

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tuotekehitys

Tutkintotyö

Jussi Järvenpää

VESILEIKATTUJEN TUOTTEIDEN JATKOKÄSITTELY

Työn ohjaaja

Yliopettaja Matti Lähteenmäki

Työn teettäjä

Tampereen Tiivisteteollisuus Oy, Mika Kivimäki

Tampere 2007

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tuotekehitys

Järvenpää, Jussi

Vesileikattujen tuotteiden jatkokäsittely

Tutkintotyö

38 sivua+ liitteet

Työn ohjaaja

Matti Lähteenmäki

Työn teettäjä

Tampereen Tiivisteteollisuus Oy

Huhtikuu 2007

Hakusanat

tuotekehitys, menetelmä, vesileikkaus

TIIVISTELMÄ

Tampereen Tiivisteteollisuus Oy on yli kuudenkymmenen vuoden aikana kasvanut yhdeksi pohjoismaiden johtavista tasotiivisteiden ja sovitelevyjen valmistajista.

Tampereen Tiivisteteollisuus Oy:n tärkeimmät tuotantomenetelmät ovat vesileikkaus, abrasiivivesileikkaus, laserleikkaus, meistaaminen ja puristaminen.

Tiivisteiden ja sovitelevyjen valmistuksessa käytetään useita eri materiaaleja. Yleisimpiä niistä ovat: kuitulevyt, kumit, kumikorkit, teflonit, messingit ja teräkset.

Tutkintotyön aiheena oli ideoida uusia menetelmiä, joilla Tampereen Tiivisteteollisuus Oy:ssä voitaisiin tehostaa tuotteiden läpimenoaikaa. Samalla mietittiin keinoja parantaa nykyisin käytössä olevia menetelmiä.

Erityisesti uusien vesileikkuukoneiden hankinta tuotantoon on lisännyt paineita kehittää ja lisätä tuotteiden jälkikäsittelyyn osallistuvien työntekijöiden määrää.

Työ jakautuu kolmeen pääkohtaan: vesileikattujen tuotteiden siirtäminen leikkuupöydältä, valmiiden tuotteiden puhdistaminen ja jälkikäsitteltyjen tuotteiden pakkaaminen. Yhdessä tämä ketju muodostaa vesileikattujen tuotteiden valmistamisen aina asiakaille pakkaamiseen asti.

Työssä käytettiin tuotekehityksen perusteoksissa esitettyjä menetelmiä, tiedonhaku painetuista ja sähköisistä lähteistä sekä haastatteluja.

Ideoinnin ja tutkimisen perusteella jokaiselle kolmelle osa-alueelle löydettiin uusia ideoita. Ideoiden lähempi tarkasteleminen yrityksessä alkaa kesällä 2007. Alustavien keskustelujen perusteella tuotannon kehittämiseen tuli uusia ideoita ja niistä tulee olemaan hyötyä entistä tehokkaamman tuotannon luomisessa.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Mechanical and Production Engineering

Product Development

Järvenpää, Jussi

Post-Production of Water Cutted Products

Engineering Thesis

38 pages + appendices

Thesis Supervisor

Matti Lähteenmäki

Commissioning Company

Tampereen Tiivisteteollisuus Oy

April 2007

Keywords

product development, method, water jet cutting

ABSTRACT

The objective of this thesis was to create the new methods to improve the post-production of water jet cut products. The main problem appeared when the company invested in two new water cutting machines. The new water cutting machines are very efficient and the post-production is not able to handle that much gaskets at a time.

This thesis was made by using the basic methods of product development and by interviewing the sales assistants and professional product developers.

This thesis brought out the new methods to improve the post-product of water jet cut gaskets.

ALKUSANAT

Kesällä 2005 tutustuin ensimmäistä kertaa Tampereen Tiivisteteollisuus Oy:n toimintaan kesätöiden merkeissä. Siitä lähtien olen saanut seurata yrityksen kehitystä moottori-, venttiili- ja prosessiteollisuuteen menevien tiivisteiden valmistuksessa.

