

Samuli Ahvenainen

LAADUTTOMUUDEN KUSTANNUSTEN MITTAAMINEN RAKENNUSALALLA

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Kalle Kähkönen
Toukokuu 2020

TIIVISTELMÄ

SAMULI AHVENAINEN: Laaduttomuuden kustannusten mittaaminen rakennus-
alalla

Tampereen yliopisto

Kandidaatintyö, 34 sivua

Toukokuu 2020

Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Rakennustuotanto ja -talous

Tarkastaja: Kalle Kähkönen

Avainsanat: laatu, laatukustannukset, laaduttomuuden kustannukset, rakennus-
ala

Laatu kuuluu olennaisena osana usean rakennusalan yritysten strategiaan, mutta strategian käytännön toteutus on tämän osalta monesti puutteellinen. Laaduttomuuden kustannuksia aiheuttavia ongelmia seurataan, mutta systemaattinen laaduttomuuden kustannusten laskeminen on harvinaista.

Tämän tutkielman päätavoitteena on löytää systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla menetelmiä laaduttomuuden kustannusten määrittämiseksi rakennuslalla. Tutkielmassa selvitetään millaisista tekijöistä laaduttomuuden kustannukset syntyvät ja millaisilla menetelmillä niitä voidaan mitata. Rakennuslalla käytössä olevia menetelmiä verrataan lisäksi muilla teollisuuden aloilla käytössä oleviin menetelmiin.

Tutkielman tulosten perusteella laaduttomuuden kustannusten seuranta on rakennuslalla heikkoa. Laaduttomuuden piilokustannuksia harvoin mitataan, vaikka niiden vaikutus on hyvin merkittävä. Laaduttomuuden piilokustannukset kustannukset häviävät projektin kokonaiskustannuksiin ikään kuin ne olisivat normaali osa projektin suorittamista. Laaduttomuuden piilokustannuksia ovat esimerkiksi maineen heikkeneminen, menetetty asiakkaat, valitusten käsitteleminen, käyttämättömät resurssit, raportoimaton uudelleen tehty työ sekä materiaalihukka, viivästymiset, varastot, toimitusongelmat, hinnoittelu-, laskutus- ja toimitusvirheet, ylityöt sekä työtaturmat. Kirjallisuuden arvioiden mukaan laaduttomuuden piilokustannukset ovat jopa kymmenkertaisia suoriin virhekustannuksiin nähden.

Laaduttomuuden kustannusten mittaaminen on helpompaa, jos yrityksessä on käytössä toimintokohtainen kustannuslaskentajärjestelmä. Toimintokohtainen tuloslaskelma on rakennuslalla Suomessa melko harvinainen, vaikka se sopisi rakennusyrityksen toimintamalliin hyvin. Toimintopohjaisella laatukustannusmallilla saadaan selville arvoa tuottavat ja arvoa tuottamattomat toiminnot. Toiminto on arvoa tuottava, jos se synnyttää arvoa asiakkaalle. Muut asiakkaalle arvoa tuottamattomat toiminnot ovat hukkaa. Laaduttomuuden piilokustannuksia voidaan toimintolaskennan lisäksi määrittää kyselytutkimusten ja niiden pohjalta luotujen indikaattorien avulla. Asiakastyytymättömyydestä aiheutuvia laaduttomuuden piilokustannuksia voidaan mitata esimerkiksi asiakaskyselyjen pohjalta luodun puukaavion avulla.

Laaduttomuuden kustannusten mittaamisen suhteen rakennusala poikkeaa kirjallisuuskatsauksen pohjalta muista toimialoista yleisesti katsottuna suhteellisen vähän. Kaikilla toimialoilla etenkin laaduttomuuden piilokustannusten mittaaminen on harvinaista. Niiden merkitys on kuitenkin suuri, joten sen pohjalta voisi suositella niiden huomiointia systemaattisesti myös yrityksen johtamisjärjestelmässä sen käytännön toiminnassa.

ABSTRACT

SAMULI AHVENAINEN: Measuring cost of poor quality in construction

Tampere University of Technology

Bachelor of Science Thesis, 34 pages

May 2020

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Construction Management and Economics

Examiner: Professor XX

Keywords: quality, cost of quality, quality costs, cost of poor quality, cost of non-quality, cost of non-conformance, construction

Quality is an integral part of the strategy of many construction companies, but the practical implementation of the strategy is often deficient in this respect. Problems that cause the cost of non-quality are monitored, but systematic calculation of the cost of non-quality is rare.

The main goal of this thesis is to find methods for determining the costs of non-quality in the construction industry through a systematic literature review. The thesis examines the factors that cause the costs of non-quality and the methods by which they can be measured. The methods used in the construction sector are also compared with those used in other industries.

Based on the results of the thesis, the monitoring of the costs of non-quality is weak in the construction industry. The hidden costs of non-quality are rarely measured, although their impact is very significant. The hidden cost of non-quality is lost to the total cost of the project as if it were a normal part of carrying out the project. Hidden costs of non-quality include reputational damage, lost customers, complaint handling, unused resources, unreported re-work and material loss, delays, inventories, delivery problems, pricing, billing and delivery errors, overtime, and accidents at work. The literature estimates that the hidden cost of non-quality is up to ten times the direct cost of non-quality.

Measuring the cost of non-quality is easier if the company has an activity-based cost accounting system in place. The activity-based profit and loss account is quite rare in the construction industry in Finland, even if it fits well with the construction company's operating model. The activity-based cost of quality model identifies value-adding and non-value-adding functions. A function is value-adding if it generates value for the customer. Other activities that do not generate value for the customer are regarded as waste. The hidden costs of non-quality can also be determined by means of surveys and indicators created based on them. The hidden costs of non-quality due to customer dissatisfaction can be measured, for example, with the help of a tree chart created based on customer surveys.

In terms of measuring the cost of non-quality, the construction industry differs relatively little from other industries in general, based on a review of the literature. In all industries, it is rare to measure particularly the hidden costs of non-quality. However, their importance is great, so based on that it could be recommended that the cost on non-quality should be systematically considered in the management system of a company in its practical operation.

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tavoitteet.....	1
1.2	Aineisto ja tutkimusmenetelmät.....	2
2.	LAATUKUSTANNUKSET JA LAATUKUSTANNUSMALLIT.....	3
2.1	Laatu ja laaduttomuus.....	3
2.2	Laatukustannukset ja laaduttomuuskustannukset.....	3
2.3	Laatukustannusmallit.....	4
2.4	Laatukustannusten kustannustekijät	6
2.5	Laaduttomuuden piilokustannukset.....	9
2.6	Laatukustannusmallit käytännössä	11
2.7	Laatukustannusmallit Suomessa.....	12
3.	LAATUKUSTANNUSTEN MITTAAMINEN	17
3.1	Kustannuslaskentajärjestelmät	17
3.2	Laatukustannukset toimintolaskentamallilla.....	20
3.3	Laaduttomuuden piilokustannusten määrittäminen.....	24
3.4	Asiakastyytymättömyydestä aiheutuvien piilokustannusten määrittäminen.....	25
3.5	Piilokustannusten määrittäminen Taguchin laadun hävikkifunktion avulla.....	26
3.6	Laatukustannusten optimitason määrittäminen.....	27
4.	AINEISTON ANALYYSI JA TULOKSET	32
4.1	Laaduttomuus rakennusalalla? Mistä tekijöistä laaduttomuus syntyy?.....	32
4.2	Kuinka laaduttomuuden kustannuksia voidaan mitata?.....	33
4.3	Laaduttomuuden kustannusten mittaaminen muilla aloilla ja niiden soveltaminen rakennusalle?.....	34
4.4	Parhaat menetelmät laaduttomuuden kustannusten mittaamiseksi rakennusalle?	34
4.5	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	35
	LÄHTEET	36

LYHENTEET JA MERKINNÄT

ABC	Toimintoperusteinen kustannuslaskentajärjestelmä (<i>Activity-Based Costing</i>).
ABM	Toimintokohtaiseen kustannuslaskentaan perustuva johtamismalli, toimintojohtaminen (<i>Activity-Based Management</i>).
COC	Laaduntuoton kustannukset (<i>Cost of Conformance</i>).
CONC	Laaduttomuuden kustannukset (<i>Cost of Non-Conformance</i>).
CoQ	Laadusta aiheutuvat kustannukset (<i>Cost of Quality</i>).
GAAP	GAAP-tilinpäätösstandardi (<i>Generally Accepted Accounting Practices</i>).
EFC	Laaduttomuuden ulkoiset virhekustannukset (<i>External Failure Cost</i>).
IFC	Laaduttomuuden sisäiset virhekustannukset (<i>Internal Failure Cost</i>).
P-A-F-malli	Malli, jolla laatukustannukset jaetaan laaduttomuuden ennaltaehkäisystä aiheutuviin (<i>Prevention</i>), laadunvalvonnasta aiheutuviin (<i>Appraisal</i>) ja laaduttomuudesta aiheutuviin kustannuksiin (<i>Failure</i>).
TQM	Kokonaisvaltaisen laatujohtamisen malli (<i>Total Quality Management</i>).

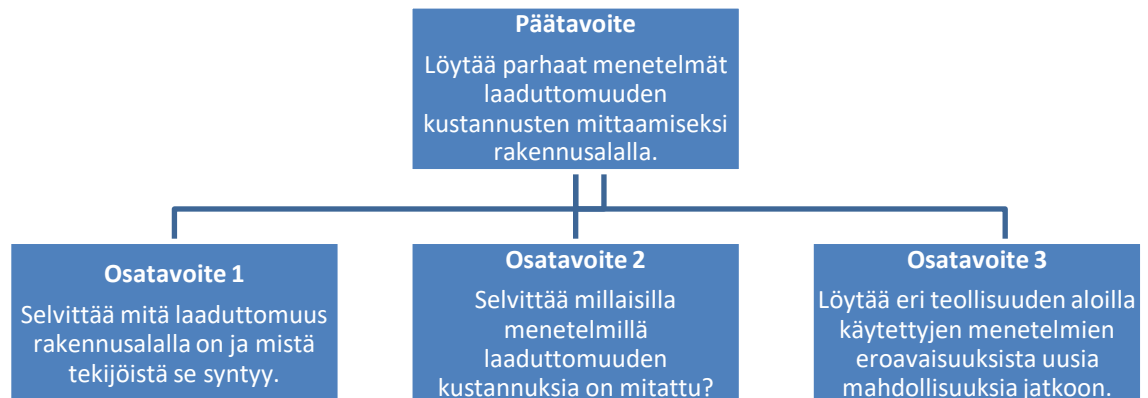
1. JOHDANTO

Työn aiheena on laaduttomuuden kustannusten mittaaminen rakennusalalla. Tutkimuksessa tullaan tutkimaan millaisilla menetelmillä laaduttomuudesta aiheutuvia kustannuksia on mitattu. Laadusta aiheutuvia kustannuksia (cost of quality, CoQ) on määritelty usealla tavalla eri teollisuuden aloilla. Tässä tutkimuksessa laadusta aiheutuvat kustannukset määritellään Campanellan (1999) määritelmän mukaisesti, jossa laatukustannuksiksi käsitetään ”kaikki kustannukset, jotka olisi voitu välttää täydellisellä laadulla”. Laatukustannukset tullaan jakamaan edelleen ensimmäisenä Feigenbaumin (1956) esittelemän yleisesti käytetyn P-A-F-mallin (prevention, appraisal, failure) mukaisesti kolmeen osaan: laaduttomuuden ennaltaehkäisystä aiheutuviin, laadunvalvonnasta aiheutuviin ja laaduttomuudesta aiheutuviin kustannuksiin. Laaduttomuudesta aiheutuvat kustannukset jaetaan edelleen sisäisistä (internal failure cost, IFC) ja ulkoisista syistä aiheutuviin kustannuksiin (external failure cost, EFC). Tässä työssä keskitytään ainoastaan laaduttomuudesta aiheutuviin kustannuksiin sekä niiden sisäisiin ja ulkoisiin syihin.

Laaduttomuutta ja laaduttomuudesta aiheutuvia kustannuksia on tutkittu vähemmän kuin ennaltaehkäisystä ja laadunvalvonnasta aiheutuvia kustannuksia. Rosenfeld (2009) esittää, että laaduttomuudesta aiheutuvat kustannukset ovat jääneet vähemmälle huomiolle, koska laaduttomuuden kustannuksia on vaikeampi mitata. Tästä syystä Rosenfeld ehdottaa tutkimuksen laajentamista jatkossa enemmän laaduttomuudesta aiheutuviin kustannuksiin. Tämä tutkimus tulee olemaan omalta osaltaan osa tätä tieteellisessä keskustelussa esiin tuotua tutkimussuuntaa.

1.1 Tutkimuksen tavoitteet

Työn päätavoitteena on löytää menetelmät laaduttomuuden kustannusten selvittämiseksi rakennusalalla. Työssä tullaan selvittämään millaisilla menetelmillä laaduttomuuden kustannuksia on maailmanlaajuisesti yleisesti mitattu. Työssä tullaan selvittämään lisäksi mitä laaduttomuus on rakennusalan kontekstissa, millaisia kustannuksia siitä syntyy ja millaisilla menetelmillä sitä on mitattu. Rakennusalalla käytössä olevia menetelmiä tullaan vertaamaan muilla teollisuuden aloilla käytössä oleviin menetelmiin. Vertailuista saaduista yhteyksistä ja poikkeavuuksista tullaan tekemään havaintoja, joiden pohjalta tullaan antamaan suositukset jatkoon. Alla olevassa taulukossa on esitetty tutkimuksen päätavoite sekä osatavoitteet.



Kuva 1. Tutkimuksen tavoitteet.

1.2 Aineisto ja tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä tulee tutkimuksessa olemaan systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Kirjallisuuskatsauksessa tullaan esittämään tutkimuksen teoreettinen ja historiallinen tausta. Tutkimusaineisto tulee keskittymään tieteellisiin artikkeleihin, jotka ovat saata- vissa sähköisessä muodossa. Aiheen teoreettisen ja historiallisen taustan osalta tullaan lisäksi perehtymään alan perusteoksiin.

Saatuja tuloksia tullaan analysoimaan sisällönanalyysin avulla. Analyysi tullaan toteutta- maan pääosin vertailemalla sekä etsimällä yhteyksiä ja poikkeavuuksia. Tämän avulla hajanaisesta aineistosta luodaan selkeä ja havainnollinen kokonaisuus, jonka avulla tul- kinta ja johtopäätökset ovat mahdollisia. Tulosten tarkastelun jälkeen tehdään tutki- musen tarkastelu. Tutkimuksen tarkastelussa pohditaan saatujen tulosten epävarmuusteki- jöitä, aineiston virhelähteitä sekä mahdollisia muita tapoja, joilla olisi voitu sama tutki- mus tehdä paremmin. Tulosten ja tutkimuksen tarkastelun jälkeen tullaan tekemään joh- topäätökset työstä sekä antamaan suositukset jatkoon.

Tämä työ keskittyy laaduttomuuden kustannusten mittaamiseen. Laatukustannuksia mi- tataan kuitenkin sellaisten mallien avulla, jotka mittaavat laatukustannuksia kokonaisu- tena. Erillisiä pelkästään laaduttomuuteen kehitettyjä malleja ei ole tiedossa. Tämän vuoksi myös tässä työssä tullaan käsittelemään laatukustannusten mittaamista kokonai- suutena painopisteen ollessa laaduttomuuden mittaamisessa.

2. LAATUKUSTANNUKSET JA LAATUKUSTANNUSMALLIT

Laatu on nykypäivän rakentamisessa monella eri tasolla jatkuvasti esillä niin julkisuudessa kuin yritysten omassakin viestinnässä. Julkisuudessa esiintynyt keskustelu on valitettavan usein keskittynyt rakentamisen huonoon laatuun, joista koulujen ja muiden julkisten kiinteistöjen homeongelmat ovat suuri yksittäinen ilmentymä. Laatu on keskeinen tekijä myös rakennusalan yritysten markkinointiviestinnässä. Monet yritykset antavat mielellään ulospäin sellaisen kuvan, että laatu on osa heidän strategiansa painopistealueita. Useassa tapauksessa viestintä on lisäksi ainakin jossain määrin totuudenmukaista. Laatu kuuluu monen rakennusalan yrityksen strategiaan ihan olennaisena osana, mutta käytännön toteutus on valitettavan usein hyvin puutteellista.

