

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknistaloudellinen tiedekunta

Tuotantotalouden osasto

**PROJEKTILASKENTAMALLIN KEHITTÄMINEN RAKENNUSALAN
PK-YRITYKSESSÄ**

Työn tarkastajina toimivat professori Timo Kärri ja professori Hannu Rantanen

Kouvolassa 3.8.2010

Salla Marttonen

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Salla Johanna Marttonen

Työn nimi: Projektilaskentamallin kehittäminen rakennusalan pk-yrityksessä

Osasto: Tuotantotalous

Vuosi: 2010

Paikka: Kouvola

Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

88 sivua, 27 kuvaa, 15 taulukkoa ja 13 liitettä

Tarkastajat: professori Timo Kärri ja professori Hannu Rantanen

Hakusanat: laskentamalli, projektilaskenta, kustannuslaskenta, projektin kannattavuus

Keywords: costing model, project cost engineering, cost engineering, project profitability

Tutkimuksen kohdeyritys on rakennusalan pk-yritys, jonka liiketoiminta perustuu kokonaan toimitusprojekteille. Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää kohdeyrityksen käyttöön helppokäyttöinen projektilaskentamalli, jonka avulla voidaan ennalta tunnistaa kannattamattomat toimitusprojektit. Tutkimuksessa keskitytään projektien kustannusnäkökulmaan. Tutkimus koostuu teoreettisesta kirjallisuusselvityksestä ja empiirisestä tapaustutkimuksesta. Teoreettisen aineiston ja kohdeyrityksen tietojen perusteella rakennettiin laskentamalli, jonka toimintaa tarkasteltiin esimerkkiprojektien avulla. Työn tutkimusote on konstrukttiivinen, osin myös toiminta-analyttinen.

Kehitetty laskentamalli kattaa toimitusprojektin koko elinkaaren. Tarjouslaskentavaiheessa sen avulla tehdään päätös projektin toteutuskelpoisuudesta. Toteutus- ja seurantavaiheessa taas sillä seurataan projektin toteutuvia lukuja. Kohdeyritys voi laskentamallin avulla tunnistaa kannattamattomia projekteja, sillä tarjoushinnat tarkistetaan täyskatteellisen kustannusarvion avulla ennen projektin toteutuspäätöstä. Määrälaskennan ja täyskatteellisen laskennan ansiosta aiheuttamisperiaatetta noudatetaan kattavammin kuin kohdeyrityksen aiemmassa käytännössä.

ABSTRACT

Author: Salla Johanna Marttonen

Subject: Developing a Project Costing Model in a Small Construction Company

Department: Industrial Management

Year: 2010

Place: Kouvola

Master's Thesis. Lappeenranta University of Technology.

88 pages, 27 figures, 15 tables and 13 appendixes

Supervisors: Professor Timo Kärri and Professor Hannu Rantanen

Keywords: costing model, project cost engineering, cost engineering, project profitability

Hakusanat: laskentamalli, projektilaskenta, kustannuslaskenta, projektin kannattavuus

The target company in this study is a small construction company whose business is based completely on delivery projects. The aim of this study was to develop a practical project costing model for the target company with which unprofitable delivery projects can be identified. The research attends to the cost aspect of projects. The study consists of a theoretical literature survey and an empirical case study. The costing model was built based on the doctrine and information about the target company. Exemplary projects were used to observe the model's ability to function. The nature of this study is structural, partly also action-analytical.

The developed costing model covers the entire life cycle of a project. During the tender calculation phase the model is used to decide on the feasibility of the project. During the project completion on the other hand it is used to monitor the materialized numbers of the project. The target company can use the model to identify unprofitable projects, for the tender prizes are adjusted using a full cost estimate before the decision on the feasibility of the project is made. Due to quantity surveying and full cost accounting the matching principle is further respected compared to the established custom of the target company.

ALKUSANAT

Kiitän Sisusteurakointi Kesänen Oy:tä saamastani diplomityöpaikasta ja yrittäjä Armi Kesästä saamastani ohjauksesta työtä tehdessäni. Kiitokset myös professori Timo Kärrille asiantuntevasta opastuksesta ja professori Hannu Rantaselle diplomityön tarkastamisesta. Perhettäni ja ystäviäni kiitän koko tähänastisen opiskeluaikani kestäneestä tuesta.

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 1.1 Työn tausta..... | 1 |
| 1.2 Tavoitteet ja rajaus..... | 2 |
| 1.3 Tutkimuksen menetelmät ja aineisto | 3 |
| 1.4 Työn rakenne | 6 |
| 2 TOIMITUSPROJEKTI JA SEN VAIHEET | 8 |
| 2.1 Toimitusprojekti ja sen elinkaari | 8 |
| 2.2 Toimitusprojektin elinkaari kustannusjohtamisen näkökulmasta..... | 10 |
| 2.2.1 Kustannusjohtaminen ennen projektin toteutusta..... | 10 |
| 2.2.2 Kustannusjohtaminen projektin toteutuksen aikana..... | 12 |
| 2.2.3 Kustannusjohtaminen projektin toteutuksen jälkeen | 13 |
| 3 PROJEKTIN KUSTANNUSARVIOINNIN TOTEUTTAMINEN..... | 15 |
| 3.1 Kustannusarvioinnin laskennallisia perusteita..... | 15 |
| 3.1.1 Arviointiin käytettävien resurssien rajaaminen..... | 15 |
| 3.1.2 Kustannusten käsittely ja kohdistaminen..... | 16 |
| 3.1.3 Arviointialgoritmien toiminta | 17 |
| 3.1.4 Kustannusarvion tarkkuus ja arviovaraus..... | 18 |
| 3.1.5 Historiatietojen käsittely kustannusarvioinnissa..... | 20 |
| 3.2 Kustannusarviointitekniikka..... | 21 |
| 3.2.1 Analoginen arviointi | 21 |
| 3.2.2 Parametrinen arviointi | 22 |
| 3.2.3 Määrälaskenta | 23 |
| 4 PROJEKTIKOHTAISEN KUSTANNUSLASKENNAN VAIHTOEHDOT ... | 26 |
| 4.1 Kustannusten luokittelu | 26 |
| 4.1.1 Muuttuvat ja kiinteät kustannukset | 26 |
| 4.1.2 Välittömät ja välilliset kustannukset | 27 |
| 4.1.3 Kustannuslajit..... | 28 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1.4 | <i>Projektin kustannusositus</i> | 29 |
| 4.2 | Kustannusperusteinen projektikohtainen laskenta | 31 |
| 4.2.1 | <i>Katetuottolaskenta</i> | 31 |
| 4.2.2 | <i>Täyskatteellinen laskenta</i> | 32 |
| 4.3 | Muut projektikohtaiset laskentametodit | 35 |
| 4.3.1 | <i>Tavoitekustannuslaskenta</i> | 35 |
| 4.3.2 | <i>Laskenta hinnoittelukertoimien avulla</i> | 35 |
| 5 | PROJEKTIN KUSTANNUSSEURANNAN JA JÄLKILASKENNAN TO- TEUTTAMINEN | 38 |
| 5.1 | Projektin kustannuspoikkeamat suhteessa aikatauluun ja laatuun | 38 |
| 5.2 | Projektin onnistumisen arviointi toteutuksen jälkeen | 40 |
| 5.2.1 | <i>Projektin onnistumisen arviointi kannattavuutta kuvaavilla tunnuslu- vuilla</i> | 40 |
| 5.2.2 | <i>Projektin onnistumisen arviointi tuottavuutta kuvaavilla tunnuslu- vuilla</i> | 41 |
| 5.2.3 | <i>Projektin onnistumisen arviointi varianssilaskennalla</i> | 43 |
| 6 | KOHDEYRITYS SISUSTEURAKOINTI KESÄNEN OY | 45 |
| 6.1 | Projektijohtaminen Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä | 45 |
| 6.1.1 | <i>Toimitusprojektin elinkaari kohdeyrityksessä</i> | 45 |
| 6.1.2 | <i>Projektia edeltävät vaiheet kohdeyrityksessä</i> | 46 |
| 6.1.3 | <i>Projektinaikaiset vaiheet kohdeyrityksessä</i> | 47 |
| 6.1.4 | <i>Projektia seuraavat vaiheet kohdeyrityksessä</i> | 48 |
| 6.1.5 | <i>Esimerkki kohdeyrityksen toimitusprojektista ja siihen liittyvistä on- gelmistä</i> | 49 |
| 6.2 | Laskentamallin kehittämisen lähtökohdat kohdeyrityksessä | 50 |
| 6.2.1 | <i>Laskentamallin tehtävät Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä</i> | 50 |
| 6.2.2 | <i>Sisusteurakointi Kesänen Oy:n kriittisten muuttujien määrittäminen</i> | 51 |

