



Open your mind. LUT.

Lappeenranta University of Technology

TEKNISTALOUDELLINEN TIEDEKUNTA

11.4.2012

TUOTANTOTALOUDEN OSASTO

CS90A0050 Kandidaatintyö ja seminaari

Laatukustannuslaskenta:

Case teollisuuden kunnossapitopalvelut

Quality cost accounting:
Case industrial maintenance

Kandidaatintyö

Mira Leskinen

Salla Saraneva

TIIVISTELMÄ

Tekijät: Mira Leskinen, Salla Saraneva

Työn nimi:

Laatukustannuslaskenta: Case teollisuuden kunnossapitopalvelut

Quality cost accounting: Case industrial maintenance

Laitos: Tuotantotalous

Vuosi: 2012

Paikka: Lappeenranta

Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

39 sivua, 4 taulukkoa ja 10 kuvaa

Tarkastaja: Yliopisto-opettaja Tiina Sinkkonen

Hakusanat:

Laadun puutekustannukset, laatukustannukset, kunnossapito

Keywords:

Poor-quality costs, Quality costs, Maintenance

Laatuun ja laatukustannuksiin on kiinnitetty runsaasti huomiota viimeisten vuosikymmenien aikana. Laatu koetaan kriittisenä menestystekijänä ja yritykset pyrkivät toimimaan kustannustehokkaasti, jolloin myös halutaan pienentää laatukustannuksia. Tämän vuoksi on tärkeää tunnistaa kustannuserät, jotka aiheutuvat laadusta. Kunnossapito nähdään nykyisin tuottavuutta lisäävänä tekijänä, eikä vain kustannuksia lisäävänä osa-alueena. Laatukustannuksia ja kunnossapitoa on tutkittu paljon kirjallisuudessa, muttei niinkään kunnossapidon aiheuttamia laatukustannuksia.

Tässä kandidaatintyössä selvitetään yritysmerkkin kautta, kuinka laatukustannuksia luokitellaan ja mitataan kunnossapidossa. Laatukustannuksia tarkastellaan kunnossapitopalvelun tuottajan näkökulmasta ja kunnossapidon tarkastelu on rajattu teolliseen kunnossapitoon.

Työn tärkeyttä korostaa se, että laatukustannuksia on seurattu hyvin vähän teollisuuden kunnossapitopalveluissa. Laatukustannukset ovat osa yrityksen sisäistä laskentaa ja monesti laatukustannuksia saatetaan käsitellä osana yrityksen yleiskustannuksia.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
1.1	Taustaa ja tutkimuskysymys	1
1.2	Tavoitteet ja rajaukset	1
1.3	Menetelmät ja rakenne	2
2	LAATU	3
2.1	Laatu käsitteenä.....	3
2.2	Laadun tarkastelunäkökulmat	4
2.3	Laadun merkitys.....	5
3	LAATUKUSTANNUKSET	6
3.1	Määritelmä	6
3.2	Jaottelu	7
3.3	Laatukustannusten merkitys.....	11
4	LAATUKUSTANNUSTEN MITTAAMINEN	13
4.1	Laatukustannusten mittaaminen ja siihen liittyvät ongelmat	13
4.2	Toimintolaskennan soveltaminen laatukustannusten mittaamiseen	15
5	TEOLLISUUDEN KUNNOSSAPITOPALVELUT	18
5.1	Määritelmä	18
5.2	Historia.....	19
5.3	Osa-alueet.....	21
6	LAATUKUSTANNUSTEN LUOKITTELU JA MITTAAMINEN KUNNOSSAPIDOSSA	24
6.1	Case 1	24
6.2	Case 2.....	27
6.3	Case 3.....	30
7	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	33
8	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET.....	36

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa ja tutkimuskysymys

Kunnossapidon aiheuttamia kustannuksia on alettu vasta menneiden vuosikymmenten aikana huomioimaan yrityksissä. Kunnossapitoa on aiemmin pidetty ainoastaan kustannuksia lisäävänä tekijänä. Ennen koneita korjattiin ja kunnostettiin vasta rikkoutumisen jälkeen ja tällainen toimintatapa on hyvin kallis ja tehoton. Nykyisin koneita korjataan ja kunnostetaan ennen kuin ne ehtivät rikkoutua, ja koneille tehdään tarkat kunnossapitosuunnitelmat. Kunnossapidon johtamista varten on myös kehitetty erilaisia strategioita ja filosofioita, ja hyvää kunnossapitoa on alettu pitämään tuottavuutta lisäävänä toimintona. Monet kunnossapidon kustannuserät ovat olleet piilossa, esimerkiksi laadun aiheuttamat kustannukset, mutta nyt niitä on alettu tutkia enemmän. Tässä kandidaatintyössä selvitetään laadun aiheuttamia kustannuksia teollisuuden kunnossapito-osastoilla ja kunnossapito yrityksissä.

Työssä selvitetään, miten yritykset luokittelevat ja mittaavat laatukustannuksiaan. Työn pääätutkimuskysymys on: Millaisia laatukustannuksia teollisuuden kunnossapidossa on ja miten niitä luokitellaan ja mitataan?

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Kandidaatintyön tarkoituksena on tutkia laatukustannuksia teollisuuden kunnossapitopalveluissa. Työssä on tutkittu, miten kolme eri teollisuuden yritystä luokittelee ja mittaa kunnossapidosta aiheutuvia laatukustannuksia. Kandidaatintyön luonteesta johtuen kaikki materiaali on kerätty julkisesti saatavista lähteistä eli kirjoista, artikkeleista ja Internet sivustoilta. Laatukustannukset ovat yleensä yrityksen sisäistä tietoa, jota ei raportoida ulospäin. Tietoa on hankala löytää julkisista lähteistä. Sen vuoksi tässäkin työssä on otettu sopivia yrityksiä mukaan, katsomatta niinkään toimialaa, jossa kunnossapidon yritykset toimivat. Kaksi yritystä ovat paperiteollisuuden toimialalta ja yksi yritys on elintarviketeollisuudesta.

Kunnossapito on rajattu otsikon mukaisesti käsittämään vain teollisuuden kunnossapidon, joten julkista kunnossapitoa ei käsitellä. Laatukustannuksia tarkastellaan kunnossapitopalvelun tuottajan näkökulmasta.

1.3 Menetelmät ja rakenne

Työ on jaettu teoria- ja empiriaosiin. Materiaalia molempiin osiin kerättiin artikkeleista, kirjoista ja diplomitöistä. Työssä on käytetty vain julkisista lähteistä saatavaa materiaalia.

Tutkimus koostuu seitsemästä pääluvusta. Luvussa 2 käydään läpi laatu määritelmien ja luvussa 3 selvitetään laatukustannuksen määritelmä, jaottelu ja merkitys. Neljäs luku käsittelee laatukustannusten mittausta ja siihen liittyviä ongelmia. Kunnossapitopalveluita tarkastellaan luvussa viisi; käydään läpi määritelmä, historia ja osa-alueet. Kuudennessa luvussa esitellään kolmen eri case yrityksen laatukustannusten luokittelu ja mittaaminen. Lopussa, luvuissa 7 ja 8 esitellään johtopäätökset ja vastataan tutkimuskysymykseen.

2 LAATU

2.1 Laatu käsitteenä

Laadulle löytyy paljon erilaisia määritelmiä. Laatu- käsitteen kuvaaminen on usein suhteellista ja riippuu määrittäjän omista arvoista, uskomuksista ja pyrkimyksestä. Tähän on koottu muutamia kirjallisuudessa esiintyviä laadun määritelmiä, jotka ovat olennaisia laatukustannusten tarkastelun kannalta.

Useissa seuraavissa laadun määritelmissä huomioidaan se, että kaikki yrityksen toiminnot vaikuttavat laatuun, eikä korosteta vain tuotteen tai palvelun laatua.

SFS-ISO 8402-standardi (1988):

Tuotteen tai palvelun kaikki piirteet ja ominaisuudet, joilla tuote tai palvelu täyttää asetetut tai oletettavat tarpeet.

Juran (1988, s. 4-5) määrittää laadun kahden näkökulman avulla:

Tuotetyytyväisyyden näkökulma: laatu koostuu niistä tuuteominaisuuksista, jotka tekevät asiakkaan tyytyväiseksi. Tuotetytymättömyyden näkökulma: tuote koetaan laadukkaaksi, kun siinä ei ole puutoksia tai virheitä.

Feigenbaumin (1983, s. 7) määritelmä:

Markkinoinnin, tekniikan, tuotannon ja kunnossapidon ominaisuuksista koostuva tuotteen ja palvelun yhdistelmä, joka täyttää asiakkaan toiveet käytössä.

Laatu on asiakkaan vaatimusten, tarpeiden ja odotusten täyttämistä hänen ostamansa tuotteen tai saamansa palvelun suhteen. (Laadun idean myyminen 1995, s. 8)

Lecklin (2006, s. 18) määrittää laadun seuraavasti:

Laatua verrataan ja mitataan asiakkaiden tarpeisiin, vaatimuksiin sekä odotuksiin. Toiminta koetaan laadukkaaksi, jos asiakas on tyytyväinen.

2.2 Laadun tarkastelunäkökulmat

Edellä esitetyt laadun määritelmät korostavat asiakasnäkökulmaa. Laatua voidaan tarkastella kuitenkin useista eri näkökulmista, jolloin voidaan huomioida paremmin myös muita tekijöitä, jotka vaikuttavat laatuun.

Karjalainen (1986, s. 56) jakaa laadun määritelmät viiteen eri ryhmään:

- 1) Transkendentiaaliset määritelmät: laatu ymmärretään erinomaisena hyvytenä tai luksuksena.
- 2) Tuoteperäiset määritelmät: laatu on tuotteen mitattu ominaisuus, esimerkiksi kultapitoisuus.
- 3) Käyttäjäperäiset määritelmät: laatu on tuotteen kyky täyttää käyttäjän tarpeet ja odotukset.
- 4) Tuotantoperusteiset määritelmät: laatu on muun muassa suunnitteluvaatimusten täyttämistä.
- 5) Arvoperusteiset määritelmät: laatu kertoo tietyn hintaisen palvelun tai tuotteen ominaisuuksista, mitä voidaan mitata hinta/laatu-suhteella.

Lecklin (2006, s. 20) esittää kuusi erilaista laadun tarkastelunäkökulmaa:

- 1) Valmistuslaatu, joka liittyy valmistusprosessiin. Kehittämällä prosessia virheet pyritään minimoimaan ja ennakoimaan.
- 2) Tuotelaatu, joka keskittyy suunnittelun osuuteen laadun määrittämisessä.
- 3) Arvolaatu kertoo tuotteen kustannushyötysuhteen eli arvon sijoitetulle pääomalle.
- 4) Kilpailulaatu mittaa laatua suhteessa kilpailijoihin. Ylilaatua ja resurssien tuhlausta syntyy, kun tuotteen tai palvelun laatu on parempi kuin kilpailijoilla.
- 5) Asiakaslaatu kertoo sen, kuinka hyvin laatu tyydyttää asiakkaiden tarpeet ja odotukset.
- 6) Ympäristölaatu mittaa laatua ympäristön ja yhteiskunnan kannalta, erityisesti resurssien hyödyntämistä tuotteen elinkaaren ajalta.

Karjalaisen ja Lecklinin esittämät laadun tarkastelunäkökulmat ovat melko yhteneviä. Lecklin ei kuitenkaan esitä laadun tarkoittavan erinomaista hyvyttä. Edelleen yhä kiristynyt kilpailuympäristö sekä ympäristöystävällisyyden korostaminen näkyvät Lecklinin tarkastelunäkökulmissa poiketen Karjalaisen esittämään listaan.

2.3 Laadun merkitys

Laatu on yrityksen kriittinen menestystekijä. Yritys saavuttaa alhaisemmat laatukustannukset, kun tuotteet ovat virheettömiä, jolloin kustannustehokkuus sekä yrityksen kannattavuus paranee. Hyvä laatu lisää asiakastyytyväisyyttä ja yrityksen asema vahvistuu markkinoilla. Edelleen yritys saa enemmän vapautta hinnoitteluun, kun tuote on hyvälaatuinen, jolloin tuotteille saadaan parempi kate. (Lecklin 2006, s. 24)

Atkinsonin (1994, s. 69) mukaan korkeaan laatuun panostaminen parantaa yrityksen tuottavuutta viidellä eri tavalla:

1. Tuotantokustannukset alenevat, kun kiertonopeudet kasvavat ja tapahtuu vähemmän käyttökatkoksia.
2. Saavutetaan korkeampi kapasiteetin käyttöaste.
3. Saavutetaan korkeampi materiaalin ja raaka-aineen hyödynnettävyys, kun syntyy vähemmän viallisia tuotteita.
4. Henkilöstöä hyödynnetään paremmin.
5. Aiheutuu vähemmän kustannuksia palvelu- ja tukitoiminnoista, kuten uusiotyöstä.