Sen lisäksi että julkisessa keskustelussa on keskitytty lähes yksinomaan rakentamisen huonoon laatuun, niin keskustelu on lisäksi polarisoitunut siinä mielessä, kuinka laatu ymmärretään. Valitettavan usein laatu ymmärretään edelleen vain lopputuotteen laatuun, vaikka se tulee ehdottomasti ymmärtää huomattavasti laajemmassa perspektiivissä. Laadun ymmärtäminen lopputuotteen laadun lisäksi myös tekemisen ja prosessien laatuun on ehdoton edellytys sille, että rakentamisen laatua voidaan kehittää. Lopputuotteen laatu syntyy vain laadukkaan tekemisen ja laadukkaiden prosessien kautta.

2.1 Laatu ja laaduttomuus

Laadulla on useita erilaisia ulottuvuuksia. Laatu voidaan ymmärtää tuotteen laatuun, palvelun laatuun sekä toiminnan eli prosessin laatuun (Ratu KI-6025). Laatu on PMBOK Guiden (2008) määritelmän mukaan asiakkaan vaatimusten täyttämistä. Tässä tutkielmassa valittu määritelmä noudattaa tätä sekä Rosenfeldin (2009) tutkimuksen mukaista jakotapaa laatuun (*quality*) ja laaduttomuuteen (*non-quality*). Laatu on asiakkaan vaatimusten täyttämistä ja laaduttomuus sitä, että vaatimukset eivät täyty. Jakotapa perustuu analyysissa käytettävään logiikkaan, jossa laatuun investoimalla voi odottaa laaduttomuudesta aiheutuvien kustannusten pienenevän. Käyttämällä termiä laaduttomuus halutaan myös painottaa tutkielman aihetta.

2.2 Laatukustannukset ja laaduttomuuskustannukset

Laatukustannuksilla ei ole olemassa yhtä ainoaa yleistä määritelmää. (Plunkett, Dale 1987, Schiffauerova, Thomson 2006, Love, Li 2000) Laatukustannukset ymmärretään kuitenkin yleisesti laadun tuottamisesta ja laaduttomuudesta aiheutuvien kustannusten summana. Laadun tuottamisesta aiheutuvat kustannukset ovat laaduttomuuden ennalta-

ehkäisystä syntyviä kustannuksia. Tällaisia ovat esimerkiksi ennakkosuunnittelusta, laadunvarmistuksesta ja laadunvalvonnasta aiheutuvat kustannukset. Laaduttomuudesta aiheutuvat kustannukset ovat puolestaan kustannuksia, jotka syntyvät huonon laadun seurauksena. Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi uudelleen tehty työ ja vahingonkorvaukset. (Rosenfeld 2009, Schiffauerova, Thomson 2006) Tässä tutkielmassa on valittu analyysin selkeyden vuoksi jako laatuun ja laaduttomuuteen. Jako johtaa edelleen laadun tuottamisesta aiheutuviin kustannuksiin sekä laaduttomuudesta aiheutuviin kustannuksiin. Ilman selkeitä yhteisesti ymmärrettyjä määritelmiä laadusta ei voida keskustella. Laatukustannuksia voidaan pitää yrityksen laatujärjestelmän tehokkuuden mittarina vain, jos määritelmät ja aineistot ovat vertailukelpoisia. Kerätyn aineiston vertailukelpoisuus on riippuvainen käytetyistä määritelmistä. (Plunkett, Dale 1987)

Laadunhallinta on kriittinen tekijä menestyksekkään rakennusprojektin hallinnassa. (Love, Li 2000). Laatukustannukset ovat kirjallisuudessa esitettyjen arvioiden mukaan tyypillisesti 10-40 yritysten liikevaihdosta (Krishnan 2006). Rakennusprojekteissa laaduttomuudesta aiheutuvat kustannukset on arvioitu olevan 10-20% projektin kokonaiskustannuksista. Arviot suunnitteluvaiheessa ja rakentamisvaiheessa määräytyvistä laaduttomuuden virhekustannuksista vaihtelee. Laaduttomuuden virhekustannukset on arvioitu olevan suunnitteluvaiheessa olevan 40-79% ja rakentamisvaiheessa 22-40% laaduttomuuden kokonaiskustannuksista (Love, Li 2000).

2.3 Laatukustannusmallit

Yleisimmin käytetty malli on ensimmäisenä Feigenbaumin (1956) esittelemä P-A-F-malli. P-A-F-mallissa laatukustannukset jaetaan laaduttomuuden ehkäisystä aiheutuviin kustannuksiin (prevention), laadunvalvonnasta aiheutuviin kustannuksiin (appraisal) ja laaduttomuudesta aiheutuviin virhekustannuksiin (failure). Laaduttomuudesta aiheutuvat virhekustannukset jaetaan mallissa edelleen sisäisistä syistä (internal failure) ja ulkoisista syistä (external failure) aiheutuviin virhekustannuksiin.



Kuva 2. Laatukustannusten määritelmä P-A-F-mallin mukaisesti.

Ennaltaehkäisystä aiheutuvat laatukustannukset (Prevention Cost) aiheutuvat toiminnoista, joiden avulla pyritään ennalta estämään laatuvirheiden tai laaduttomuuden syntyminen. Taulukossa 1 on listattuna esimerkkejä ennaltaehkäisystä aiheutuvia laatukustannuksia aiheuttavista toiminnoista.

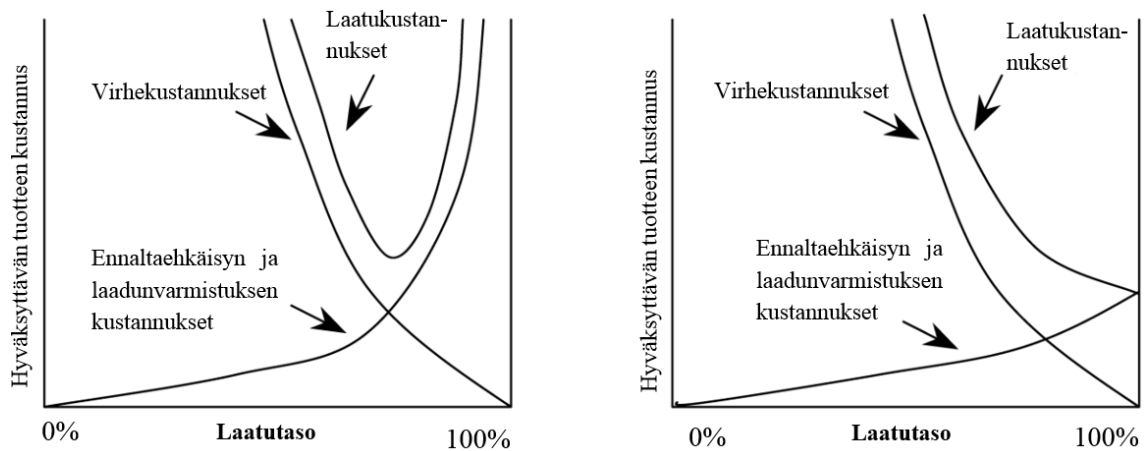
Laadunvarmistuksesta aiheutuvat kustannukset (Appraisal Cost) ovat mittaamisesta, arvioinnista tai valvonnasta aiheutuvia kustannuksia, joilla varmistetaan prosessin aikana ennalta asetettujen laatuvaatimusten täyttyminen. (Campanella 1999, Sower 2004) Taulukossa 2 on listattuna esimerkkejä laadunvarmistuksesta aiheutuvia kustannuksia.

Virhekustannukset (Failure Cost) ovat laaduttomuudesta tai huonosta laadusta aiheutuvia kustannuksia. Virhekustannukset voidaan jakaa edelleen sisäisiin ja ulkoisiin virhekustannuksiin. (Campanella 1999, Sower 2004)

Sisäiset virhekustannukset (Internal Failure Cost) ovat laaduttomuudesta aiheutuvia kustannuksia, jotka syntyvät toiminnoista, joilla pyritään korjaamaan syntyneet laatuvirheet *ennen* tuotteen tai palvelun luovutusta asiakkaalle. (Campanella 1999, Sower 2004) Taulukossa 3 on listattuna esimerkkejä sisäisistä virhekustannuksista.

Ulkoiset virhekustannukset (External Failure Cost) ovat laaduttomuudesta aiheutuvia kustannuksia, jotka syntyvät toiminnoista, joilla pyritään korjaamaan syntyneet laatuvirheet sen *jälkeen*, kun tuote on jo luovutettu asiakkaalle. (Campanella 1999, Sower 2004) Ulkoisia virhekustannuksia ovat lisäksi laaduttomuudesta aiheutuvat piilevät epäsuorat kustannukset (Hidden Cost), kuten huonosta maineesta aiheutuvat kustannukset, joita on

vaikea luovutuksen jälkeen korjata. (Schiffauerova, Thomson 2006) Taulukossa 4 on lisattuna esimerkkejä ulkoisista virhekustannuksista.



Kuva 3. Klassinen P-A-F-malli vasemmalla ja kilpaileva uudempi malli oikealla. Kuva muokattu lähteestä (Schiffauerova, Thomson 2006).

Klassisessa P-A-F-mallissa oletuksena on, että laaduttomuudesta aiheutuvat virhekustannukset laskevat investoitaessa ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen. Tietyn rajan yli investoitaessa säästöt virhekustannuksissa eivät enää kata investoinnin kuluja, vaan kokonaislaatukustannukset kääntyvät kasvuun. Tarkoituksena on löytää se optimitaso ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukselle sijoitettavalle investoinnille, jossa kokonaislaatukustannukset ovat mahdollisimman pienet. (Plunkett, Dale 1987, Schiffauerova, Thomson 2006) Klassista mallia on haastettu näkemyksellä, että ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistamiseen investoiminen kannattaa aina ja laadun optimitaso on yhtä kuin nolla virhettä. (Plunkett, Dale 1987) Klassista mallia on kritisoitu myös sen staattisuuden vuoksi. Sen voidaan katsoa toimivan tietyllä ajanhetkellä, mutta se ei huomioi ajan myötä tapahtuvaa jatkuvaa kehitystä. Virhekustannuksien voidaan jatkuvan kehityksen vuoksi katsoa laskevan ajan myötä, vaikka ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen ei lisättäisi investointeja. (Plunkett, Dale 1987, Schiffauerova, Thomson 2006) Vaikka klassista mallia on kritisoitu, niin sen perusajatukset ovat yhä yleisesti hyväksytyjä ja malli on yleisimmin käytössä. (Schiffauerova, Thomson 2006)

Muita käytettyjä malleja ovat Crosby'n malli (Crosby's Model), prosessikustannusmalli (Process Cost Model), mahdollisuuden menettämisen malli (Opportunity Cost Model), toimintoperusteinen malli (Activity Based Costing Model) ja dynaaminen malli (Dynamic Model of Quality) (Schiffauerova, Thomson 2006, Kim, Nakhai 2008)

2.4 Laatukustannusten kustannustekijät

Laatukustannuksia aiheuttavia kustannustekijöitä voidaan määrittää ja luokitella monella eri tavalla. Kustannustekijät ja niiden luokittelu eri kategorioihin vaihtelee paljon eri alojen välillä, mutta myös saman alan eri yritysten välillä. Laatukustannusohjelmat (CoQ

Programs) ja mitattavat kustannustekijät tulisikin olla aina räätälöity yrityskohtaisesti heidän oman organisaatorakenteensa ja kirjanpitojärjestelmänsä mukaisesti. (Campanella 1999, Schiffauerova, Thomson 2006) Campanella kuitenkin painottaa, ettei kustannustekijöiden määrittely ja jaottelu oikeisiin kategorioihin ole niin tärkeää kuin johdonmukaisuus. Hänen mukaansa valittujen kustannustekijöiden muutosta on tärkeä pystyä vertaamaan ajan myötä, kun yrityksen laatukustannusohjelma kehittyy. Kustannustekijöitä voidaan tällöin muokata, luokitella toisin, poistaa tai yhdistää, jos nähdään tarpeelliseksi.

Vaikka kustannustekijät tulisi olla räätälöity aina yrityskohtaisesti, niin esimerkkinä käytettävät listaukset toimivat hyvin yleisinä ohjenuorina ja ajatusten herättäjinä. (Plunkett, Dale 1987) Alla on taulukoitu esimerkkilistauksia laatukustannusten kustannustekijöistä kuvassa 2 esitetyn P-A-F-mallin mukaisesti jaoteltuna.

Taulukko 1. Esimerkkejä laaduttomuuden ennaltaehkäisystä syntyvistä kustannustekijöistä (toiminnoista). Muokattu lähteestä (Rosenfeld 2009).

Numero	Kustannustekijän kuvaus
1	Yrityksen laatupäällikön kustannukset
2	Yrityskohtaisesta laadunvarmistuksesta vastaavien henkilöiden kustannukset
3	Tuotantoprosessin kehittämisen kustannukset
4	Laadunvarmistuksen laitteiston kustannukset
5	Laadun sisäisen auditoinnin kustannukset
6	Prosessinohjauksen käyttökustannukset
7	Tuotannonohjauksjärjestelmän hankintakustannukset
8	Laatuun liittyvien koulutusten kustannukset
9	Hankintojen ja aliurakoitsijoiden laadun varmistamisen kustannukset
10	Muut kustannukset

Taulukko 2. Esimerkkejä laadunvarmistuksesta aiheutuvista kustannustekijöistä. Muokattu lähteestä (Rosenfeld 2009).

Numero	Kustannustekijän kuvaus
1	Hankittavien materiaalien ja tuotteiden tarkastamisen kustannukset
2	Työmaan laadunvarmistuksesta vastaavien henkilöiden kustannukset
3	Laadun mittaamisen ja varmistamiseen tarvittavien työkalujen kustannukset
4	Laadunvarmistukseen liittyvien tarkastusten ja mittausten kustannukset
5	Itselle luovutuksen kustannukset
6	Ulkopuolisen laadunvarmistuksen auditoinnin kustannukset
7	Muut kustannukset

Taulukko 3. Esimerkkejä laaduttomuuden sisäisistä virhekustannuksista. Muokattu lähteestä (Rosenfeld 2009).

Numero	Kustannustekijän kuvaus
1	Uudelleen tehdyn työn kokonaiskustannukset
2	Vaurioituneiden materiaalien kustannukset
3	Laaduttomuuteen johtaneiden syiden selvittämiseen kuluvat kustannukset
4	Laaduttomuuden aiheuttamien sakkojen ja viivästysten kustannukset
5	Laaduttomuuden aiheuttamat muutuskustannukset
6	Muut kustannukset

Taulukko 4. Esimerkkejä laaduttomuuden ulkoisista virhekustannuksista. Muokattu lähteestä (Rosenfeld 2009).

Numero	Kustannustekijän kuvaus
1	Asiakkaiden valitusten käsittelystä aiheutuvat kustannukset
2	Takuukorjausten aiheuttamat kustannukset
3	Vahingonkorvaukset ja oikeudenkäyntikulut
4	Laaduttomuuden selvittämisen aiheuttamat henkilökustannukset
5	Muut kustannukset

Näissä taulukoissa on esitetty vain muutamia esimerkkejä suoraan mitattavissa olevista kustannuksista. Campanaella (Campanella 1999, Sower 2004) jakaa ulkoiset virhekustannukset taulukon 5 mukaisesti, jossa on mukana myös epäsuoraan mitattavissa olevia kustannustekijöitä.

Taulukko 5. Laaduttomuuden ulkoisten virhekustannusten kustannustekijät Campanellan mukaan. Muokattu lähteestä (Sower 2004).

Numero	Kustannustekijän kuvaus
1	Asiakkaiden valitusten käsittelystä aiheutuvat kustannukset
2	Palautetut tuotteet
3	Takuukorjausten aiheuttamat kustannukset
4	Virhetuotteiden takaisinkutsun kustannukset
5	Vahingonkorvaukset ja oikeudenkäyntikulut
6	Sakot
7	Asiakkaan tyytymättömyydestä aiheutuvat kustannukset
8	Menetetty myynti
9	Muut kustannukset

Epäsuoraan mitattavista ja vaikeammin mitattavissa olevista piilokustannuksista kerrotaan tarkemmin seuraavassa luvussa.