| | |
|--|----|
| 7 PROJEKTILASKENTAMALLI | 55 |
| 7.1 Laskentamallin toimintaperiaate..... | 55 |
| 7.2 Tarjouslaskenta | 57 |
| 7.3 Toteutuskelpoisuuden arviointi ja herkkyysanalyysi..... | 59 |
| 7.3.1 Projektin toteutuskelpoisuuden arviointi..... | 59 |
| 7.3.2 Projektin kannattavuuden herkkyysanalyysi..... | 62 |
| 7.4 Kustannuseuranta | 62 |
| 7.5 Jälkilaskenta..... | 64 |
| | |
| 8 LASKENTAMALLIN TOIMINNAN TARKASTELU | 66 |
| 8.1 Kohdeyrityksen toimintaa kuvaavien esimerkkiprojektien mallinnus | 66 |
| 8.2 Laskentamalli kohdeyrityksen kustannusjohtamisen työkaluna..... | 72 |
| 8.2.1 Laskentamallin vahvuudet ja heikkoudet..... | 72 |
| 8.2.2 Laskentamallin ylläpito | 73 |
| 8.2.3 Laskentamallin kehittäminen tulevaisuudessa..... | 75 |
| | |
| 9 JOHTOPÄÄTÖKSET | 76 |
| 9.1 Tutkimuksen tulokset..... | 76 |
| 9.2 Tulosten yleistettävyys, oikeellisuus ja merkittävyys | 78 |
| 9.3 Jatkotutkimuskohteita | 80 |
| | |
| 10 YHTEENVETO..... | 81 |
| | |
| LÄHTEET | 83 |
| | |
| LIITTEET | |

KUVALUETTELO

| | | |
|----------|---|----|
| Kuva 1. | Mallinnusprosessi suljettuna kehänä | 5 |
| Kuva 2. | Diplomityön asemointi suhteessa liiketaloustieteen tutkimusot- teisiin | 5 |
| Kuva 3. | Projektin tulostavoitteet | 9 |
| Kuva 4. | Toimitusprojektin vaiheet projektitoimittajan näkökulmasta | 10 |
| Kuva 5. | Toteutuneet kustannukset ja vaikutusmahdollisuudet kustan- nuksiin projektin elinkaarella | 11 |
| Kuva 6. | Projektin kustannustekijöiden ryhmittäminen Pareton lain mu- kaisesti | 16 |
| Kuva 7. | Välittömien ja välillisten kustannusten suhde muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin | 28 |
| Kuva 8. | Esimerkki teollisuuslaitosprojektin rakenteellisesta osituksesta ... | 30 |
| Kuva 9. | Projektin tarjoushinnan muodostuminen katemallilla, täyskat- teellisella kustannuslisämallilla ja toimintolaskentamallilla | 34 |
| Kuva 10. | Esimerkkejä tavoista, joilla projekti voi jäädä tavoitteistaan | 39 |
| Kuva 11. | Toimitusprojektin laatu- ja aikatauluongelmien kustannusvaiku- tukset | 40 |
| Kuva 12. | Varianssilaskennan graafinen Z-käyrä | 44 |
| Kuva 13. | Toimitusprojektin elinkaari Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä | 45 |
| Kuva 14. | Esimerkki kohdeyrityksen tarjoushintojen kehittymisestä lopul- liseen muotoonsa | 49 |
| Kuva 15. | Esimerkki kohdeyrityksen käyttämän projektikatteen muodostu- misesta | 50 |
| Kuva 16. | Sisusteurakointi Kesänen Oy:n kustannusrakenne tilikaudella 2009 – 2010 | 53 |
| Kuva 17. | Projektilaskentamallin toimintakaavio tarjouslaskentavaiheessa | 56 |
| Kuva 18. | Projektilaskentamallin toimintakaavio projektin toteutus- ja seurantavaiheessa | 57 |
| Kuva 19. | Tuntiperusteisen tarjoushinnan määräytyminen | 59 |
| Kuva 20. | Neliöperusteisen tarjoushinnan määräytyminen | 59 |

| | | |
|----------|--|----|
| Kuva 21. | Mallin laskeman projektin arvioidun tuloksen muodostuminen ... | 60 |
| Kuva 22. | Kohdeyrityksen projektien lisähintaisten töiden osuus laskutuksen funktiona (Liite VII, 1(2)) | 60 |
| Kuva 23. | Esimerkki laskentamallin antamasta kannattavuusarviosta | 61 |
| Kuva 24. | Vuosina 2008– 010 kohdeyrityksessä valmistuneiden projektien tulos suhteessa laskutukseen (Liite IX, 1(2)) | 61 |
| Kuva 25. | Laskentamallin sisältämän projektin tuloslaskelman rakenne | 63 |
| Kuva 26. | Esimerkkiprojektien aseoituminen suhteessa projektin erilaisiin dimensioihin | 66 |
| Kuva 27. | Esimerkkiprojektien suhteelliset tulosparannukset, kun lisähintaisten töiden osuus kasvaa 50 % | 70 |

TAULUKKOLUETTELO

| | |
|--|----|
| Taulukko 1. Työn rakenne panos-tuotos-kaavion muodossa | 7 |
| Taulukko 2. Tyypillisen rakennusprojektin kustannusarvion tarkkuuden kehittyminen | 19 |
| Taulukko 3. Projektin kustannusarviointitekniikoiden vertailua | 24 |
| Taulukko 4. Tuotannon tekijäryhmiä vastaavat pääkustannuslajit | 29 |
| Taulukko 5. Sisusteurakointi Kesänen Oy:n kustannuslajit | 52 |
| Taulukko 6. Laskentamallin tarjoamat vaihtoehdot projektin lisähintaisten töiden osuudeksi (Liite VII, 2(2)) | 60 |
| Taulukko 7. Projektin muiden kustannusten ja vertailukustannusten sisältö (Liite VIII) | 61 |
| Taulukko 8. Muiden kustannusten osuus vertailukustannuksista kohdeyrityksen tilinpäätöstietojen perusteella (Liite VIII) | 61 |
| Taulukko 9. Toteutuneiden projektien tulosluokkien osuudet (Liite IX, 2(2)) .. | 61 |
| Taulukko 10. Laskentamallin herkkyyssanalyysissä valittavina olevat muuttujat .. | 62 |
| Taulukko 11. Laskentamallin jälkilaskennassa käytetyt tunnusluvut | 64 |
| Taulukko 12. Laskentamallin käyttämät tunnuslukuluokat (Liite XII, 2(2)) | 65 |
| Taulukko 13. Esimerkkiprojektien projektikatteet verrattuna täyskatteellisiin tuloksiin | 67 |
| Taulukko 14. Laskentamallin käyttöönoton vaikutus projektien kantamiin korvauskustannuksiin | 71 |
| Taulukko 15. Laskentamallin tietojen päivitystarpeet | 73 |

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Projektiliiketoiminta on yleinen ja nopeasti kasvava liiketoiminnan muoto. Projektilaskennalla puolestaan on monia erityisiä piirteitä, jotka erottavat sen prosesseihin perustuvasta kustannuslaskennasta. Ensimmäisenä voidaan mainita hinnoittelun lopullisuus: projektin tarjoushinta määrätään koko projektin ajaksi, kun taas perinteisessä prosessilaskennassa tuotteen tai palvelun hintaa voidaan muuttaa periaatteessa missä vaiheessa tahansa. Toisaalta projektit voivat olla hyvinkin lyhytkestoisia, jolloin projektilaskennan tulee tuottaa luotettavia tuloksia lyhyessä ajassa. Yleisesti projektien monimuotoisuus vaikeuttaa projektilaskentaa varsinkin pk-yrityksissä, joissa resurssit ovat hyvin rajalliset. Myös alueen tutkimus sirpaloituu projektien monimuotoisuuden vuoksi. Voidaan siis sanoa, että uuden tieteellisen tutkimuksen tekeminen projektilaskennan alueelta on hyvinkin perusteltua.