Tuotteen tai palvelun laatua voidaan seurata laatukustannusten avulla. Laatukustannuksia tarkastelemalla voidaan parantaa tuotteiden tai palveluiden laatua, kun nähdään kehittämistä vaativat kohteet.

3 LAATUKUSTANNUKSET

3.1 Määritelmä

Feigenbaum (1983, s. 110) määrittelee laatukustannus-käsitteen seuraavasti:

Kustannukset, jotka liittyvät laadun määritelmään, luomiseen ja hallintaan sekä laadun yhtäpitävyyteen palautteen, luottavuuden ja turvallisuusvaatimusten kanssa. Laatukustannuksiin luetaan myös virhekustannukset, jotka aiheutuvat siitä kun, täytetään asiakkaiden ja tehtaan vaatimukset.

Harringtonin (1987, s. 5) määritelmä:

Laadun puutekustannuksia ovat kaikki ne kustannukset, jotka aiheutuvat tuotteen valmistamisesta oikein, työntekijöiden tekimistä virheistä tai asiakkaiden tekemistä reklamaatioista.

Campanella (1999, s. 4) määrittelee laatukustannukset seuraavasti:

Laatukustannus on se osuus, joka lisätään varsinaisen tuotteen tai palvelun kustannuksiin. Tätä osuutta ei olisi, jos huonotasoinen palvelua, epäonnistuneita tuotteita tai vikoja tuotteiden ja palveluiden valmistuksessa ei olisi mahdollista syntyä.

Lecklin (2006, s. 155) toteaa lyhyesti:

Laatukustannuksia syntyy, kun yritys varmistaa tuotteiden vastaavan asiakkaiden vaatimuksia. Laatukustannuksiin luetaan laatua edistävät kustannukset ja huonosta laadusta johtuvat kustannukset.

Tarkasteltaessa laatukustannusten määritelmiä nähdään, että määritelmät ovat yhteneviä. Kaikki määritelmät korostavat koko yrityksen toiminnan laadun vaikutusta laatukustannuksiin. Feigenbaum esittämä määritelmä on kaikkein yksityiskohtaisin. Feigenbaum ja Lecklin tuovat vahvemmin esiin asiakasnäkökulman kuin Harrington ja Campanella.

Laatukustannus- käsite on yleisesti käytetty, mutta sille löytyy myös seuraavia vaihtoehtoisia käsitteitä:

- virhekustannukset
- menetetty tuotantokate ja valituskustannukset
- puutteellisen laadun kustannukset

- huonon laadun kustannukset

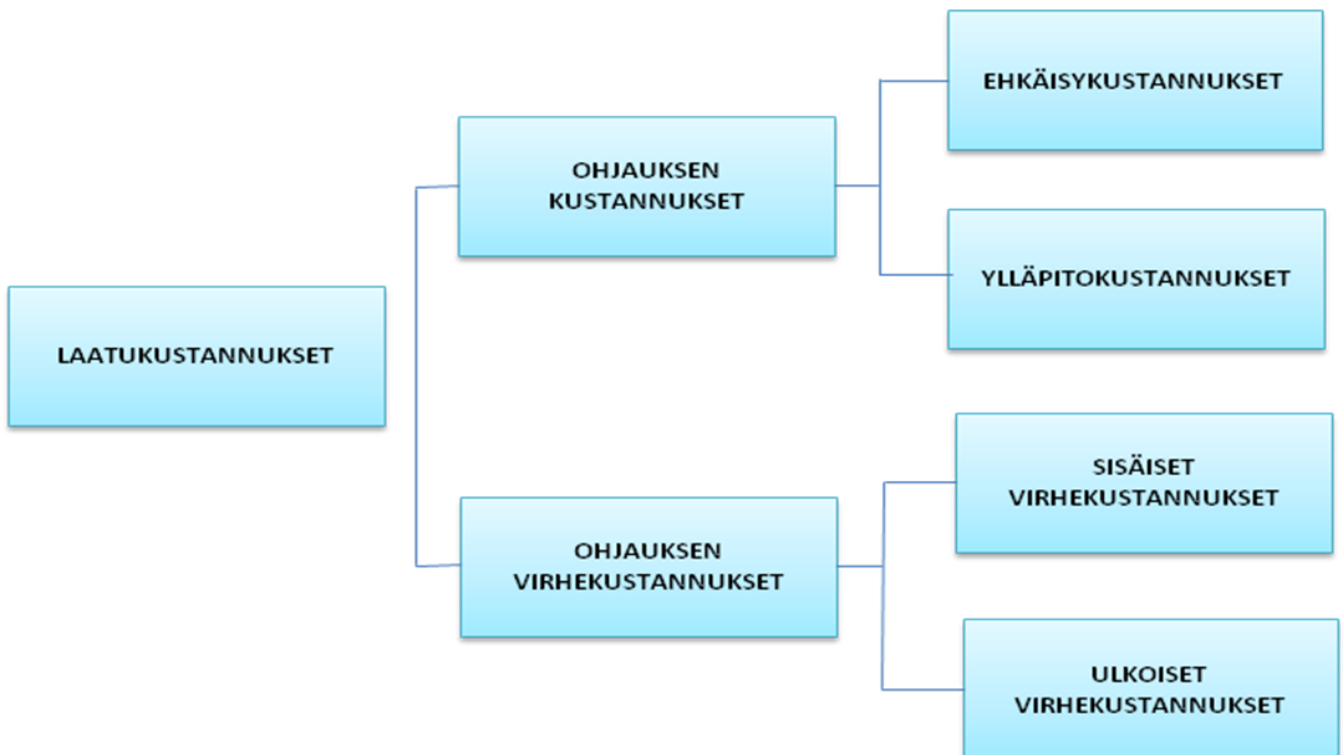
(Tervonen 1992, s. 38)

Englanninkielisessä kirjallisuudessa suositaan paljon termiä ”poor-quality costs” eli huonon laadun kustannukset. Katsotaan, että huono laatu aiheuttaa kustannuksia, eikä hyvä laatu. Tässä kandidaatintyössä käytetään yksinkertaisesti ”laatukustannus”-käsitettä.

3.2 Jaottelu

Feigenbaumin (1956, s. 99) varhaisin malli jakaa laatukustannukset kolmeen ryhmään: ennaltaehkäiseviin toiminnan kustannuksiin, valvontakustannuksiin sekä virhekustannuksiin. Myöhemmin Feigenbaum (1991, s. 110) esitti tarkemman mallin, jossa hän jakaa laatukustannukset ensin ohjauksen kustannuksiin ja ohjauksen virhekustannuksiin. Ohjauksen kustannukset hän jakaa edelleen laadun ehkäisy- ja ylläpitokustannuksiin. Ohjauksen virhekustannukset jakaantuvat myös kahteen osaan: sisäisiin ja ulkoisiin virhekustannuksiin.

Tämä Feigenbaumin malli on paljon käytetty ja laajalle levinnein alan kirjallisuudessa. Mallia nimitetään yleisesti laatukustannusten PAF tai PAFF-malliksi. (Prevention, Appraisal, Failure-cost model). Mallia on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. PAFF-malli: Laatukustannukset. (Feigenbaum 1991, s. 110)

Ohjauksen kustannukset syntyvät, kun tavoitellaan haluttua laatutasoa. Ohjauksen virhekustannukset aiheutuvat puutteellisesta laadusta. Seuraavaksi esitellään tarkemmin, mitä laatukustannusmallin neljä alaryhmää pitävät sisällään.

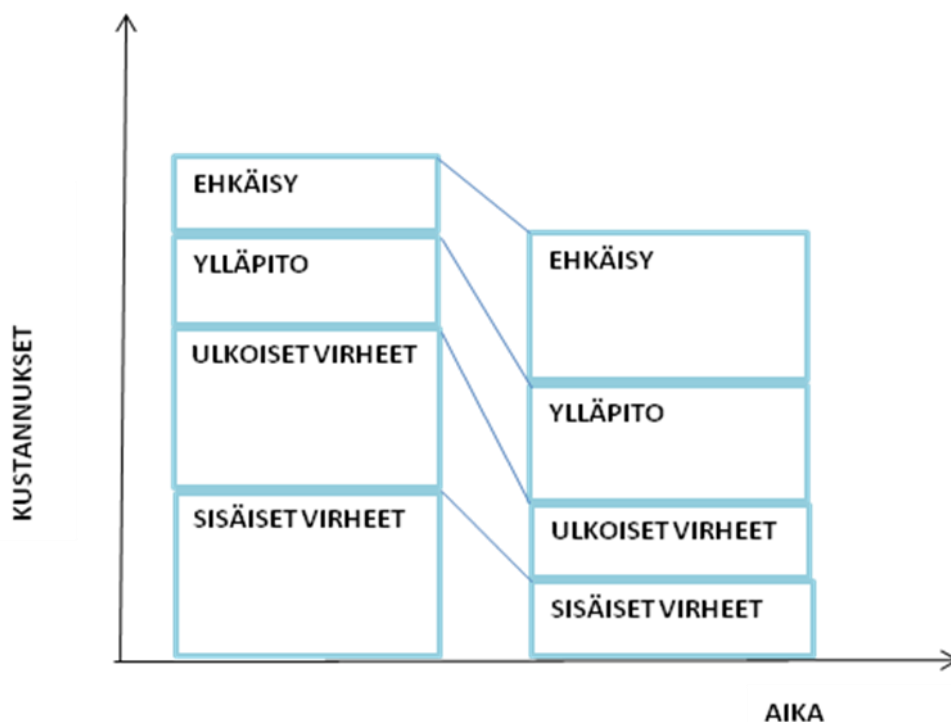
Laadun ehkäisykustannuksia aiheutuu, kun pyritään ennalta ehkäisemään mahdollisia virheitä tuotteiden valmistuksessa ja palveluissa. (Harrington 1987, s. 14; Campanella 1999, s. 5) Tyypillisiä esimerkkejä laadun ehkäisykustannuksista ovat laatukoulutus ja laatusuunnittelu. (Qiang et al. 2009, s. 1396) Muita ehkäisykustannusten aiheuttajia ovat esimerkiksi laadukkaan johtamisjärjestelmän kehittäminen, työolosuhteiden- ja välineiden suunnittelu sekä henkilöstön motivointi (Lecklin 2006, s. 158). Ennalta ehkäisevän toiminnan kustannuksiin voidaan lukea myös toimittajien arviointi, laitteiston kunnossapito ja materiaalien parantaminen. (Järvinen et al. 2001, s. 23)

Laadun ylläpitokustannuksia ovat kaikki kustannukset, joita aiheutuu, kun arvioidaan tehtiinkö jokin toiminto oikein. (Campanella 1999, s. 5) Tähän kategoriaan kuuluvat laadun tarkistus- ja varmistamiskustannukset. Näitä ovat esimerkiksi valvonta, katselmukset, laadun mittaukset, testaukset, laadutiedon keruu ja analysointi, virheiden käsittelyrutiinit sekä valvonta- ja mittauslaitteiston ylläpito. (Lecklin 2006, s. 157-158) Kustannukset, jotka ovat aiheutuneet materiaaleista tai osien testauksesta kuuluvat myös tähän kategoriaan. (Qian et al. 2009, s. 1396) Sissonen (2008, s. 46) toteaa, että laadun ylläpitokustannuksia aiheutuu, koska halutaan turvata korkea laatu asiakkaille.