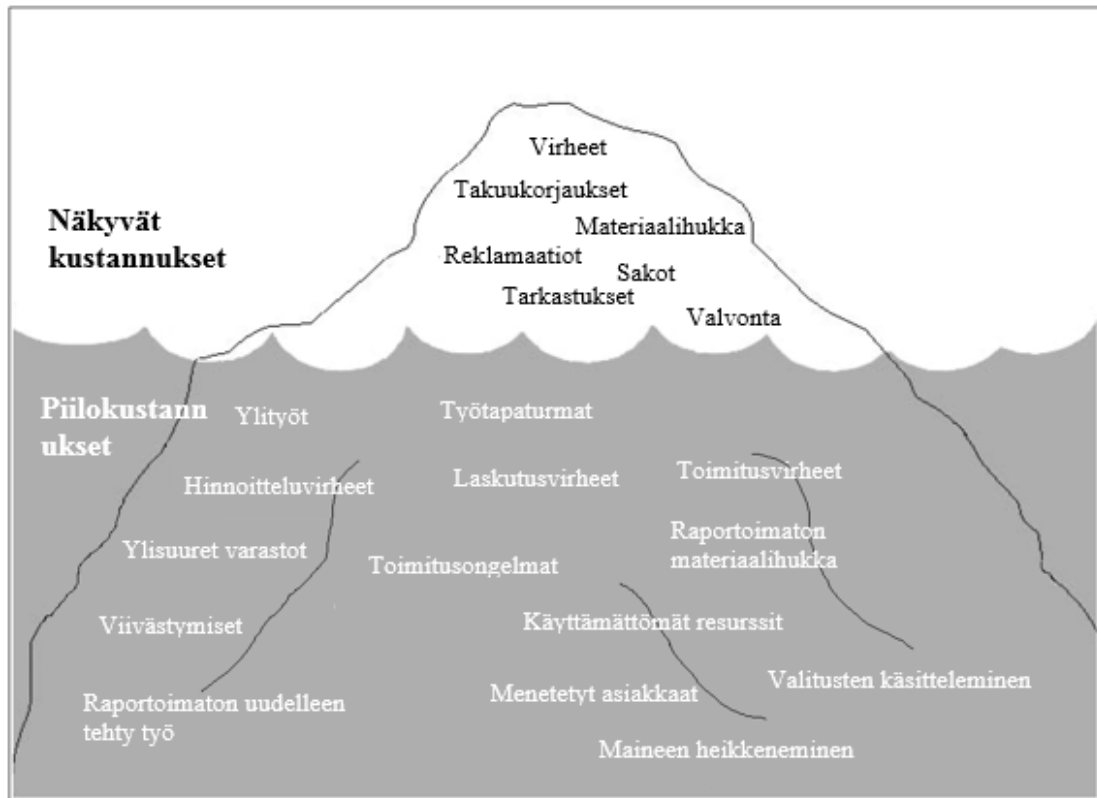
2.5 Laaduttomuuden piilokustannukset

Laatukustannukset voidaan jakaa aiemmin esiteltyyn P-A-F-mallin mukaisesti laatuvirheiden ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistuksesta aiheutuviin kustannuksiin. Laaduttomuudesta aiheutuvat kustannukset voidaan jakaa mallin mukaisesti sisäisiin ja ulkoisiin virhekustannuksiin. Monet näistä kustannuksista ovat suoraan tai välillisesti mitattavissa olevia näkyviä kustannuksia. Nämä näkyvät kustannukset ovat kuitenkin vain ”jäävuoren huippu”, sillä laaduttomuudesta aiheutuu huomattava määrä piiloon jääviä suorita ja välillisiä kustannuksia. (Krishnan 2006, Rosenfeld 2009)

Piiloon jääviä sisäisiä virhekustannuksia ovat esimerkiksi raportoimaton uudelleen tehty työ, raportoimaton materiaalihukka ja raportoimattomat viivästymiset. Tällaiset piiloon jäävät sisäiset virhekustannukset syntyvät, kun esimerkiksi yksittäinen työntekijä tekee jonkin virheen ja lähtee korjaamaan sitä omin päin ilmoittamatta tehdystä virheestä ja sen korjaamisesta kenellekään. Tällaisesta toiminnasta syntyvät kustannukset määrittyvät projektin kokonaiskustannuksiin ikään kuin ne olisivat normaali osa projektin suorittamista. (Rosenfeld 2009, Krishnan 2006) Rosenfeldin maltillisen arvion mukaan tällaiset sisäiset virhekustannukset ovat vähintään yhtä suuria kuin mitattavissa olevat sisäiset virhekustannukset.

Suoraan mitattavissa olevien ulkoisten virhekustannusten lisäksi syntyy piiloon jääviä ulkoisia virhekustannuksia. Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi laatuvirheistä mahdolliset tulevaisuudessa eteen tulevat sakot ja oikeudenkäyntikulut, menetetyt olemassa olevat ja tulevat asiakkaat ja maineen heikkeneminen. (Krishnan 2006) Ne ovat jossain määrin samanlaisia kuin piiloon jäävät sisäiset virhekustannukset, mutta aiheuttavat vielä vakavampia hyvin pitkäaikaisia seurauksia. Kustannukset eivät sisällä ainoastaan virheen teknisestä korjaamisesta aiheutuvia kuluja, vaan aiheuttavat esimerkiksi turhautumista, kiukkua ja vihamielisyyttä. (Rosenfeld 2009) Rosenfeld jakaa piiloon jäävät ulkoiset virhekustannukset kolmeen kategoriaan niiden vakavuusasteen ja sen mukaan kuinka vaikeasti ne ovat mitattavissa. Ensimmäisessä kategoriassa on aiheutuneen virheen tekninen korjaaminen, jonka suorat ja epäsuorat kustannukset ovat paljon suuremmat jo asutussa asunnossa kuin ennen luovutusta tapahtuvassa korjaamisessa. Toisessa kategoriassa on paljon ylimääräisiä henkilökustannuksia, jotka aiheutuvat esimerkiksi syntyneiden teknisten virheiden tutkimisesta, mittaamisesta, ulkopuolisesta konsultoinnista, raporttien kirjoittamisesta, korjauksen valvonnasta ja asiakkaiden valitusten käsittelemisestä. Lisäksi toiseen kategoriaan sisältyy mahdolliset asianajo- ja oikeudenkäyntikulut sekä vahingonkorvaukset ja sakot sekä suorista että epäsuorista kustannuksista eri osapuolille. Kolmas kategoria on ulkoisten laatuvirheiden aiheuttamat vahingot yrityksen maineelle. Se on kaikista vaikeimmin mitattavissa oleva, mutta samalla kaikista vahingollisin. Ensimmäkin tyytymätön asiakas ei luonnollisestikaan osta samalta yritykseltä usein enää jatkossa mitään. Tämä lisäksi tyytymätön asiakas levittää turhautumistaan myös ympärilleen ja pelottelee tuttaviaan olla tekemättä samaa virhettä, minkä vuoksi potentiaalisten

tulevien asiakkaiden määrä vähenee. Tyytyväisen asunnonostajan katsotaan tuovan vähintään yhden uuden asiakkaan yritykselle, kun taas tyytymätön asiakas poistaa vähintään yhden uuden potentiaalisen asiakkaan yritykseltä. Yhteenlaskettuna yksi vakava ulkoinen laaturvirhe aiheuttaa vähintään kahden potentiaalisen asiakkaan poistumisen yritykselle. (Rosenfeld 2009)



Kuva 4. Esimerkkejä laaduttomuuden piilokustannuksista. Muokattu lähteestä (Krishnan 2006).

Vaikka tällaisia epäsuoria sekä piilokustannuksia on vaikea mitata, niin niiden merkitystä ei saa väheksyä. (Rosenfeld 2009, Sower 2004) Sower (2004) esittää piilokustannusten laskemiseen liittyen, että on parempi olla lähes oikeassa, kuin olla kokonaan väärässä. Arviot ulkoisista virhekustannuksista kannattaa esittää siten, että niistä käy ilmi mitkä luvut ovat tarkkoja ja mitkä perustuvat vakiintuneilla menetelmillä tehtyihin arvioihin. (Sower 2004) Sower (2004) esittääkin, että laatukustannusjärjestelmän käyttöönoton lykääminen siitä syystä, että sillä ei pystytä saamaan täysin tarkkoja tuloksia, voi johtaa organisaation analyysihalvaukseen (organizational paralysis). Monet päätökset perustuvat ennusteisiin, budjetteihin ja projektioihin, joiden kaikki ymmärtävät olevan epätodellisia. (Sower 2004) Ne kertovat kuitenkin suuruusluokan ja systemaattisesti seuraten myös suhteellisen muutoksen ja toimivat näin päätöksenteon tukena. Suuruusluokkaan liittyen useat maineikkaat urakoitsijat ovat Rosenfeldin (2009) mukaan raportoineet laaduttomuudesta aiheutuvien epäsuorien ja piiloon jäävien kustannusten olevan jopa kymmenkertaisia suoriin mitattavissa oleviin näkyviin kustannuksiin nähden.

Laatukustannusten mittaamista varten täytyy kerätä dataa. Lähteet datan keräämiselle vaihtelee suoraan kirjanpidosta saatavista tiedoista erilaisten arvioiden tekemiseen. Virheet datan keräämisessä vääristävät kokonaislaatukustannuksia, mikä voi johtaa väärin johtopäätöksiin. Tyypillisiä dataan keräämiseen liittyviä virheen aiheuttajia on listattuna taulukkoon 6.

Taulukko 6. Datan keräämiseen tyypillisiä virheitä. Muokattu lähteestä (Tatikonda, Tatikonda 1996)

Numero	Tyypillisiä virheen aiheuttajia datan keräämisessä
1	Epäselvät tavoitteet datan keräämiseen
2	Yhteistyön puuttuminen datan keräämisessä
3	Mitataan vain näkyviä ja laskettavissa olevia kustannuksia
4	Keskitytään ensisijaisesti tuotantokustannuksiin
5	Kysytään väärä kysymyksiä asiakas- ja työntekijäkyselyissä
6	Datan keräämisen kustannukset ylittävät datasta saatavan hyödyn

2.6 Laatukustannusmallit käytännössä

Laatukustannusmallien (CoQ models) hyödyllisyyttä on tutkittu ja käytäntöön vietäviä malleja esitetty paljon, mutta siitä huolimatta todellisuudessa mallit ovat edelleen valitettavan huonosti käytössä. (Schiffauerova, Thomson 2006) Laatuguru Philip B. Crosby (1983) on todennut, ettei mikään ole koko hänen 30 vuotta kestäneen uransa aikana tuottanut hänelle enemmän pettymystä kuin se, kuinka huonosti laatukustannusohjelmia hyödynnetään. Yrityksillä on hyvin harvoin realistinen kuva siitä, kuinka paljon voittoa he menettävät laaduttomuuden takia. (Schiffauerova, Thomson 2006) Pienet yritykset eivät useimmiten edes yritä seurata laatukustannuksia. Suuret yritykset sen sijaan usein väittävät arvioivansa laatukustannuksia, mutta todellisuudessa vain hyvin pieni osa mittaa järjestelmällisesti laadun kehittymistä ja vielä pienempi osa mittaa laatukustannuksia. (Tatikonda, Tatikonda 1996, Plunkett, Dale 1987) Näistä edelleen suuri osa mittaa vain näkyviä ja helposti mitattavia kustannuksia, kuten materiaalihukkaa ja takuukorjauksia, mutta jättävät huomiotta esimerkiksi laaduttomuuden vuoksi menetettyjen asiakkaiden tuottamat tappiot. Koska piileviä kustannuksia on vaikeampi mitata, niin se jätetään tekemättä. (Tatikonda, Tatikonda 1996, Krishnan 2006) Sijoitetun laadun tuotto-prosentin (Return on Quality, RoQ) mittaaminen ei ole yleisesti käytössä. (Tatikonda, Tatikonda 1996) Rahan tuhlaaminen laadun kehittämiseen tähtääviin ohjelmiin mittaamatta siitä saatavia hyötyjä johtaa usein siihen, että investoinnilla on lopulta vain vähän tai ei ollenkaan vaikutusta rahassa mitattavaan tulokseen. Vaikuttaakin siltä, että vaikka laatua pidetään hyvin laajasti tärkeänä kilpailuvalttina, niin yritysten ylimmät johtohenkilöt eivät ole tarpeeksi hyvin sitoutuneet asian taakse. (Schiffauerova, Thomson 2006)

Rosenfeld (2009) ei löytänyt tutkimuksessaan myöskään eroja pienten ja suurten rakennusyhtiöiden välillä siitä, kuinka monta prosenttia liikevaihdostaan he sijoittavat laaduttomuuden ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen. Samoin yrityksen koko ei tutkimuksen mukaan vaikuttanut suoraan mitattavissa olevien virhekustannusten määrään liikevaihtoon suhteutettuna.

Krishnan (2006) väittää, että monissa yrityksissä on alasta riippumatta ymmärretty väärin mitä liiketoiminnan kustannukset ylipäänsä muodostuvat. Kun kustannuksia ei mitata, niin paljon arvokasta informaatiota jää piiloon päätöksenteon ulkopuolelle. Perinteiset kirjanpitojärjestelmät eivät havaitse laaduttomuudesta aiheutuvia kustannuksia. Tällöin todellinen tuottavuus jää piiloon. Se tarkoittaa edelleen, että liiketoiminnan todelliset kustannukset voivat olla paljon pienempiä kuin mitä kirjanpitojärjestelmästä on laskettu.

Ihmiset tietävät kyllä jokapäiväisessä toiminnassaan jatkuvasti syntyvästä hukasta. Se on niin yleistä, ette siitä ei kuitenkaan välitetä, vaan sitä pidetään normaalina toimintana. Näitä piilokustannuksia, joista osa allokoidaan yleiskustannuksiksi, voidaan mitata laatu-kustannusjärjestelmän avulla. (Krishnan 2006)

Kirjallisuudessa on esitetty paljon asiaa ja ohjeita laatu-kustannusmalleihin liittyen. Dokumentoituja käytännön esimerkkejä kirjallisuudessa on vähemmän, jossa olisi tarkalla tasolla määritelty mitä kustannustekijöitä on laskettu malliin mukaan ja kuinka tarvittava aineisto on kerätty. Olemassa olevat esimerkit kuitenkin osoittavat, että laatu-kustannusmallien avulla on saatu aikaan hyvin suuria säästöjä. (Schiffauerova, Thomson 2006)

2.7 Laatu-kustannusmallit Suomessa

Tampereen teknillinen yliopisto tutki kauppaja- ja teollisuusministeriön tilaamassa tutkimuksessa (Andersson, Hiltunen & Villanen 2004) suomalaisten yritysten laatu-toimintaa ja esimerkillisiä laadun kehittämiskäytäntöjä.

Laatu-kustannusten osalta rakennusalan yritysten yritysjohto kertoi seuraavan tai laskevan taulukossa 7 esitettyjä nimikkeitä. Vastausten mukaan yritykset seuraavat etenkin asiakkaan reklamointiin tai muulla tavalla asiakkaaseen liittyviä laatu-kustannuksia, jotka voidaan luokitella ulkoisiksi virhekustannuksiksi. Samoin laaduttomuuden ennaltaehkäisystä ja laadunvarmistusten kustannusten seuranta on suhteessa yleistä. Sen sijaan sisäisten virhekustannusten ja laaduttomuuden piilokustannusten seuraaminen on selvästi vähäisempää tai se ei käynyt tutkimuksesta ilmi.

Taulukko 7. Vastukset kysymykseen ”Mitä laatuun liittyviä kustannuksia seuraatte?” Rakennusteollisuus. Yritysjohton vastaukset. (Andersson, Hiltunen & Villanen 2004)

Mitä laatuun liittyviä kustannuksia seuraatte tai laskette?	n	Kyllä	%
Alennukset ja korvaukset asiakkaalle	19	5	26
Alihankkijoiden arviointiin ja hyväksyntään liittyvät	19	5	26
Asiakastytyväisyyssmittaukset ja -kyselyt	19	14	74
Hylätyt ja susitetut tuotteet	19	3	16
Hyvitykset ja uusintatoimitukset	19	6	32
Inventoinnit	19	0	0
Laatu- ja muu kehittämiskoulutus	19	10	53
Laatujärjestelmien kehitys ja ylläpito / sisäiset ja ulkoiset auditoinnit	19	7	37
Materiaalien / menetelmien kehittäminen	19	5	26
Prosessien mittaus	19	3	16
Reklamaatiot ja takuut	19	13	68
Suunnittelun / tuotannon / myynnin / jne. kehittäminen	19	5	26
Tiedon keruu ja analysointi / SPC	19	2	11
Tuotteiden korjaustyöt esim. ennakoimaton ylityö	19	3	16
Tuotteiden mittaus- ja testauslaitteiden hankinta ja ylläpito	19	3	16
Tuotteiden testaus ja tarkastus	19	6	32
Tuotesuunnittelun tarkastaminen ja hyväksyntä	19	1	5
Uusintatarkastukset ja -testaukset	19	3	16
Ylituotanto ja susivaratuotanto	19	0	0

Tutkimuksessa yritysjohto teki arvion laatukustannusten suuruudesta seuraavien kysymysten pohjalta: ” A) Kuinka suuriksi arvioitte huonon laadun kustannukset kokonaisuudessaan yksikkönne liikevaihtoon suhteutettuna? ja B) Kuinka suuriksi arvioitte virheitä-ennaltaehkäisevän toiminnan kustannukset yksikkönne liikevaihtoon suhteutettuna?” Tutkimuksessa osoittautui tarkentavien haastattelujen avulla, ettei kysymyksiä ymmärretty monessa tapauksessa kunnolla. Samoin tulosten epä johdonmukaisuuksien perusteella laskenta- ja arviointiperusteet vaihtelivat toimialojen ja yritysten välillä huomattavasti.