Kesän 2005 jälkeen Tampereen Tiivisteteollisuus Oy:hyn on hankittu lisää vesileikkauskoneita ja tuotteiden valmistusmäärät ovat kasvaneet.

Uusien koneiden myötä tiivisteiden valmistus on entistä tehokkaampaa ja laadukkaampaa. Huomasin keväällä 2006, että vesileikkattujen tuotteiden jatkokäsittelyyn tarvitaan uusia menetelmiä, jotta tuotteiden valmistus voitaisiin pitää tehokkaana läpi koko tuotantoketjun. Esitin kiinnostukseni kehittää ja ideoida tuotannon avuksi uusia menetelmiä, joiden avulla voitaisiin saavuttaa tehokkaampaa tuotteiden valmistamista.

Kiitän Tampereen Tiivisteteollisuus Oy:n toimitusjohtajaa Matti Arpiaista ja tuotantopäällikkö Mika Kivimäkeä kannustavasta asenteesta ja luottamuksesta tutkimustyötä kohtaan. Haluan kiittää suunnittelupäällikkö Jari Suoniemeä, joka toimi teknisenä tukena menetelmien ideoinnissa. Lisäksi suuri kiitos myös kuuluu työtovereille, joilta sain hyvää kokemukseen pohjautuvaa tietoa ja mielipiteitä uusien ideoideni tueksi.

Kiitän myös Tampereen ammattikorkeakoulun yliopettaja Matti Lähteenmäkeä työn ohjaamisesta.

Tampereella 12. huhtikuuta 2007

Jussi Järvenpää

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

1	JOHDANTO	6
2	VESILEIKKAUS JA JÄLKIKÄSITTELY	8
	2.1 Vesileikkauksen teoriaa ja vesileikkauslaitteisto	8
	2.2 Kappaleiden käsittelyn ongelmat vesileikkauksessa	11
3	TUTKIMUS- JA ANALYYSIMENETELMÄT	13
	3.1 Tuotekehitysprojektin käynnistäminen	13
	3.2 Luonnostelu	14
	3.2.1 Analysointi	14
	3.2.2 Ratkaisujen etsiminen	14
	3.2.3 Ratkaisuluonnos	15
	3.2.4 Ideoiden arvostelu	15

1 JOHDANTO

Tampereen Tiivisteteollisuus Oy on perustettu vuonna 1943. Yritys on historiansa alkuaikoina valmistanut tasotiivisteitä teollisuuden tarpeisiin sekä arkistomappeja ja niiden metalliosia. Vuosikymmenien aikana Tampereen Tiivisteteollisuus Oy on kasvanut yhdeksi Pohjoismaiden johtavista tasotiivisteiden ja sovitelevyjen valmistajaksi. /1/

Pitkän historiansa aikana yritys on joutunut muutaman kerran muuttamaan suurempiin tuotantotiloihin. Nykyiset tuotantotilat sijaitsevat Tampereella, Jankassa. Tampereen Tiivisteteollisuus Oy:n tärkeimmät tuotantomenetelmät ovat vesileikkaus, abrasiivivesileikkaus, laserleikkaus, meistaaminen ja puristaminen.

Tällä hetkellä Tampereen Tiivisteteollisuus valmistaa pääasiassa erilaisia tasotiivisteitä ja sovitteita mm. kuitulevyistä, kumeista, korkista ja metalleista. Pääasialliset markkinasegmentit ovat pumppu- ja venttiiliteollisuus, moottoriteollisuus sekä sähkökoneiteollisuus. Tampereen Tiivisteteollisuus Oy:n myynnistä noin 70 % menee kotimaan markkinoille ja 30 % menee vientiin. Tampereen Tiivisteteollisuus Oy:n pääasiallinen markkina-alue on Pohjoismaat ja Eurooppa. Yrityksen kaikki tuotanto ja markkinointi on keskitetty Jankan toimipisteeseen, eikä yrityksellä ole vähittäismyyntiä. Vuoden 2006 liikevaihto oli noin 13,5 milj. € ja yritys työllistää 60 henkeä. /1, 2/