Sisäisiä virhekustannuksia aiheutuu, kun virhe havaitaan yrityksen sisällä. Ne johtuvat siitä, kun joku yrityksen sisällä ei tehnyt jotain ensimmäisellä kerralla oikein. (Harrington 1987, s. 23) Henkilöstöllä ja toimittajilla on erittäin suuri vaikutus sisäisten virheiden aiheutumiseen tai niiden ehkäisemiseen. Esimerkkejä sisäisistä virhekustannusten aiheuttajista ovat muun muassa virheiden tekeminen, ylityöt, tyhjät tilat, selvitysosastot, virhekappaleet sekä raaka-aineiden huono laatu. (Lecklin 2006, s. 157) Tähän ryhmään kuuluvat myös tuotannon huonosta suunnittelusta aiheutuvat kustannukset. (Qiang et al. 2009, s. 1396)

Ulkoisia virhekustannuksia aiheuttaa, kun asiakkaan havaitsema virhe tai laaduttomuus korjataan jälkikäteen. (Qiang et al. 2009, s. 1396) Ulkoiset virheet ovat yritykselle kaikkein kalleimpia ja vaarallisimpia. Esimerkkejä ulkoisista virhekustannuksista ovat muun muassa takuukustannukset, vahingonkorvaukset, myöhästymissakot, alennukset tuotevirheistä, menetetyt tuotot, reklamaatioiden käsittelykustannukset ja palautettujen tuotteiden kustannukset. (Lecklin 2006, s. 156) Järvinen et al. (2001, s. 42) lisää ulkoisiin virhekustannuksiin myös sosioekonomististen eli yhteiskunnalle aiheutuvien kustannusten luokan. Huono laatu voi johtaa yrityksen huonoon kannattavuuteen, jolloin saatavat verotulot pienenevät. Edelleen yrityksen valmistamat vialliset tuotteet saattavat aiheuttaa myös ympäristölle vahinkoja.

Ulkoiset- ja sisäiset virhekustannukset, laadun ylläpitokustannukset ja laadun ehkäisykustannukset eivät ole riippumattomia toisistaan. Jos kasvatetaan laadun ylläpito- ja ehkäisykustannuksia, niin sisäiset – ja ulkoiset virhekustannukset alenevat. (Qiang et al. 2009, s. 1396) Tätä ilmiötä on havainnollistettu kuvassa 2.



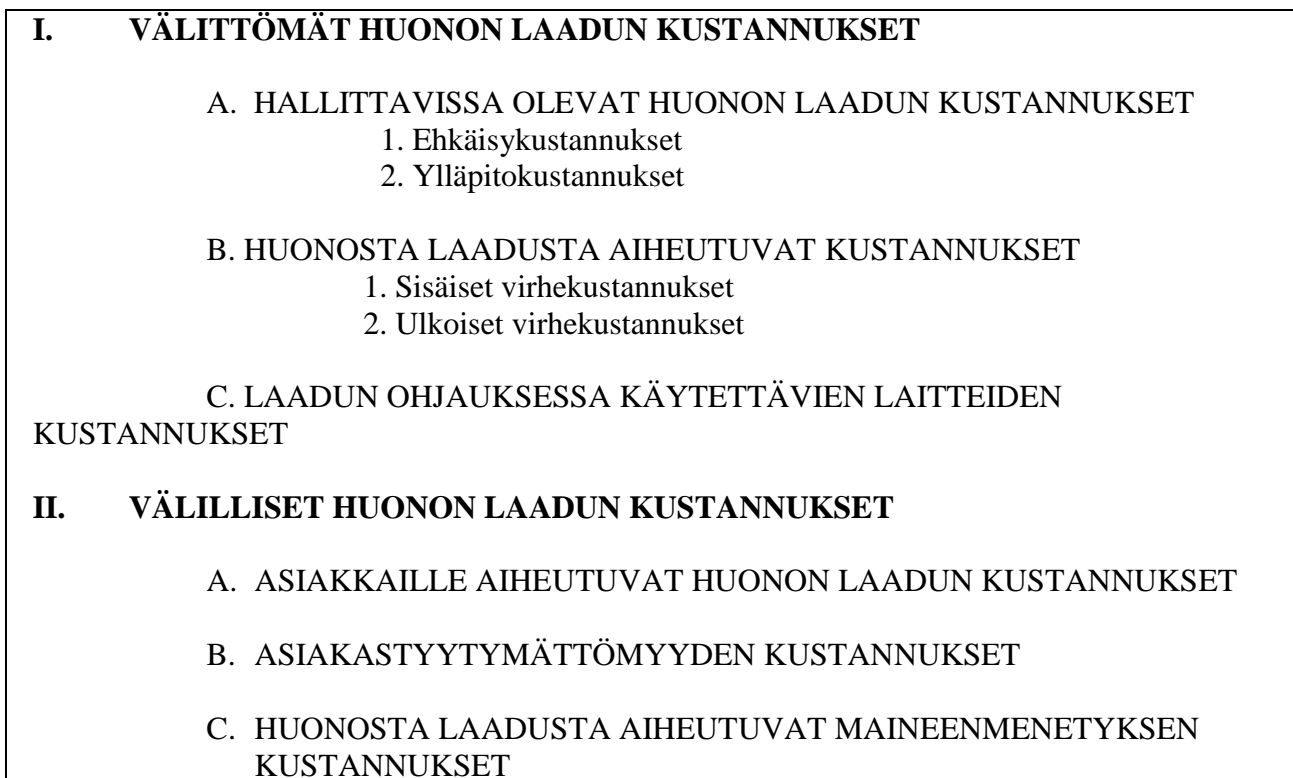
Kuva 2. Laadukustannusten rakenne ja kehitys. (Lecklin 2006, s. 160)

Muita jaotteluita

Muut jaottelut perustuvat pitkälti Feigenbaumin esittämään jaotteluun. Toisissa jaotteluissa käytetään vain eri termejä. Toisaalta on olemassa myös sellaisia jaotteluita, jotka ovat sisällöltään laajempia kuin Feigenbaumin esittämä jaottelu.

Hyvin lähellä Feigenbaumin jaottelua on Crosby (1979, s. 125) jaottelu. Hän on korvannut jaottelussaan vain Feigenbaumin pääryhmät omilla termeillään: yhdenmukaisuuden kustannukset (price of conformance) ja epäyhdenmukaisuuden kustannukset (price of non-conformance). Yhdenmukaisuuden kustannukset ovat niitä kustannuksia, jotka syntyvät, kun prosessi toimii tehokkaasti ja asiat tehdään kerralla oikein. Epäyhdenmukaisuuden kustannukset johtuvat siitä, kun prosessi ei vastaa vaatimuksia. Edelleen Campanella (1999, s. 5) ja Atkinson et al (1994, s. 15) käyttävät Feigenbaumin laatukustannusjaottelua sinällään.

Harrington (1987, s. 5-6) esittää laatukustannusmallin, jossa hän jakaa huonon laadun kustannukset kahteen pääryhmään: välittömiin huonon laadun kustannuksiin ja välillisiin huonon laadun kustannuksiin. Jaottelu on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Huonosta laadusta aiheutuvien kustannusten tekijät. (Harrington 1987, s. 6)

Harrington jakaa **välittömät huonon laadun kustannukset** ensin kolmeen osaan: hallittavissa oleviin huonon laadun kustannuksiin, huonosta laadusta aiheutuviin kustannuksiin ja laadun ohjauksessa käytettävien laitteiden kustannuksiin. Hallittavissa olevat huonon laadun kustannukset hän jakaa edelleen ehkäisy- ja ylläpitokustannuksiin ja huonosta laadusta aiheutuvat kustannukset ulkoisiin ja sisäisiin virhekustannuksiin.

Välilliset huonon laadun kustannukset- pääryhmän alla hän esittää myös kolme alaryhmää: asiakkaille aiheutuvat huonon laadun kustannukset, asiakastyytymättömyyden kustannukset ja huonosta laadusta aiheutuvat maineenmenetyksen kustannukset.

Verrattaessa Harringtonin jaottelua Feigenbaumin esittämään jaotteluun nähdään, että Harrington näkee laatukustannukset laajempaan. Feigenbaumin nelijaottelu on vain osa Harringtonin esittämää jaottelua. Toisaalta Harringtonin esittämät välilliset huonon laadun kustannukset voidaan sisällyttää ulkoisiin virhekustannuksiin ja laadun ohjauksessa käytettävien laitteiden kustannukset ylläpitokustannuksiin. Harrington haluaa korostaa laatukustannustarkastelussaan asiakasta ja asiakastyytyväisyyttä.

Tässä kandidaatintyössä käytetään viitekehyksenä aiemmin esitettyä Feigenbaumin nelijaottelumallia. Laatukustannukset jaotellaan suoraan ehkäisy- ja ylläpitokustannuksiin sekä sisäisiin ja ulkoisiin virhekustannuksiin, eikä käytetä esitettyjä pääryhmiä jaottelun yksinkertaistamiseksi.

3.3 Laatukustannusten merkitys

Qiang et al. (2009, s. 1395) arvioivat laatukustannusten osuuden olevan 5-25 % teollisuusyritysten liikevaihdosta. Edelleen palvelualan yritysten liikevaihdosta laatukustannusten osuuden on arvioitu olevan jopa 30-40 %.

Laatukustannuksia tulee mitata ja huomioida, koska tiedon avulla voidaan:

1. mitata koko liiketoiminnan laadullista suorituskykyä
2. nähdä, mihin laatuun panostettu raha menee
3. päättää milloin, missä ja kuinka parannetaan laatua
4. laatia budjetti ennustamaan todellisia laadun parantamisen tarpeita

5. määrittää, mikä on riittävä laatu asiakkaalle

(Atkinson et al. 1994, s. 17)

4 LAATUKUSTANNUSTEN MITTAAMINEN

4.1 Laatukustannusten mittaaminen ja siihen liittyvät ongelmat

Huusari E. (1995, s.29) toteaa, että laatukustannusten mittaamiseen liittyvät laskentatoimen perusongelmat, joiden ratkaiseminen riippuu päätöksenteko- ja laskentatilanteesta. Neilimo ja Uusi-Rauva (2010, s. 41-43) jakavat nämä perusongelmat laajuus-, mittaus-, arvostus-, jakamis-, kohdistamis- ja jaksotusongelmiin. Järvenpää et al. (2010, s. 47) lisäävät laskentatoimen informaatio-ongelmiin myös realibiliteetti-, validiteetti- ja olennaisuusongelmat.

Laajuusongelma liittyy siihen kuinka laajalti laskelmiin otetaan mukaan tuotot ja kustannukset. (Neilimo ja Uusi-Rauva 2010, s. 41-43) Useimmiten laadun puutekustannuksiksi käsitetään niin sanotusti helposti mitattavissa olevat virhekustannukset kuten korjauskustannukset ja asiakasreklamaatiot. (Moen R. 1998, s. 335) Kuitenkin suuri osa kustannuksista jää huomioimatta. Nämä ”piilokustannukset” ovat vaikeasti mitattavia kustannuksia kuten myynnin menetykset. (Tatikonda ja Tatikonda 1996, s. 1) Sissonen (2008, s. 43-44) toteaa myös, että suuri osa laatukustannuksista on piilossa ja niitä on vaikea tunnistaa perinteisten laskentamenetelmien avulla.

Jäävuorimalli, joka on esitetty kuvassa 4, on paljon käytetty havainnollistamaan tätä asiaa. Kuvasta on nähtävissä, että vain pieni osa laatukustannuksista on veden pinnan yläpuolella. Tunnistamalla laatukustannukset veden pinnan alapuolella, on mahdollista vähentää syntyvien laatukustannusten määrää merkittävästi.



Kuva 4. Jäävuorimalli (Konsultointi Arvio Oy 2012)

Mittausongelman ratkaiseminen liittyy olennaisesti laajuusongelmaan, erityisesti vaikeasti mitattavien virhekustannusten kohdalla. Mittaustulokset ovat huonoja, jos mittauksissa joudutaan käyttämään subjektiivisia arvioita. (Huusari 1995, s. 29) Tiedonkeruussa esiintyviä ongelmia ovat muun muassa selvien tavoitteiden puute laatukustannusten keräämiselle, keskittyminen pelkästään tuotannosta aiheutuviin laatukustannuksiin sekä väärin kysymysten esittäminen asiakas- ja työntekijäkyselyissä. (Tatikonda ja Tatikonda 1996, s. 3) Ari ja Gustavson (1996, s. 64) toteavat myös, että laatukustannusten kerääminen on kustannuslaskennan vaikein ongelma yrityksissä.