Kaikkien yritysten yhteenlaskettuun liikevaihtoon suhteutettuna laatukustannukset olivat annettujen vastausten perusteella keskimäärin 5,9 prosenttia. Laatukustannuksia kertyi näin arvioiden 108 tutkitun yrityksen osalta yhteensä 1194 M€. Ennalta ehkäisevän toiminnan aiheuttamat laatukustannukset olivat keskimäärin 1,2 prosenttia.

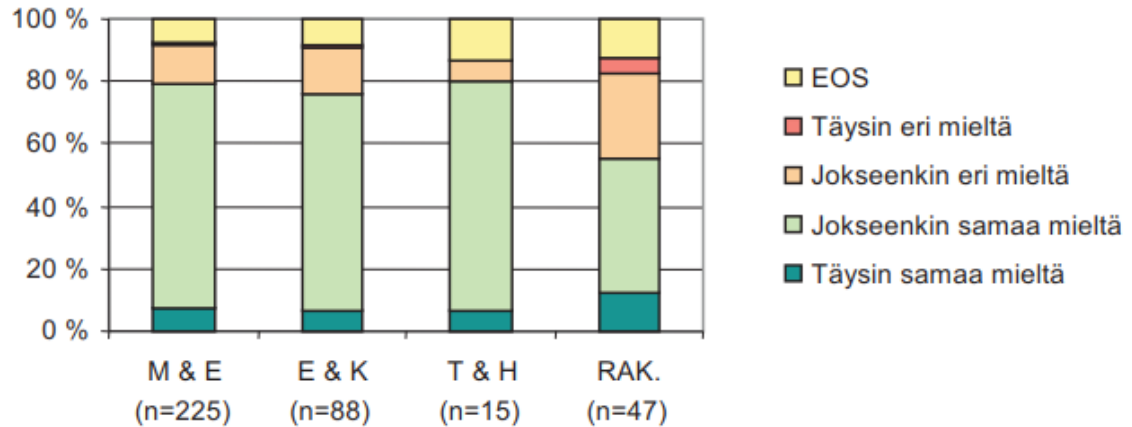
Taulukko 8. Laatukustannukset ja ennaltaehkäisevän toiminnan kustannukset. Yritysjohdon arviot. Kaikki toimialat. (Andersson, Hiltunen & Villanen 2004)

Toimialaryhmä	Yrityksiä kpl	Laatukustannukset keskiarvo %	Mediaani laatukust. %	Ennalta-ehk. toim. kustannukset keskiarvo % ¹⁸³	Min - Max laatukust. %	Min - Max enn. ehk. toim. kust. %
Metalli- ja elektroniikkateollisuus	64	8,5	5,0	1,6	0.2 – 45	0.02 – 25
Elintarviketeoll. & kauppa	27	3,1	2,0	0,7	0.2 – 20	0.2 – 5
Tekstiili- sekä huonekaluteollisuus	4	6,4	3,0	3,3	0.8 – 10	0.5 – 5
Rakennusteollisuus	13	2,9	3,0	0,7	0.25 – 10	0.1 – 5
Keskimäärin/ Yhteensä	Yht. 108	5,9	3,0	1,2		

Laatukustannusten tasoa kuvaa se, että 83 yrityksellä oli keskiarvoa (5,9 %) pienemmät laatukustannukset ja 24 yrityksellä tätä suuremmat. Minimiarvo oli 0,2 prosenttia ja maksimiarvo 45 prosenttia. Kun yritykset ryhmiteltiin liiketuloksen perusteella, yritysten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja laatukustannusten määrässä. Ennaltaehkäisevän toiminnan kustannusten ja yrityksen liiketuloksen välillä ei myöskään ollut yhteyttä.

Tutkimusaineiston perusteella näyttää siltä, että yritykset seuraavat kyllä laatukustannuksia aiheuttavien ongelmiaan monipuolisesti, mutta seuranta ei välttämättä johda laatukustannusten yhtä täsmälliseen ja laaja-alaiseen laskentaan.

Tutkimuksen mukaan rakennusteollisuudessa laatuoppeja ei pidetä yhtä hyödyllisinä kuin muilla teollisuuden toimialoilla (kuva 5). Toisaalta vastaukset eivät kuitenkaan poikenneet muista toimialoista kysyttäessä yksittäisten laatutekniikoiden hyödyllisyyttä. (Andersson, Hiltunen & Villanen 2004)

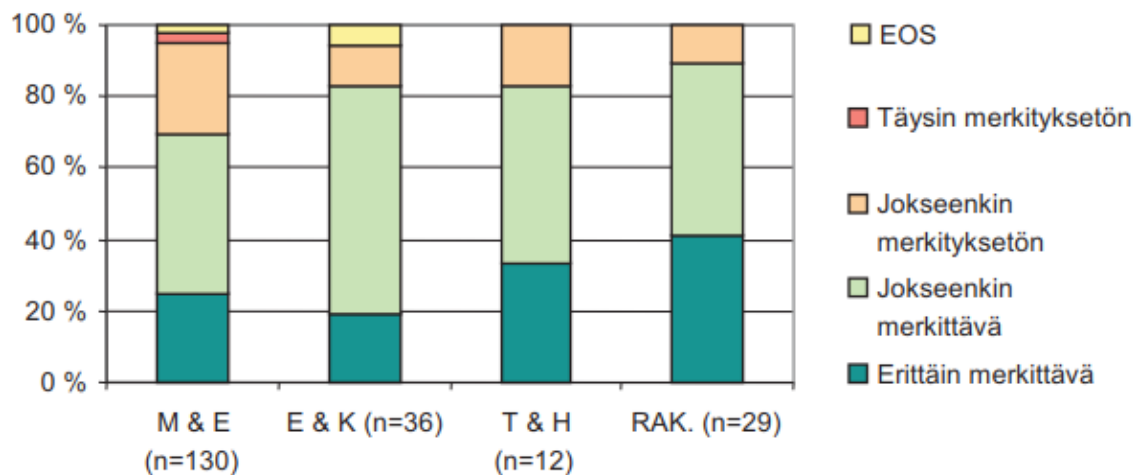


Kuva 5. Vastaukset väittämään ”Useimmat käyttämämme laatuopit ovat olleet hyödyllisiä.” Yritysjohdon ja laatupäälliköiden yhdistetyt vastaukset toimialaryhmittäin. (Andersson, Hiltunen & Villanen 2004)

Tutkimuksessa toimialat jaettiin seuraaviin ryhmiin:

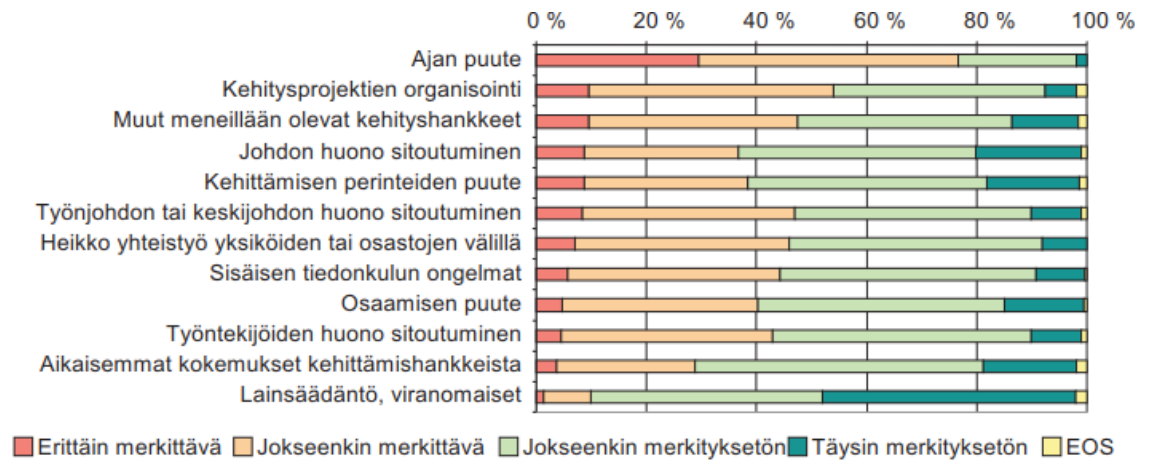
1. metalli- ja elektroniikkateollisuus (M & E)
2. elintarviketeollisuus ja kauppa (E & K)
3. tekstiiliteollisuus ja huonekaluteollisuus (T & H)
4. rakennusteollisuus (RAK)

Tutkimuksessa selvitettiin laadun merkitystä eri näkökohtien kannalta. Rakennusteollisuus poikkesi muista toimialoista laadun merkittävyudessa yritysten imagoon. Rakennusteollisuuden laatupäälliköistä 90 prosenttia piti yritysimagon parantamista erittäin tai jokseenkin merkittävänä laadun kehittämisen kohteena.



Kuva 6. Yritysimagon parantaminen merkittävänä laadun kehittämisen näkökohtana toimialaryhmäkohtaisesti. Laatupäälliköiden vastaukset. (Andersson, Hiltunen & Villanen 2004)

Yritysjohdolta, laaturpäälliköiltä ja pyydettiin mielipidettä 12 eri väittämään kysymyksellä: ”Kuinka merkittävänä pidätte seuraavia laadun kehittämisen esteitä yrityksellenne?”



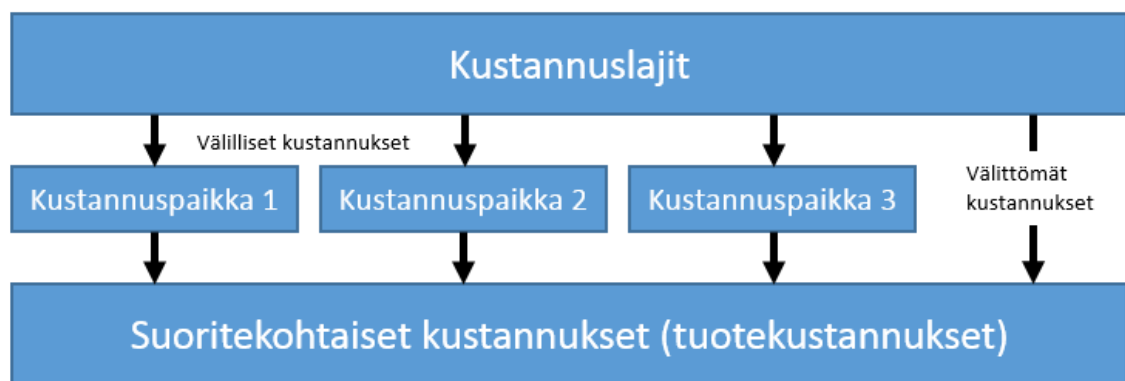
Kuva 7. Laadun kehittämisen esteet. Yritysjohdon ja laaturpäälliköiden yhdistetyt vastaukset. Kaikki toimialat. (Andersson, Hiltunen & Villanen 2004)

Tutkimuksessa Metalli- ja elektroniikkateollisuudessa sekä rakennusteollisuudessa laaturpäälliköiden mielestä ajan puute oli huomattavan tärkeä este laadun kehittämiseksi. Ero yritysjohdon vastauksiin oli tilastollisesti merkitsevä.

3. LAATUKUSTANNUSTEN MITTAAMINEN

3.1 Kustannuslaskentajärjestelmät

Kustannuslaskenta on yrityksen johdon laskentatoimen keskeinen työkalu. Kustannuslaskenta voidaan jakaa kustannuslajilaskentaan ja tuotekohtaiseen kustannuslaskentaan. Kustannuslajilaskelma muodostuu työkustannuksista, materiaalikustannuksista ja pääomakustannuksista. Kustannuslajilaskelmassa voidaan hyödyntää tuotekohtaista kustannuslaskelmaa, jonka tavoitteena on selvittää tuotteen tai palvelun yksikkökustannukset mahdollisimman luotettavasti. (Suomala, Manninen & Lyly-Yrjänäinen 2011)



Kuva 8. Perinteinen kustannuslaskenta. Muokattu lähteestä (Alhola 1998).

Perinteinen kustannuslaskenta käsittää kustannuslajilaskennan, kustannuspaikkalaskennan ja suoritekohtaisen laskennan. Kustannuspaikkalaskelmassa välilliset kustannukset, kuten yleiskustannukset, kohdistetaan eri kustannuspaikoille. Suorite- tai tuotekohtaisessa kustannuslaskennassa yleiskustannukset kohdistetaan tuotteille eri kohdistamisperiaatteiden mukaisesti, kuten lisäys- ja jakoperiaatetta noudattaen. (Alhola 1998)

Taulukko 9. Tuotekohtaisen kustannuslaskennan kohdistaminen. Muokattu lähteestä (Suomala, Manninen & Lyly-Yrjänäinen 2011).

	Jakolaskenta	Lisäyslaskenta	Toimintolaskenta
Tuotteet	Tuotteet ovat keskenään samanlaisia	Laaja valikoima toisistaan poikkeavia tuotteita	Suuri määrä asiakaskohtaisesti räätälöityjä tuotteita
Kustannusten kohdistaminen	Prosesseille tai kustannuspaikoille	Työlle, joka voi olla yksittäinen tuote, erä tai sarja	Toiminnoille

Jakolaskenta soveltuu parhaiten käytettäväksi silloin kun valmistetaan vain yhtä tuotetta yhdellä prosessilla. Yksikkökustannukset saadaan yksinkertaisimmillaan jakamalla las-

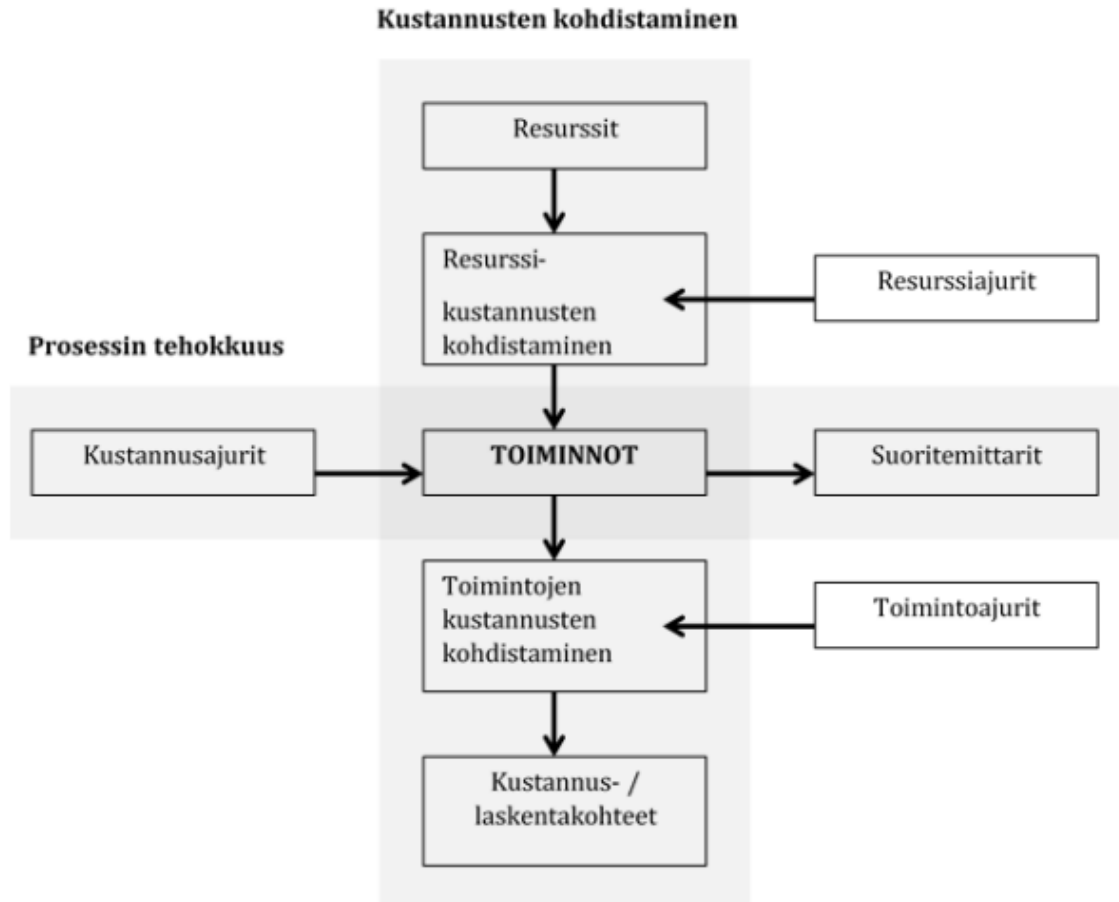
kentakauden kustannukset laskentakauden suoritemäärällä. Lisäyslaskenta soveltuu parhaiten tilanteeseen, jossa valmistetaan useita tuotteita erilaisilla prosesseilla. Tuotteen yksikkökustannukset muodostuvat välittömistä ja aiheuttamisperiaatteen mukaan tuotteelle kohdistettavista välillisistä kustannuksista. (Suomala, Manninen & Lyly-Yrjänäinen 2011)