Rakennusosalalla kova kilpailu ajaa projektien tarjoushinnat alas. Sopimusneuvotteluissa projektitoimittajat saattavat tinkiä tarjoushinnasta tuntematta kunnolla tinkimisen vaikutuksia projektin kannattavuuteen. Yrityksillä täytyisi olla jokin laskentamenetelmä selvittääkseen, milloin tarjoushinta on liian alhainen eikä projektia enää kannata tehdä. Mallinnus on toimivaksi tunnustettu ratkaisu tämänkaltaisiin ongelmatilanteisiin. Menetelmänä mallinnus on räätälöitävä ja alati kehittyvä.

Tässä tutkimuksessa kohdeyrityksenä on Sisusteurakointi Kesänen Oy, pieni rakennusalan aliurakointiyritys. Yrityksen liiketoiminta perustuu kokonaan toimitusprojekteille, jotka todetaan usein jälkilaskentavaiheessa tappiollisiksi. Tarjoushintojen arvioidaan olevan ajoittain liian alhaisia, mutta hintoja ei kilpailun takia voida nostaa. Yrityksessä nähdään tarpeellisena projektien ennakkolaskennan kehittäminen siten, että kannattamattomat projektit osattaisiin tunnistaa etukäteen eikä niihin sitouduttaisi. Lisäksi projektien jälkilaskennassa on käytössä projekti-

kate, joka jättää monia kustannuseriä huomioimatta. Tästä johtuen ei voida projektin päätyttyäkään olla varmoja sen kannattavuudesta. Yritykselle on tärkeää se, että projektilaskenta voidaan suorittaa helposti ja nopeasti.

1.2 Tavoitteet ja raja

Tutkimuksen tavoitteena on kehittää kohdeyrityksen käyttöön helppokäyttöinen Microsoft Excel-projektilaskentamalli, jonka avulla yritys voi ennalta tunnistaa kannattamattomat toimitusprojektit. Lisäksi malli auttaa toteutettavien projektien kustannusseurannassa ja jälkilaskennassa. Mallilla pyritään yhdistämään mahdollisimman suuri osa projektiin liittyvästä laskennasta yhden työkalun alle. Tutkimuksessa haetaan vastausta ensisijaisesti päätutkimuskysymykseen:

Miten yrityksessä voidaan ennalta havaita, mitkä toimitusprojektit muodostuvat kannattaviksi?

Päätutkimuskysymys voidaan jakaa seuraaviin osatutkimuskysymyksiin:

- *Miten toimitusprojektin kannattavuuteen voidaan vaikuttaa projektin elinkaaren eri vaiheissa?*
- *Miten ja millä tarkkuudella voidaan ennalta arvioida toimitusprojektin kustannuksia?*
- *Mitä laskennallisia vaihtoehtoja on projektikohtaisessa kustannuslaskennassa?*
- *Miten kustannusseurannassa ja jälkilaskennassa voidaan tarkastella projektin kannattavuutta?*
- *Mitkä muuttujat ovat kriittisimmät kohdeyrityksen toimitusprojektien kannattavuudelle?*

Tutkimuksessa keskitytään projektinhallinnan kustannusnäkökulmaan ja laskenta-toimen keinoihin. Tutkimus koostuu teoreettisesta ja empiirisestä osuudesta. Teoriaosuus sisältää toimitusprojektin ja sen elinkaaren esittelyn, projektin kustan-

nusarvioinnin laskennallisten mahdollisuuksien kartoittamisen, vaihtoehtoja projektikohtaiseen kustannuslaskentaan sekä selvitystä tavoista tarkastella projektien kannattavuutta jälkilaskennan avulla. Empiirinen osa sisältää kohdeyrityksen kuvauksen, laskentamallin kehittämisen lähtökohdat, kehitetyn laskentamallin kuvauksen, mallin toiminnan tarkastelun sekä huomioita sen käyttämisestä ja ylläpidosta. Mallin varsinainen ylläpito ei sisälly diplomityöhön. Yrityksessä käytetään sekä neliometri- että tuntiperusteista tarjoushinnoittelua, nämä molemmat sisällytetään malliin.

1.3 Tutkimuksen menetelmät ja aineisto

Tutkimus koostuu teoreettisesta kirjallisuusselvityksestä ja empiirisestä, pääosin kvantitatiivisesta tapaustutkimuksesta. Kirjallisuusselvityksen tehtävät tutkimuksessa ovat Ghaurin ja Grønhaugin (2010, s. 37, 51) mukaan tutkimusongelman selkiyttäminen, oleellisten määritelmien, tekniikoiden ja muiden tietojen määrittäminen sekä tutkimuksen aseman selvittäminen suhteessa olemassa olevaan tutkimustietoon. Tapaustutkimuksella puolestaan tarkoitetaan yhden tai korkeintaan muutamien tarkastelun kohteiden tutkimista. Tässä työssä tarkastelun kohteena on yksi kohdeyritys, kehitetyn laskentamallin toimintaa tarkasteltaessa käytetään puolestaan viittä erilaista esimerkkiprojektia. Tällaiselle tutkimukselle on tyypillistä yksityiskohtainen analyysi ja useiden toisiaan tukevien ja täydentävien näkökulmien käyttäminen. Monien näkökulmien hyödyntäminen näkyy usein käytännössä siinä, että tutkimuksen aineistoa kerätään useilla menetelmillä (Hirsjärvi *et al.* 2009, s. 134–135; Salmi & Järvenpää 2000, s. 264, 271).

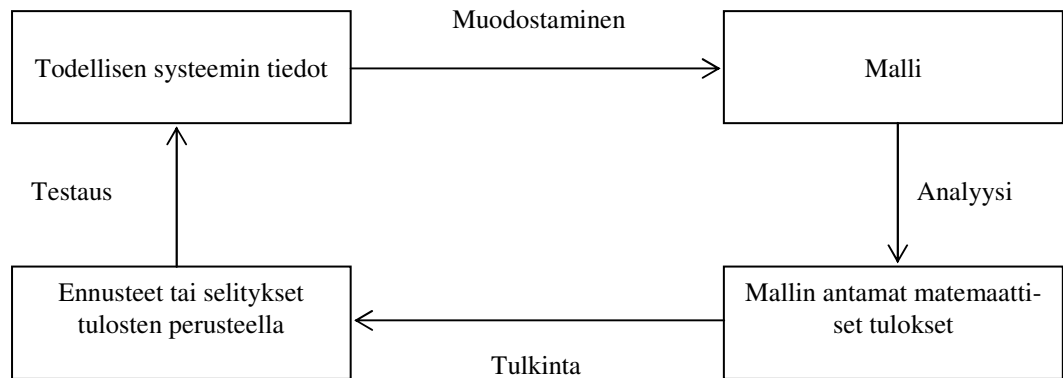
Tutkimuksen teoreettisena aineistona käytetään projekti- ja kustannuslaskentaan liittyviä kirjoja, artikkeleita ja opinnäytteitä. Empiirinen aineisto koostuu kohdeyrityksen edustajilta saadusta kvalitatiivisesta tiedosta sekä yrityksen projekti-kohtaisesta kustannuseurantajärjestelmästä ja tilinpäätöksistä saadusta kvantitatiivisesta tiedosta. Kvalitatiivinen empiirinen tieto hankitaan haastatteluin, kvantitatiivisen tiedon osalta tarkastellaan yrityksen kustannustietoja. Aineiston perusteella tehdään johtopäätöksiä ja laskelmia, minkä jälkeen rakennetaan Microsoft

Excel-projektilaskentamalli. Myöhemmin mallin toimintaa tarkastellaan uusien laskelmien avulla.