Arvostusongelman muodostaa laskelmissa käytettävien arvojen valinta. (Neilimo ja Uusi-Rauva 2010, s. 42) Periaatteena on, että esimerkiksi hylätyn tuotteen osalta virhekustannuksiksi kirjataan sen tilalle valmistettavan uuden tuotteen aiheuttamat kustannukset. Jos hylätystä tuotteesta saadaan tuottoja myytäessä tai käytettäessä raaka-aineena, vähennetään tuotot virhekustannusten määrästä. (Huusari 1995, s. 30) Kuitenkin tuotteen valmistamiseen käytettyjen raaka-aineiden arvostaminen on ongelmallista hintatason muuttuessa: Arvostetaanko alkuperäiseen hankintahintaan, käytön hetkellä vallitsevaan päivän hintaan, standardihintaan vai oletettuun tulevaan hintaan. (Tervonen 1992, s. 80; Järvenpää et al. 2010, s. 44)

Jakamisongelma sisältää kaksi ongelmaa: jaksotus- ja kohdistusongelman. **Jaksotusongelma** liittyy erityisesti pitkävaikutteisten tuotannontekijöiden jaksotukseen. **Kohdistusongelma** käsittää tuottojen ja kustannusten kohdistamista toiminnoille, tuotteille tai palveluille. (Neilimo ja Uusi-Rauva 2010 s. 42) Esimerkiksi tuotantolaitoksen vuokratkustannukset on vaikea kohdistaa tuotteille ja asiakkaille, kun samoissa tiloissa valmistetaan useita erilaisia tuotteita. (Järvenpää et al. 2010, s. 46) Aiheuttamisperiaatteella on hallitseva merkitys jaksotus- ja kohdistusongelmien ratkaisussa. Laatukustannukset pyritään kohdistamaan sille kaudelle, jona ne ovat syntyneet sekä niille kohteille, jotka ovat virhekustannuksia aiheuttaneet. (Huusari 1995, s. 30)

Luotettavuus- eli **realibiliteettiongelma** liittyy siihen, että joudutaan käyttämään subjektiivisia arvoja objektiivisten arvojen sijaan. Luotettavuus on hyvä, kun mittaustulos on sama mittauksesta ja mittaajasta riippumatta. (Järvenpää et al. 2010, s. 46) Edelleen yritysten kyky mitata laatukustannuksia on usein niin heikko, ettei saatuihin tuloksiin voida luottaa. (Järvinen et al. 2001, s. 36)

Järvenpää et al. (2010, s. 46) toteavat, että informaation **validiteetti** eli käytettävyys on hyvä silloin, kun käyttäjä kokee informaation vastaavan käyttötarvetta. Tähän liittyen onkin tärkeää määritellä

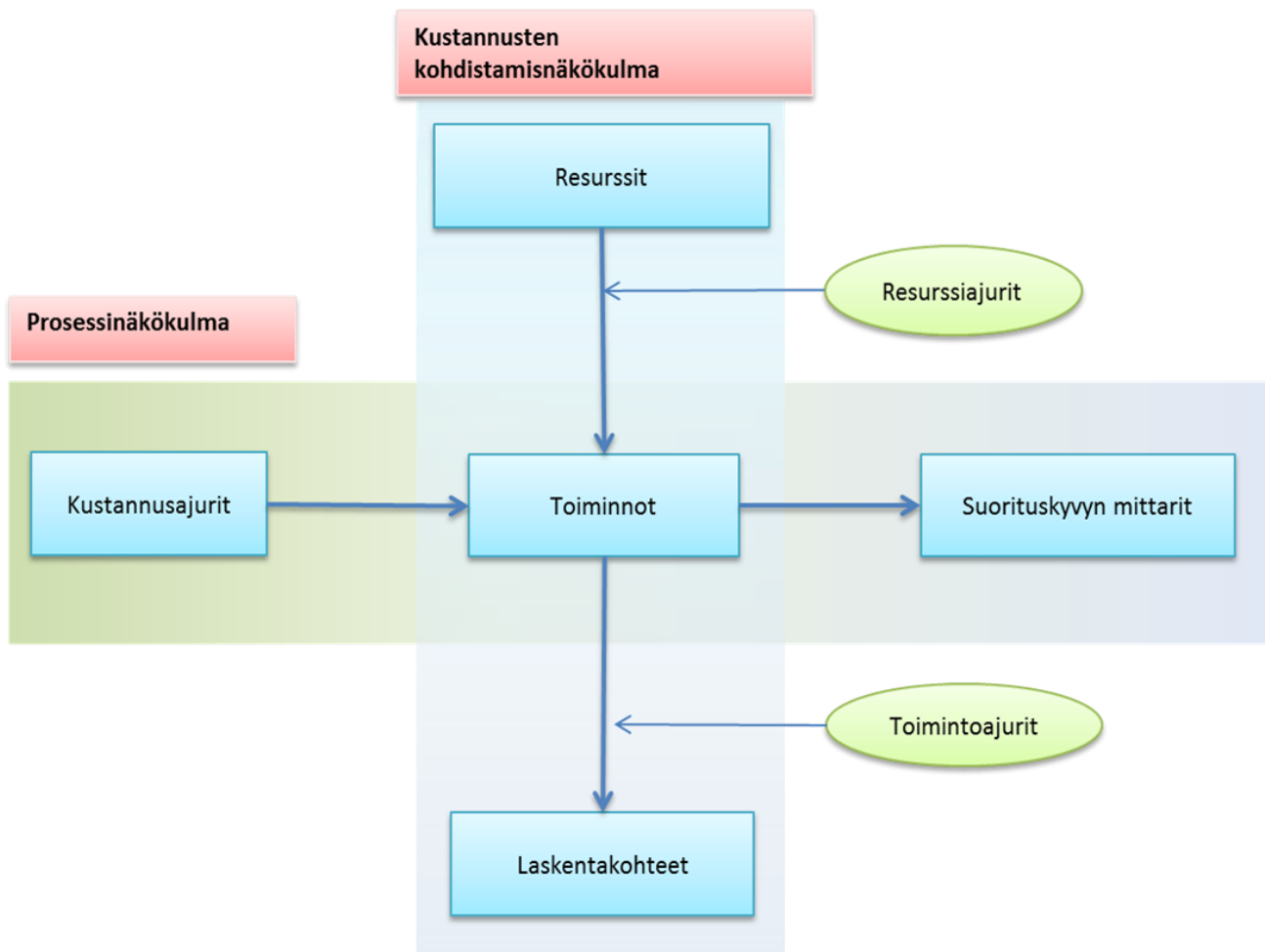
aluksi laskentatiedon käyttötarkoitus. (Järvinen et al. 2001, s. 36) Järvenpää et al. (2010, s. 47) toteavat myös, että informaation tulisi olla myös **olennaista** käyttäjän näkökulmasta, jotta otettaisiin ne asiat huomioon, jotka ovat merkityksellisiä esimerkiksi päätöksentekijän kannalta.

4.2 Toimintolaskennan soveltaminen laatukustannusten mittaamiseen

Yleiskustannusten osuus on kasvanut, koska automaation ja tietokoneiden käyttö prosessien ohjauksessa on lisääntynyt. On erityisen tärkeää kohdistaa yleiskustannukset oikein, jotta niitä voitaisiin hallita ja vähentää. (Campanella 1999, s. 65) Edelleen suuri osa laatukustannusten mittaamenetelmistä on prosessisuuntautuneita. Tavanomainen kustannuslaskenta jakaa laatuun liittyvät kustannukset ensin yleiskustannuksiksi, jonka jälkeen ne kohdistetaan kustannuspaikkojen kautta tuotteille ja palveluille. (Tsai 1998, s. 719-720) Perinteinen kustannuspaikkalaskenta soveltuu sellaiseen toimintaympäristöön, missä ei-arvoa lisäävien toimintojen eli yleiskustannusten osuus on suhteellisen pieni. Tällöin mahdollisen volyyminvirheen todennäköisyys on vähäinen. (Tsai 1998, s. 728)

Toimintolaskennan tavoite on parantaa kustannustehokkuutta keskittymällä avain asemassa oleviin kustannustekijöihin, mikä helpottaa laatukustannusten tunnistamista organisaatioissa. (Campanella 1999, s.58) Toimintolaskennassa organisaation resurssien käyttöä tarkastellaan toiminnoittain. Toimintojen suorittamisesta syntyneet kustannukset kohdistetaan kustannusajureita käyttäen eri laskentakohteille. (Järvenpää et al. 2010, s. 128)

Toimintolaskennan ajatusmallia on sovellettu laatukustannuslaskentaan. Tsai (1998, s. 720) esittää toimintolaskentaan perustuvan 2-ulotteisen kustannusmallin. Malli on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. 2-ulotteinen toimintolaskentamalli (Tsai, 1998, s. 728 ; Turney, 1994, s. 83)

Malli yhdistää kustannusten kohdistamisnäkökulman ja prosessinäkökulman. Kustannusten kohdistamisnäkökulma kuvaa sitä, miten kustannukset kohdistetaan eri laskentakohteille. Ensimmäisessä vaiheessa resurssit (työntekijät, koneet yms.) kohdistetaan toiminnoille käyttäen resurssiajureita. Resurssiajuri on resurssin käytön mitta ja sen kustannusten kohdistamisperuste voi olla esimerkiksi työaika. Toisessa vaiheessa toimintojen aiheuttamat kustannukset kohdistetaan toimintoajureita, kuten reklamaatioiden lukumäärää käyttäen laskentakohteille. (Tsai 1998, s. 729-730)

Ehkäisevä kunnossapito, laatu koulutus, takuutoiminnot sekä erilaiset uudelleen tekemiset ovat esimerkkejä toiminnoista sovellettaessa toimintolaskentaa laatu kustannusten määrittämiseen. (Tervonen 1992, s. 93)

Toimintolaskentamallin toinen ulottuvuus liittyy prosessin tarkkailuun. Tätä on kuvattu kuvan vaaka-akselilla. Prosessinäkökulma tuottaa tietoa toiminnoissa tehdystä työstä ja työn suhteesta muihin toimintoihin. Prosessi käsitetään sarjana toisiinsa liittyvinä toimintoina, jotka tähtäävät yhteiseen päämäärään. (Turney 1994, s. 83)

Kustannusajurit ovat tekijöitä, jotka määrittävät toiminnon suorittamiseen tarvittavan työmäärän. Ne kertovat yritykselle, miksi jokin toiminto suoritetaan. Yhteen toimintoon saattaa liittyä useita kustannusajureita. (Tsai 1998, s. 730)

Suoritemittarit kuvaavat toiminnoissa tehtyä työtä ja saavutettuja tuloksia. Suoritemittarit kertovat, kuinka hyvin jokin toiminto on suoritettu. Mittarit kuvaavat myös toiminnon tehokkuutta: toiminnon suorittamiseen kulunutta aikaa ja tehdyn työn laatua. (Turney 1994, s. 88-91)

5 TEOLLISUUDEN KUNNOSSAPITOPALVELUT

5.1 Määritelmä

Yritykset hankkivat käyttöönsä käyttöomaisuutta eli erilaisia koneita, rakennuksia ja maa-alueita. Käyttöomaisuus on väline saada aikaan tuotteita ja palveluksia, joita yritys myy eteenpäin asiakkailleen. Myynnistä saaduilla tuloilla yritys maksaa liiketoiminnasta aiheutuneet kulut ja saa liikevoittoa. Kun käyttöomaisuutta käytetään tehokkaasti, yritys saavuttaa monia etuja: yrityksen kannattavuus ja kilpailukyky paranevat ja investointitarve pienenee. (Kunnossapito ry 2004, s. 9)

Kunnossapito on eri toimenpiteiden toimintakokonaisuus, jonka tehtävänä on pitää kohde toimintakunnossa tai palauttaa kohde haluttuun toimintakuntoon. Kohteen tulisi toimia luotettavasti ja esiintyvät viat tulisi korjata samalla halliten ympäristö- ja turvallisuusriskit. Kunnossapito on toimialoista riippumatonta toimintaa ja sitä tarvitaan kaikkialla, missä koneita ja laitteita käytetään. Taulukko 1 havainnollistaa kunnossapidon poikkitieteellisyttä. Teollisuuden toimialat kuvaavat erilaisiin teknologioihin perustuvaa prosessiosaamista. Vaaka-tason prosessit kuvaavat toimialasta riippumattomia toimintoja esimerkiksi johtamista, taloushallintaa ja markkinointia. Vaikka kunnossapito on samankaltaista toimialan eri yrityksissä, käytännön toimet saattavat poiketa toisistaan huomattavasti. Vaikka taulukossa on vain teollisuuden toimialoja, siihen voidaan lisätä myös ei-teollisuuden toimialoja kuten terveydenhoito ja yhteiskunnan palveluiden tuotanto. (Kunnossapito ry 2004, s. 11)