Toimintolaskenta

Toimintolaskennassa selvitetään yrityksen toiminnot ja niiden aiheuttamat kustannukset. Yksittäiselle tuotteelle kohdistetaan vain sen käyttämien toimintojen kustannukset. Kun perinteisessä kustannuslaskennassa keskitytään tuotteeseen, niin toimintolaskennassa keskitytään toimintoihin. Toimintolaskenta soveltuu käytettäväksi etenkin silloin, kun laskettavana on paljon asiakkaalle räätälöityjä tuotteita tai palveluja ja kun välillisten kustannusten osuus kokonaiskustannuksista on suuri. (Suomala, Manninen & Lyly-Yrjänäinen 2011) Toimintokohtainen tuloslaskelma on rakennusosalalla Suomessa melko harvinaisen, vaikka se sopisi rakennusyrityksen toimintamalliin hyvin. (Lahti, Viljaranta 2013)

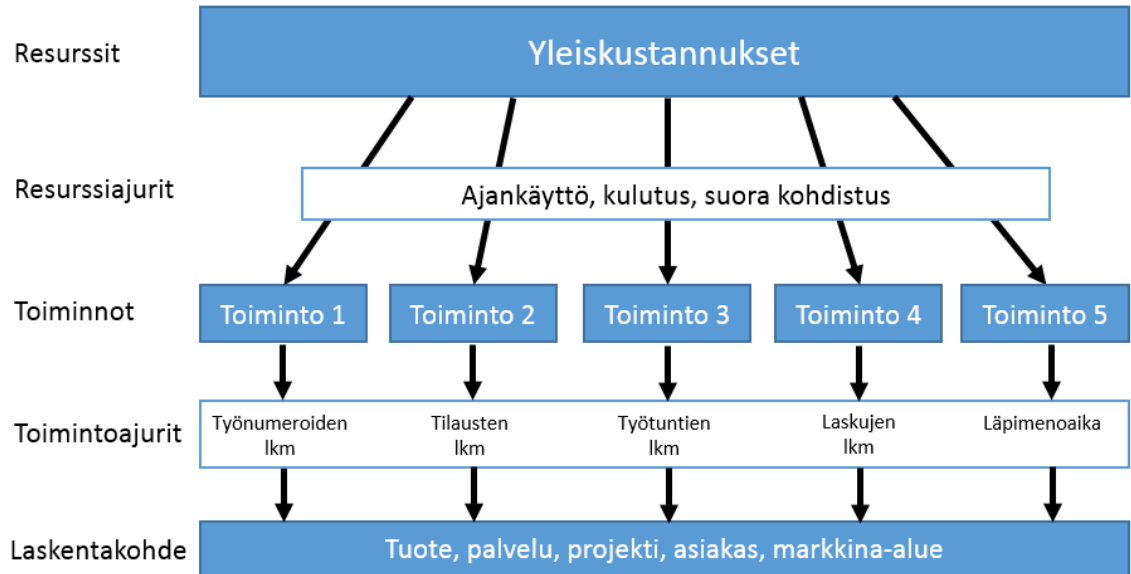
Toimintokohtainen kustannuslaskenta

Toimintokohtaisessa kustannuslaskennassa (Activity-based Costing, ABC) on kaksi ulottuvuutta; kustannus- ja prosessiulottuvuus. Kustannusulottuvuudessa oletetaan, että kustannuskohteet (laskentakohde), kuten esimerkiksi tuotteet, tuotelinjat, prosessit, asiakkaat, kanavat, luovat tarpeen toiminnoille. Toiminnot puolestaan luovat tarpeen resursseille. Toisin sanoen toimintokohtaisessa kustannuslaskennassa käytetään kaksivaiheista prosessia, jossa resurssien aiheuttamat kustannukset (yleiskustannukset) kohdistetaan kustannustekijöille (laskentakohde). Prosessiulottuvuudessa voidaan kustannusajurien avulla analysoida, miksi toimintoja tehdään. Toisaalta suoritemittarien avulla voidaan puolestaan analysoida, miten hyvin toimintoja tehdään. (Tsai 1998, Alhola 1998, Lecklin 2006)



Kuva 9. Toimintokohtaisen kustannuslaskennan kaksi ulottuvuutta; kustannus- ja prosessitulottuvuus. (Alhola 1998)

Toimintokohtaisen kustannuslaskennan periaate on esitetty kuvassa 9. Ensimmäisessä vaiheessa resurssien käytöstä aiheutuvat kustannukset kohdistetaan eri toiminnoille resurssiajureiden avulla. Toisessa vaiheessa jokainen toiminto kohdistetaan laskentakohteille toimintoajurien avulla.



Kuva 10. Toimintokohtaisen kustannuslaskennan periaate. (Alhola 1998, Lecklin 2006)

Perinteisessä kustannuslaskennassa ei pystytä määrittämään prosessikohtaisia kustannuksia, jolloin ei voida myöskään laskea prosessin muuttamisen vaikutuksia laskentakohteen kustannuksiin. (Alhola 1998) Toimintolaskennan perusajatuksena sen sijaan on, että mikäli kustannuslaskennan halutaan palvella toiminnan johtamista, niin laskennan on pystyttävä kuvaamaan prosessien ja kustannusten välistä yhteyttä mahdollisimman hyvin. Toimintokohtaiseen kustannuslaskentaan perustuvaa johtamismallia kutsutaan toimintojohtamiseksi (Activity-based management, ABM). (Tsai 1998) Toimintojohtamisessa keskitytään asiakkaalle synnyttävän arvon parantamiseen siihen kohdistuvien toimintojen parantamisen kautta. Toimintojohtamiseen sisältyy resurssi- ja toimintoajurien analyysit sekä suorituskyvyn parantaminen. Toimintojohtamisen avulla voidaan tehdä muun muassa strategisen päätöksenteon analyyssejä (esimerkiksi hinnoittelu, tuotetarjonta, hankintatoimi, asiakkaan kannattavuus), toimintoperusteista budjetointia, elinkaarikustannuslaskelmia (life-cycle costing) sekä tavoitekustannuslaskemia (target costing). Lisäksi toimintolaskennan prosessiulottuvuutta voidaan hyödyntää muun muassa kustannusten keventämiseen, toiminnan supistamiseen, prosessin ja laadun parantamiseen, benchmarkingiin, toimitusketjun kehittämiseen (business process re-engineering), kokonaislaatujohtamiseen (total quality management, TQM) sekä laatu-kustannusten mittaamiseen (cost of quality measurement). (Tsai 1998)

3.2 Laatu-kustannukset toimintolaskentamallilla

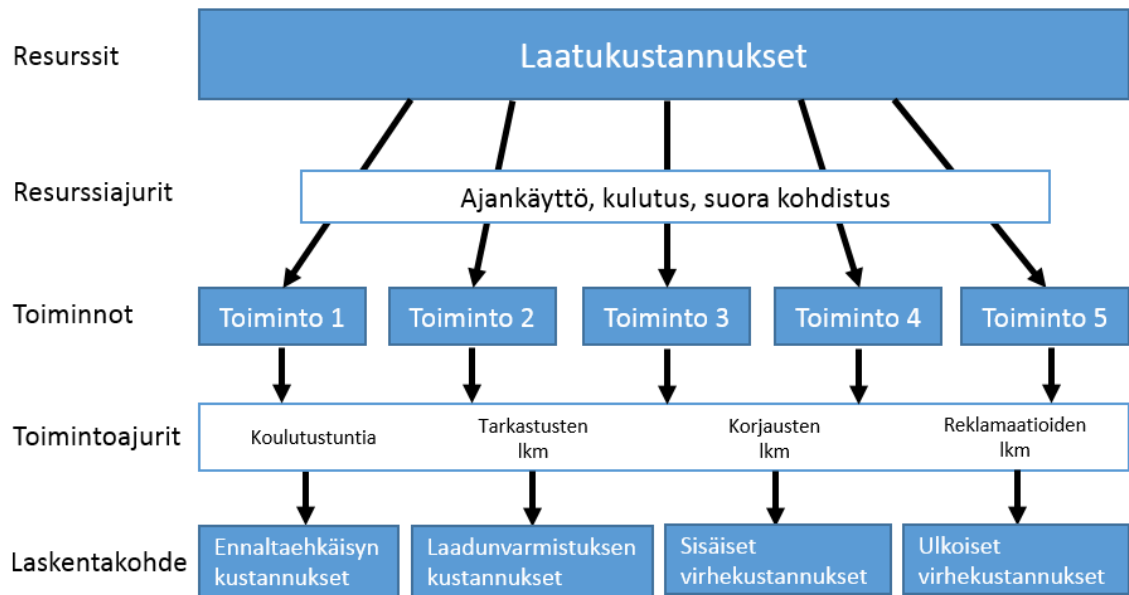
Toimintokohtaista kustannuslaskentaa voidaan käyttää laatu-kustannusten laskemiseen. Yritykselle on tärkeää tietää toimintojensa kustannukset. Toimintolaskennassa resurssien aiheuttamat kustannukset jaetaan kullekin toiminnolle sen mukaan, kuinka paljon ne ovat

käyttäneet kyseessä olevaan resurssia. Perinteisissä kustannuslaji- ja tuotekohtaisissa kustannuslaskentamalleissa joudutaan usein arvioimaan, kuinka kiinteät kustannukset jaetaan eri laatukustannustyypeille ja kuinka syntyneiden laatukustannusten alkuperä selvitetään. Toimintokohtaisessa kustannuslaskennassa näitä puutteita ei ole, vaan kiinteät kustannukset saadaan laskettua mukaan. Toimintokohtainen laatukustannuslaskenta voidaan tehdä P-A-F-mallia tai prosessikustannusmallia hyödyntämällä. (Tsai 1998, Campanella 1999)

Laatukustannusten laskeminen on tullut helpommaksi modernien kustannuslaskentajärjestelmien avulla, jotka perustuvat toimintolaskentaan ja toimintojohtamiseen (ABC/ABM) sekä yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään (ERP). (Sower 2004) Järjestelmän avulla voidaan Sowerin mukaan kerätä ja jakaa laatukustannukset sisäisiin ja ulkoisiin virhekustannuksiin sekä laadunvarmistuksen ja ennaltaehkäisyn kustannuksiin siten, että myös kiinteät kustannukset ovat huomioitu. Sower korostaa lisäksi, että myös piilokustannukset ovat tärkeää huomioida laskelmassa.

Toimintopohjainen laatukustannuslaskenta P-A-F-mallilla

Ensimmäisenä kaikki toiminnot jaetaan laatukustannuksiin liittyviin ja liittymättömiin toimintoihin. Laskentakohteet jaotellaan Feigenbaumin (1956) P-A-F-mallin mukaisesti neljään osaan: ennaltaehkäisyyn, laadunvarmistukseen sekä sisäisiin ja ulkoisiin virhekustannuksiin liittyviin laatukustannuksiin. Ensimmäisessä vaiheessa resursseista aiheutuvat kustannukset, jotka sisältävät myös kiinteät kustannukset, jaetaan resurssiajuriin avulla toimintoihin. Resursseja, joita laatukustannuksiin liittyvät toiminnot käyttävät voivat olla esimerkiksi työvoimaa, laitteita, koneita, materiaaleja, energiaa tai vuokratilaa. Jos jotain resurssia käytetään useammassa toiminnossa, niin se tulee jakaa eri toiminnoille sen käytön määrän mukaisesti oikeaa resurssiajuria hyödyntämällä. Esimerkiksi työvoimakustannuksien kohdistamiseen hyödynnettävä resurssiajuri on ajankäyttö. Yksittäisten henkilöiden työvoimakustannukset jaetaan ajankäytön mukaisesti prosenttiosuuksina eri toiminnoille. Eri toiminnot jaetaan toimintoajuriin avulla edelleen laskentakohteeksi asetettuun laatukustannusten nelikenttään. (Tsai 1998) Periaate laatukustannusten määrittämisestä toimintopohjaisella kustannuslaskennalla P-A-F-malliin on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Laatukustannukset toimintolaskennalla P-A-F-malliin. (Alhola 1998, Lecklin 2006)

Mallin avulla voidaan esimerkiksi analysoida, millaisia laatukustannuksia on olemassa, mistä toiminnoista ne syntyvät, mitä resursseja käyttävät ja mitkä ovat eri laatukustannusten tyyppien osuudet kaikista laatukustannuksista. Laatukustannuksia voidaan analysoida myös toiminto- ja resurssiajuritien mukaan. Lisäksi laskenta voidaan tehdä erikseen esimerkiksi eri tuotteille tai liiketoimintayksiköille ja saada näin vertailukohtaa toiminnan kehittämiseksi.

Toimintopohjainen laatukustannuslaskenta prosessikustannusmallilla

Toimintokohtaisessa prosessikustannusmallissa laatukustannuksia tarkastellaan toimintaprosessien näkökulmasta. Prosessikustannusmallissa laatukustannukset jaetaan kahteen osaan: laaduntuoton kustannukset (Cost of conformance, COC) ja laaduttomuuden kustannukset (Cost of non-conformance, CONC). Prosessikustannusmallia voidaan käyttää yrityksen kaikkien prosessien tarkasteluun. Mallissa tunnistetaan kaikki prosessin toiminnot ja tekijät, joista muodostetaan prosessikaavio. Resurssit muutetaan resurssiajureiden avulla toiminnoiksi samalla kuin P-A-F-mallissakin (Kuva 11). Prosessikaavion toiminnot jaetaan laaduntuoton kustannuksiin ja laaduttomuuden kustannuksiin. Molempien suuruus lasketaan prosessin jokaisessa vaiheessa. Tavoitteena on tunnistaa prosessin eri vaiheissa syntyvät laaduttomuuskustannukset ja investoida ennaltaehkäiseviin toimintoihin siten, että prosessin laaduttomuuskustannukset vähenevät. (Tsai 1998)

Ongelmat

Keskeisimmät laatukustannuslaskentaan liittyvät ongelmat ovat Tsain (1998) mukaan kiinteiden kustannusten jakaminen eri laatukustannustyypeille, laatukustannusten juuri-syiden löytäminen sekä ettei tiedetä työvoiman ajankäyttöä eri toiminnoille. Nämä kaikki ovat ratkaistavissa Tsain (1998) mukaan helposti toimintolaskentamallilla.

Perinteisesti yritysten kustannuslaskentajärjestelmät perustuvat tuotteisiin, resursseihin ja kustannuksiin, eivätkä toimintoihin. Laatukustannuslaskentajärjestelmät perustuvat sen sijaan pääosin toimintoihin tai prosesseihin. Tästä syystä monet laatukustannustekijät tulee kerätä tai arvioida erikseen toisilla menetelmillä. Ideaalilanteessa toimintopohjainen laatukustannuslaskentajärjestelmä tulisikin olla integroitu yrityksen kustannuslaskentajärjestelmän kanssa. (Tsai 1998) Tällä vältettäisiin datan keräämisestä aiheutuva turha työ, joka ei tuota itsessään arvoa asiakkaalle.