Vesileikkauskoneet ovat viimeisten 10 vuoden aikana kehittyneet nopeasti, ja niiden leikkausnopeus on kasvanut moninkertaiseksi myös tarkkuuden parantuessa. Vesileikkauskoneiden kehittyessä leikattujen kappaleiden kerääminen on pysynyt lähes muuttumattomana. Kasvanut leikkuunopeus on lisännyt materiaalivirtaa koneilla. Koneiden suuren käyttöasteen ja sujuvan leikkuuaihion vaihtamisen saavuttamiseksi tulisi kappaleiden keräämistä ja puhdistamista nopeuttaa.

Tämän tutkintotyön tarkoituksena on kehittää uusia ideoita vesileikkauskoneella leikattujen kappaleiden keräämiseen leikkuupöydältä, sekä miettiä vaihtoehtoja leikattujen tuotteiden puhdistamiseen leikkuujätteestä. Lisäksi työssä mietitään tuotteiden pakkaamisen muuttamista tehokkaammaksi.

Nykyään valmiiden tuotteiden jälkikäsittely suoritetaan käsin. Leikkuutehokkuuden kasvun myötä kappaleiden käsittelyyn tarvitaan lisää tehokkuutta, jotta materiaalivirta pystytään pitämään korkeana koko tuotantoketjun läpi.

Työn lähtökohtana on ideoida erilaisia vaihtoehtoja, joilla nykyistä tuotantoa voidaan tehostaa, sekä vähentää fyysisen työn määrää erityisesti tuotteiden jälkikäsittelyssä ja pakkaamisessa.

2 VESILEIKKAUS JA JÄLKIKÄSITTELY

Vesileikkaus on menetelmänä vasta viime vuosikymmeninä tullut laajempaan käyttöön. Vesileikkaus tapahtuu korkeaan paineeseen puristetun veden avulla. Paineistettu vesi suihkutetaan halkaisijaltaan 0,1 mm suutinreiästä, jolloin sen nopeus ja massa yhdessä muodostavat veitsenterävän suihkun. Menetelmä sopii lähes kaikille kumeille, muoveille ja kuiduille.

2.1 Vesileikkauksen teoriaa ja vesileikkauslaitteisto

Vesileikkauslaitteisto koostuu kolmesta pääkomponentista: pumpusta, ohjausyksiköstä ja leikkurista.

Pumppuina Tampereen Tiivisteteollisuus Oy:ssä käytetään Streamline SL-V 50 Plus -korkeapainepumppuja (kuva 1). Pumppu on liitetty vesijohtoon ja paineilmaverkkoon. Pumpun sisällä veteen sekoitetaan pieni määrä polymeeriä. Polymeeri lisää veden massaa ja muodostaa leikkaussuihkusta terävämmän. Pumpussa veden paine nostetaan hieman yli 3000 barin paineeseen käyttämällä apuna paineilmaa ja kaksitoimista mäntää. Mäntän päiden pinta-alat ovat erisuuret, jolloin matalammalla paineilman paineella saadaan kohotettua pieni määrä 3000 barin paineeseen puristettua vettä putkistoon. Pumpulta vesi kuljetetaan korkeapaineputkia pitkin paineakulle, josta se edelleen johdetaan vesileikkurin leikkuusuuttimiin.



Kuva 1 Korkeapainepumppu Streamline SL-V 50 Plus.