Taulukko 1. Kunnossapidon poikkitieteellisyys

Teollisuuden toimialat

METSÄ	METALLI	KEMIA	ELINTARVIKE	GRAAFINEN	ENERGIA	TEKSTIILI JA MUUT
Liikkeenjohto, johtaminen, talousasiat						
Markkinointi ja myynti						
Logistiikka						
Kunnossapito						
Henkilöstöhallinta						

SFS-EN 13306: ”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon”. (SFS 2001)

Suomen standardointiyhdistys on määritellyt kunnossapidon seuraavasti: “Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnan sen koko elinjakson aikana” (PSK 6201)

Ben-Dayana ja Duffuan (1995, s. 20) mukaan kunnossapito on yrityksen organisaation yksi osa-alue, joka toimii rinnan tuotannon kanssa. Tuotannon ensisijainen tavoite on tuottaa haluttu tuote. Kunnossapito vaikuttaa tuotantoon hallitsemalla kapasiteettia ja kontrolloimalla tuotoksen laatua ja määrää. Khan ja Darrab (2010, s. 342) määrittelevät kunnossapidon seuraavasti: kunnossapito ei ole vain laitteiden ja koneiden ylläpitoa, vaan se on myös laadun ja tuottavuuden parantamista sekä nopeampaa ja luotettavampaa suorituskykyä. (Varastot supistuvat ja käyttökustannukset alenevat.) Nykyisessä kilpailussa ympäristössä on kiinnitettävä entistä enemmän huoltoon, laatuun ja tuottavuuteen.

5.2 Historia

Teollisuuden aikakausi ulottuu pitkälle historiaan, mutta kunnossapidon historia on lyhyt. 1960-luvulle saakka kunnossapito käsitti vain rikkoutuneen laitteen korjaamisen nopeasti. Kunnossapidon tehokkuutta mitattiin siten, että kuinka nopeasti kunnossapidon henkilökunta sai rikki menneen koneen käyntiin. (Laine 2010, s. 105)

Kunnossapito on perinteisesti nähty yrityksessä vain kustannustekijänä. Kunnossapitoa on pidetty ainoastaan kuluja synnyttävänä välttämättömänä pahana, joka synnyttää kuluja olematta tuottava. Kunnossapitoa on ohjattu tekniikkalähtöisesti. Yrityksessä on ollut valmiudessa kunnossapito henkilökuntaa odottamassa mahdollista teknistä häiriötä. (SCEMM 1996, s. 30).

Modernin tuotantolaitoksen kunnossapidon rooli on nykyisin entistä tärkeämpi. Kunnossapito on voittoa tuottava liiketoiminnan elementti. Jotta pystytään toimimaan taloudellisesti ja tehokkaasti,

on parempi välttää koneiden teknistä häiriötä kuin korjata niitä. Suunnittelemattomasta toiminnasta on siirrytty suunniteltuun ja systemaattiseen toimintaan. (Sharma & Yadana 2011, s. 6)

Uudempana näkemyksenä on tullut tuottava kunnossapito (Total productive maintenance eli TPM). Kun yritykset panostavat alhaiseen sidottuun pääomaan ja korkeaan laatutasoon, tuotanto on herkkä häiriötekijöille. Kun tuotannossa ilmenee ongelmia ja tuotanto seisoo, vaikutus näkyy suoraan toimituspuolella. Kunnossapito vaikuttaa tuotantokustannuksiin ja tuottoihin kannattavuutta edistävänä tekijänä. (SCEMM 1996, s. 31)

Seuraavassa on listattu erilaisia kunnossapitostrategioita eri vuosikymmeniltä.

Taso 0: Ajetaan rikkoutumiseen asti

Taso 1: Määräaikaishuollot

Taso 2: Kuntoon perustuva kunnossapito

Taso 3: Kunnossapito-ongelmien vähentäminen suunnittelulla

Taso 4: Tarvepohjainen kunnossapito

Erilaisia kunnossapitostrategioita (Laine 2010, s. 105-106)

Taso 0 ajattelutapa vallitsi 1960-luvulla, jolloin koneita ajettiin rikkoutumiseen asti. Korjaustyöt tehtiin kiireesti, seisokit olivat pitkiä ja korjauskustannukset korkeat. Tason 1 strategia vallitsi 1970-luvulla. Silloin kunnossapito oli etukäteen suunniteltu ja huoltotyöt sisälsivät töiden listauksen ja raportoinnin sekä varaosat koneeseen vaihdettiin määräajoin. Tämä vei paljon turhaa aikaa ja rahaa. 1980-luvulla tason 2 strategia tarkoitti sitä, että kunnossapito perustui laitteiden kuntoon ja laitteet tarkastettiin määräajoin. Suunnittelematon rikkoutuminen väheni huomattavasti. Hyvät yrityksen käyttävät tason 3 mallia. Tällä tasolla tason 2 lisäksi kiinnitettiin huomiota ongelmien eliminoimiseen suunnittelussa. Taso 4 mallissa korostuu käyttäjän ja kunnossapidon yhteistyö. Molemmat osa-alueet vaikuttavat yhdessä tulevien laitteiden ja koneiden valintaan sekä teknisiin ratkaisuihin. Ennakoivat käytön muutokset huomioitiin laitteen modernisoinnilla. (Laine 2010, s. 105-106)

5.3 Osa-alueet

Kunnossapito on perinteisesti jaettu ehkäisevään, parantavaan ja korjaavaan kunnossapitoon. Tähän on otettu mukaan myös tuottava kunnossapito, vaikka se ei kuulu perinteiseen jaotteluun. Kuvassa 6 esitellään kunnossapidon eri osa-alueet.

Ehkäisevän kunnossapito (preventive maintenance, PM) tavoitteena on estää ennalta suunnitelluilla toimenpiteillä yllättävät koneen rikkoutumiset ja käyttökatkokset. Korjaava kunnossapito (corrective maintenance CP) jaetaan suunniteltuun korjaamiseen eli kunnostamiseen ja suunnittelemattomaan korjaamiseen. Käytännössä suunniteltu korjaaminen on sama asia kuin ehkäisevä kunnossapito. (Löfsten 1999, s. 716) Parantava kunnossapidon (modernization, upgrading) tavoitteena on lisätä koneiden suorituskykyä, käytettävyyttä ja turvallisuutta. Laitteiden modernisoinnit katsotaan yleensä kuuluvan parantavaan kunnossapitoon. (ABB:n TTT-käsikirja 2000–2007, s. 3). Tuottava kunnossapito on ennemminkin kunnossapito strategia tai -filosofia. Siinä on ideana, että koneelle luotaisiin mahdollisimman optimaaliset toimintaolosuhteet ja niitä ylläpidettäisiin. (Kunnossapito ry 2004, s. 92)



Kuva 6. Kunnossapidon eri osa-alueet

Ehkäisevä kunnossapito

Weinsteinin, Vokurkan ja Gramaninin (2009, s. 499) mukaan ehkäisevä kunnossapito on etukäteen suunniteltua korjaus- ja parannustoimintaa, jota tehdään koneiden käydessä ja häiriöseisokkien yhteydessä. Tarkoituksena on alentaa kunnossapidon kustannuksia ja parantaa kannattavuutta. Ehkäisevän kunnossapidon keinoin pyritään saamaan prosessien luotettavuus tasolle täysin varma, vaikkakin aina ei ole taloudellisesti järkevää asettaa varmuustasoa liian korkealle, vaan matalampi varmuustaso usein riittää. Turvallisuus- ja ympäristöasiat on pohdittava erikseen. Ehkäisevä

kunnossapito voidaan vielä jakaa kolmeen eri alueeseen: jaksotettu kunnossapito, kunnonvalvonta ja ennustava kunnossapito. (Kunnossapito ry 2004, s. 59)

Korjaava kunnossapito

Kun koneesta hajoaa jokin osa, se korjataan kuntoon korjaavan kunnossapidon keinoin. Korjaavan kunnossapidon suoritusajkoja apua käyttäen voidaan laskea osan tai komponentin elinaika. Niin kuin edellä jo mainittiin, korjaava kunnossapito voi olla joko suunniteltua korjaamista eli kunnostusta tai suunnittelematonta eli korjaavaa kunnossapitoa jonkin ennalta arvaamattoman häiriön takia. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyy seuraavanlaisia toimenpiteitä: vian määrittäminen, tunnistaminen ja paikallistaminen, sekä korjaus, väliaikainen korjaus ja toimintakunnon palauttaminen. (Kunnossapito ry 2004, s. 39)

Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito jaetaan kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä pääryhmässä kohteen suorituskykyä ei varsinaisesti muuteta, mutta koneen rakenteita muutetaan käyttämällä uudempia osia kuin alkuperäisessä koneessa. Toinen pääryhmä koostuu koneen uudelleensuunnittelusta ja korjauksesta epäluotettavuuden parantamiseksi. Tarkoituksena ei ole muuttaa suorituskykyä, vaan parantaa koneen toimintaluotettavuutta. Kolmannen ryhmään kuuluu koneen modernisointi niin, että koneen suorituskyky paranee ja yleensä myös valmistusprosessia uudistetaan. Kolmannen ryhmän tilanne esiintyy yleensä pitkän elinkaaren omaavilla laitteilla esimerkiksi paperikoneilla. (Kunnossapito ry 2004, s. 40)

Tuottava kunnossapito

Total Productive Maintenance eli TPM tarkoittaa koko yrityksen kattavaa kunnossapitostrategiaa. TPM on kehitetty Japan Institute of Plant Maintenance:ssa. TPM vaikuttaa koko organisaation toimintaan ja sillä tavoitellaan koko laitoksen korkeaa käyntiastetta ja tuottavuutta. TPM:n käyttöönotto kestää pitkään ja koko organisaation on sitouduttava siihen. Haluttuja tuloksia ei siis saavuteta keskittymällä ainoastaan päivittäiseen kunnossapitoon. TPM:n eri elementtejä, eli mitä tulee ottaa huomioon, on listattu seuraavassa:

1. Kunnossapitotyön vähentäminen hankintatyön ja suunnittelun välissä
2. Koneita kehittävä kunnossapito
3. Laatua parantava kunnossapito
4. Ennaltaehkäisevä kunnossapito ja kunnon valvonta
5. Korjaava kunnossapito toimintahäiriön sattuessa
6. Mittaaminen
7. Raaka-aineen käyttösuhteen parantaminen
8. Koulutus
9. Työympäristön siisteys
10. Henkilöstön aktiivisuus (Laine 2010, s. 42–44)

6 LAATUKUSTANNUSTEN LUOKITTELU JA MITTAAMINEN KUNNOSSAPIDOSSA

6.1 Case 1

Antti Piispan diplomityö (2011) Teollisuuden kunnossapitopalveluiden kustannusmalli yritysverkostossa toimii yhtenä lähteenä tässä työssä. Diplomityössä luotiin kustannusmalli kunnossapitopalveluille päätöstilanteiden tueksi ja mallia testattiin pienessä yritysverkostossa. Yritysverkosto toimii metsäteollisuuden parissa ja siinä on mukana kolme eri yritystä: Sellutehdas, Laitetoimittaja ja Kunnossapitoyhtiö. Kunnossapitoprosesseja tutkittiin tapaustutkimuksen keinoin. Tapauksia oli kolme ja kaikki liittyivät sellun valmistusprosessin eri vaiheisiin. Tässä kandidaatintyössä keskitytään vain kunnossapidosta aiheutuneisiin laatukustannuksiin.

DD-pesurien ja kuivauskoneen kunnossapidosta aiheutui laatukustannuksia. Kolmas diplomityössä esitelty prosessi on hakun terien kunnossapito, mutta siitä ei aiheutunut laatukustannuksia. Kustannuserät esitetään prosentuaalisesti eli kustannuserän aiheuttama osuus kunnossapidon kokonaiskustannuksista.