Hyödyt

Toimintopohjaisella laatukustannusmallilla saadaan selville arvoa tuottavat ja arvoa tuottamattomat toiminnot. Toiminto on arvoa tuottava, jos se synnyttää arvoa asiakkaalle. Muut asiakkaalle arvoa tuottamattomat toiminnot ovat hukkaa. Laskentamallin tavoitteena on tunnistaa ja poistaa arvoa tuottamattomat toiminnot. Arvoa tuottavista toiminnoista tavoitteena on luoda arvovirta. Ideaalilanteessa toimintoja ja prosesseja on kyetty jatkuvan parantamisen periaatteen mukaan kehittämään tasolle, jossa laaduttomuuden virhekustannuksia ei synny ollenkaan. (Tsai 1998) Onkin esitetty, ettei toimintopohjainen laatukustannuslaskentamalli ole kustannuslaskentamalli ollenkaan, vaan vaihtoehtoinen menetelmä, jonka avulla voidaan havaita, määrittää ja jaotella laatuun liittyvät kustannukset ja siten hallita niitä paremmin. (Schiffauerova, Thomson 2006)

Toimintopohjainen laatukustannusmalli tuottaa monenlaista informaatiota laatukustannuksista ja prosesseista. Keskeisimmät toimintopohjaisesta laatukustannusmallista saatavat hyödyt on esitetty seuraavassa taulukossa 10.

Taulukko 10. Toimintopohjaisesta laatukustannusmallista saatavan tiedon keskeisimmät hyödyt. Muokattu lähteestä (Tsai 1998).

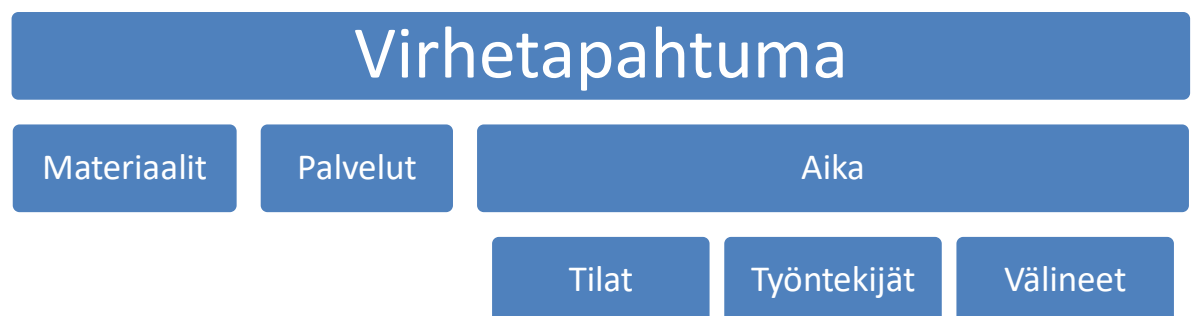
Numero	
1	Tunnistaa laadun kehittämiseen liittyvien mahdollisuuksien suuruus
2	Tunnistaa missä laadun kehittämiseen liittyvät mahdollisuudet ovat
3	Hyödyntää laadun kehittämissuunnitelmien suunnittelussa
4	Laatukustannusten hallitseminen

3.3 Laaduttomuuden piilokustannusten määrittäminen

Ulkoiset virhekustannukset ovat laaduttomuuden virhekustannuksista kaikista vaikeimmin mitattavissa. (Sower 2004, Rosenfeld 2009) Yleisesti yritysten kirjanpitojärjestelmien avulla saatavat laaduttomuudesta aiheutuvat virhekustannukset käsittävät vain näkyvät kustannukset. On kuitenkin paljon piiloon jääviä laaduttomuudesta johtuvia kustannuksia, joita ei tunnisteta virhekustannuksiksi. (Krishnan 2006) Sower (2004) esittää tapoja ulkoisten virhekustannusten arviointiin taulukossa 5 olevaan Campanellan esittämään ulkoisten virhekustannustekijöiden jakotapaan perustuen. Sowerin mukaan GAAP-tilinpäätösstandardin (Generally Accepted Accounting Practices) mukaisilla kustannuslaskentajärjestelmillä voidaan tehokkaasi laskea Campanellan ulkoisista virhekustannustekijöistä kohdat 1-6. (Taulukko 5, s. 8) Sowerin mukaan kuitenkin tärkeimmät tekijät, eli asiakkaan tyytymättömyydestä aiheutuvat kustannukset ja menetetty myynti, jäävät useimmissa GAAP-perusteisissä kustannuslaskentajärjestelmissä huomioimatta.

Sowerin mukaan menetettyjen myyntien ja asiakkaan tyytymättömyydestä aiheutuvien kustannusten suuruuden arviointiin voidaan käyttää kyselytutkimuksia, joissa selvitetään esimerkiksi kuinka tyytymättömät asiakkaat käyttäytyvät. Tulosten pohjalta voidaan luoda kertoimet, joita voidaan käyttää koko asiakaskuntaa koskevan kustannusten arviointiin. Kyselytutkimus täytyy kuitenkin suunnitella huolellisesti sekä kiinnittää huomiota siitä tehtäviin analyysihin. (Sower 2004)

Krishnan (2006) esittää mallin, jonka avulla voidaan mitata laaduttomuudesta aiheutuvia sisäisiä ja ulkoisia virhekustannuksia myös piilevien ja epäsuoraan mitattavien kustannusten osalta. Virhekustannukset voidaan jakaa aiemmin esitettyjen taulukoiden 3 ja 4 mukaisesti sisäisiin ja ulkoisiin virhekustannuksiin. Krishnan (2006) esittää, että kaikki listatuista virhekustannuksista sisältää piilokustannuksia. Edelleen kaikki syntyneet virhetapahtumat voidaan jakaa ajasta aiheutuviin kustannuksiin, palvelukustannuksiin ja materiaalikustannuksiin. Aikakustannukset voidaan jakaa edelleen työntekijöihin, välineisiin ja tilaan.



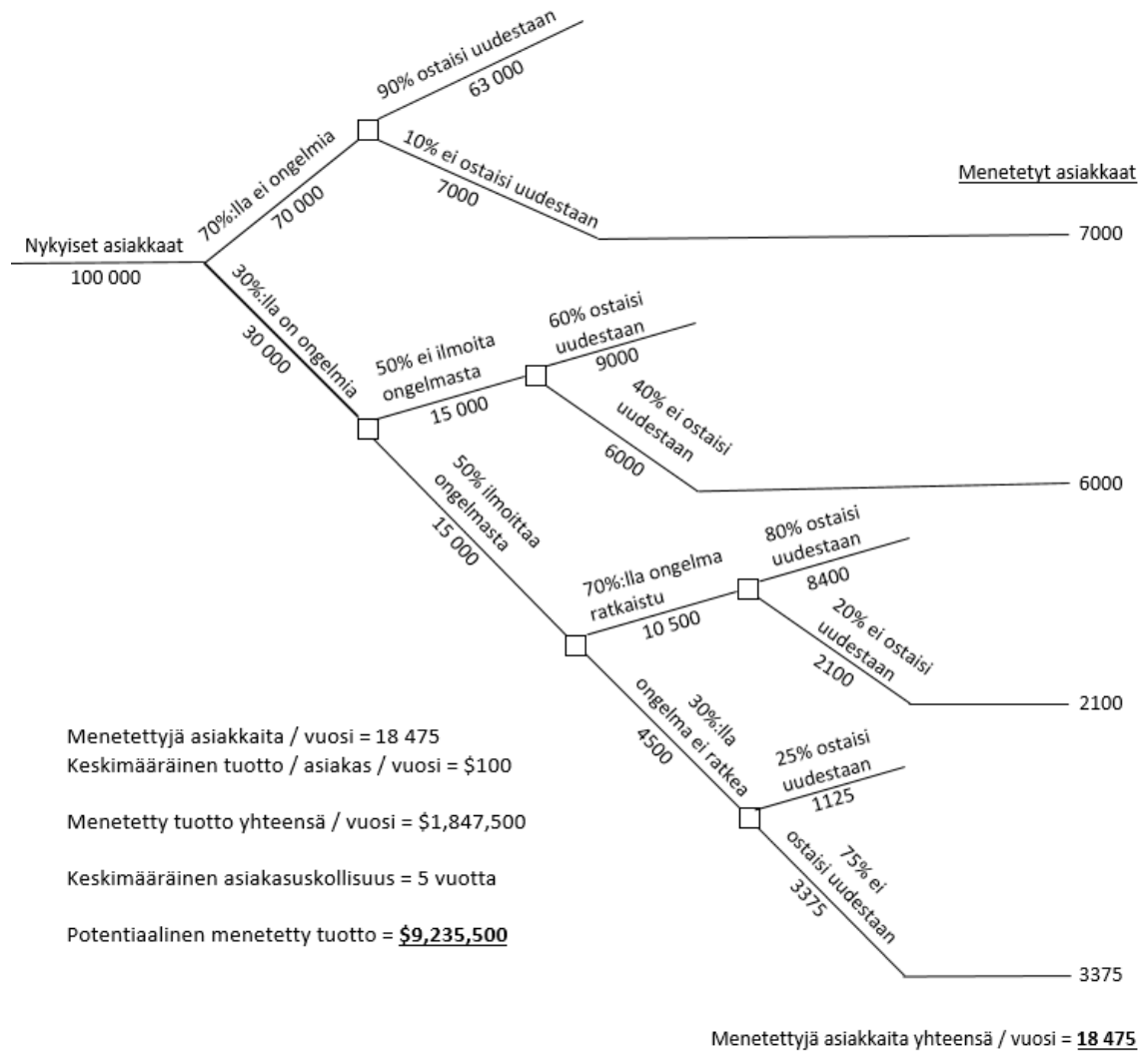
Kuva 12. Virhetapahtumien jakautuminen ajasta, palveluista ja materiaaleista aiheutuviin kustannuksiin. Muokattu lähteestä (Krishnan 2006).

Krishnan (2006) esittelee mallin, jossa kaikki syntyneet sisäiset ja ulkoiset virhetapahtumat ensiksi tunnistetaan ja jaetaan kuvassa 12 esitetyn mallin mukaisesti toimintoihin. Näistä toiminnoista voidaan edelleen laskea niistä aiheutuvat kustannukset sekä niitä kuvastavat indikaattorit. Indikaattorien avulla voidaan määrittää kustannus jollekin tietylle virhetyypille kyseisessä yrityksessä. Indikaattorien määrittelyjakson jälkeen aineiston keräämisen prosessi ei ole enää yhtä raskas jatkossa, vaan jo laskettujen indikaattoreiden avulla voidaan arvioida syntyneestä laatuvirheestä aiheutuvia kustannuksia. Aineisto kerätään yrityskohtaisesti suunnitelluilla lomakkeilla, jossa kaikki syntyneet virhetapahtumat jaetaan toimintoihin aikaan, palvelukustannuksiin ja materiaalikustannuksiin jaoteltuna. Menetelmä on yksinkertainen, mutta vaatii etenkin indikaattorien määrittämisen ajan aluksi paljon työtä.

3.4 Asiakastytymättömyydestä aiheutuvien piilokustannusten määrittäminen

Ei ole olemassa mitään täsmällistä tapaa mitata laaduttomuudesta aiheutuvia asiakkaan tyytymättömyydestä johtuvia piilokustannuksia. Siitä huolimatta on hyvin tärkeää, ettei niitä jätetä kokonaan huomioimatta. Mittaustulosten täytyy olla riittävän tarkkoja, relevantteja ja nykytilaa koskevia. Täytyy pyrkiä tekemään paras arvio laaduttomuudesta aiheutuvista piilokustannuksista. Kaikista maltillisimminkin tehty arvio on parempi kuin jättää asia huomioimatta. (Tatikonda, Tatikonda 1996, Sower 2004)

Tatikonda (2013) esittelee artikkelissaan kolme mallia, joilla pystytään mittaamaan asiakastytymättömyydestä aiheutuvia piilokustannuksia. Ensimmäisen mallin avulla voidaan mitata asiakkuuksien hankinnasta ja säilyttämisestä aiheutuvia kustannuksia. Toisen mallin avulla voidaan mitata asiakasvalitusten lopputulosta ja vaikutusta menetettyihin asiakkaisiin. Kolmannen mallin avulla voidaan mitata asiakkuuden elinkaaren arvoa. Kuvassa 13 on kuvattu esimerkki laaduttomuuden vuoksi menetettyjen asiakkaiden aiheuttamista kustannuksista.



Kuva 13. Esimerkki laaduttomuudesta aiheutuneiden menetettyjen asiakkaiden kustannuksista. Muokattu lähteestä (Tatikonda, Tatikonda 1996).

3.5 Piilokustannusten määrittäminen Taguchin laadun hävikki-funktion avulla

Yksi menetelmä piilokustannusten määrittämiseen on hyödyntää Taguchin laadun hävikki-funktiota. Taguchin mallin mukaisesti laadukustannuksia syntyy, kun tuotteen laadun tavoitearvosta poiketaan. Perinteisen mallin mukaan laadukustannuksia syntyy, kun laadutoleranssien rajat ylitetään, jolloin tuote on virheellinen. Taguchin mallin ajatus pohjautuu siihen, että suuri osa laadukustannuksista syntyy tuotteen käytön aikana. Tällöin toleranssirajojen sisällä valmistuksen aikana ollut laadutaso ei riitä, koska laadukustannuksia voi jäädä piiloon. (Campanella 1999, Schiffauerova, Thomson 2006)



Kuva 14. Laatu-kustannukset Taguchin mallin ja perinteisen mallin mukaisesti.

Taguchin laadun hävikkifunktio voidaan esittää seuraavasti:

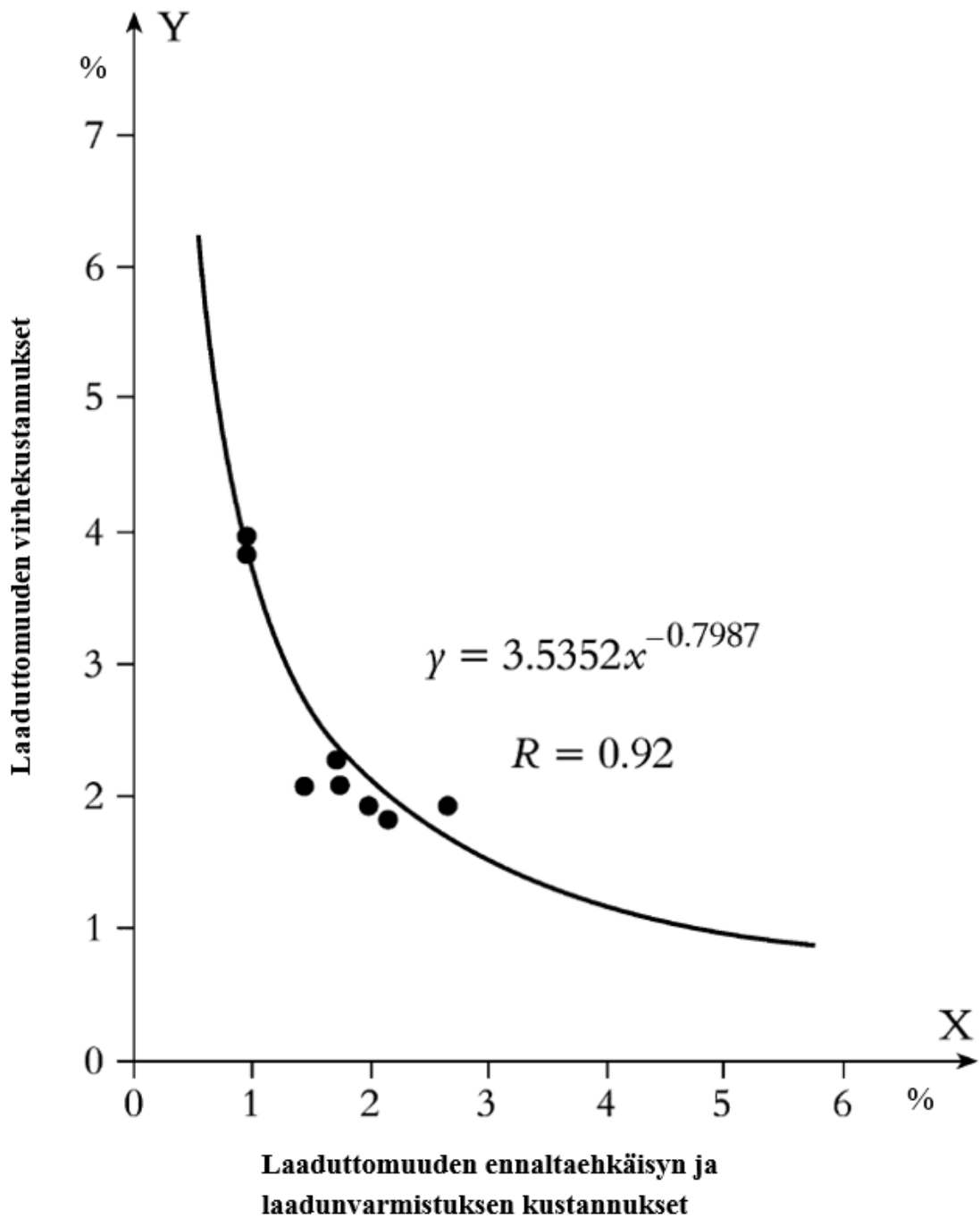
$$L(y) = k(y - T)^2,$$

L on laadun kokonaiskustannus, y on mitattu laadun taso, T on laadun tavoitetaso ja kerroin k on esimerkiksi sisäinen virhekustannus. (Järvinen ym. 2001)

3.6 Laatu-kustannusten optimitason määrittäminen

Rosenfeld (2009) esittelee artikkelissaan regressioanalyysiin perustuvan mallin, jonka tarkoituksena on määrittää optimaalinen suhde laaduttomuuden ennaltaehkäisystä ja laadunvarmistuksesta aiheutuvien kustannusten sekä laaduttomuudesta syntyvien virhekustannusten välille. Tutkimuksen tulokset tukevat sitä oletusta, että mitä enemmän resursseja laaduttomuuden ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen sijoitetaan, niin sitä pienemmät ovat laaduttomuudesta syntyneet virhekustannukset. Jossain menee kuitenkin raja, jossa ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen sijoitetut resurssit eivät maksa itseään enää virhekustannusten vähenemisenä takaisin. Tarkoituksena on löytää tasapaino laatuun sijoitettujen resurssien ja virhekustannusten välille, jossa kaikki yhteenlasketut laatu-kustannukset ovat mahdollisimman pienet.