Matemaattisella mallilla tarkoitetaan tietyn todellisen systeemin tai ilmiön tutkimiseen rakennettua matemaattista esitystä. Systeemillä puolestaan tarkoitetaan joukkoa tekijöitä, joita yhdistävät tietyt keskinäiset riippuvuudet. Mallinnuksella pyritään ymmärtämään systeemin toimintaa, sen muutoksia ja herkkyyttä tietyille muutoksille. (Giordano *et al.* 1997, s. 31–32; 34) Mallinnuksessa tulee huomata, että malli on aina yksinkertaistus todellisuudesta. Kaikkia systeemissä vaikuttavia tekijöitä ja niiden välisiä riippuvuuksia ei koskaan saada tarkalleen mallinnettua. (Ghuri & Grønhaug 2010, s. 46; Harrison 2000, s. 1016; Moore & Weatherford 2001, s. 7; Varian 1994, s. 4)

Hyvän laskentamallin vaatimuksista Giordano *et al.* (1997, s. 35) nostavat esille luotettavuuden, kustannustehokkuuden ja joustavuuden erilaisissa tilanteissa. Harrison (2000, s. 1019) lisää tähän, että mallin tulee olla helposti ymmärrettävissä. Tulee myös huomata se, että parhaimmatkin laskentamallit vaativat ylläpitotoimenpiteitä. Ajan kuluessa mallin sisältämissä tekijöissä tapahtuu muutoksia, ja hyvänkin mallin tulokset voivat ilman ylläpitoa muuttua virheellisiksi (Moore & Weatherford 2001, s. 8).

Giordano *et al.* (1997, s. 33) ovat esittäneet mallin rakentamisen kuvan 1 mukaisena suljettuna kehänä. Mallinnus aloitetaan määrittämällä tutkittavaan todelliseen systeemiin vaikuttavat tekijät ja niiden väliset riippuvuussuhteet. Näiden perusteella muodostetaan malli, joka laskee matemaattisia tuloksia. Matemaattisista tuloksista tulee tulkita, mitä ne tarkoittavat käytännössä todellisessa systeemissä. Tuloksia verrataan sitten uusiin havaintoihin todellisesta systeemistä. Mikäli tulokset eivät vastaa todellisuutta halutulla tasolla, mallia tulee kehittää tai laajentaa.



Kuva 1. Mallinnusprosessi suljettuna kehänä (mukaillen Giordano *et al.* 1997, s. 33).

Työn tutkimusote on konstruktiiivinen, mukana on lisäksi toiminta-analyyttisiä piirteitä. Liiketaloustieteen tutkimusotteet ja tämän tutkimuksen suhde niihin on esitetty kuvassa 2. Konstruktiiivinen tutkimus tarkoittaa Kasanen *et al.* (1991, s. 305) mukaan ongelmanratkaisua esimerkiksi mallin tai suunnitelman avulla. Konstruktiiivinen tutkimus ratkaisee jonkin käytännön ongelman innovatiivisella ja olemassa olevan teorian avulla perustellulla tavalla. Ratkaisun toimivuus tulee todentaa myös käytännössä, ja sen yleistettävyyttä tulee tarkastella tutkimuksessa. (Kasanen *et al.* 1991, s. 302, 305, 316, 318; Salmi & Järvenpää 2000, s. 265–266)

| | Teoreettinen | Empiirinen |
|-----------------|--|---|
| Deskriptiivinen | Käsiteanalyttinen tutkimusote | Nomoteettinen tutkimusote Toiminta-analyttinen tutkimusote |
| Normatiivinen | Päätöksentekometodologinen tutkimusote | Konstruktiiivinen tutkimusote |

Kuva 2. Diplomityön asemointi suhteessa liiketaloustieteen tutkimusotteisiin (Kasanen *et al.* 1991, s. 317).

Liiketaloustieteen tuloksia voidaan arvioida niiden käytännön hyödyllisyyden kautta. Tätä tärkeämpänä kriteerinä pidetään yleisesti kuitenkin tulosten yleistettävyyttä. Koska konstruktiiivinen tapaustutkimus perustuu harvojen tarkastelukohdeiden tutkimiseen, tulosten yleistettävyys tällaisissa tutkimuksissa on kyseenalaistettu. Konstruktiiivisessa tutkimuksessa yleistäminen tehdään kuitenkin perustuen ilmiön syvälliseen ymmärtämiseen. Tällaista yleistämistä ei voida verrata tilanteeseen, jossa liian suppeasta otoksesta tehdään virheellisiä tilastollisia yleistyksiä. Mikäli luotu ratkaisuperiaate toimii tapaustutkimuksen kohdeyrityksessä, on todennäköistä, että se toimii myös monissa samankaltaisissa yrityksissä. (Kasanen *et al.* 1991, s. 304, 314–315, 322, 324; Lukka & Kasanen 1993, s. 349, 372)

1.4 Työn rakenne

Tutkimuksen rakenne on kokonaisuudessaan esitetty taulukossa 1. Taulukossa on eritelty lukujen hyödyntämät lähtötiedot, luvuissa käytetty tiedonkäsittelyprosessi ja lukujen lukijalle tuottamat tiedot. Työn luku 1 on johdanto, jossa määritellään tutkimuksen tausta, tavoitteet, rajaukset sekä menetelmät ja aineisto. Luvut 2–5 keskittyvät olemassa olevan teorian tiedon jäsentämiseen. Kukin näistä luvuista vastaa osaltaan yhteen osatutkimuskysymyksistä taulukon 1 esittämällä tavalla. Luku 2 käsittelee toimitusprojekteja ja niiden kustannusjohtamista elinkaaren eri vaiheissa. Luvussa 3 tutustutaan projektin kustannusarvioinnin erilaisiin näkökulmiin, luvussa 4 puolestaan keskitytään tarkastelemaan sitä, millä eri tavoin projektin kustannuksia voidaan laskea. Luku 5 esittää joitakin tapoja tarkastella projektin kannattavuutta kustannusseurannan ja jälkilaskennan yhteydessä.

Luvut 6–9 hyödyntävät teorian tiedon lisäksi kohdeyrityksestä saatua empiiristä tietoa. Luvussa 6 esitellään tutkimuksen lähtötilannetta kohdeyrityksessä, ja määritetään yrityksen toimitusprojektien kriittisiä muuttujia. Luvussa 7 yhdistetään saadut osatutkimuskysymysten vastaukset ja esitellään rakennettu projektilaskentamalli. Mallin toimintaa tarkastellaan lähemmin luvussa 8. Luvussa 9 esitetään johtopäätöksiä rakennetusta mallista, ja tutkimus päätetään yhteenvedoon luvussa 10.

Taulukko 1. Työn rakenne panos-tuotos-kaavion muodossa.