Nykyisillä vesileikkauskoneilla (kuva 2) saavutetaan erittäin hyvä mittatarkkuus ja suuret liikenopeudet. Tarkkuuden ja nopeuden lisääntymisen edellytyksenä on ollut siirtyminen kuularuuvikäyttöistä lineaarimoottoreihin. Lineaarimoottoreiden käyttö on vähentänyt koneiden kuluvien osien määrää ja sitä kautta vaikuttanut leikattujen tuotteiden parempaan mittatarkkuuteen. Lineaarimoottoreilla varustetun vesileikkauskoneen suuttimet pystyvät leikkaamaan ohuita materiaaleja 20 metrin minuuttinopeudella tarkkuuden ollessa millimetrin kymmenesosa.

Vesileikkauskoneelle suunnitellut leikkausradat käännetään suoraan esimerkiksi AutoCAD -ohjelman 2D tiedostomuodoista leikkurin tukemaan tiedostomuotoon Nestix-ohjelman avulla. Nestix-ohjelmalla leikkuurata siirretään tiedostona yrityksen verkkoon työjonoon odottamaan. Vesileikkukoneen käyttäjä lataa leikkuruohjelman graafiseen Windows-käyttöliittymään rakennetun sovelluksen avulla vesileikkukoneen muistiin ja asettaa halutun materiaalin leikuupöydälle. Vesileikkuri käynnistyy muutamia nappia painamalla, ja vesileikkaaja valvoo leikkaustapahtumaa.



Kuva 2 Vaihtopöydillä varustettu vesileikkauskone, jossa leikkusuuttimien väli säätyy automaattisesti vesileikkuuohjelmaan tallennetun tiedon perusteella.

Vanhemmissa vesileikkauskoneissa useamman leikkusuuttimen käyttö samaan aikaan on mahdollista, mutta suutinvälin säätäminen tapahtuu käsin. Uusissa vesileikkureissa suuttimien välisiä etäisyyksiä ei tarvitse säätää käsin, vaan vesileikkauskoneeseen rakennettu automatiikka osaa säätää suuttimet työn kuluessa oikeille paikoilleen työtiedoston asetetun käskyn perusteella.

Uudet vesileikkauskoneet ovat suoraan valmistajan kanssa yhteistyössä suunniteltuja ja niiden ominaisuuksia on kehitetty juuri Tampereen Tiivisteteollisuus Oy:n käyttötarpeita vastaaviksi. Vesileikkuukoneen käyttöliittymä on suunniteltu nopeaksi ja helpoksi käyttää joustavamman tuotannon aikaansaamiseksi.

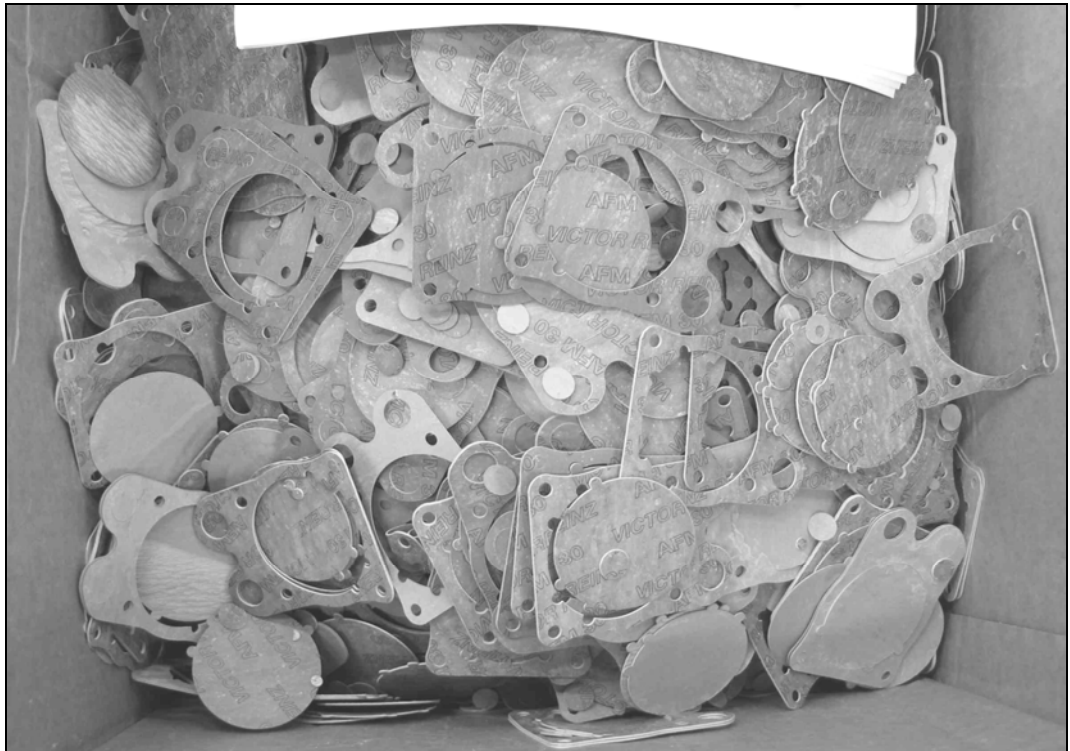
2.2 Kappaleiden käsittelyn ongelmat vesileikkauksessa

