2 Masi-yleiskärry

Uudelleen suunniteltava tuote on Motoseal Components Oy:n Masi-yleiskärry (kuva1). Yleiskärry koostuu Hd-polyeteenistä kuumamuovattua kuupasta, ilmakumipyörästä ja sähkösinkitystä teräsputkesta tehdystä tungosta. Uudelleen suunnittelu on rajattu koskevaksi tuotteen runko-osaan.

Masi-yleiskärry on tarkoitettu keveiden materiaalien keräykseen ja siirtoon. Yleiskärryä käyttävät puutarhojen ammattilaiset, kuten seurakunnat ja kaupungin puutarhat.

Motoseal Components Oy valmistaa itse kahta erikokoista kuumamuovattua kuoppaa. Vanhassa tuotteessa käytetään näistä leveämpää versiota. Uusi runko suunniteltiin sopivaksi kapeammalle kuopalle. Kuoppaa ei ole kiinnitetty runkoon, vaan se voidaan nostaa tarvittaessa pois rungon päältä. Yleiskärryn kantavuus on noin 70 kilogrammaa.



Kuva 1. Vanha Yleiskärry

2 TUOTEKEHITYS

2.1 Tuotekehityksen tarkoitus

Tuotekehityksellä tarkoitetaan yrityksen määrätietoista toimintaa uusien tuotteiden tai palvelusten kehittämiseksi tai entisten oleellista parantamista. Tuotekehitys on tehtävä yhtä hyvin teollisessa kuin palveluyrityksessäkin. Tuotekehitys liittyy hyvin läheisesti yrityksen toiminta-ajatukseen ja sen myötä markkinoinnin tarpeiden tyydyttämiseen.

(Rissanen 2002, 182.)

Uusia tuotteita tarvitaan usein kilpailusyistä. Yrityksen tarvitsee turvata tulevaisuus ja parantaa voitontekomahdollisuuksia. Tuotekehityksen syyksi voidaan listata muun muassa:

- Yrityksen nykyisten tuotteiden vanheneminen markkinoilla kilpailutilanteessa ja heikkenevä kannattavuus
- Asiakkaiden alati muuttuvien tarpeiden tyydyttäminen tai tyydytyksen asteen syventäminen
- Uudet valtioiden väliset kaupalliset järjestelyt
- Toiminnan laajentaminen
- Valmistuksen tai myynnin vapaan kapasiteetin käyttö
- Kilpailutilanteen vaatima valikoiman täydennys
- Uuden tekniikan tai osaamisen tuominen yritykseen
- Sivutuotteiden tai muiden raaka-aineresurssien hyödyntäminen
- Suhdannevaihtelun torjuminen

Onnistunut tuotekehitystoiminta on yrityksen menestymisen yksi keskeisimmistä edellytyksistä. Yrityksen on huolehdittava jatkuvasta tuotekehityksestä. Muussa tapauksessa tulee ennen pitkää aika, jolloin tuotteet ovat vanhentuneita, myynti vähenee ja viimein loppuu kokonaan. (Jokinen 1998, 9.)

Tuotekehitys on monivaiheinen prosessi, käsittäen tuoteidean etsimisen, kehitysnäkömien, markkinoiden ym. tuotekehityshankkeen käynnistämiseen tarvittavien tietojen selvittämisen, varsinkin tuotteen luonnostelun, yksityiskohtaisen suunnittelun, optimoinnin, työpiirustusten tekemisen, käyttöohjeiden laatimisen sekä tuotantomenetelmien kehittämisen. Tuotekehityksessä pyritään täyttämään asetetut tavoitteet niin hyvin kuin on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista ja tarkoituksenmukaista. Tuotekehitystoiminnassa joudutaan tekemisiin lähes kaikkien ihmiselämän alueiden kanssa. Siinä tarvitaan luonnontiedon hyvää tuntemusta ja kykyä luovaan käytännön työhön. (Jokinen 1998, 9.)

Myös Motoseal Components Oy:ssä tuotekehitys nähdään tärkeänä osana yritystä. Markkinoiden kova kilpailutilanne pakottaa yrityksen kehittämään tuotteitaan ja ideoimaan uusia. Yrityksessä tiedostetaan, että tuotekehityksen laiminlyönti heikentäisi yrityksen tulevaisuuden mahdollisuuksia.

2.2 Tuotekehityksen työvaiheet

Tuotekehityshanke voidaan jakaa neljään toimintavaiheeseen: käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely (kaavio1). Oikeiden tuotekehityshankkeiden käynnistäminen on yrityksen menestyksen kannalta hyvin oleellista. Tästä syystä ennen lopullista tuotekehityshankkeen toteuttamispäätöstä on huolellisesti selvitettävä uuden tuotteen kehittämiskustannukset, markkinointinäkömät, saatavat tuotot sekä myös työterveydelliset ja ympäristönsuojelulliset kysymykset. Käynnistymisvaihe päättyy myönteisessä tapauksessa kehityspäätökseen.

Vain osa kehityspäätöstä valmisteilleista henkilöistä osallistuu varsinaiseen tuotekehitystyöhön. Mahdollisesti kaikki henkilöt ovat uusia. Tästä syystä luonnosteluvaihe aloitetaan tehtävän analysoinnilla. Lähtien kehityspäätöksestä laaditaan uudelle tuotteelle asetettavat vaatimukset ja tavoitteet. Tässä yhteydessä saattaa tulla ilmi seikkoja, joita ei osattu kehityspäätöstä tehtäessä ottaa huomioon, jolloin ennen lopullista vaatimuslistan tekemistä joudutaan keskustelemaan kehityspäätöksen tekijöiden kanssa.

Vaatimuslistan jälkeen luonnostelu jatkuu ratkaisumahdollisuuksien etsimisellä. Jotta päästäisiin irti mahdollisista ennakkokäsityksistä, joita ongelman analysointivaihekin on saattanut synnyttää, on hyvä aloittaa työ tehtävän yleistämisellä. Tällöin pyritään irtautumaan varsinaisesta tehtävästä.

Yleistämisvaiheessa pyritään myös selvittämään tehtävien olennaiset ongelmat ja kokonaistoiminto. Seuraavassa vaiheessa kokonaistoiminto jaetaan osatoimintoihin ja näillä etsitään ratkaisumahdollisuuksia käyttäen hyväksi ideointimenetelmiä.