| PANOS | TIEDONKÄSITTELY-PROSESSI | TUOTOS |
|--|--|---|
| Tutkimuksen taustaa Tutkimusongelma kohdeyrityksessä Tietoa tutkimusmenetelmistä ja -otteista | LUKU 1: JOHDANTO Tiedon muodostaminen | Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset Rajaukset Tutkimuksen menetelmät ja tutkimusote |
| Toimitusprojekti, sen elinkaari ja tavoitteet Projektin kustannusjohtaminen Rajaukset Tutkimuskysymykset | LUKU 2: TOIMITUSPROJEKTI JA SEN VAIHEET Olemassa olevan teorian tiedon rajaaminen ja jäsentäminen | Vastaus osatutkimuskysymykseen: Miten toimitusprojektin kannattavuuteen voidaan vaikuttaa projektin elinkaaren eri vaiheissa? |
| Kustannusarvion tekemisen eri näkökulmia Kustannusarviointitekniikat Rajaukset Tutkimuskysymykset | LUKU 3: PROJEKTIN KUSTANNUSARVIOINNIN TOTEUTTAMINEN Olemassa olevan teorian tiedon rajaaminen ja jäsentäminen | Vastaus osatutkimuskysymykseen: Miten ja millä tarkkuudella voidaan ennalta arvioida toimitusprojektin kustannuksia? |
| Kustannusten luokittelu Katetuottolaskenta Täyskatteellinen laskenta Muut laskentamenetelmät Tutkimusongelma kohdeyrityksessä Tutkimuskysymykset | LUKU 4: PROJEKTIKOHTAISEN KUSTANNUSLASKENNAN VAIHTOEHDOT Olemassa olevan teorian tiedon rajaaminen ja jäsentäminen | Vastaus osatutkimuskysymykseen: Mitä laskennallisia vaihtoehtoja on projektikohtaisessa kustannuslaskennassa? |
| Taloushallinnan tunnusluvut Varianssilaskenta Rajaukset Tutkimuskysymykset | LUKU 5: PROJEKTIN JÄLKILASKENNAN TOTEUTTAMINEN Olemassa olevan teorian tiedon rajaaminen ja jäsentäminen | Vastaus osatutkimuskysymykseen: Miten kustannus seurannassa ja jälkilaskennassa voidaan tarkastella projektin kannattavuutta? |
| Tiedot kohdeyrityksestä Vastaukset osatutkimuskysymyksiin: Miten toimitusprojektin kannattavuuteen voidaan vaikuttaa projektin elinkaaren eri vaiheissa? Miten ja millä tarkkuudella voidaan ennalta arvioida toimitusprojektin kustannuksia? Mitä laskennallisia vaihtoehtoja on projektikohtaisessa kustannuslaskennassa? Miten kustannus seurannassa ja jälkilaskennassa voidaan tarkastella projektin kannattavuutta? | LUKU 6: KOHDEYRITYS SUSTEURAKOINTI KESÄNEN OY Empiirisen tiedon rajaaminen ja analysointi olemassa olevaan teorian tietoon perustuen | Vastaus osatutkimuskysymykseen: Mitkä muuttujat ovat kriittisimmät kohdeyrityksen toimitusprojektien kannattavuudelle? |
| Osatutkimuskysymysten vastaukset Kohdeyrityksen kustannustiedot Tutkimusongelma kohdeyrityksessä Rajaukset Tutkimuskysymykset | LUKU 7: PROJEKTILASKENTAMALLI Teoreettisen ja empiirisen tiedon analysointi, mallin rakentaminen | Vastaus päätutkimuskysymykseen: Miten yrityksessä voidaan ennalta havaita, mitkä toimitusprojektit muodostuvat kannattaviksi? |
| Vastaukset tutkimuskysymyksiin Kohdeyrityksen kustannustiedot | LUKU 8: LASKENTAMALLIN TOIMINNAN TARKASTELU Mallin analysointi ja arviointi | Mallin toiminta Mallin vahvuudet ja heikkoudet Mallin ylläpito |
| Tutkimuksen tavoitteet Tutkimuskysymykset ja niiden vastaukset | LUKU 9: JOHTOPÄÄTÖKSET Tiedon esittäminen, vertailu, analyysi ja johtopäätösten tekeminen | Tutkimuksen tulokset Tulosten oikeellisuus ja merkittävyys Jatkotutkimuskohteita |
| Tutkimuksen tausta ja tavoitteet Käytetyt menetelmät ja aineisto Tutkimuksen tulokset Tulosten oikeellisuus ja merkittävyys | LUKU 10: YHTEENVETO Tiedon tiivistäminen | Yhteenveto koko tutkimuksesta Tutkimuksen päättäminen |

2 TOIMITUSPROJEKTI JA SEN VAIHEET

2.1 Toimitusprojekti ja sen elinkaari

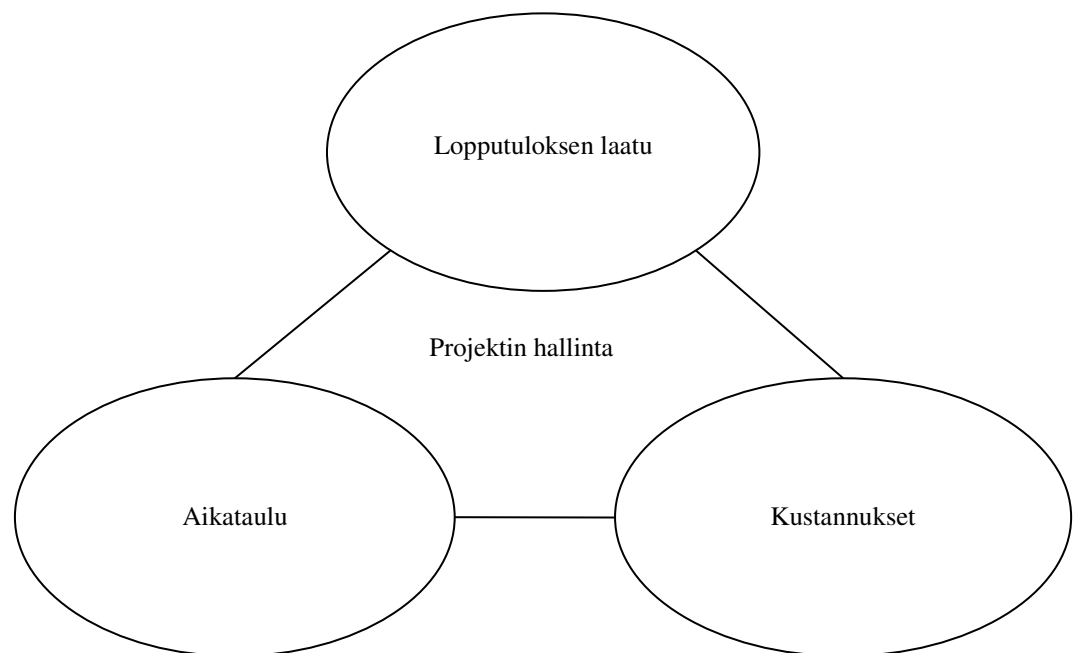
Projekti on kirjallisuudessa määritelty lukuisilla erilaisilla tavoilla. Yleisesti projektilla tarkoitetaan ainutkertaista työkokonaisuutta, joka suoritetaan rajallisia resursseja käyttäen tiettyjen ennalta määritettyjen tavoitteiden saavuttamiseksi (Arto *et al.* 2006, s. 26; Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 2–3; Pelin 2002, s. 29; Saravirta 2001, s. 10).

Pelin (2002, s. 39–40) jakaa projektit tuotekehitys-, tutkimus-, toiminnan kehittämisen-, investointi- ja toimitusprojekteiksi. Toimitusprojekti määritellään siten, että se suoritetaan toimeksiantona ulkopuoliselle asiakkaalle. Toimitusprojektin katsotaan alkavan projektisopimuksesta ja päättyvän luovutukseen asiakkaalle.

Myös projektijohtamisen käsitteelle on esitetty useita erilaisia määritelmiä. Pelin (2002, s. 29) tulkitsee projektijohtamisen organisoimisprosessiksi, joka ei niinkään liity yksittäisten projektien toteuttamiseen. Tässä työssä projektijohtamisella tarkoitetaan kuitenkin Saravirran (2001, s. 12) ja Lesterin (2007, s. 5) kuvailemaa toimintaa, jossa johtamisen tekniikoita käyttäen pyritään saavuttamaan projektin tavoitteet suunnittelemalla, valvomalla ja hallitsemalla resursseja läpi projektin elinkaaren. Projektin hallinnalla ja projektijohtamisella tarkoitetaan tässä työssä samaa asiaa.