Tutkimuksessa tutkittiin kahdeksan israelilaisen rakennusalan yrityksen laatu-kustannuksia suhteessa liikevaihtoon. Kaikki tutkimukseen osallistuneet yritykset olivat ISO9000-sertifioituja ja ne vastasivat yhteensä noin 13% Israelin asuntotuotannosta. Yrityksistä kolmen määriteltiin olevan suuria, kolmen keskikokoisia ja kahden pienikokoisia asuinrakennusalan yrityksiä. Tutkimukseen osallistuneiden yritysten kokoa luokiteltiin liikevaihdon, yhtä aikaa käynnissä olevien projektien määrän, työntekijämäärän, vuodessa rakennettujen asuntojen määrän sekä ISO9000-sertifioinnin tason perusteella. Virhekustannusten osalta tutkimus jaettiin kahteen osaan. Tutkimusaineistoon kerättiin vain suoraan mitattavissa olevia virhekustannuksia. Toisin sanoen kaikki laaduttomuuden piilevät epäsuorat kustannukset rajautuivat tarkastelun ulkopuolelle. Näistä suoraan mitattavissa olevista virhekustannuksista muodostettiin tutkimuksen ensimmäinen osa. Toisessa osassa myös piilevät virhekustannukset pyrittiin ottamaan mukaan tarkasteluun arvioimalla niiden suuruutta.

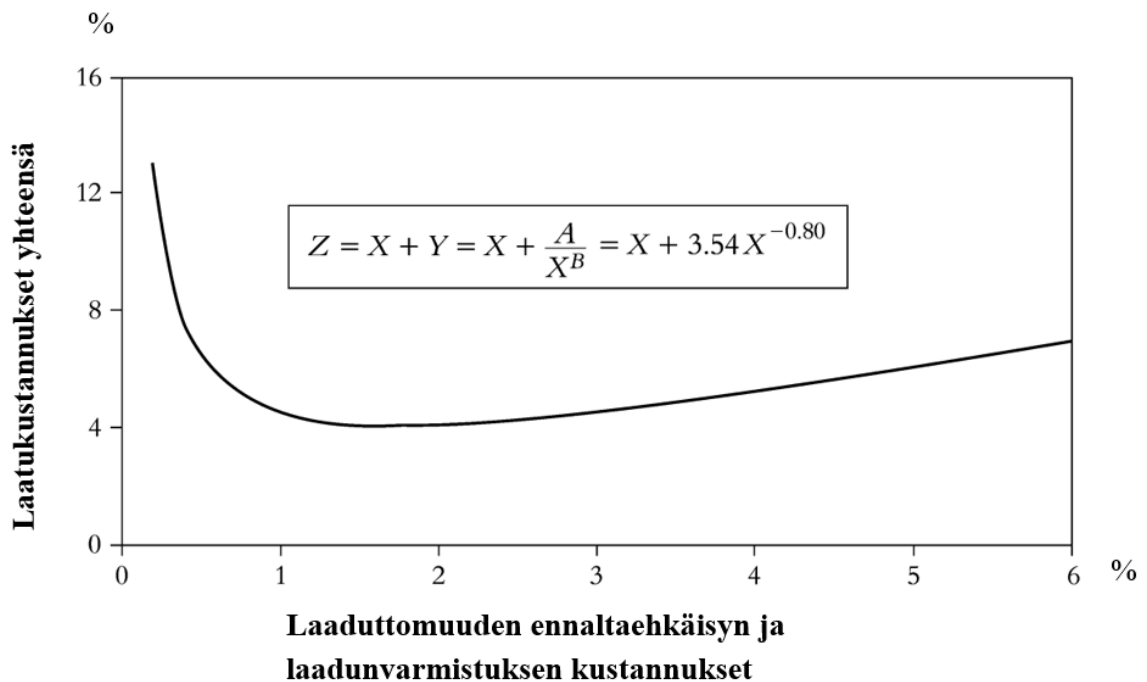


Kuva 15. Laaduttomuuden virhekustannukset (Y) suhteessa laaduttomuuden ennaltaehkäisy- ja laadunvarmistuksen kustannuksiin. Kustannukset ovat prosenttiosuuksia suhteessa yritysten liikevaihtoihin. Muokattu lähteestä (Rosenfeld 2009).

Kuva 15 sisältää vain suoraan mitattavissa olevat laaduttomuudesta aiheutuvat virhekustannukset. Kuvan perusteella voidaan havaita, että sijoittamalla laaduttomuuden ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen vain noin 1% on laaduttomuudesta aiheutuvat virhekustannukset noin 4%, jolloin laadukustannukset ovat yhteensä noin 5% yrityksen liikevaihdosta. Sijoitettaessa laaduttomuuden ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen noin

2% liikevaihdosta laaduttomuuden virhekustannukset ovat tällöin vain noin 2%:n luokkaa, jolloin laatuksannukset ovat yhteensä noin 4% yrityksen liikevaihdosta.

Yhden prosenttiyksikön ero voi tuntua pieneltä, mutta todellisuudessa se ei sitä ole suhteessa rakennusalan yritysten tyypilliseen nettotulokseen, joka on Rosenfeldin (2009) mukaan noin 5%:n luokkaa. Yhden prosenttiyksikön säästö laatuksannuksissa on suoraan siirrettävissä yrityksen nettotulokseen.

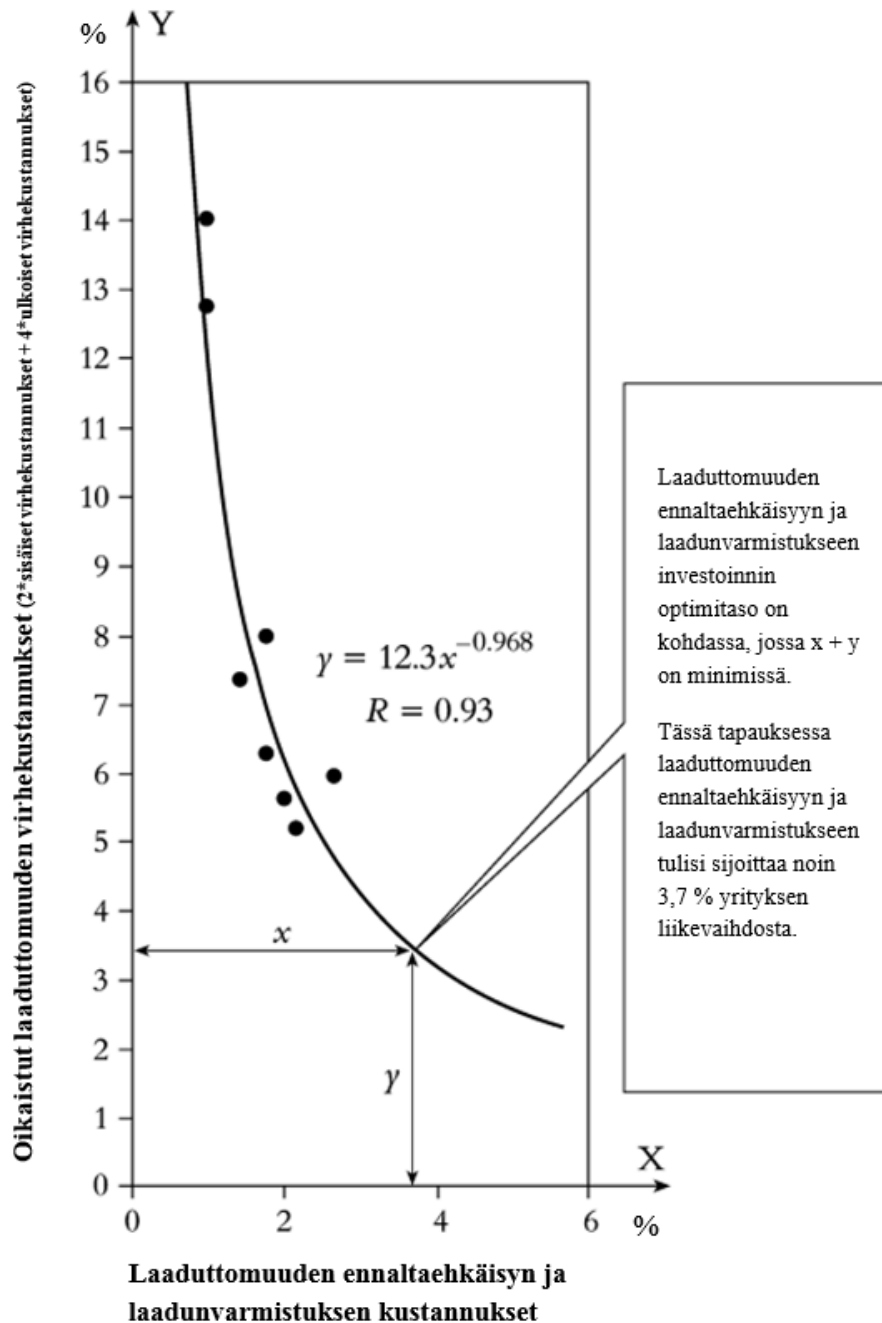


Kuva 16. Laatukustannukset yhteensä (Z) suhteessa laaduttomuuden ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistuksen kustannuksiin. Kustannukset ovat prosenttiosuuksia suhteessa yritysten liikevaihtoihin. Muokattu lähteestä (Rosenfeld 2009).

Kuva 15 sisältää vain suoraan mitattavissa olevat laaduttomuudesta aiheutuneet virhekustannukset. Kuvassa 16 edellistä esitystapaa on muokattu siten, että toisella akselilla on laatukustannukset yhteenlaskettuna. Saadun käyrän perusteella voidaan määrittää yhteenlaskettujen laatukustannusten minimikohta, jossa laatukustannukset ovat yhteensä noin 4,1% yrityksen liikevaihdosta. Tämä luku saadaan, kun laaduttomuuden ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen sijoitetaan noin 1,8 % yrityksen liikevaihdosta. Toisin sanoen, kun tarkastellaan vain laaduttomuudesta aiheutuvia suoraan mitattavia virhekustannuksia, niin 1,8% liikevaihdosta voitaisiin pitää optimitasona sille, joka yrityksen kannattaa investoida laatuun. Todellisuudessa laaduttomuuden epäsuoraan mitattavissa olevat ja piilokustannukset ovat kuitenkin niin suuret, että tätä lukua voidaan pitää vain ehdottomana minimimääränä.

Tutkimuksen toisessa osassa Rosenfeld pyrkii arvioimaan laaduttomuudesta aiheutuvien epäsuorien ja piilokustannusten suuruutta. Arviot kustannusten suuruudesta perustuvat

muutamista todellisista kohteista tehtyihin laskelmiin. Hyvin maltillisen arvion perusteella piilevien ja epäsuorien sisäisten virhekustannusten osuus on kaksinkertainen suoraan mitattavissa oleviin virhekustannuksiin nähden. Epäsuoraan mitattavien ja piilevien ulkoisten virhekustannusten osuus on Rosenfeldin hyvin maltillisen arvion mukaan neljä kertaa mitattavissa olevien ulkoisten virhekustannusten suuruinen.



Kuva 17. Oikaistut laaduttomuuden virhekustannukset (sisältäen epäsuoraan mitattavat ja piilokustannukset) suhteessa laaduttomuuden ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen sijoitettuihin kustannuksiin. Kustannukset ovat prosentiosuuksia suhteessa yritysten liikevaihtoihin. Muokattu lähteestä (Rosenfeld 2009).

Kuvassa 17 on esitettyä edellä mainituilla epäsuorien ja piilevien virhekustannusten arvioilla oikaistu kuvaaja samasta aiemmin esitetystä kuvasta 16. Kuvasta havaitaan, että investoitaessa vain noin 1% liikevaihdosta laaduttomuuden ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen, ovat laaduttomuudesta aiheutuvat virhekustannukset jopa 13-14 % yrityksen liikevaihdosta. Yritykset, jotka sijoittivat noin 2 % laaduttomuuden ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen laaduttomuuden virhekustannukset ovat 5-8%. Mallin mukaan noin 1 %-yksikön lisäinvestoinnilla laatuun voidaan saavuttaa jopa 5 %-yksikön säästö laaduttomuudesta aiheutuvissa virhekustannuksissa. Tämä on edelleen suoraan siirrettävissä yrityksen nettotulokseen.

Rosenfeldin mallin mukaisesti laadun ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen tulisi sijoittaa paljon enemmän kuin 2% yrityksen liikevaihdosta, todennäköisesti noin 4 %, kuten kuvassa 17 on esitetty. Piilokustannuksia ei ole kuitenkaan Rosenfeldin mukaan mahdollista määrittää tarpeeksi tarkasti, jotta tarkkaa optimaalista ylärajaa laatuun sijoittamiselle olisi tässä vaiheessa mahdollista määrittää. Ehdoton alaraja on joka tapauksessa 2%, jota vähemmän laatuun investoimalla laaduttomuudesta aiheutuvat virhekustannuksen kasvavat voimakkaasti.

4. AINEISTON ANALYYSI JA TULOKSET

4.1 Laaduttomuus rakennusalalla? Mistä tekijöistä laaduttomuus syntyy?

Rakentamisen laatu on julkisessa keskustelussa paljon esillä. Keskustelussa korostuu etenkin rakentamisen huono laatu. Tällöin tarkoitetaan lähes poikkeuksetta ainoastaan lopputuotteen laatua. Laadun ymmärtäminen lopputuotteen laadun lisäksi myös tekemisen ja prosessien laatuna on ehdoton edellytys sille, että rakentamisen laatua voidaan kehittää. Lopputuotteen laatu syntyy vain laadukkaan tekemisen ja laadukkaiden prosessien kautta.

Laatukustannukset ymmärretään yleisesti laadun tuottamisesta ja laaduttomuudesta aiheutuvien kustannusten summana. Laaduttomuudesta aiheutuvat kustannukset ovat kustannuksia, jotka syntyvät huonon laadun seurauksena. Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi uudelleen tehty työ ja vahingonkorvaukset. Laadusta ja laaduttomuudesta aiheutuvia kustannusten jaottelua on esitelty luvussa 2.2. Yleisimmin käytetty malli on Feigenbaumin (1956) esittelemä P-A-F-malli. Laaduttomuuden kustannustekijöitä on esitetty luvussa 2.3 sekä esimerkkejä suomalaisissa rakennusalan yrityksissä seuratuista kustannustekijöistä luvussa 2.6.

Tutkimuksista ja kirjallisuudesta käy ilmi, että laaduttomuuden piilokustannuksilla on suuri vaikutus laaduttomuuden kustannuksiin, mutta niitä seurataan hyvin vähän tai ei ollenkaan. Luvussa 2.4 on esitetty laaduttomuuden piilokustannuksia. Laaduttomuuden piilokustannuksia ovat esimerkiksi maineen heikkeneminen, menetetyt asiakkaat, valitusten käsitteleminen, käyttämättömät resurssit, raportoimaton uudelleen tehty työ sekä materiaalihukka, viivästymiset, varastot, toimitusongelmat, hinnoittelu-, laskutus- ja toimitusvirheet, ylityöt sekä työtaturmat.