Osatoimintojen ratkaisuista valitaan teknis-taloudellisten näkökohtien perusteella parhaimmat ja niitä yhdistelemällä etsitään kokonaistoiminnon ratkaisuperiaatteita. Vaihtoehtoiset ratkaisut arvostellaan vaatimus- ja toivelistan kriteerien perusteella. Yksi tai mahdollisesti useampikin ratkaisuperiaate kehitetään edelleen konkreettisiksi luonnoksiksi niin, että niiden teknis-taloudellinen arvostelu on riittävän luotettavasti suoritettavissa. Tulokseksi saadaan yksi tai useampia ratkaisuluonnoksia. Ratkaisuluonnoksista voidaan käytännössä yleensä aika- ja kustannussyistä kehittää lopullisiksi tuotteiksi vain yksi. Tästä syystä ratkaisuluonnokset on huolella arvosteltava parhaimman mukaan.

Tuotteen kehittäminen alkaa valitun ratkaisun kokoonpanoluonnoksen laatimisella mittakaavassa. Tässä vaiheessa havaitaan yleensä suunnitelmissa teknisesti ja taloudellisesti heikkoja kohtia, jotka pyritään ideoinnein poistamaan. Näin saadaan yksi tai useampi parannettu mittakaavainen suunnitelma.

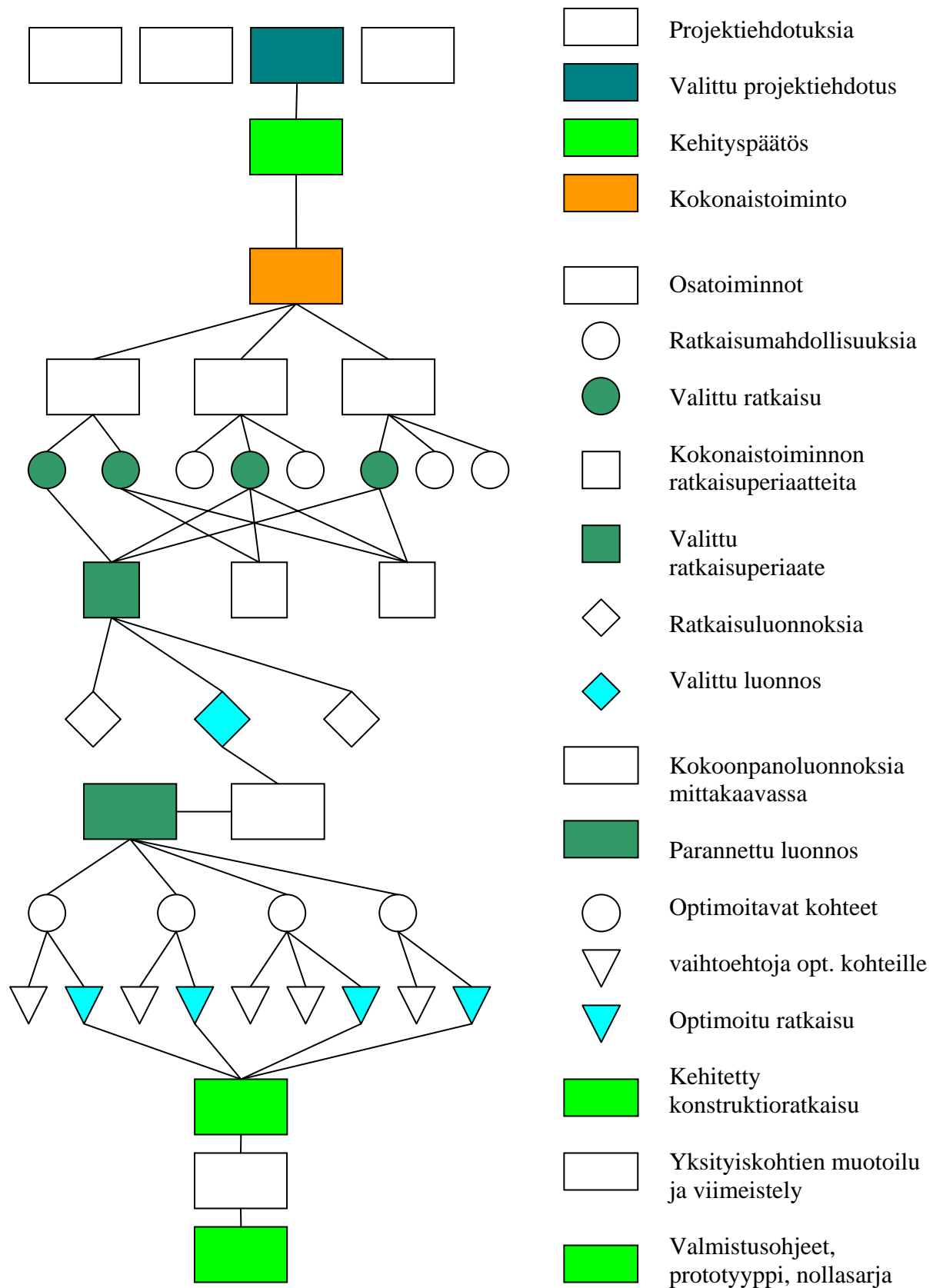
Jos kehiteltävänä on yrityksen toiminnan kannalta merkittävä tuote, etsitään tuotteesta valmistuskustannuksiin ja teknisiin ominaisuuksiin vaikuttavat oleelliset osat, jotka optimoidaan. Optimoinnissa selvitetään vaihtoehtoiset raaka-aineet, edullisin geometria jne. Työmenetelminä käytetään usein arvoanalyysiä. Myös matemaattiset optimointimenetelmät tulevat kysymykseen yksityisten osien tai kokonaisuuksien edullisimman geometrian ratkaisemisessa.

Kun saadaan kaikki asetetut vaatimukset täyttävä konstruktio suunnitelluksi, päättyy kehitysvaihe ja tuloksena on kehitetty konstruktioehdotus. Jos vaatimuksia ei pystytä riittävän hyvin toteuttamaan, on kehitystyö aloitettava alusta ja valittava lähtökohdaksi uusi ratkaisuluonnos.