Materiaalivirran ja leikkuukapasiteetin kasvaessa on jouduttu tilanteeseen, että tehokkaan vesileikkauksen vuoksi kappaleiden jälkikäsittelyyn syntyy ruuhka. Leikattujen tuotteiden joustavaan jälkikäsittelyyn siirtymiseksi on tärkeää miettiä uusia keinoja, joilla voidaan lisääntyneen fyysisen työn määrää vähentää. Työn vähentäminen ei kuitenkaan tarkoita sitä, että työntekijät vapautuisivat työnteosta. Jos fyysisen työn määrää voidaan apuvälineillä vähentää ja nopeuttaa, vapautuu vesileikkaajille lisää työaika. Tämä vapautuneen resurssin siirtäminen materiaalivirran liikuttamisesta jälkikäsittelyyn pitäisi materiaalivirran ennallaan ja lisäksi jälkikäsittelyyn osallistuvaa työresurssia.

Tällä hetkellä koneiden käyttäminen kuuluu vesileikkaajille, joiden työn suorittamisen helpottaminen lisäksi merkittävästi työresursseja. Materiaalin asettamiseen vesileikkupöydälle ja valmiiden tuotteiden keräämiseen kuluvan ajan voisi käyttää tuotteiden jälkikäsittelyyn.

Jälkikäsittelyn suurimmaksi haasteeksi voidaan nimetä valmiisiin tuotteisiin leikkauksen jälkeen tarttuneet reikien keskiöt (kuva 3). Reikien keskiöt aiheuttavat suuren kuormituksen kappaleiden jälkikäsittelyyn. Varsinkin ohuiden ja liimasidosaineita sisältäviä materiaaleja käsiteltäessä kappaleet ja reikien keskiöt liimautuvat tiukkaan toisiinsa kiinni. Tuotteiden puhdistamisen kehittäminen olisi yksi ratkaisu lyhentää tuotteiden kokonaisläpimenoaika.

Jälkikäsittelyyn kuuluu myös kappaleiden pakkaaminen määränippuihin ja pusseihin. Nykyinen käsin tapahtuva pakkaaminen vaatii jatkuvaa keskittymistä kappalemäärän tarkkailuun sekä tuotteiden laadunvalvontaan. Tuotenippujen sitomisen muuttaminen nopeammaksi koneiden avulla lisäksi tuotteiden käsittelynopeutta.



Kuva 3 Vesileikatut kappaleet on pakattu pahvilaatikkoon odottamaan jälkikäsittelyä. Jälkikäsittelyssä valmiit tuotteet erotellaan jätteiksi luokitelluista reikien keskustoista.