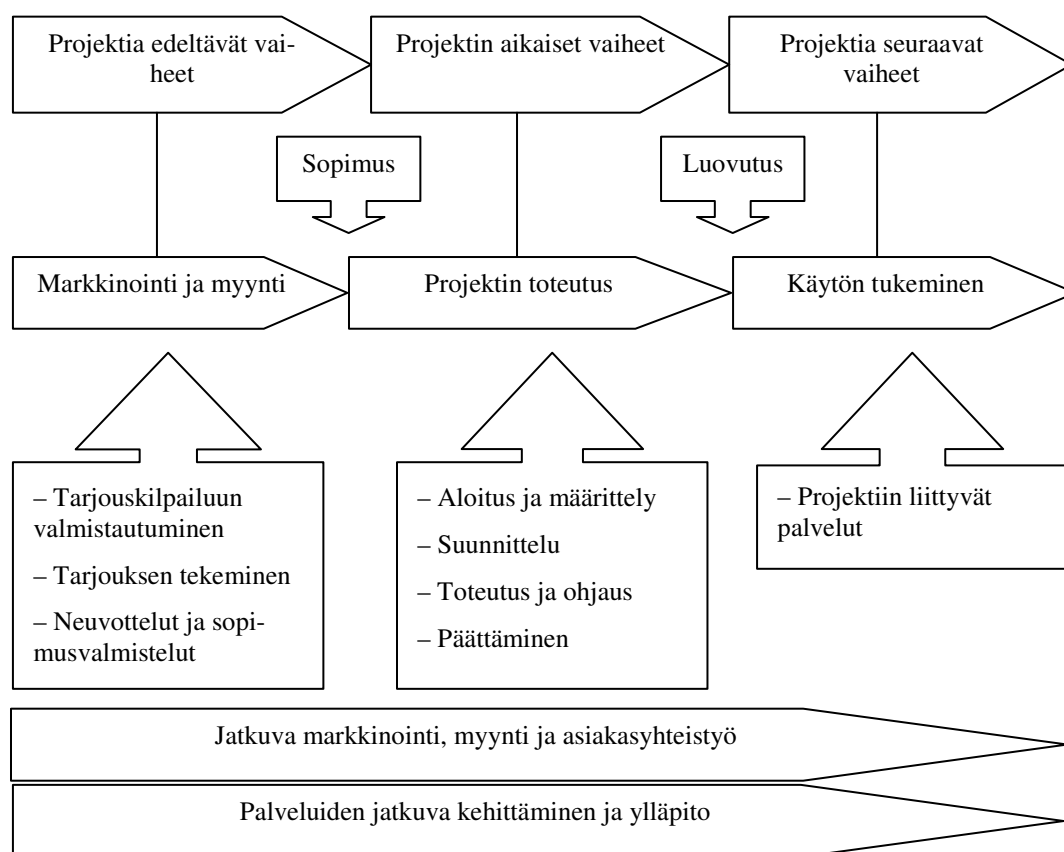
Projektin tavoitteet voidaan kuvan 3 esittämällä tavalla jakaa kolmeen eri ulottuvuuteen, joita on usein hyvinkin vaikea hallita samaan aikaan. Projektin hallinnassa täytyy varoa, ettei yhteen osatekijään keskitytä toisten kustannuksella. Tässä työssä keskitytään projektin kustannushallintaan. Kyse ei kuitenkaan ole kustannusten minimoinnista, vaan projektiin tulee kannattavuustavoitteiden sallimissa rajoissa käyttää riittävästi resursseja myös aika- ja laatutavoitteiden saavuttami-

seksi (Arto *et al.* 2006, s. 33–34). Toimitusprojektit suoritetaan usein toimittajan kannalta kiinteähintaisina, jolloin kustannushallinnan merkitys korostuu. Kustannusylitykset pienentävät tällöin suoraan projektista saatavaa katetta. (Pelin 2002, s. 39–40, 47, 173; Ruuska 2005, s. 28) Toisaalta aikataulun pitävyys toimitusprojekteissa vaikuttaa suuresti tuleviin kauppoihin. Toimittajat tinkivätkin usein ennemmin projektin katteesta kuin epäonnistuvat aikataullisissa tavoitteissa. (Pelin 2002, s. 46)



Kuva 3. Projektin tulostavoitteet (mukaihen Ruuska 2005, s. 254).

Projektin elinkaari koostuu useista ominaisuuksiltaan ja ongelmiltaan erilaisista vaiheista. Vaiheiden lukumäärästä ja tarkasta sisällöstä on kirjallisuudesta löydettävissä erilaisia käsityksiä, mutta peruselementeiltään vaihejako on yleensä aina samankaltainen. (Ruuska 2005, s. 22) Olennaista on, ettei projektin elinkaari rajoitu sen toteuttamiseen, vaan myös sitä edeltävät ja sen jälkeiset vaiheet tulee huomioida (Arto *et al.* 2006, s. 47). Projektin kustannushallinnan näkökulmasta toteutusta edeltävät vaiheet ovat selkeästi itse toteutusta merkittävämpiä. Kuvassa 4 on kuvattu toimitusprojektin elinkaaren eri vaiheet projektitoimittajan näkökulmasta.



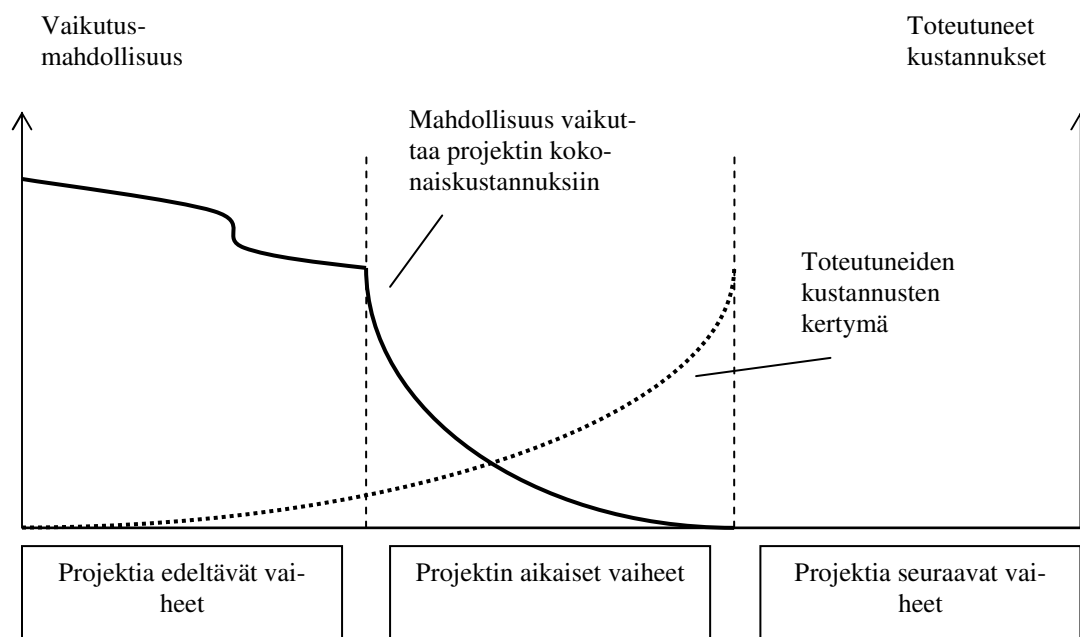
Kuva 4. Toimitusprojektin vaiheet projektitoimittajan näkökulmasta (mukailen Artto *et al.* 2006, s. 47, 49–50, 55, 345).

2.2 Toimitusprojektin elinkaari kustannusjohtamisen näkökulmasta

2.2.1 Kustannusjohtaminen ennen projektin toteutusta

Projektin edistyessä kustannusohjauksen vaikutusmahdollisuudet vähenevät ja vastaavasti kustannusraportoinnin merkitys kasvaa (Pelin 2002, s. 174). Kuvan 5 perusteella mahdollisuus vaikuttaa projektin kustannuksiin heikkenee rajusti toteutusvaiheen alkaessa. Projektitoimittajan kannalta tähän vaikuttavat projektisopimuksen allekirjoittaminen ja päähankintojen ostosopimukset (Artto *et al.* 2006, s. 151–152; Pelin 2002, s. 175). Toimitusprojektin tavoitteet rajataan hyvin tarkasti jo tarjousvaiheessa (Pelin 2002, s. 74). Tällaisen kustannusten sitoutumisen vuoksi projektin kustannusohjauksen tulee keskittyä vaiheisiin ennen projektin toteutusta. Ruuska (2005, s. 187–188) lisää, että huono suunnittelu johtaa helposti

ylimääräisiin kustannuksiin projektin toteutusvaiheessa. Toisaalta luotettavan kustannustiedon puuttuminen on merkittävä haaste projektin alkuvaiheiden kustannushallinnalle. Zwikael *et al.* (2000, s. 57) ovat tutkimuksessaan tulleet tulokseen, jonka mukaan projektin lopulliset kustannukset pystytään kohtuullisella varmuudella arvioimaan vasta, kun projektista on toteutettu yli 60 %.