Tuotekehitystapahtuman viimeisessä vaiheessa suoritetaan konstruktion viimeistely. Tällöin piirretään työpiirustukset, laaditaan osaluettelot, käyttö- ja huolto-ohjeet jne. Tässä vaiheessa konstruktion yksityiskohdat saavat lopullisen muotonsa. Sarjavalmistukseen tulevista tuotteista valmistetaan tavallisesti koekappale eli prototyyppi. Sen ominaisuudet tutkitaan ja tarkistetaan, että ne vastaavat asetettuja tavoitteita. Prototyypin jälkeen voidaan valmistaa vielä ns. nollasarja, jolla testataan suunniteltuja valmistusmenetelmiä ja josta saadaan lisää tietoa uuden tuotteen ominaisuuksista ja valmistushajonnasta. Kun viimeistelyvaihe on suoritettu loppuun, voidaan tehdä lopullinen päätös tuotannon aloittamisesta. (Jokinen 1998,14-17.)

Tässä työssä lähtökohtana on kehittää jo olemassa olevaa tuotetta. Uudistetussa tuotteessa tulisi olla tiettyjä yksityiskohtaisia ominaisuuksia ja parannuksia. Kyseiselle tuotteelle on jo olemassa markkinat, joten sen parantaminen ja eteenpäin kehittäminen on helpompaa ja turvallisempaa. Tuotekehityksen epäonnistuessa voidaan turvautua vanhaan tuotteeseen. Tämä antaa tuotteen kehittämiseen enemmän liikkumavaraa ja aikaa.

Olemassa olevaa tuotetta kehitettäessä on tärkeää määrittää ne ominaisuudet ja tuotantotekijät, joita halutaan parantaa ja kehittää. Koska vanhalla tuotteella on jo ollut käyttäjiä, on helppo selvittää, mitä parannuksia asiakkaat tuotteelta toivovat. Aiemmat kokemukset tuotteen valmistusmenetelmistä auttavat myös tuotteen kehitystä. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon tuotannosta saatu palaute, jotta uuden tuotteen kohdalla saadaan tuotannolliset ongelmat karsittua ja näin parannettua valmistettavuutta.



Kaavio 1. Tuotekehitysprojektin toimintavaiheet.

3 TUOTTEEN UUDELLEEN SUUNNITTELU

3.1 Suunnittelun lähtökohdat

Lähtökohtien selvittämisellä ja kirjaamisella tehostetaan tuotekehitysprosessin tarkoituksperää sekä vahvistetaan näkemystä asioista, joita ollaan kehittämässä ja minkä vuoksi ne vaativat kehittämistä. Kun selvitysvaihe on tehty, voidaan alkaa ideoida tuotetta, joka täyttäisi sille asetetut vaatimukset.

3.1.1 Vanhan tuotteen ongelmat

Tämänhetkisen tuotteen suurimpia ongelmia ovat tilantarve ja valmistus kustannukset.

Tilantarve syntyy varastoinnissa ja kuljetuksessa. Tuotteen koko ja hankala muoto vievät suuren tilan yrityksen varastosta ja haittaavat näin muiden tuotteiden varastointia. Tuotteen kuljetus taas aiheuttaa turhia kustannuksia, koska kuljetuksessa käytettävää rahtilavaa ei pystytä optimaalisesti käyttämään johtuen tuotteen muodosta. Ongelmana on myös tuotteen toisen osan, kuupan, saaminen samaan rahtilavaan (kuva 2).

Tuotteessa on paljon hitsattavia saumoja ja taitettavia kulmia. Hitsaukset ja putken taivutukset tehdään käsityönä, joka nostaa valmistuskustannukset korkeiksi. Tuotteen myyntivolyymi on niin alhainen, ettei automaation käyttö valmistuksessa tulisi kannattavaksi.



kuva 2. Yleiskärkyt rahtilavalla

3.1.2 Uuden tuotteen vaatimukset, rajoitukset ja mahdollisuudet

Uusi yleiskärryn runko-osan pitää olla varastoitavissa ja kuljetettavissa tehokkaammin ja edullisemmin, kuin vanha yleiskärky. Yrityksen asettaman tavoitteen mukaan EUR-rahtilavaan, jonka pituus on 1200 mm ja leveys 800 mm tulee saada mahtumaan 12 kappaletta yleiskärryn runkoja, sekä niiden kuupat. Rahdin maksimi korkeus on 2200 mm.

Tuotteen omakustannushintaa tulee saada karsittua kehittämällä ja vertaamalla tuotantomenetelmiä ja komponentteja ja parantamalla tuotteen rakennetta niin, että sen valmistus on tehokkaampaa ja edullisempaa. Uuden tuotteen tulee olla maksimissaan 90 cm leveä ja sen tulee kantaa 70 kg. Runko-osa tulee suunnitella niin, että se on sopiva yrityksen valmistamaan kapeampaan kuuppaan.

Vanhan tuotteen ominaisuuksista tulee säilyttää mahdollisuus irrottaa kuuppa runko-osasta, sekä mahdollisuus kallistaa kärky eteenpäin niin, että kuupan täyttö helpottuu.

Suunnittelussa huomioon otettavia toivomuksia:

- Maavaran lisääminen
- Rungon säädettävyys, joka mahdollistaisi molempien kuoppa kokojen käytön
- Isompien renkaiden käyttö
- Mahdollisten uusien ideoiden hyödyntäminen muissa yrityksen tuotteissa

3.2 Tuotevertailu

Vertailu parhaisiin käytäntöihin lähtee liikkeelle oman toimialan tai muiden toimialojen parhaiden käytäntöjen, toimintamallien ja tuote ratkaisujen tunnistamisesta. Parhaat käytännöt toimivat tämän jälkeen oman toiminnan ja tuotteen kehittämistavoitteiden perustana ja vertailukohteena. Benchmarkeja on useita eri tyyppisiä, kuten sisäinen, kilpailija ja toiminnallinen benchmarking, joissa vertailukohdat löytyvät joko oman yrityksen sisältä, saman alan kilpailijoilta tai samantyyppisten prosessien ja tuotteiden vertailusta. (Laamanen & Tinnilä 1999, 10.)

3.3 Mallintaminen

Luonnosteluvaiheessa suunnitelma on kyetty hahmottamaan sellaiselle tasolle, että ajatusmallin perusteella voidaan muodostaa suunniteltavasta kohteesta alustava malli. Luonnostelu on ensimmäinen askel kohti suunnitelman realisointia fysikaaliseksi tuotteeksi. Luonnosta voidaan käyttää idean arvioinnissa ja vaihtoehtojen vertailussa. (Hietikko 1996, 70)

Nykyisin käytetään lähes poikkeuksetta aina tietokoneavusteista suunnittelua tuotekehityksen työkaluna. Näistä yleisimpinä tunnetaan CAD-pohjaiset mallinnusohjelmat. CAD-mallinnus on malliavaruudessa oleva symbolinen kuvaus todellisuudesta, maailmasta tai sen osista. Mallista pystytään havainnollistamaan ne asiat, joita halutaan esittää tai painottaa.