3 TUTKIMUS- JA ANALYYSIMENETELMÄT

3.1 Tuotekehitysprojektin käynnistäminen

Tuotekehitysprojektin käynnistymisen perusedellytyksenä on, että nähdään tarve kehittää ja hakea sopivaa toteuttamismahdollisuutta esiin tulleelle tarpeelle. Tuotekehitysprojektin käynnistymiseen ei riitä pelkän tarpeen aikaansaama yritys ratkaista ongelmia. Toteutukseen tuotekehitysprojektilla tulee olla myös mielikuva toteuttamismahdollisuudesta. /3/

Tarpeen ja toteuttamismahdollisuuksien löytyminen voi tapahtua monella eri tavalla. Monilla työpaikoilla on aloitelaatikko, johon jokainen voi pudottaa lapun mieleen tulleesta tarpeesta tai kehitysehdotuksesta. Tarpeen ei tarvitse olla suuri aloitteen tekemiseksi, sillä sen ei ole tarkoitus olla sellaisenaan valmis toteutettavaksi. Aloitteen pääasiallinen tehtävä on herättää keskustelua, joka tarpeen tullen luo pohjaa sitä seuraavalle tarkemmalle tutkimiselle. Aloite voi myös tulla tuotekehitystiimiltä, joka systemaattisen etsinnän tuloksena valmistelee yritykselle sopivia projektiehdotuksia.

Tarpeista ja toteuttamismahdollisuuksista valmistellaan projekteja, jotka järjestetään tärkeysjärjestykseen. Tärkeys määräytyy sen perusteella, millä kehitysnäkymällä yrityksen potentiaaliset onnistumismahdollisuudet ovat suurimmat. Yrityksen tarpeisiin sopivan ratkaisun löytämisen edellytyksenä on, että on olemassa toteuttamismahdollisuuksia, joi-
ta kehittämällä päästään yrityksen kannalta parhaaseen lopputulokseen. /3/

Yrityksen johto tekee lopullisen kehityspäätöksen. Pienten projektien kehityspäätöksen tekee tuotekehitystoiminnasta vastaava henkilö. Jos projektilla on suuri vaikutus yrityksen toimintaan, tuotekehityspäätöksen tekee yrityksen korkein johto. Kehityspäätöksestä seuraa luonnosteluvaiheen aloittaminen. /3/

Yrityksen kilpailukykyisen toiminnan edellytyksenä on jatkuvan toiminnan kehittäminen. Se edellyttää tuotekehitystoiminnan ylläpitämistä, vaikka yrityksen tila olisikin hyvä ja vakaa./3/

Tuotekehitys koostuu yleensä kahdesta päävaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa määritetään tulevan tuotteen tavoitteita, määritelmiä ja rajoituksia, jotka kuvaavat millainen tuotteen on oltava. Toisessa vaiheessa aloitetaan konkreettisen tuotteen valmistaminen.

Siinä tuotteen valmistusta suoritetaan koordinoitusti eikä tuotetta enää muuteta uusien ideoiden avulla. /4/

3.2 Luonnostelu

Tuotekehitysprosessin luonnosteluvaiheessa etsitään vaihtoehtoisia ratkaisuluonnoksia kehitettävälle tuotteelle. Tässä vaiheessa ei vielä tiedetä yksityiskohtaisia mittakaavaan laadittuja piirustuksia, vaan kuvat ovat ratkaisuperiaatteita selventäviä, enimmäkseen kä-sivaraaisesti piirrettyjä luonnoksia. Luonnosteluvaiheen tärkeimmät työmenetelmät ovat erilaiset luovaan insinööriyön tekemiseen soveltuvat ideointimenetelmät./3/

Päätöksentekoa ja ongelmanratkaisemista varten on laadittu useita menetelmiä, jotka poikkeavat toisistaan työvaiheiden keskinäisessä painotuksessa. Ratkaisun yleinen kulku sisältää yleensä seuraavat vaiheet: ongelman analysointi, vaatimusten ja tavoitteiden laa-timinen, ratkaisuideoiden etsiminen, ideoiden karsiminen ja arvostelu sekä kehitettävän ratkaisuluonnoksen valinta./3/