Kuva 5. Toteutuneet kustannukset ja vaikutusmahdollisuudet kustannuksiin projektin elinkaarella (mukaiillen Artto *et al.* 2006, s. 152).

Tavoitteenasetannalla on projektijohtamisessa suuri merkitys: ennen toteutusta projektille asetetaan tavoitteet, joiden toteutumisesta mitataan projektin aikana ja sen jälkeen. Projektin suunnitteluvaiheen tuloksina saatavat arviot ja tavoitteet luovat perustan myöhempien vaiheiden kustannusseurannalle (Pelin 2002, s. 41, 178; Ruuska 2005, s. 157). Rissanen (2002, s. 45–46) suosittelee sekä määrällisten että laadullisten mittareiden hyödyntämistä projektin tavoitteiden määrittelyssä. Pelkästään laadullisia mittareita käytettäessä tavoitteet jäävät helposti epämääräisiksi. Schwalben (2009, s. 147) mukaan projektin kustannussuunnittelun tärkeimmät tehtävät ovat kustannusarviointi ja budjetointi. Budjetoinnissa kokonaiskustannusarvio yhdistetään aikajanaan. Täten projektin kustannusseurannassa voidaan paremmin tarkastella kustannusten kertymistä.

Toimitusprojektin kustannusohjaukseen vaikuttaa olennaisesti käytetty sopimusmuoto. Pelin (2002, s. 176–178) esittää sopimusvariaatioiden perustyyppinä kokonaisurakan ja laskutustyön. Kokonaisurakassa projekti määritellään hyvinkin tarkasti sopimuksessa, joka on tehty kiinteään hintaan. Toimittajalla on mahdollisuus tuottoon toteuttamalla projekti tehokkaasti. Toisaalta toimittaja kantaa riskin työmäärän aliarvioinnista ja yllättävistä ongelmista. Laskutustyössä toimittaja veloittaa asiakkaalta toteutuneiden työtuntien perusteella. Tässä sopimusmuodossa asiakas kantaa riskin. Huomionarvoista on, ettei sitovaa tarjoushintaa voida projektin aikana muuttaa. Näin ollen tuotot määräytyvät ainakin kiinteähintaisissa projekteissa kokonaisuudessaan jo tarjouslaskentavaiheessa. Työvaiheet projektin toteutuksen aikana ja sen jälkeen keskittyvät kertyvien kustannusten mittaamiseen ja hallintaan.

2.2.2 Kustannusjohtaminen projektin toteutuksen aikana

Projektin valvonta toteutetaan Pelinin (2002, s. 288) mukaan poikkeamajohtamisena: poikkeamat suunnitelmista johtavat korjaustoimiin, ilman poikkeamia taas jatketaan suunnitelman mukaisesti. Rozenes *et al.* (2006, s. 8–9) esittävät projektinhallinnan työkalujen jakamista yksi- ja monidimensionaalisiin. Yksidimensionaaliset työkalut keskittyvät yhden tavoitedimension, kuten kustannusten, hallintaan, kun taas monidimensionaaliset työkalut integroivat useamman ulottuvuuden hallinnan. Yksidimensionaaliset työkalut ovat helppoja ottaa käyttöön, mutta kattavat siis vain yhden ulottuvuuden projektin tavoitekentässä. Useiden yksidimensionaalisten työkalujen käyttämistä rinnakkain voidaan kritisoida, sillä tällöin eri tavoitteet eivät integroidu, eikä järjestelmä täysin tue projektijohtamisen tavoitteita. Yleisin monidimensionaalinen projektinhallinnan työkalu puolestaan on tuloksen arvo-menetelmä, joka yhdistää ajan- ja kustannustenhallinnan. Kärri ja Uusi-Rauva (2003, s. 48–53) huomauttavat kuitenkin, ettei tämäkään menetelmä huomioi kolmatta projektin tavoitedimensiota, laatua. Menetelmällä seurataan toteutuneiden kustannusten sijasta tehdyn työn toteutuneita kustannuksia (Pelin 2002, s. 195–196).

Kustannusraportoinnissa selvitetään projektin toteutuneet, sopimuksin sidotut ja jäljellä olevat kustannukset, joita verrataan projektibudjettiin. Budjetoitujen ja toteutuneiden kustannusten erojen syyt selvitetään, ja kustannusylitykset pyritään ottamaan kiinni vähentäen jäljellä olevia kustannuksia. (Pelin 2002, s. 187) Ruuska (2005, s. 187) painottaa, että seurannalla tulee aktiivisesti vaikuttaa projektin kustannuksiin eikä vain todeta niitä. Täytyy lisäksi muistaa, ettei kustannusten minimointi ole projektin tavoitteena, vaan projektin laadulliset ja aikataululliset tavoitteet määrittelevät kustannuksille tietyn alarajan. Kustannusseurannan ei tule olla liian tarkkaa, vaan siinä pitäisi keskittyä projektin lopputuloksen kannalta tärkeisiin kustannuksiin. Kustannuksia tulee myös ajatella pidemmän aikavälin kannalta: jos esimerkiksi suunnittelukustannuksia leikataan, projektin myöhemmät vaiheet kärsivät huolimatta lyhyen aikavälin kustannussäästöstä.

Kustannusseurannan tiedot tulisi saada mahdollisimman nopeasti ja luotettavasti kustannusohjauksen tietoon. Kustannusraportointi tulisi kuitenkin pystyä hoitamaan muun kustannusseurannan osana. Rinnakkaiset raportointijärjestelmät ovat liian vaivalloisia. (Ruuska 2005, s. 188–189) Tuntiraportoinnin osalta on varmistettava, että kaikki projektin työtunnit, hallinto mukaan lukien, kohdistetaan projektin kustannuksiksi eikä projektille kohdisteta sille kuulumattomia työtunteja. Projektin kustannusseuranta ei ole samankaltaista esimerkiksi yrityksen maksutai suoriteperusteisen kirjanpidon kanssa. Ennakoivuuden edistämiseksi voidaan seurata sidottuja kustannuksia. Sidotusta kustannuksesta on olemassa sopimus, joka määrittelee hinnan ja toimitusajan. (Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 44–45; Pelin 2002, s. 174, 186, 188) Vielä ennakoivampaa seurantaa voidaan toteuttaa seuraamalla jatkuvasti päivitettävää kustannusarviota (Artto *et al.* 2006, s. 171).

2.2.3 Kustannusjohtaminen projektin toteutuksen jälkeen

Jälkilaskennassa kootaan yhteen projektin kustannustiedot, analysoidaan syntyneet poikkeamat sekä niiden syyt, tehdään sisäinen kannattavuuslaskelma ja täytetään projektin kirjanpidolliset vaatimukset. Jälkilaskenta ja raportointi ovat yleisesti ne projektin ohjauksen osa-alueet, jotka jäävät liian vähälle huomiolle. Kui-

tenkin juuri jälkilaskennan avulla saadaan eniten kokemukseräistä tietoa, jota voidaan hyödyntää tulevilla projekteilla. Erityisesti projektin aikana ilmaantuneet yllätykset kannattaa huomioida, ja miettiä, miten niihin varaudutaan tulevilla projekteilla. Jälkilaskennassa voidaan laskea erilaisia tunnuslukuja käytettäväksi myöhempien projektien kustannusarvioissa. Minimivaatimus jälkilaskennalle on projektin onnistumisen selvittäminen. Parhaiten onnistuneista projekteista voidaan ottaa mallia, kun taas epäonnistuneissa projekteista tehtyjä virheitä tulee pyrkiä välttämään vastaisuudessa. (Cao & Hoffman 2010, s. 2; Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 53–54; Milosevic 2003, s. 500; Pelin 2002, s. 189–190)