DD-pesurien kunnossapidon luokittelu

DD-pesurien kunnossapitoa tutkitaan Sellutehtaan, Kunnossapitoyhtiön ja Laitetoimittajan välillä. Sellutehdas ja Kunnossapitoyhtiö ovat asiakkaita. Pesurit vikaantuvat harvoin, joten kunnossapito on enimmäkseen ennakoivaa kunnossapitoa. Kunnossapidon tavoitteena on käytettävyys, tehokkuus ja laatu. Laatukustannuksia syntyy kunnossapitoyhtiölle 2,8 % kokonaiskustannuksista. Kustannuksia syntyy aikataulujen venymisistä ja hätiköinnistä.

Mittaaminen

DD-pesurien vähäisestä vikaantumisesta johtuen kunnossapito on pääosin ennakoivaa kunnossapitoa. Kunnossapitoyhtiö seuraa pesurien päivittäistä toimintaa ja kirjaa ylös havaitut puutteet ja pienet vauriot. Pesurit huolletaan pääasiassa vuosihuoltoseisokin aikana. Vuosihuolto on vuoden välein suoritettava suuri kunnossapitotoimenpide. Laitetoimittaja tutkii ja tekee mittauksia kaksi kuukautta ennen vuosihuoltoseisokkia ja mittaustulosten perusteella kartoittaa tarvittavat huoltotoimenpiteet.

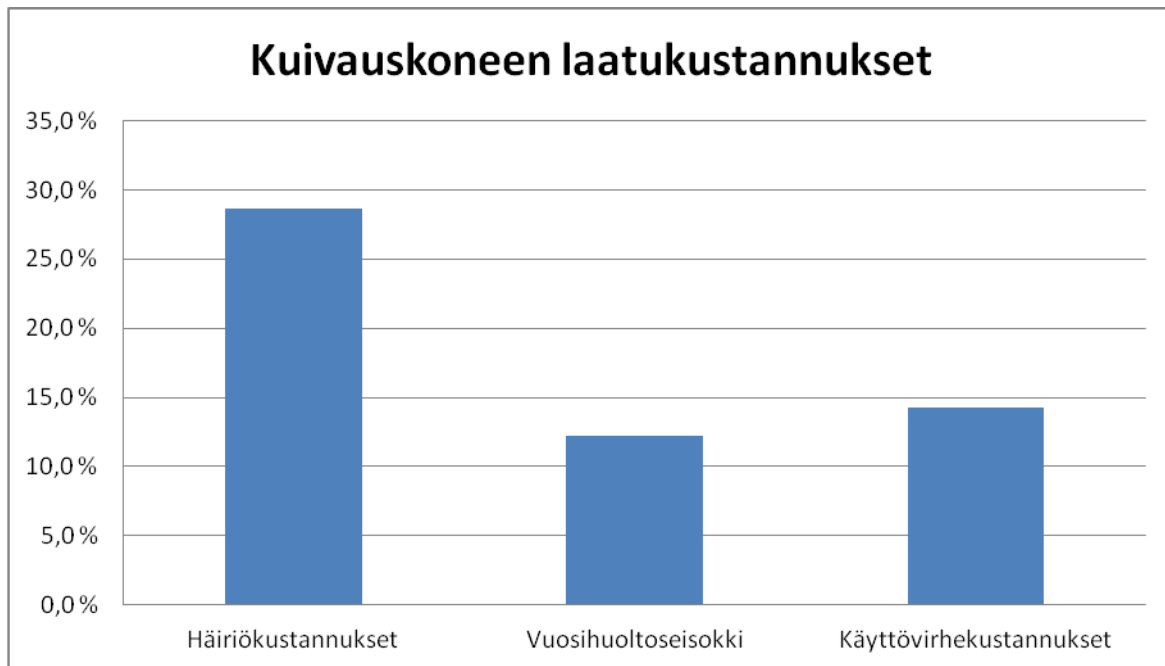
Kuivauskoneen kunnossapidon luokittelu

Kuivauskoneen kunnossapitoa tutkitaan Kunnossapitoyhtiön ja Sellutehtaan välillä. Kunnossapitoyhhtiö suunnittelee vuosittaisen toimintasuunnitelman tehtaalle. Jos tehtaalle on tarve tehdä suuria korjauksia tai operatiivisia investointeja, Kunnossapitoyhhtiö ja Sellutehdas laativat erikseen suunnitelmat suuremmista hankkeista.

Vuosittainen kuivauskoneen kunnossapito koostuu:

- vuosihuoltoseisokista
- huoltoseisokista
- ennakkohuolloista ja mittauksista
- käynninaikaisesta huollosta
- häiriökorjauksista

Kuivauskoneen suurin kunnossapidon kustannusluokka on laatukustannukset, yhteensä 55,2 % kokonaiskustannuksista. Laatukustannukset aiheutuvat Sellutehtaan menetetyistä tuotannosta eli seisokkien aikana ja käyttövirheiden seurauksena. Vuosihuolto-, huolto- ja häiriökorjaukset kuuluvat seisokkeihin. Menetetty tuotanto on kustannus, joka on laskettu menetettyjen myyntikatteiden avulla kyseisenä tuotannon hetkenä. Jos sellun hinta ja kysyntä ovat korkealla, tuotannon menetykset ovat suurempia. Kuvaan 7 on koottu kuivauskoneen aiheuttamia laatukustannuksia ja tulokset on saatu vuodelta 2009 ja silloin tuotannon menetykset olivat tavanomaista suuremmat. Seisokit aiheuttivat tuolloin yhteensä 40,9 % kokonaiskustannuksista, josta häiriökustannusten osuus oli 28,7 % ja vuosihuoltoseisokkien 12,2 %. Käyttövirhekustannukset olivat 14,3 % kokonaiskustannuksista.



Kuva 7. Kuivauskoneen aiheuttamat laatukustannukset

Mittaaminen

Sellutehdas pystyy ennakoimaan ainoastaan vuosihuoltoseisokin aiheuttaman tuotannon menetyksen, joka on 12,2 % kokonaiskustannuksista. Vuosihuoltoseisokkiin kuuluu ennalta sovitut ennakkotyöt (säiliön tyhjennys ja siivous) sekä korjaus- ja huoltotoimenpiteet. Vuosihuoltoseisokki on luonteeltaan ennakoivaa kunnossapitoa, joten sen vuoksi aiheutuneet kustannukset pystytään pitämään kurissa. Vuosihuoltoseisokin aiheuttamia laatukustannuksia mitataan ennen alasajoa tehtävillä laskelmilla ja arvioilla seisokin pituuden ja tarvittavien huoltotoimenpiteiden mukaisesti. Huoltoseisokki on myös ennalta suunniteltu korjaus- ja huoltotyö. Se tehdään, jotta kuivauskoneesta ei tulisi pullonkaulatekijä. Muita kuivauskoneen aiheuttamia laatukustannuksia on vaikea mitata ja arvioida etukäteen niiden yllättävyyden vuoksi. Laatukustannuksia syntyy huomattava määrä häiriökorjauksista. Häiriökorjauksia joudutaan tekemään jonkin yllättävän vian ilmetessä. Jos häiriötä tulee, on vika saatava korjattua mahdollisimman nopeasti. Jos vikaa ei saada korjattua, joudutaan koko tehtaan tuotanto ajamaan alas ja kustannukset kasvavat.

6.2 Case 2

Työn toisena case yrityksenä käytetään karkkeja ja makeisia valmistavaa yritystä, Makeisyritystä. Case esimerkki on saatu Khanin ja Darradin (2010, s. 341) kirjoittamasta artikkelista ja päämääränä siinä on ollut kunnossapidon, laadun ja tuottavuuden yhteyden selvittäminen. Artikkelissa huomioidaan laatukustannusten ja kunnossapidon lisäksi myös tuottavuus näkökulma. Tehtaalla on ollut ongelmia tuotannon, tuotantoprosessien, kunnossapidon ja laadun hallitsemisessa pidemmän aikaa. Näiden ongelmien vuoksi tehtaalla laitteet hajoavat usein ja niillä on alhainen käytettävyys, tuotteilla on huono laatutaso eli laadun puutekustannukset ovat korkeat ja kaikkien summana tehtaalla on huono tuottavuus. Tehtaan johto on reagoinut ongelmiin lisäämällä panostusta kunnossapitoon ja laatuun ja näin ollen tuottavuus on kasvanut.

Kunnossapito-osasto:

Korjaava kunnossapito koostuu korjaamalla yllättäen rikkoutuneita komponentteja kuten pieniä elektronisia ohjausyksiköitä, moottoreita, laakereita ja rullia. Ennakoivassa kunnossapidossa tehdas suljetaan kerran viikossa kymmenen tunnin ajaksi. Silloin koneistot puhdistetaan, öljytään, voidellaan ja kuluneet osat vaihdetaan uusiin. Huoltoa tehdään usein, sillä monet komponentit hajoavat tai vaativat puhdistusta tahmean ja kuumen karkkimassan vuoksi.

Laadunvalvonta:

Tehtaalla on tarkat laatumääritykset johtuen elintarvikkeiden käsittelystä. Yrityksellä on käytössä HACCP-järjestelmä (Hazard Analysis and Critical Control Points), joka on hygienian tukijärjestelmä. Järjestelmän avulla pystytään pysäyttämään terveysturvaa aiheuttavien tuotteiden joutuminen kuluttajille. Laadun tarkastukseen kuuluu raaka-aineiden laadun tarkastaminen, karkkimassasta mitattavat lämpötila, väri, kiilto ja maku sekä erilaiset mikrobiologiset testit. Nämä kaikki mainitut laatuosaston mittaukset eivät suoraan ole riippuvaisia kunnossapidosta. Esimerkiksi raaka-aineen ominaisuudet eivät johdu kunnossapidon toimista vaan esimerkiksi tavarantoimittajasta ja varastoinnista.

Luokittelu

Laatukustannuksia aiheuttavat tehtaan seisokit johtuen korjaavasta ja ehkäisevästä kunnossapidosta. Kunnossapitoon on panostettava usein, jotta makeisten laatu ei kärsisi, eikä koneen osiin muodostuisi bakteerikasvustoja. Jos kunnossapitoon ei panosteta, terveydellisten haittojen lisäksi makeisten ulkoiset ominaisuudet kärsivät. Jos konetta ei ole tarpeeksi huollettu ja siinä ajetaan makeismassaa, on pilalle mennyt makeismassa heitettävä pois, mistä kertyy hävikkiä. Yrityksellä on ollut ongelmia lopputuotteen laadun kanssa, joten ulkoisia laatukustannuksia aiheutuu uudelleen tehdystä työstä ja asiakkaiden reklamaatioista.

Mittaaminen

Yritys on alkanut tutkia ongelmakohtiaan. Kunnossapitoon on laitettu entistä enemmän rahaa, jotta tuote vastaisi laatustandardeja. Artikkelin alkuperäinen tarkoitus oli luoda yritykselle matemaattinen regressiomalli, jonka avulla yritys voisi hallita kustannuksiaan. Tässä kandidaatintyössä regressiomallia ei esitellä. Aineistoa mallia varten kerättiin vuoden ajan merkitsemällä ylös kuinka paljon kuhunkin osa-alueeseen panostettiin. Tuotantopuolella mitattiin tuotettu määrä kuukausittain, laatukustannukset kuukausittain ja kunnossapitoon panostetut työtunnit kuukausittain. Taulukossa 2 nähdään kunnossapidon ja laatuun panostetut työtunnit vuoden ajalta. Taulukosta nähdään, että kunnossapitoon on panostettu eniten syyskuussa ja laatuun on panostettu eniten joulukuussa.