3.4 Valmistettavuus

On tärkeää huomata, että vaikka tuotantokustannukset nähdään usein mittatikkuna valmistettavuudelle, kustannukset ovat tosiasiasa kuitenkin vain yksi monista arviointiparametreista. Alhaisten valmistuskustannusten suunnitteluvaihtoehdot voivat olla epätarkoituksenmukaisia, jos niillä on negatiivinen vaikutus esimerkiksi läpimenoaikaan tai laatuun. (Lempiäinen & Savolainen 2003, 20.)

Valmistettavuuden kriteerit:

- Laatu: Tuotteen kyky noudattaa tuoteselostetta ja spesifikaatiota sekä sille asetettuja vaatimuksia.
- Tuotantokustannukset: Varastointi, laadunvalvonta, työvoima, materiaalit jne.
- Joustavuus: Kyky siirtää halutut muutokset valmistuksen tuotokseen eli valmiiseen tuotteeseen
- Riski: Tuotekonstruktion aiheuttama jatkuva valmistuksen riskialttius ja tuotantovolyymien nopea kohoaminen.
- Läpimenoaika: Kyky saavuttaa nopea läpimenoaika valmistuksessa.
- Tehokkuus: Tehokkuus henkilöstö- ja talousresurssien hyödyntämisessä.
- Ympäristövaikutukset: Tuotteen materiaalien kierrätettävyyden ja tuotteen purettavuuden sekä valmistusprosessin ympäristövaikutukset.

Tuotesuunnitelma vaikuttaa kaikilla näillä alueilla. Tarkoituksena näillä alueilla on suoda mahdollisuus arvioinnin suorittamiseen ja välttää ailahtelua alueelta toiselle. Ongelma yhdellä alueella voidaan ratkaista muiden alueiden kautta.

3.5 Valmistusmenetelmät ja komponentit

3.5.1 Ohutseinäputken taivutus ja litistys

Ohutseinäputkia taivutetaan lähes yksinomaan kylmätaivutuskoneilla. Päämenetelmät ovat:

- Vetotaivutus
- Työntötaivutus
- Rullataivutus
- Puristintaivutus

Taivutuksen valmistusmenetelmä riippuu vaadittavasta tuotantokapasiteetista, taivutettavan putken seinämäpaksuudesta ja ulkomitoista, taivutettavan putken materiaalista ja valmiilta tuotteelta vaadittavasta laadusta. Pyöreän putken ulkohalkaisijan suhdetta seinämäpaksuuteen kutsutaan D/t -suhteeksi. (Röytiö & Söderberg 1993, 26.)

Tässä työssä käsiteltävä tuote valmistetaan vetotaivutusta hyväksikäyttäen, joten jatkossa tullaan tarkastelemaan ainoastaan kyseistä taivutusmenetelmää. Vetotaivutuksella saavutetaan pienempiä taivutussäteitä suuremmilla D/t -suhteilla kuin muilla menetelmillä. Taivutukset tapahtuvat useimmiten tuurnan kanssa (kuva 3). Menetelmän korkeammat kustannukset, suurempi ulkoseinämän oheneminen sekä putken päähän jäävä, lukitusleuan vaatima taivuttamaton osuus ovat menetelmän heikkouksia työntötaivutukseen verrattuna. Putken loppupäähän jää taivutussäteestä riippuva taivuttamaton osuus, kun hyödynnetään putken pituussuuntaiseen siirtoon ja putken kiertämiseen käytettävää taivutuskoneen tasonvalintaa manuaalisen asemoinnin sijasta. Käytettävät koneet ovat pääasiassa rotary bender -tyyppisiä NC –koneita. (Röytiö ym. 1993, 26.)

Taivutuskoneiden työkalumäärä pyritään kustannussyistä pitämään mahdollisimman pienenä. Usein yhtä ulkohalkaisijamittaa varten on vain yksi lukitusleuka ja vastaava lestin lukitusosuus riippumatta seinämänpaksuudesta, putken lujuusluokasta, pinnoitteesta tai taivutussäteestä.

Poimunestäjää käytetään tuurnan ja tukikiskon avulla suoritettavien pienisäteisten taivutusten yhteydessä ehkäisemään taivutuksen alkuun syntyviä rypyn eli poimun syntymistä. Poimua pienentää myös tuurnan aseman säätö taivutuksen loppuvaiheessa. Putki voidaan litistää täysin tai seinämien väliin voidaan jättää haluttu väli. Litistämässä putken piiri säilyy likimain muuttumattomana, mutta putken poikkileikkauksen muoto muovautuu halutunlaiseksi. Putkea voidaan litistää lukemattomiin eri muotoihin, koska muodonmuutos tapahtuu halutulla voimakkuusasteella sekä putkien pituus- että poikkisuunnassa. Haluttu muoto saavutetaan painimen ja vastimen muotoilulla. Litistämällä haetaan muun muassa kaunista muotoa ja helpotetaan ruuvi-, niitti- ja hitsausliitosten muotoilua. Litistämällä tehtävät muotosulkeiset liitokset ovat käyttökelpoisia muun muassa putken päähän tulevien osien kiinnitysten valmistamisessa. Tähän voidaan päätyä esimerkiksi silloin, kun putkeen liitettävä osa ei ole hitsattavissa. (Röytiö ym. 1993, 27-51.)

3.5.2 Kiinnikkeet

Ruuvien käyttö liitoselinä perustuu niillä liitososien välille saatavaan puristukseen, jolloin kitkan avulla välittyy leikkausvoima liitospinnassa. Ruuvien kiertäminen aikaansaa siihen etenevän aksiaaliliikkeen, jolla puristusvoima on aikaansaatava liitososien välille. Ruuviliitos voidaan periaatteessa avatakin, mutta kierremuodot kiinnityskierteissä on suunniteltu sellaisiksi, että niissä tapahtuu kiristyshetkellä muodonmuutosta, joka estää ruuvin itsestään aukeamisen. Ruuvin vastakierre voi sijaita vastaosaksi tehdyssä mutterissa tai sitten tätä massiivisemmassa liitososassa. Jos vastakierre joudutaan tekemään teräsruvia heikompaan materiaaliin, kuten esimerkiksi muoviin tai valettuun alumiiniin, käytetään erillistä mutteriosaa, joka kiinnittyy perusmateriaaliin riittävän laajalla ja tarkoituksenmukaiseksi muotoilulla ulkopinnallaan. (Aaltonen, Aromäki, Ihalainen & Sihvonen 1995, 329.)