3.2.1 Analysointi

Analysointivaiheessa käydään huolellisesti läpi kehityspäätös. Sen perusteella selvitetään kehitettävän tuotteen ydinajatus. Ydinajatuksen lisäksi selvitetään, mitä toiveita ja odo-tuksia tulevalle tuotteelle asetetaan. Analysointivaiheessa on myös selvittävä, liittyykö tehtävänasetteluun rajoituksia. /3/

3.2.2 Ratkaisujen etsiminen

Tarkan tuotteen analysoinnin jälkeen aletaan ongelmaa tarkastella hieman kauempaa. Analysointivaiheessa mieleen jää ennakkokäsityksiä, jotka estävät luovan ajattelun va-pautumista ja ideoiden syntymistä. Kauempaa tarkasteltaessa esille tulleet ehdotukset ja ideat kirjataan muistiin. /3/

Kun mieleen jääneet ennakkokäsitykset on saatu pois, voidaan ongelma jakaa pienempiin osatoimintoihin. Osatoiminnoiksi jakamisen tarkoituksena on selvittää kehitettävälle toi-minnolle eri toteuttamisvaihtoehtoja eli osaratkaisuja. Kun jokaisella osatoiminnolla on useampia ratkaisuja, valitaan joukosta kaikkein toimivimmat ideat. Osatoimintoja yhdis-

telemällä saadaan vähitellen keskinäiset riippuvuudet selville ja voidaan siirtyä tutkimaan suurempia kokonaisuuksia. /3/

3.2.3 Ratkaisuluonnos

Etsityistä osaratkaisuksista aletaan selvittää yhä tarkemmin tulevaa ratkaisua. Tässä vaiheessa työn kuva muuttuu ja ideoiden rinnalle alkaa tulla osatoimintojen fysikaalisia ominaisuuksia. Ratkaisun toimivuuden selvittämiseksi luodaan yksinkertaisia olettamuksia mittasuhteista, materiaaleista ja rakenteesta. Olettamuksien avulla pyritään selvittämään riittävän luotettavasti sekä idean tekniseen toimintaan liittyviä ongelmia että idean toteuttamiskustannuksia./3/

3.2.4 Ideoiden arvostelu

Ideoiden arvostelu on vaikea osa tuotekehitysprosessia. Siirryttäessä yhä lähemmäksi lopullista kokonaisratkaisua tulee tehtäväksi arvostella ja verrata ideoita, joiden mittaaminen tai arviointi ei ole mahdollista samalla mittayksiköllä. Vaikka ideat pystyttäisiinkin järjestämään paremmuusjärjestykseen, on mukana aina epävarmuustekijä. Epävarmuustekijä on tunnistamaton tai huonosti tunnettu arvo, joka pitää osata ottaa huomioon arvostelua suoritettaessa. Epävarmuutta voidaan yrittää arvioida, mutta sillä ei saada ideassa esiintyviä ongelmia poistettua. /3/

Epävarmuuden vaikutuksen poistaminen arvostelusta on mahdotonta, sillä on mahdotonta määrittää, mitä on jäänyt huomioonottamatta. Epävarmuuden määrää voidaan pienentää tekemällä arvostelu useamman henkilön voimin.

Arvostelu aloitetaan tekemällä ensin karkea arvostelu. Karkean arvostelun tarkoituksena on hylätä sellaiset ideat, jotka terveellä maalaisjärjellä ajateltuna ovat sopimattomia lopulliseksi kokonaisratkaisuksi. Idean hylkääminen voidaan perustella monella tavalla. Idean hylkääminen heti alussa edellyttää, että ideassa käytetään sellaisia menetelmiä, jotka eivät tämän päivän tekniikalla ole toteuttamiskelpoisia. Muussa tapauksessa ideoita pitää kehittää edelleen ja miettiä sellaisia korvaavia vaihtoehtoja, jotka voivat olla toteuttavissa./3/