Taulukko 2. Kunnossapidon ja laadun työtunnit kuukausittain (Khan & Darrab 2010, s. 343-344)

Kuukausi	Kunnossapitoon käytetyt tunnit	Laatuun käytetyt tunnit
Tammikuu	310	280
Helmikuu	325	274
Maaliskuu	338	287
Huhtikuu	388	276
Toukokuu	416	270
Kesäkuu	427	290
Heinäkuu	450	300
Elokuu	453	328
Syyskuu	460	338
Lokakuu	450	390
Marraskuu	432	422
Joulukuu	410	440

Taulukkoon 3 on kerätty kokonaistuotannon määrä suhdelukuna laskettuna eli tuotoksen määrä kiloina jaettuna panoksen määrä kiloina kerrottuna sadalla. Tuottavuus on ilmoitettu kuukausittain taulukossa 3 prosentteina mitattuna. Taulukosta voidaan havaita, että kokonaistuotanto on suurimmillaan loppuvuodesta ja tuottavuus on ollut korkeimmillaan syyskuussa

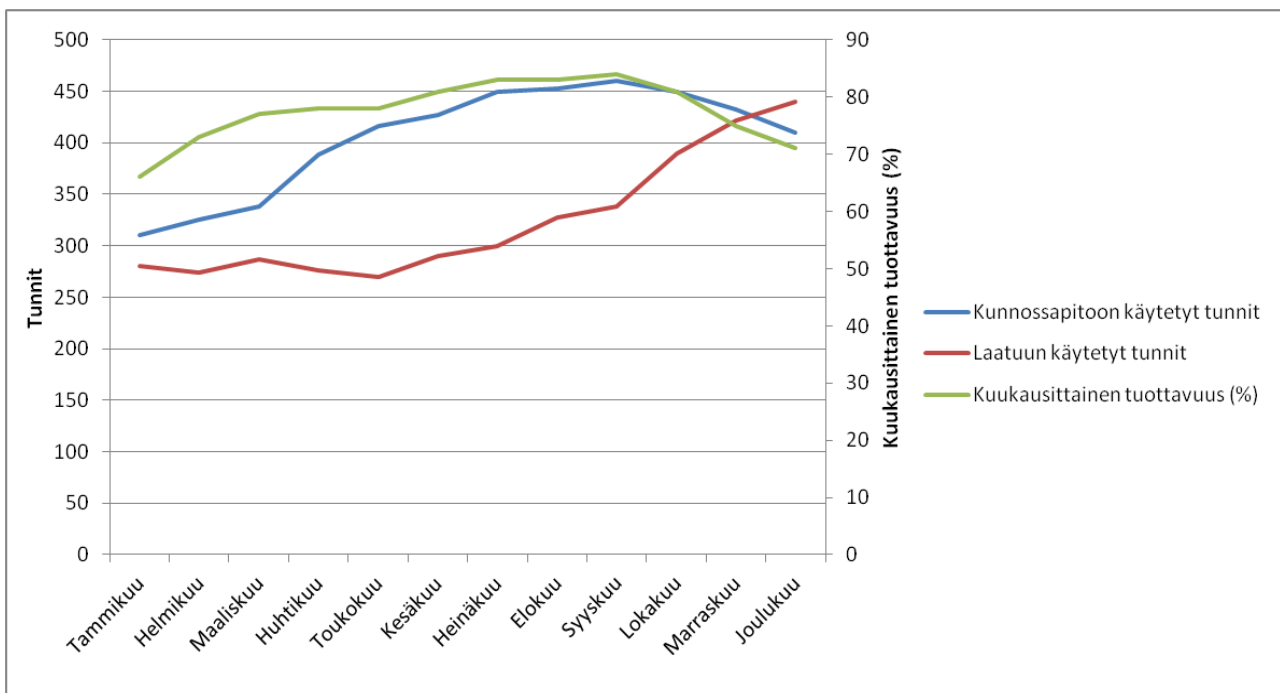
Taulukko 3. Kokonaistuotanto ja tuottavuudet kuukausittain (Khan & Darrab 2010, s. 344)

Kuukausi	Kuukauden kokonaistuotannon suhdeluku	Kuukausittainen tuottavuus (%)
Tammikuu	38,4270	66
Helmikuu	28,9169	73
Maaliskuu	34,2580	77
Huhtikuu	30,1490	78
Toukokuu	35,8070	78
Kesäkuu	30,5310	81
Heinäkuu	38,7250	83
Elokuu	40,4010	83
Syyskuu	40,8440	84
Lokakuu	33,1890	81
Marraskuu	45,3950	75
Joulukuu	42,6000	71

Kunnossapidon ja tuottavuuden välinen relaatio on positiivinen ja suoraviivainen. Se on esitelty taulukossa 5. Kuvasta voidaan havaita, että kun panostetaan enemmän kunnossapitoon myös tuottavuus kasvaa. Kun kunnossapitoon käytetyt tunnit pienenevät, alkaa tuottavuus laskea, koska tuotanto on niin herkkää ja kunnossapidosta riippuvaista.

Tutkimuksissa huomattiin, että laadun ja tuottavuuden välinen yhteys on negatiivinen. Tämä tarkoittaa sitä, että laatu huononee tuotannon kasvaessa, kun kunnossapidon panosta pidetään vakiona. Laatukustannukset kasvavat, kun tuotantoa on enemmän, koska syntyy katkoja ja hävikkiä. Kuitenkin, jos koneistoa huolletaan asianmukaisesti eli koneet toimivat moitteettomasti ja prosessi ei katkea, saadaan tuotantomääriä kasvatettua laadun siitä kuitenkaan kärsimättä.

Kuvasta 8 nähdään, että kun laatuun panostetaan enemmän loppuvuodesta, ei sillä ole suurta vaikutusta tuottavuuteen. Vain kunnossapitoon käytetyillä tunneilla on positiivinen vaikutus tuottavuuteen.



Kuva 8. Kunnossapidon, laadun ja tuottavuuden yhteys (Khan & Darrab 2010, s. 345)

6.3 Case 3

Kandidaatintyön kolmantena case esimerkkinä on Esa Huusarin (1995) tekemä diplomityö, Prosessijohtaminen ja laadun puutekustannukset teollisuusyrityksen toiminnan kehittämisen apuvälineinä. Diplomityön tarkoituksena oli selvittää laadun puutekustannusraportoinnin kehittämismahdollisuus toimintokohtaisen prosessijohtamistarkastelun avulla. Yhtenä työn tutkimuskohteena oli kuitulinja 1:n mekaaninen kunnossapito, johon sovellettiin toimintolaskentaa laadun puutekustannusten selvittämiseksi. Tässä kandidaatintyössä keskitytään vain kuitulinja 1:n puutekustannusten luokitteluun ja mittaamiseen toimintolaskennan avulla.

Luokittelu

Vuonna 1995 koko yrityksen kunnossapitokustannukset olivat 11,8 miljoonaa euroa. Laadun puutekustannuksia on n. 10 % kunnossapidon kokonaiskustannuksista eli n. 1,18 miljoonaa euroa. Laadun puutekustannuksia seurattiin työntekijöiden ajankäyttöseurannan avulla kahden viikon ajan. Laadun puutekustannukset jaoteltiin: ennaltaehkäisykustannuksiin, johon kuuluivat ennakkohuolto ja koulutus, sisäisiin virhekustannuksiin, johon kuului korjaaminen sekä ulkoiset virhekustannukset, joka käsitti odottamisen.

Mittaaminen

Mekaaninen kunnossapito muodosti suurimman osan kokonaiskustannuksista. Diplomityössä tutkittiin kuitulinjaa prosessinäkökulmasta soveltaen toimintolaskennan periaatteita, jotta saataisiin selvitettyä laadun puutekustannukset. Tarkastelussa olevien osastojen laitepaikka oli kohde, johon kunnossapidon eri toiminnot kohdistettiin. Toimintoja eli kustannuslajeja ovat korjaaminen, ennakkohoolto, uuden rakentaminen, odottaminen ja koulutus. Toimintoajurina oli aika mitattuna tunneissa. Toimintoajurin avulla kohdistettiin laskentakohteille (esimerkiksi laippa, pumput, putkistot, rakenteet ja osaston huolto) niiden käyttämä aika.

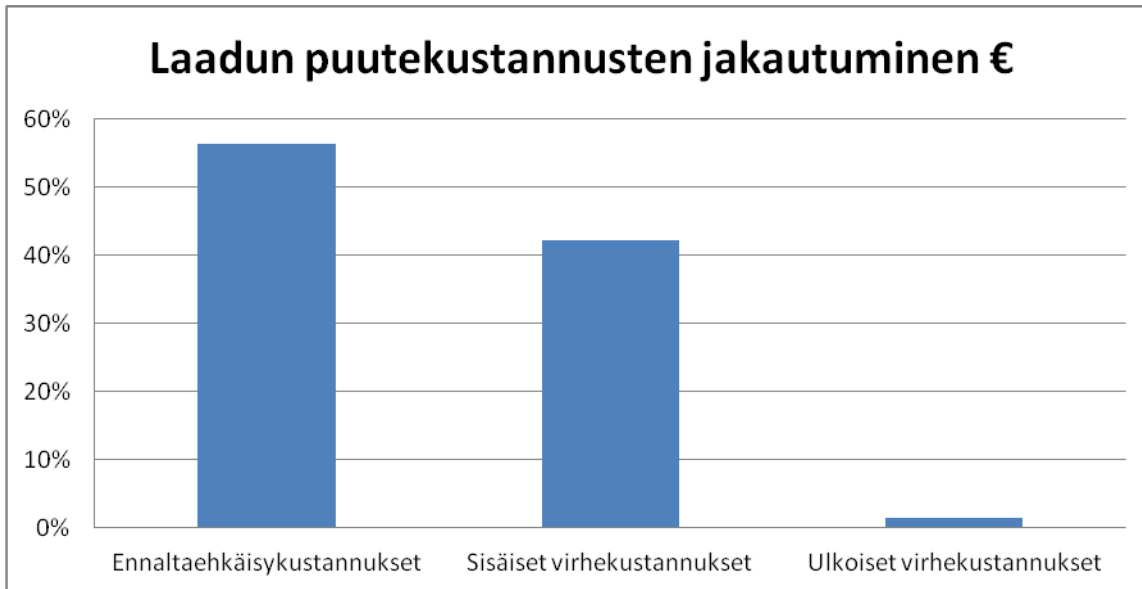
Osaston työaikaseuranta toteutettiin siten, että kunnossapitomestari keräsi seurantalomakkeelle neljän työntekijän tiedot työpäivästä. Kuvasta 9 huomataan, että ennakkohoolto ja korjaaminen veivät suurimman osan kunnossapitohenkilökunnan käyttämästä ajasta eli n. 73 %. Toiseksi eniten aikaa kuluttivat uuden rakentaminen ja koulutus n. 22 % ja vähiten työaikaa veivät odottaminen ja muu luokittelematon toiminto n. 5 %.



Kuva 9. Työntekijöiden ajankäyttö kunnossapito-osastolla

Kun tarkastellaan kuinka paljon rahaa laadun puutekustannukset aiheuttivat, huomataan kuvasta 10, että eniten euroja kuluttavat ennaltaehkäisykustannukset 56 % kokonaiskustannuksista, johon kuuluu ennakkohoolto ja koulutus. Sisäiset virhekustannukset aiheuttavat 42 %

kokonaiskustannuksista ja siihen kuuluu korjaaminen. Ulkoiset virhekustannukset ovat pienin osa, vain 1 %. Ulkoisia virhekustannuksia on odottaminen. Työntekijöiden ajankäytössä oli mukana uuden rakentaminen ja muu kunnossapito.



Kuva 10. Laadun puutekustannusten jakautuminen

Mekaanisen kunnossapidon ajankäyttöseuranta oli haastavaa. Osastolla todettiin, että jos vastaavaa seuranta halutaan tehdä, se kannattaisi toteuttaa viivakoodijärjestelmän avulla. Kullakin laitepaikalla olisi oma viivakoodinsa, johon työntekijä rekisteröisi laitepaikalla kuluttaman ajan ja toiminnon lajin. Toinen vaihtoehto olisi vikaseurantajärjestelmä, joka yrityksessä oli ollut käytössä, mutta sitä ei ole päivitetty. Yritys voisi saada kustannussäästöjä päivittämällä vikaseurantajärjestelmän, koska tuotantoprosessin vikoja voitaisi paremmin ennakoita.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Taulukkoon 4. on koottu, miten kolmessa edellä esitetystä Case-tapauksessa luokiteltiin kunnossapidon laatukustannuksia.

Taulukko 4. Yhteenveto Case-yritysten laatukustannusten luokittelusta.