Tällaisesta toiminnasta syntyvät kustannukset määrittävät projektin kokonaiskustannuksiin ikään kuin ne olisivat normaali osa projektin suorittamista. (Rosenfeld 2009, Krishnan 2006) Rosenfeldin maltillisen arvion mukaan tällaiset sisäiset virhekustannukset ovat vähintään yhtä suuria kuin mitattavissa olevat sisäiset virhekustannukset.

Kolmas kategoria on ulkoisten laatuvirheiden aiheuttamat vahingot yrityksen maineelle. Se on kaikista vaikeimmin mitattavissa oleva, mutta samalla kaikista vahingollisin. Ensinnäkin tyytymätön asiakas ei luonnollisestikaan osta samalta yritykseltä usein enää jatkossa mitään. Tämä lisäksi tyytymätön asiakas levittää turhautumistaan myös ympärilleen ja pelottelee tuttaviaan olla tekemättä samaa virhettä, minkä vuoksi potentiaalisten tulevien asiakkaiden määrä vähenee. Tyytyväisen asunnonostajan katsotaan tuovan vähintään yhden uuden asiakkaan yritykselle, kun taas tyytymätön asiakas poistaa vähintään

yhden uuden potentiaalisen asiakkaan yritykseltä. Yhteenlaskettuna yksi vakava ulkoinen laaturvirhe aiheuttaa vähintään kahden potentiaalisen asiakkaan poistumisen yritykselle. (Rosenfeld 2009)

Rosenfeldin (2009) mukaan laaduttomuudesta aiheutuvat epäsuorat ja piiloon jäävät kustannukset voivat rakennusalalla olla jopa kymmenkertaisia suoriin mitattavissa oleviin näkyviin kustannuksiin nähden.

4.2 Kuinka laaduttomuuden kustannuksia voidaan mitata?

Laaduttomuuden kustannusten mittaamista käsitellään luvussa 3. Kustannuslaskentajärjestelmät esitellään luvussa 3.1. ja laaduttomuuden kustannusten mittaaminen luvuissa 3.2-3.5. Toimintokohtainen tuloslaskelma on rakennusalalla Suomessa melko harvinaisen, vaikka se sopisi rakennusyrityksen toimintamalliin hyvin. (Lahti, Viljaranta 2013) Perinteisessä kustannuslaskennassa ei pystytä määrittämään prosessikohtaisia kustannuksia, jolloin ei voida myöskään laskea prosessin muuttamisen vaikutuksia laskentakohteen kustannuksiin. (Alhola 1998) Toimintolaskennassa resurssien aiheuttamat kustannukset jaetaan kullekin toiminnolle sen mukaan, kuinka paljon ne ovat käyttäneet kyseessä olevaan resurssiin. Perinteisissä kustannuslaji- ja tuotekohtaisissa kustannuslaskentamalleissa joudutaan usein arvioimaan, kuinka kiinteät kustannukset jaetaan eri laatukustannustyypeille ja kuinka syntyneiden laatukustannusten alkuperä selvitetään. Toimintokohtaisessa kustannuslaskennassa näitä puutteita ei ole, vaan kiinteät kustannukset saadaan laskettua mukaan. Toimintopohjaisella laatukustannusmallilla saadaan selville arvoa tuottavat ja arvoa tuottamattomat toiminnot. Toiminto on arvoa tuottava, jos se synnyttää arvoa asiakkaalle. Muut asiakkaalle arvoa tuottamattomat toiminnot ovat hukkaa. Laskentamallin tavoitteena on tunnistaa ja poistaa arvoa tuottamattomat toiminnot. Arvoa tuottavista toiminnoista tavoitteena on luoda arvovirta. Ideaalitulanteessa toimintoja ja prosesseja on kyetty jatkuvan parantamisen periaatteen mukaan kehittämään tasolle, jossa laaduttomuuden virhekustannuksia ei synny ollenkaan. (Tsai 1998) Toimintokohtainen laatukustannuslaskenta voidaan tehdä P-A-F-mallia tai prosessikustannusmallia hyödyntämällä. (Tsai 1998, Campanella 1999)

Laaduttomuuden piilokustannusten mittaamista on esitelty luvuissa 3.3, 3.4 ja 3.5. Laaduttomuuden piilokustannuksia on vaikeampi mitata kuin suoria kustannuksia. Niiden merkitys on kuitenkin suuri. (Rosenfeld 2009, Sower 2004) Laaduttomuuden piilokustannuksia voidaan mitata kyselytutkimusten avulla, joissa selvitetään esimerkiksi kuinka tyytymättömät asiakkaat käyttäytyvät. Tulosten pohjalta voidaan luoda kertoimet, joita voidaan käyttää koko asiakaskuntaa koskevan kustannusten arviointiin. (Sower 2004) Krishnan (2006) esittää yhden mallin, jossa toimintolaskentaa hyödyntäen kaikki syntyneet sisäiset ja ulkoiset virhetapahtumat ensiksi tunnistetaan, muodostetaan niistä indikaattorit, joita seuraamalla laaduttomuuden piilokustannuksia voidaan seurata. Luvussa

3.4 on kuvattu Tatikondan (1996) esittämä malli, jossa puukaavion avulla voidaan määrittää asiakastytymättömyydestä aiheutuvia piilokustannuksia. Laduttomuuden piilokustannusten määrittämien Taguchin laadun hävikkifunktion avulla esitetään luvussa 3.5.

4.3 Laaduttomuuden kustannusten mittaaminen muilla aloilla ja niiden soveltaminen rakennusalle?

Tässä tutkimuksessa on esitelty yleisesti laaduttomuuden kustannusten mittaamisen malleja. Rakennusala ei kirjallisuuden mukaan poikkea merkittävästi muista aloista, ettei samoja malleja voitaisi soveltaa myös rakennusosalalla. Esimerkiksi toimintokohtainen tuloslaskelma on rakennusosalalla Suomessa melko harvinainen, vaikka se sopisi rakennusyrityksen toimintamalliin hyvin. (Lahti, Viljaranta 2013) Toimintolaskentamallilla laaduttomuuden kustannusten määrittäminen on perinteiseen kustannuslaskentajärjestelmään perustuvaan järjestelmään nähden helpompaa. Laatu-kustannusmallien yleisyyttä käytännön tasolla esitellään luvussa 2.5. Niiden hyödyllisyyttä on tutkittu ja käytäntöön vietäviä malleja esitetty paljon, mutta siitä huolimatta todellisuudessa mallit ovat edelleen valitettavan huonosti käytössä. (Schiffauerova, Thomson 2006) Luvussa 2.6 esitellään laatu-kustannusmalleja Suomessa. Tutkimuksen (Andersson, Hiltunen & Villanen 2004) mukaan laaduttomuuden ennaltaehkäisystä ja laadunvarmistusten kustannusten seuranta on suhteessa yleistä, mutta sisäisten virhekustannusten ja laaduttomuuden piilokustannusten seuraaminen on selvästi vähäisempää tai se ei käynyt tutkimuksesta ilmi. Tämä tulos on yhtenevä kansainvälisen tutkimuksen kanssa (mm. Rosenfeld 2009 ja Sower 2004). Rakennusala poikkesi muista toimialoista yleisesti katsottuna suhteellisen vähän. Laatuoppeja ei pidetä rakennusosalalla yhtä hyödyllisenä kuin muilla toimialoilla. Sen sijaan yritysimagon parantamista laadun kehittämisen kohteena pidettiin tärkeämpänä muihin toimialoihin nähden.

4.4 Parhaat menetelmät laaduttomuuden kustannusten mittamiseksi rakennusosalalle?

Tutkimuksen perusteella rakennusalan kustannuslaskentajärjestelmän olisi suositeltavaa pohjautua toimintolaskentaan. Se soveltuu alalle hyvin ja se helpottaa laaduttomuuden kustannusten mittaamista. Laaduttomuuden piilokustannusten merkitys on erittäin suuri. Niiden mittaaminen on vaikeampaa, mutta niitä kannattaa siitä huolimatta mitata, valvoa ja puuttua niiden takana oleviin tekijöihin piilokustannusten vähentämiseksi. Suositeltavia menetelmiä laaduttomuuden piilokustannusten määrittämiseksi on useita. Yrityksen tulee valita esitetyistä malleista omaan toimintaansa parhaiten sopivat ja muokata ne yrityskohtaiseksi omia tavoitteitaan parhaiten tukevaksi. Laatu-kustannusmallien ongelmakohdat tulee tunnistaa ja tulee selvittää millä tavoin valittu malli voidaan parhaalla mahdollisella taholla saada implementoitua yrityksen todelliseen toimintaan. Implementoinnissa täytyy lisäksi varmistaa, ettei tuloksena ole vain yksi pilottikokeilu, jonka jälkeen

asia unohtetaan. Rosenfeldin (2009) mukaan laaduttomuuden ennaltaehkäisyyn ja laadunvarmistukseen tulisi sijoittaa noin 4 % yrityksen liikevaihdosta, jolloin laadukustannukset olisivat yhteensä mahdollisimman pienet. Koska laaduttomuuden piilokustannuksia ei voida määrittää täsmällisesti, niin tarkkaa optimaalista ylärajaa laatuun sijoittamiselle ei voida määrittää. Ehdoton alaraja on joka tapauksessa 2%, jota vähemmän laatuun investoimalla laaduttomuudesta aiheutuvat virhekustannukset kasvavat voimakkaasti.

4.5 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tässä tutkielmassa tutkittiin kirjallisuuskatsauksen avulla laaduttomuuden kustannuksia, niiden mittaamista ja parhaita menetelmiä rakennusosalalle hyödynnettäväksi. Kirjallisuuskatsauksen laajuus ja ajankohta voi vaikuttaa saatuihin tuloksiin ja esitettyihin johtopäätöksiin. Tässä tutkielmassa esitetyissä malleissa saattaa olla myös merkittäviä puutteita. Jotkin hukkatyypit, kuten esimerkiksi yliprosessointi, saattaa jäädä P-A-F-malliin pohjautuvissa laskennoissa piiloon. Tutkimusta voisi laajentaa tätä tutkielmaa syvemmin muihin kuin P-A-F-malliin pohjautuviin laadukustannusmalleihin.

Kirjallisuuden perusteella laadukustannusmalleja on tutkittu paljon, mutta ongelma vaikuttaisi enemmän olevan niiden vähäinen käytännön toteutus. Tutkimuksessa tulisi mahdollisesti jatkossa keskittyä enemmän syihin, miksi laadukustannusmalleja ei ole otettu käytäntöön.

Toisaalta voidaan myös pohtia kannattaako laadukustannuksia edes mitata? Eri laatugurut ovat olleet asiasta eri mieltä. Deming uskoi laadukustannusten mittaamisen olevan vain ajan ja rahan hukkaamista. Esimerkiksi Juran ja Crosby sen sijaan näkevät laadukustannusten mittaamisen tarpeelliseksi. (Tatikonda, Tatikonda 1996) Tatikonda esittää, että yritykset, joissa laadukulttuuri on jo hyvin korkealla tasolla sisäänrakennettuna, eivät välttämättä saa paljon lisäarvoa laadukustannusten mittaamisesta ja raportoimisesta. Sen sijaan yritykset, joissa laadukulttuuri ei ole vastaavalla tasolla tai jotka vasta ovat käynnistämässä kokonaislaatuohjelmaa (TQM) yrityksessään voivat saada valtavia hyötyjä laadukustannusten mittaamisen avulla. (Tatikonda, Tatikonda 1996)

Johtopäätöksenä tutkimustulosten perusteella laaduttomuudesta aiheutuvilla kustannuksilla vaikuttaa olevan suuri merkitys rakennusalan yrityksen toimintaan. Tämän tuloksen pohjalta voisi suositella niiden huomioimista myös yrityksen johtamisjärjestelmässä. Mikäli yrityksen johtamisjärjestelmä perustuu tiedolla johtamiseen, niin se edellyttää silloin mittaamista ja tulosten kehityksen valvontaa myös laaduttomuuden kustannusten osalta.

LÄHTEET

- A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 4th ed. Newtown Square, Pa.: Project Management Institute, Inc, 2008. Print
- Alhola, K. 1998, Toimintolaskenta, WSOY, Helsinki; Juva; Porvoo.
- Andersson, P.H., Hiltunen, K. & Villanen, H. 2004, Laatu toiminta suomalaisissa yrityksissä, Kauppa- ja teollisuusministeriö.
- Augustsson, R. 1989, Kvalitet i byggandet : kvalitetsfelkostnader, , Göteborg.
- Campanella, J. 1999, "Principles of quality costs: Principles, implementation, and use", Quality Congress.ASQ's ...Annual Quality Congress Proceedings, , pp. 507.
- Crosby, P.B. 1983, "Don't Be Defensive About the Cost of Quality", Quality Progress, vol. 16, no. 4, pp. 38.
- Feigenbaum, A.V. 1956, "Total Quality Control", Harvard business review, vol. 34, no. 6, pp. 93-101.
- Hammarlund, Y. and Josephson, P.E. (1991) Sources of Quality Failures in Building. Proceedings of European Symposium on Management, Quality and Economics in Housing and Other Building Sectors, Lisbon, 30 September-4 October 1991, 671-679.
- Järvinen P, Lemetti P, Virtanen T, Lillrank, P, & Malmi T (2001) Laatu kustannuslaskenta: käyttötarkoitus ja menetelmät. Käytännön työkirja yrityskäyttöön ja opiskeluun. TAI Tutkimuslaitos, Espoo
- Kim, S. & Nakhai, B. 2008, "The dynamics of quality costs in continuous improvement", The International Journal of Quality & Reliability Management, vol. 25, no. 8, pp. 842-859.
- Koivu, T. 1994, Rakentamisen laatujohtaminen, Rakennustieto, Helsinki.
- Krishnan, S.K. 2006, "Increasing the visibility of hidden failure costs", Measuring Business Excellence, vol. 10, no. 4, pp. 77-101.
- Lahti, P. & Viljaranta, J. 2013, Rakennusyrityksen kirjanpito ja tilinpäätös, 5. päivitetty p. edn, Suomen Rakennusmedia, Helsinki.
- Lecklin, O. 2006, Laatu yrityksen menestystekijänä, 5. uud. p. edn, Talentum, Helsinki.
- Love, P.E.D. & Li, H. 2000, "Quantifying the causes and costs of rework in construction", Construction Management & Economics, vol. 18, no. 4, pp. 479-490.

- Mahmood, S., M. Ahmed, S., Panthi, K. & Ishaque Kureshi, N. 2014, "Determining the cost of poor quality and its impact on productivity and profitability", *Built Environment Project and Asset Management*, vol. 4, no. 3, pp. 296.
- Plunkett, J.J. & Dale, B.G. 1987, "A Review of the Literature On Quality-Related Costs", *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 4, no. 1, pp. 40-52.
- Rosenfeld, Y. 2009, "Cost of quality versus cost of non-quality in construction: the crucial balance", *Construction Management and Economics*, vol. 27, no. 2, pp. 107-117.
- Ratu KI-6025 (2017). *Rakennustöiden laatu 2017*, 11., uudistettu painos ed., Rakennustieto Oy, Helsinki, 352 p.
- Schiffauerova, A. & Thomson, V. 2006, "A review of research on cost of quality models and best practices", *The International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 23, no. 6, pp. 647-669.
- Sower, V.E. 2004, "ESTIMATING EXTERNAL FAILURE COSTS: A KEY DIFFICULTY IN COQ SYSTEMS", *Quality Congress. ASQ's ...Annual Quality Congress Proceedings*, vol. 58, pp. 547-551.
- Suomala, P., Manninen, O. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2011, *Laskentatoimi johtamisen tukena*, Edita, Helsinki.
- Tatikonda, L.U. 2013, "The Hidden Costs of Customer Dissatisfaction", *Management Accounting Quarterly*, vol. 14, no. 3, pp. 34-43.
- Tatikonda, L.U. & Tatikonda, R.J. 1996, "Measuring and reporting the cost of quality", *Production and Inventory Management Journal*, vol. 37, no. 2, pp. 1.
- Treckmann, M. 2016, "Book Review: Quality Management in Construction," by Brian Thorpe and Peter Sumner", *Lean Construction Journal*, vol. 2016, pp. 10-11.
- Tsai, W. 1998, "Quality cost measurement under activity-based costing", *The International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 15, no. 7, pp. 719-752.
- .