Osan materiaalin ja liitoksen muotoilun yhdistelmän saatavaa jousivoimaa voidaan käyttää snap-in, napsausliitoksen toteutukseen. Jousivoima tuotetaan useimmiten muovimateriaalisen tai metallisen ohutlevyosan elastisuutta hyväksikäyttäen. Liitos lukittuu jousivoiman vapautuessa runko-osan uraan puristaen osaa suoraviivaisesti runko-osaa vasten. (Lempiäinen ym. 2003, 112.)

3.6 Prototyyppi ja nollasarja

Prototyyppivaihe sisältää prototyypin suunnittelun, valmistuksen, testauksen sekä tulosten analysoinnin ja suunnitelmien tarkistamisen. Prototyyppi voidaan tehdä tuotteen teknisten ja taloudellisten ominaisuuksien selvittämiseksi ja/tai edullisimpien valmistusmenetelmien löytämiseksi. (Jokinen 1998, 98.)

Nollasarjan suunnittelun ja valmistuksen tarkoituksena on ennen kaikkea tutkia ja testata niitä valmistusmenetelmiä, joilla tuote on tarkoitus sarjavalmistuksessa tehdä. Nollasarja antaa myös tietoa valmistuskustannuksista ja tuotteen teknisistä ominaisuuksista prototyypin tavoin. Massatuotannossa nollasarjassa valmistetaan yleensä muutamia satoja kappaleita. Jos tuotteen yksikköhinta on korkea, nollasarjan suuruus on muutamasta kappaleesta muutamiin kymmeneen kappaleisiin. (Jokinen 1998, 99)

3.7 Kokoonpano

Tuotteiden kokoonpantavuus, design for assembly, DFA, on systemaattinen tuotekehitysmenetelmä, jonka tavoitteena on tuotteen rakenteen ja sitä kautta kokoonpanotyön suorituksen yksinkertaistaminen. Useasti tämä yksinkertaistaminen kulminoituu ainakin osien toimintojen yhdistämiseen ja osien lukumäärän vähentämiseen tuotteessa. Keskeisenä välineenä kokoonpantavuuden kehittämisessä on yhteistyö tuotekehitystiimin ja kokoonpanotiimin kesken. Tuotteen suunnittelija määrittää tuotetta suunniteltaessa kokoonpanotavan, sen kuinka hyvin tuote voidaan kokoonpanna sekä lisäksi kokoonpanon mekanisointi- ja automatisointimahdollisuudet. (Lempiäinen ym. 2003, 69.)

Kokoonpanoa helpottavia asioita:

- Mahdollisimman vähän: komponentteja, liitoksia, liitoselementtejä, sovittamista, asettamista paikoilleen, kuljettamista ja käsittelyä.
- Harvoja kokoonpanosuuntia, tavoite on yksi kokoonpanosuunta, ylhäältä alas.
- Moduuleihin erikoistuneet rationaaliset työpisteet
- Mahdollisimman helppo: kappaleiden asemointi, komponenttien käsittely, työkalujen käsittely, osien pinoaminen ja pakkaus.
- Yksi peruskappale, johon osat ja komponentit liitetään

3.8 Pakkaus

3.8.1 Yleistä pakkauksesta

Pakkauksen perustehtävänä on suojata pakattua tuotetta ja mahdollistaa sen saapuminen loppukäyttäjälle juuri oikeanlaisena, hyvänlaatuisena ja ehjänä (Karjalainen & Ramasland 1992, 27). Tähän kuuluu pakatun tuotteen ominaisuuksien säilyttäminen, pilaantumisen ja rikkoutumisen sekä tuotehävikiltä ja varastamiselta suojaaminen. Hyvä pakkaus myös parantaa tuotteen säilyvyyttä, käyttäjän/kuluttajan turvallisuutta sekä lisää tuotteen käyttömukavuutta. Pakkauksen tulee myös suojella tuotetta ympäristöltä ja ympäristöä tuotteelta. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 15.)

Sen lisäksi, että pakkaus suojaa tuotetta, se toimii myös tuotteen markkinointivälineenä. Mainoksen kantajana pakkaus toimii aktiivisesti ja aina oikealla hetkellä, eli juuri kun kuluttaja on tekemässä ostopäätöstä. Pakkaus helpottaa myös tuotteen tunnistettavuutta sekä sisältää tietoa tuotteesta, tuotteen käytöstä ja sen valmistajasta. (Karjalainen ym. 1992, 28.) Laajemmin ajateltuna pakkaus toimii aputoimintona läpi tuotteen logistisen jakeluketjun, mahdollistaen näin toimintojen tehokkuuden ja ympäristörasitteiden minimoimisen (Järvi-Kääriäinen ym. 2002, 15).

Pakkauksen suunnittelussa ja valinnassa on otettava huomioon monia eri tekijöitä. Pakkaukselle asetettavat vaatimuksia pakattavan tuotteen lisäksi kauppa, kuluttaja, lainsäädäntö, ympäristö, kuljetusmatkat ja -tavat, sekä varastointiin liittyvät käsittelyt. (Järvi-Kääriäinen ym. 2002, 15).

3.8.2 Aaltopahvi

Aaltopahvi on maailman yleisin pakkausmateriaali. Se valmistetaan liimaamalla aallotettu kartonki yhden tai useamman pintakartongin kanssa (Karjalainen ym. 1992, 71). Aaltokerroksen ansiosta aaltopahvin rakenne on huomattavasti jäykempää kuin vastaavan painoisen kompaktin pahvin. Jäykkyys paranee vielä huomattavasti aallon korkeutta eli pahvin paksuutta suurentamalla tai kaksiaaltoista rakennetta käyttämällä. Muita aaltopahvin ominaisuuksia ovat muun muassa kevyt rakenne sekä aaltokerroksessa olevan ilman mahdollistama lämmön eristyskyky. Aaltokerros mahdollistaa myös suuremman pinoamiskestävyuden, varsinkin aallon suunnassa. (Järvi-Kääriäinen ym. 2002, 174-175.)