	Ehkäisy	Ylläpito	Sisäiset virheet	Ulkoiset virheet
CASE 1				
DD-Pesurit			Aikataulujen venyminen Hätiköinti	
Kuivauskone	Seisokit, Ennakkohuolto	Mittaus	Häiriökorjaus	
CASE 2				
Makeisyritys	Seisokit		Uudelleen tehty työ Hävikki	Reklamaatio
CASE 3				
Kuitulinja 1	Ennakkohuolto Koulutus		Korjaaminen	Odottaminen

Taulukosta nähdään, että seisokit luokitellaan usein ehkäisykustannuksiin, mutta seisokit saattavat sisältää usein myös ylläpitokustannuksiin kuuluvia eriä, kuten huoltotyön tarkistaminen tai valvominen. Case 2:ssa todettiin, että laatukustannukset kasvavat, kun lisätään tuotantoa kunnossapitokustannusten pysyessä vakiona. Tämän vuoksi tulisi kasvattaa ehkäisykustannuksia eli ehkäisevän kunnossapidon osuutta, jottei ulkoisia ja sisäisiä virhekustannuksia pääsisi aiheutumaan.

Case-yritys 1 huomioi kuivauskoneen kohdalla mittauksesta aiheutuvat kustannukset, jotka luokitellaan laadun ylläpitokustannuksiksi. Case-yritys 2 ja Case yritys-3 mittasivat myös laatukustannuksia, mutta eivät esittäneet mittaamisen aiheuttavan kustannuksia.

Kaikki Case-yritykset esittävät korjaamisen aiheuttavan laatukustannuksia. Korjaaminen saattaa aiheuttaa myös ulkoisia virhekustannuksia, kuten myynnin menetystä, jos korjaustyön kesto pitenee, eikä tuotteita saada toimitettua ajoissa asiakkaille. Tätä ei ole kuitenkaan huomioitu Case-yrityksissä.

Ainoastaan Case-yritys 2 luettelee hävikin kunnossapidon laatukustannuksiin. Hävikki saattaa olla vaikeasti mitattavissa DD-pesurien, kuivauskoneen ja kuitulinja 1:n kohdalla, eikä sitä siksi esitetä Case-tapauksissa.

Case-yritys 1 ei esitä kunnossapidon aiheuttavan ulkoisia virhekustannuksia. Sen sijaan Case-yritys 2 esittää reklamaatioiden ja Case-yritys 3 esittää odottamisen aiheuttavan laatukustannuksia. Case-yritys 2 ei kuitenkaan erittele sitä, mikä osa reklaamaatioista johtuu huonosta kunnossapidosta. Työntekijätkin voivat tehdä virheitä, jotka vasta asiakas huomaa, mikä aiheuttaa ulkoisia virhekustannuksia. Case-yritys 3 näkee, että kunnossapidolle aiheutuu ulkoisia virhekustannuksia, jos asiakas (Sellutehdas tai Laitetoimittaja) joutuu odottamaan, koska kunnossapito kestää odotettua kauemmin.

Mittaaminen oli toteutettu jokaisessa case tapauksessa jälkeenpäin, kun tiedettiin tarkasti panostukset ja ajankäyttö. Ennakoivaa kustannusten laskentaa tehtiin Case 1 molemmissa tapauksissa tekemällä laskemia vuosihuoltoseisokkia varten. Mittauksia tehtiin hyvissä ajoin ennen suunniteltua seisokkia kartoittaen tarvittavat huoltotoimenpiteet. Case 1 kuivauskoneen kustannuksista pystyttiin ennakoimaan realistisesti ainoastaan tuotannon menestys. Tuotannon menetykset on helppoa laskea, kun tiedetään kuinka kauan laitos on seisokissa ja kuinka paljon seisokin aikana yleensä tuotetaan. Myös Case 2:lla ja 3:lla oli ennakoiva arvio kunnossapidon aiheuttamista laatukustannuksista.

Vain Case 3:ssa oli hyödynnetty toimintolaskentaa, jolloin saatiin tarkemmin kohdistettua kustannukset aiheuttajalle. Näin saatiin parempi kuva siitä, kuinka paljon todellisuudessa tietty osa-alue kulutti panoksia.

Tuloksista päätellen ehkäisykustannuksia ja osittain sisäisiä virhekustannuksia on helpoin mitata. Yritykset ovat valmiiksi arvioineet, kuinka paljon kustannuksia aiheutuu seisokeista. Yrityksissä seurataan myös kustannuksia, jotka aiheutuvat sisäisistä virheistä. Sen sijaan yritysten on vaikea tunnistaa ulkoisia virhekustannuksia. Monet niistä ovat piilossa laskennalta esimerkiksi myynnin menetykset.

8 YHTEENVETO

Kirjallisuudesta löytyy kattavasti teoriaa monien vuosikymmenten takaa laadusta ja laatukustannuksista sekä niiden luokittelusta. Myös kunnossapito on paljon tutkittu alue. Laatu nähdään yrityksissä kriittisenä menestystekijänä, ja sen tiedetään aiheuttavan kustannuksia. Kuitenkin kunnossapidon toimialalta on tehty hyvin vähän tutkimusta siitä, mistä heille aiheutuu laatukustannuksia tai miten laatukustannuksia luokitellaan.

Yritykset ovat alkaneet ulkoistaa kunnossapitoa lähivuosisikymmeninä, ja se on toimialana melko uusi. Edelleen laatukustannuslaskenta on osa yritysten sisäistä laskentaa, minkä vuoksi siitä ei ole paljon julkista tietoa saatavilla. On myös mahdollista, etteivät yritykset erittele laatukustannuksia, vaan käsittelevät niitä yhtenä osana yleiskustannuksia.

Tämän työn tavoitteena oli tutkia, kuinka kunnossapidossa luokitellaan ja mitataan laatukustannuksia. Case yrityksissä ehkäisykustannuksia ja sisäisiä virhekustannuksia oli luokiteltu eniten. Sen sijaan ylläpitokustannuksia ja ulkoisia virhekustannuksia oli hyvin vähän seurattu. Ulkoiset virhekustannukset ovat vaikeimpia tunnistaa ja voidaan todeta, että laatukustannusten mittaaminen yleensä on melko haastavaa yrityksissä. Mittaamiselle ei ole yleispätevää ohjetta, vaan se tehdään yrityskohtaisesti. Mittaamisessa ja tiedon hyödyntämisessä tulevat laskentatoimen perusongelmat vastaan, jotka täytyy ratkaista, jotta mittaustietoa voidaan hyödyntää mahdollisimman hyvin.

Toimintolaskennan soveltaminen laatukustannusten mittaamiseen mahdollistaa tuotokeskeisestä tarkastelusta siirtymisen yrityksen kaikki toiminnot huomioon ottavaan kokonaisvaltaiseen laatukustannusten seurantaan. Tämä mahdollistaa laatukustannusten tehokkaan karsimisen, mikä yritysten tulisi huomioida tarkkaillessaan laatukustannuksiaan.

LÄHTEET

Artikkelit

Ben-Daya, M. Duffuaa, S. O. 1995. Maintenance and quality: the missing link. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Vol 1, nro 1, s. 20-26.

Feigenbaum, A. 1956. Total quality control. *Harvard Business Review*. Vol 34, nro 6, s.93-101.

Khan, M. R. Darrab, I. A. 2010. Development of analytical relation between maintenance and quality productivity. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Vol 16, nro 4, s. 341-353.

Karjalainen, E. 1986. Laadun ulottuvuudet. *Konepajamies*. Vol 11, s.56-63.

Löfsten, H. 1999. Management of industrial maintenance: economic evaluation of maintenance policies. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol 19, nro 7, s. 716-737.

Moen, R. 1998. New quality cost model used as a top management tool. *The TQM Magazine*. Vol 10, Nro 5, s. 334-341.

Qiang, S. Jing- Hua, S. Sheng-Jie, L. 2009. Research on the trade-off relationship within quality costs: A case Study. *Total Quality Management*. Vol 20, nro 2, s. 1395-1405.

Sharma, A. Yadana, G. S. 2011. A literature review and future perspectives on maintenance optimization. *Journal on Quality in Maintenance Engineering*. Vol 17, nro 1, s. 5-25.

Tatikonda, L. Tatikonda, R. 1996 Measuring and reporting the cost of quality. *Production and inventory management journal*. Vol 2, Nro 37, s.1-7.

Tsai, W. 1998. Quality cost measurement under activity based costing. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol 15, Nro 7, s.719-752.

Weinstein, L. Vokurka, R. J. Graman, G. A. 2009. Cost of quality and maintenance: Improvement approaches. *Total Quality Management*. Vol 20, nro 5, s. 497-507.

Kirjat

Atkinson, H. Hamburg, J. Ittner, C. 1994. Linking Quality to Profits. Milwaukee, ASQC Quality Press. 405 s.

Biaudet, R. Virtanen, V. 1995. ISO 9000 - perusta toiminnan kehittämiseksi. Tampere, Tammerpaino Oy. 84 s.

Campanella, J. 1999. Principles of quality costs: Principles, Implementation and Use. Third edition. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality. 219 s.

Crosby, P. 1979. Quality is free, The Art of making Quality certain. New York, McGraw- Hill. 309 s.

Feigenbaum, A. 1991. Total quality control. Third edition. USA, McGraw-Hill. 863 s.

Feigenbaum, A. 1983. Total quality control. USA, McGraw-Hill. 851 s.

Harrington, J. 1987. Poor-Quality Cost. New York, ASQC Quality Press. 197 s.

Huusari, E. 1995. Prosessijohtaminen ja laadunpuutekustannukset teollisuusyrityksen toiminnan kehittämisen apuvälineenä. Lappeenranta teknillinen yliopisto. Tuotantotalouden osasto. Diplomityö. 63 s.

Juran, J.M. 1988. Juran on planning quality. New York, The Free press. 341 s.

Juva, A. Gustavsson, S. 1996. Käynnissäpidon johtaminen ja talous. Loviisa, Painoyhtymä Oy. 212 s.

Järvenpää, M. Lämsiluoto, A. Partanen, V. Pellinen, J. 2010. Talousohjaus ja kustannuslaskenta Helsinki, WSOYpro Oy. 452 s.

Järvinen, P. Lemetti, P. Virtanen, T. Lillrank, P. ja Malmi, T. 2001. Laatukustannuslaskenta: käyttötarkoitukset ja menetelmät. Espoo, Otamedia Oy. 134 s.

Kunnossapitoyhdistys ry. 2004. Kunnossapito. Rajamäki, KP-Media Oy. 212 s.

Laine, H. S. 2010. Tehokas kunnossapito: tuottavuutta käynnissäpidolla. Kunnossapitoyhdistys Promaint. Rajamäki, KP-Media Oy. 280 s.

Lecklin, O. 2006. Laatu Yrityksen menestystekijänä. Hämeenlinna, Karisto Oy. 408 s.

Neilimo, K. Uusi-Rauva, E. 2010. Johdon laskentatoimi. Helsinki, Edita Prima Oy. 366 s.

Piispa, A. 2010. Teollisuuden kunnossapitopalveluiden kustannusmalli yritysverkostossa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tuotantotalouden osasto. Diplomityö. 83 s.

PSK 6201: 2003, Kunnossapito, käsitteet ja määritelmät

Scandinavian Center for Maintenance Management Finland ry. 1996. Käynnissäpidon johtaminen ja talous. Rajamäki, KP-media Oy. 224 s.

SFS-ISO 8402 Laatusanasto Suomen standardisoimisliitto SFS ry. 1988

SFS-EN 13306 Standardi, kunnossapitosanasto. Suomen Standardointitoimisto SFS ry. 2001

Sissonen, J. 2008. Poka-Yoke for mass customization. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tuotantotalouden osasto. Diplomityö. 107 s.

Tervonen A. 1992. Laadun puutekustannukset laadunohjauksen tukena teollisuusyrityksissä. Lappeenranta. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tuotantotalouden osasto. Lisensiaatintyö. 154 s.

Turney, P. 1994 Toimintolaskenta: Toimintolaskennan käänntekevät suoritukset: Avain tuottavampaan toimintaan. Helsinki, Tietosanoma Oy. 305 s.

Internet

ABB:n TTT-käsikirja. Kunnonvalvonta ja huolto. [verkkodokumentti] Kunnonvalvonta ja huolto 2000-07. [Viitattu 9.3.2012]. Saatavissa: http://heikki.pp.fi/abb/230_0007.pdf

Konsultointi Arvio Oy [www-sivut] Laatumuutokset, eli laatuun ja laaduttomuuteen liittyvät kustannukset. [Viitattu 23.3.2012] Saatavissa: http://www.arvio.fi/artikkelit_laatumuutokset.html