4 ALIHANKINTA

4.1 Alihankinnan määritelmä

Alihankinta on yritysten ja yritysten tai julkisten laitosten välistä yhteistoimintaa, jossa päähankkija ostaa alihankkijalta tuotteeseen tarvittavia osia, työvaiheita tai tuotantoon liittyviä palveluja (Relander 1986, 5). Alihankinta eroaa muista hankinnoista siten, että ostettavat tuotteet ja palvelut eivät ole yleisesti saatavilla. Niiden ominaisuudet määritellään yhteistyössä asiakkaan ja toimittajan kesken tai ainoastaan asiakkaan toimesta. Yleensä alihankintaan ei lueta raaka-aineiden hankintaa, vaikka se olisikin kehitetty asiakkaalle mittatilaustyönä. (lehtinen 1991, 10.)

4.2 Syitä alihankinnan käytölle

Alihankinnan käyttö perustuu yrityksen valitsemaan strategiaan. Alihankinnan käytöllä pyritään parantamaan kilpailukykyä, joka saavutetaan alihankinnan tuottamalla alemmilla tuotantokustannuksilla, toimitusaikojen lyhentymisellä ja paremmalla tuotekehityksellä. Alihankintaa käytetään myös teollisuuden aloilla, joissa valmistus- ja tuotekehitysriskit ovat alhaiset. Oma valmistus jää vähäiseksi myös aloilla, joissa kysyntä ja valmistustekniikka muuttuvat nopeasti ja tuotteet ovat rakenteeltaan monimutkaisia. Alihankinnan käyttöön vaikuttavat lisäksi omat resurssit ja alihankinnan saatavuus.

Alihankinta pienentää riskiä, joka syntyy, kun tuotteiden markkinoille vieminen vaikeutuu ja tuotteiden elinkaaret lyhenevät. Investointi omiin tuotantolaitteisiin ja henkilökuntaan oman valmistamisen aloittamiseksi lisäävät taloudellista riskiä. Alihankintaa käyttämällä yritys voi kehittää ja tuoda uusia tuotteita markkinoille nopeammin ja pienemmällä riskillä. Lisäksi tuotantovolyymia on mahdollista muuttaa joustavasti kysynnän muuttuessa.

Alihankintaa käyttämällä voidaan keskittyä omaan erikoisosaamiseen, kuten esimerkiksi suunnitteluun ja markkinointiin, joka on välttämätöntä yrityksen menestymiselle. Vähemmän osaamista vaativa valmistustyö ostetaan alihankintana. Valmistuksessakin voidaan saavuttaa kilpailuetuja käyttämällä erikoistuneita alihankkijoita ja uusinta tekniikkaa.

Alihankinnan käyttö alentaa tuotantokustannuksia, koska alihankintayritys ei ole riippuvainen vain yhden yrityksen tuotteiden kysynnästä. Tuotannollisten investointien käyttö on tehokasta, koska koneiden käyttö aste on korkea. Usein myös ei-fyysisten resurssien käyttö on tehokasta.

Tuotteiden laatu paranee, koska päähankkijalla on paremmat mahdollisuudet kontrolloida valmistusta. Alihankkijan on valmistettava vaadittua laatua tai asiakas-suhde katkeaa. (Lehtinen 1991, 19-21.)

5 KUSTANNUSUSLASKENTA

5.1 Kustannuslaskennan tarkoitus

Kustannuslaskennan tehtäväksi voidaan määritellä yrityksen päämäärien tavoittelua koskevassa päätöksenteossa hyödyllisen rahamääräisen tiedon tuottaminen. Ensisijaisena kohteena on aina tuotanto, minkä hahmottamista voidaankin pitää kustannuslaskennan lähtökohtana.

Kustannuslaskenta on osa yrityksen laskentatointa, jonka perustehtäviä on taloudellisen tiedon kerääminen, rekisteröinti ja raportointi. Sen avulla voidaan selvittää etukäteen, mitä tietyn tuotteen tekeminen maksaa, sekä laatia tämän perusteella raportteja ja laskelmia toiminnan suunnittelun ja ohjauksen tueksi. Kannattavuusajattelu saattaa olla heikolla pohjalla, jos se ei perustu edes jossain määrin kustannuslaskennan tarjoamiin tietoihin. (Pellinen 2003, 7.)

5.2 Kustannuslaskennan käyttö

Valmistuksesta aiheutuvat kustannukset on syytä selvittää laskennan kautta perusteellisesti, jotta toiminnan kannattavuus sekä toimintatapavaihtoehto voidaan arvioida ja vertailla. Kustannuslaskenta antaa päätöksenteolle perustan tarjoamalla tietoa vaihtoehtoisen suunnan kustannusvaikutuksista. Sen avulla voidaan myös selvittää, miten palkankorotus vaikuttaa tuotteiden kustannuksiin ja kannattavuuteen tai kuinka tiettyjen laitteiden uusiminen vaikuttaa kustannuksiin. Kustannuslaskenta luo perustan prosessivalinnalle ja helpottaa ostaa vai valmista -päätöstä. On kuitenkin väärin olettaa, että jokin tietty laskentamalli sellaisenaan sopisi jokaiseen valmistuskohteeseen. (Fogelholm 1997, 15.)

6 TUOTANNON OHJEISTUS

6.1 Työ- ja kokoonpano-ohjeet

Tuotannossa tapahtuviin työvaiheisiin on hyvä luoda työ-, kokoonpano- ja pakkausohjeet, jotta tuotteen laatu pysyy haluttuna, työturvallisuus säilyy ja tuotannon tulokset ovat suunnitellun mukaisia. Työohjeen avulla työntekijän tehtävät ja vastuut tulevat kirjallisesti määritetyiksi.

Työ- ja kokoonpano-ohjeen tarkoitus on opastaa työntekijää kyseisen työvaiheen suorittamisessa. Ohjeen tulee kertoa työntekijälle tuotteen valmistuksessa tarvittavat komponentit, työkalut, työtavat, huomioitavat turvallisuustekijät ja työn aikana tehtävät tarkastukset.

6.2 Pakkausohjeet

Pakkausohjeen avulla työntekijä saa varmistettua, että tuote lähtee tehtaalta loppukäyttäjälle sellaisena kuin on suunniteltu. Pakkausohje voi olla liitettynä työ- ja kokoonpano-ohjeeseen tai erillisenä ohjeena, riippuen siitä tapahtuuko valmistus, kokoonpano ja pakkaus samassa työkohteessa ja suorittaako sen yksi ihminen vai meneekö tuote läpi eri tuotantosolujen, jolloin jokaisella solulla on oma ohje.

7 TULOKSIA

7.1 Suunnittelu

Suunnittelun alkuvaiheessa erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja oli monia. Tuotteen teknisten vaatimusten vuoksi näistä karsiutui kuitenkin iso osa pois. Vanhan tuotteen kalliiden työvaiheiden ja kuljetuskustannusten karsimiseksi päädyttiin ratkaisuun, jossa tuotteen lopullinen kokoonpano siirtyy loppukäyttäjälle. Ratkaisu mahdollistaa uuden rungon paketoimisen ja kuljettamisen huomattavasti taloudellisemmin kuin vanhan rungon. Työkustannuksia saatiin samalla karsittua, koska käsityötä vaativia hitsausseamoja ei enää voitu käyttää. Hitsattujen saumojen tilalle oli suunniteltava vaihtoehtoinen liitosmenetelmä. Suunnittelun alkuvaiheessa myös putken taivutusten määrän vähentäminen oli tavoitteena, koska myös putken taivutus tehtiin käsityönä.

Liitosmenetelmien ja osaratkaisujen suunnitteluun haettiin apua vastaavista ohutputki tuotteista. Tällaisia tuotteita ovat muun muassa ruohonleikkureiden aisat. Eri liitosmenetelmistä ja osaratkaisuista koottiin mahdollisia tuotevariaatioita mallintamalla tuotteita tietokoneella. Mallintamalla saatiin alustava käsitys tuotteen toimivuudesta ja kokoonpantavuudesta.

Toimivimmaksi tuotevariaatioksi todettiin versio, jossa tuote jaetaan karkeasti kolmeen osaan: aisaan, eturunkoon ja jalaksiin. Jalakset päätettiin litistää liitoskohdista, jotta ne sopisivat liitettäviin putkiin. Aisan sisällä olevaa vahvike putkea jatkettiin niin, että se työntyy eturungon sisälle aisan ja eturungon liitoskohdassa. Jalasten etuosa liitettiin eturunkoon ja takaosa aisaan. Näin saatiin koko runko yhtenäiseksi ja tukevaksi (Liite 1).

Parhaaksi liitosmenetelmäksi todettiin ruuvi- ja mutteriliitos, koska kyseinen liitosmenetelmä on edullinen, tarpeeksi vahva ja helppokäyttöinen. Menetelmä mahdollistaa myös tuotteen uudelleen purkamisen ja kokoamisen.

7.2 Tuotanto ja alihankinta

Uudelle rungolle suunniteltu konstruktio vaati putken litistämistä, jota ei Motoseal Oy:n tuotantolaitteilla pystytty tekemään. Uusi runko vaati myös paljon putken taivutusta, joka aiheutti paljon työtä ja sitoi kapasiteetteja. Jotta uusi runko saataisiin valmistettua ja yrityksen kapasiteettia vapautettua, päätettiin valmistuksen apuna käyttää ohutseinämäputken työstöön erikoistunutta alihankintayritystä. Putken taitto, rei'itys ja litistystyö annettiin tehtäväksi nakkilalaiselle Kulmala-Tuote Oy:lle.

Kulmala-Tuote Oy valmistaa kodin sisustustuotteita kuten jakkaroita ja telineitä. Yritys käyttää tuotannossaan CNC-ohjattua rei'ittävää kaksipäistä putkentaivutuskonetta, sekä putken litistyslaitetta. Kyseiset laitteet todettiin olevan optimaalisia uuden rungon putkien työstöön. CNC-ohjatulla putkentaivutuskoneella ja litistyslaitteella eri työvaiheet saatiin tehtyä nopeasti ja edullisesti.

Motoseal Oy:n omaan tuotantoon jäi takaputken kiinnitystyö sekä renkaiden keskiön työstö. Takaputki kiinnitetään aisaan nailonholkeilla, jotka on ruuvattu kiinni aisaan. Työvaiheen suorittamista helpottamaan ja nopeuttamaan valmistettiin kokoonpanoasema. Holkkeja käyttämällä vältetään hitsaustyöltä takaputken kiinnityksessä. Takaputken tarkoitus on estää kuupan liikkuminen vaakasuunnassa sekä aisan jäykkänä pitäminen. Renkaiden keskiöistä työstetään ylimääräinen muovi pois, jotta kärryn kokonaisleveys saadaan pienenemään.

Ensimmäisen prototyypin valmistamisen jälkeen päätettiin rakennetta vielä muuttaa, jotta kuoppa sopisi paremmin runkoon. Akselin korkeutta säädettiin jalaksia muuttamalla. Jalasten kiinnityskohtaa eturungossa muutettiin ja kiinnitysten viereiset taivutukset käännettiin päinvastaisiksi (Liite 2). Prototyypin avulla voitiin myös todeta rakenneratkaisu riittävän tukevaksi vaadittavalle taakalle.

7.3 Pakkaus

Uuden tuotteen rakenne ja kokoonpanon siirtyminen loppukäyttäjälle mahdollistivat tuotteen pakkaamisen ja toimittamisen osissa. Toimivuuden, keveyden ja kustannusten kannalta parhaaksi pakkausmateriaaliksi todettiin aaltopahvi.

Pakkauksen suunnittelussa käytettiin apuna rungon suunnittelun tapaan mallintamista ja prototyyppejä. Ensimmäiset prototyypit pakkauksesta olivat suorakulmaisen särmiön muotoisia joiden sisälle kaikki rungon osat mahtuivat. Ensimmäisien prototyyppi pakkauksien sisälle jäi kuitenkin paljon tyhjää tilaa johtuen rungon osien vaikeista muodoista. Tilan säästämiseksi päätettiin osa aisasta jättää pakkauksen ulkopuolelle, jotta pakkauksen kannesta saatiin tehtyä osittain vinoseinämainen. Ratkaisu mahdollisti pakkauksen sisätilan tehokkaan käytön, sekä pakkauksen latomisen lavalle limittäin (Liite 3). Pakkauksen lopullisen muodon todettiin myös palvelevan kauppiaita, koska pakattu yleiskärri on helppo sijoittaa esille liikkeessä.

7.4 Vanhan- ja uuden tuotteen kustannusvertailu

Työssä pyrittiin selvittämään uuden tuotteen kustannusten suhteellista pienenemistä verrattaessa vanhan tuotteen kustannuksiin. Laskenta on rajattu tuotteisiin kohdistuviin välittömiin kustannuksiin. Vanhan tuotteen valmistus vaati runsaasti käsityötä. Varsinkin putkien taivutus ja hitsaus olivat aikaa vieviä ja resursseja sitovia työvaiheita, jotka nostattivat huomattavasti valmistuskustannuksia. Työkustannuksia tuli myös putkien sahauksesta ja kokoonpano-, pakkaus- ja lähetystyöstä. Työkustannukset aiheuttivat vanhassa tuotteessa yli puolet koko tuotteen valmistuskustannuksista.

Vanhan tuotteen raaka-ainekustannukset koostuivat lähinnä rungossa käytettävästä putkesta, kärryn renkaista ja pienemmistä komponenteista, joita olivat pultit, muovitulpat, akselin kiinnittimet ja sokat. Vanhan tuotteen raaka-ainekustannukset olivat noin kaksi viidesosaa valmistuskustannuksista.

Uuden tuotteen valmistuksesta on saatu karsittua huomattava osa yrityksen omaa käsityötä siirtämällä osa valmistustyöstä alihankkijalle. Putkien työstön teettäminen alihankkijalla laski työkustannuksia huomattavasti. Uuden tuotteen rungosta suoria työkustannuksia yritykselle aiheuttaa vain takaputken kiinnitys, renkaan modifiointi ja pakkaus- ja lähetystyö.

Raaka-ainekustannukset eivät huomattavasti muuttuneet verrattaessa vanhan ja uuden tuotteen valmistusta. Uuden tuotteen kohdalla raaka-ainekustannuksia nostaa uusi pahvilaatikko, jota ei vanhan tuotteen osalta tarvittu. Uuden pakkauksen myötä saadaan kuitenkin huomattavat säästöt varastointi- ja toimituskuluissa.

Uuden tuotteen valmistuksen aloittaminen vaati myös investointeja. Kustannuksiltaan suurin investointi oli alihankkijan putkentyöstössä tarvitsema litistystyökalu. Uusi pahvilaatikko vaati myös investointeja, koska halutun mittaista ja muotoista pahvilaatikkoa ei ollut toimittajalta saatavissa. Pahvilaatikon toimittajalle jouduttiin investoimaan stanssaustyökalu sekä painotyökalu. Omaan tuotantoon investoitiin kokoonpanoasema, jonka tehtävänä on helpottaa ja nopeuttaa rungon takaputken valmistusta. Välillisiä kustannuksia tuotteeseen kohdistuu tuotekehitys- ja hallintokustannuksista sekä markkinointikustannuksista.

7.5 Tavoitteiden toteutuminen

Työn alussa tuotteelle asetetut tavoitteet saatiin uudistuksilla toteutettua. Tuotteen valmistus-, varastointi- ja toimituskustannuksia saatiin karsittua uusien ratkaisujen myötä huomattavasti. Myös tuotteen rakenne saatiin tavoitteiden mukaiseksi. Uuden yleiskärryn leveys saatiin alle 90 senttimetriseksi ja vanhasta tuotteesta halutut ominaisuudet, kuten mahdollisuus irrottaa kuoppa rungosta ja tuotteen eteenpäin kallistus kuupan täytön helpottamiseksi, saatiin säilytettyä. Rungon rakenteesta pystyttiin tekemään niin tukeva, että se kestää yli vaaditun 70 kilogramman taakan.

Uusi pakkaus ja ladonta mahdollistavat tuotteen kustannustehokkaan ja helpon toimittamisen ja varastoinnin. Uutta tuotetta saadaan paketoituna ladottua yhdelle EUR- lavalle yhteensä 12 kappaletta. Samalle lavalle saadaan mahtumaan paketoitujen runkojen lisäksi tuotteiden kuopat ilman että rahdin maksimi korkeus 2200 millimetriä ylittyy.

Yrityksen toiveesta saada tuotteeseen lisää maavaraa pystytään toteuttamaan käyttämällä suurempia renkaita. Uuden tuotteen normaalissa kokoonpanossa kuitenkin käytetään samankokoisia renkaita kuin vanhan tuotteen kokoonpanossa, joten normaali toimituksessa uuden tuotteen maavara ei ole suurempi kuin vanhan tuotteen. Uuden rungon säädettävyyttä niin, että rungossa voidaan käyttää molempia yrityksen valmistamia kuoppia, ei saatu toteutettua. Runkoa voidaan kuitenkin tarvittaessa räätälöidä sopivaksi isommalle kuupalle.

LÄHTEET

- Fogelholm, J. 1997. Tuotantolaitosten laskentajärjestelmät. Jyväskylä: Suomen ATK-kustannus Oy.
- Hietikko, E. 1996. Tietokoneavusteinen tuotesuunnittelu. Helsinki: Otatieto Oy.
- Ihalainen, E., Aaltonen, K., Aromäki, M. & Sihvonen, P. 1995. Valmistustekniikka. Helsinki: Otatieto Oy.
- Jokinen, T. 1998. Tuotekehitys. Helsinki: Otatieto Oy.
- Järvi-Kääriäinen, T. & Leppänen-Turkula, A. 2002. Pakkaaminen - perustiedot pakkauksista ja pakkaamisesta. Helsinki: Tekijät ja pakkausteknologia –PTR Ry.
- Karjalainen, P. & Ramsland, T. 1992. Pakkaus - pakkausalan perusoppikirja. Helsinki: Pakkausteknologiaryhmä Ry.
- Laamanen, K. & Tinnilä, M. 1998, Prosessijohtamisen käsitteet. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy.
- Lempiäinen, J. & Savolainen, J. 2003. Hyvin suunniteltu - Puoliksi valmistettu. Helsinki: Suomen robotiikkayhdistys Ry
- Pellinen, J. 2003. Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu. Jyväskylä: Talentum.
- Rissanen, T. 2002. Kehityshankkeen toteuttaminen yrityksessä, Saarijärvi: Kustannus-osakeyhtiö Pohjantähti.
- Röytiö, H. & Söderberg, K. 1993. Ohutseinäputket – ominaisuudet ja käyttö. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

LIITE 1



LIITE 2



LIITE 3