Jälkilaskenta on tarpeellista, koska oppiminen ei tapahdu automaattisesti kokemuksen jälkeen, vaan edellyttää systemaattista käsittelyä ja analyysiä. Jälkilaskentaan ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota, koska se kuluttaa kallista aikaa ja sen hyödyt näkyvät epäsuorasti vasta tulevilla projekteilla. Yrityksissä ajatellaan, että projektin aikana koetusta osataan ottaa opiksi muutenkin. Lisäksi on houkuttelevampaa siirtyä uuteen projektiin kuin palata käsittelemään jo päättäneen projektin virheitä ja epäonnistumisia. Virheiden analysointi voi johtaa syytelyyn ja kritiikkiin, jolloin koko analysointiprosessia kartetaan sosiaalisten suhteiden säilymisen vuoksi. (Busby 1999, s. 23–24)

Edellä esitetyn tiedon perusteella voidaan sanoa, että projektijohtamisen tulee kattaa projektin koko elinkaari. Projektin elinkaari koostuu vaiheista ennen projektin toteutusta, toteutuksen aikana sekä toteutuksen jälkeen. Pääsääntöisesti mahdollisuus vaikuttaa projektin kannattavuuteen pienenee projektin edistyessä. Projektisopimus ja ostosopimukset sitovat suuren osan projektitoimittajan kustannuksista, joten projektin kustannusohjauksen tulisi keskittyä vaiheisiin ennen projektin toteutusta. Näin aikaisessa vaiheessa kustannuksista ei kuitenkaan vielä saada varmaa tietoa, joten projektin kustannuksia joudutaan arvioimaan. Projektin toteutuksen aikana tulisi kustannus seurannan avulla pystyä vielä vaikuttamaan projektin kannattavuuteen. Jälkilaskennalla puolestaan voidaan vaikuttaa vasta tuleviin projekteihin.

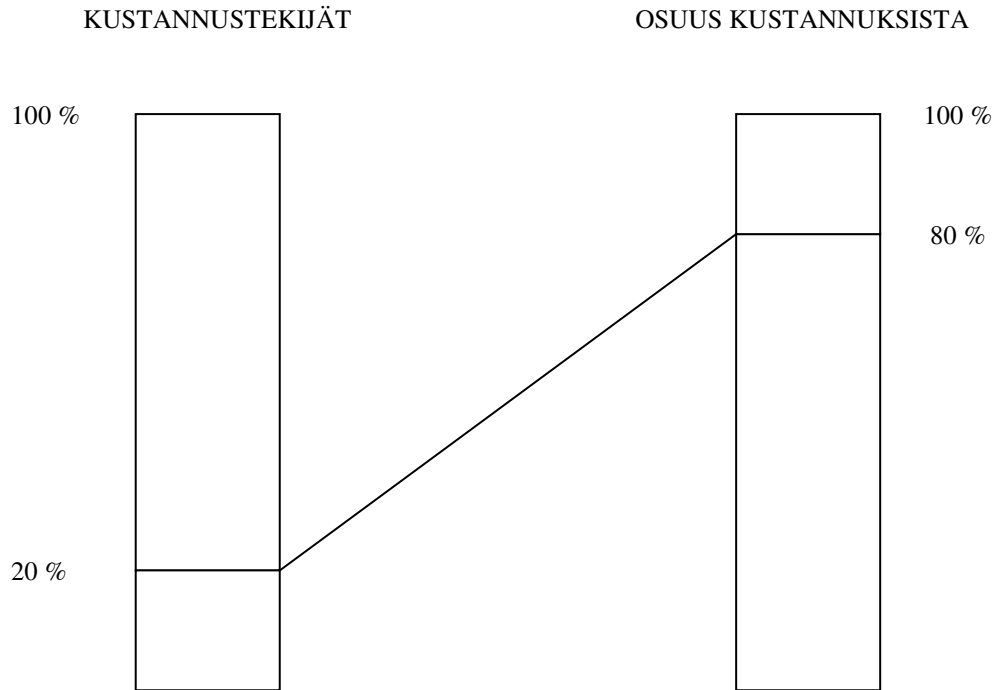
3 PROJEKTIN KUSTANNUSARVIOINNIN TOTEUTTAMINEN

3.1 Kustannusarvioinnin laskennallisia perusteita

3.1.1 Arviointiin käytettävien resurssien rajaaminen

Projektin kustannusarviosta ei koskaan saada ehdottoman tarkkaa. Kärrin ja Uusi-Rauvan (2003, s. 33) mukaan kuitenkin arvion tarkkuus periaatteessa paranee tiettyyn rajaan asti, kun sen tekemiseen käytetään enemmän resursseja. Tästä syystä kustannusarvion tekemisessä on aina kyse kustannus-hyötynäkökulman mukaisesta optimoinnista: pyritään minimoimaan kustannuksia, jotka syntyvät toisaalta tarkan arvion tekemisestä, toisaalta epätarkkuudesta. Kaplan ja Atkinson (1998, s. 42–43) huomauttavat lisäksi, ettei suureen tarkkuuteen pyrkivä, yksityiskohtainen kustannusjärjestelmä automaattisesti johda yksinkertaista järjestelmää parempiin tuloksiin, vaan inhimilliset virheet laskennan suunnittelussa ja toteutuksessa saattavat johtaa erittäinkin heikkotasoisiin laskentatuloksiin.

Eräs käyttökelpoinen tapa kohdistaa kustannusarvioinnissa käytettävät resurssit tuloksellisesti on Pareton laki, joka tunnetaan myös 20/80-sääntönä. Pareton lain mukaan 20 % kustannustekijöistä aiheuttaa 80 % projektin kustannuksista. Kustannusarvioinnissa tulisi siis määrittää, mitkä kustannustekijät kuuluvat merkitykselliseen 20 %:n joukkoon, ja arvioida niiden aiheuttamat kustannukset riittävän tarkasti. Sen sijaan lukuisia merkityksettömpiä kustannustekijöitä voidaan niputtaa ja niiden aiheuttamia kustannuksia arvioida selkeästi karkeammalla tasolla ilman että projektin kustannusarvion tarkkuus juurikaan kärsii. Laskentajärjestelmästä voidaan näin saada huomattavasti kevyempi. Pareton lakia on havainnollistettu kuvassa 6. (Humphreys 1991, s. 512; Sundaram 2008, s. 28; Uusi-Rauva 1990, s. 78)



Kuva 6. Projektin kustannustekijöiden ryhmittäminen Pareton lain mukaisesti (mukaiillen Uusi-Rauva 1990, s. 78).

Mahdollisuus resurssien rajaamiseen Pareton lain avulla ei rajoitu projektin kustannusarviointiin, vaan ajattelutapaa voi hyödyntää läpi projektin elinkaaren. Humphreys (1991, s. 512) esittää Pareton lain käyttämistä projektin toteutuksen aikana merkittävimpien kustannustekijöiden seuraamiseksi ja hallitsemiseksi. Epäilemättä Pareton laista voisi olla hyötyä myös projektin jälkilaskennassa.

3.1.2 Kustannusten käsittely ja kohdistaminen

Projektin kustannusarvioita tekevät laskentamallit pyritään rakentamaan mahdollisimman yksinkertaisiksi ja helppokäyttöisiksi. Liiallinen pelkistäminen saattaa kuitenkin tuhota tulosten käyttökelpoisuuden. Suurin laskentamalleihin ja niiden pelkistämiseen liittyvä ongelma on kustannusten kohdistaminen projekteille. (Fogelholm 1997, s. 27) Kaplan ja Atkinson (1998, s. 63) määrittelevät kustannusten kohdistamisen toimenpiteeksi, jossa kustannus osoitetaan projektille, joka sen on yksiselitteisesti aiheuttanut. Uusi-Rauva (1990, s. 8) kutsuu tällaista kustannusten käsittelyä aiheuttamisperiaatteen noudattamiseksi. Käytännössä aiheuttamisperiaatteen noudattaminen on hyvin haastavaa, joissakin tapauksissa mahdotonta.

Mikäli kustannusta ei voida aiheuttamisperiaatteen mukaisesti kohdistaa projekteille, se tulee jakaa. Kustannusten jakamista tulee kuitenkin mahdollisuuksien mukaan välttää, sillä jakamisperusteet eivät ole suorassa yhteydessä kustannusten syntymiseen (Kaplan & Atkinson 1998, s. 64). Esimerkki tällaisesta kustannusten jakamisesta on tapaus, jossa yrityksen hallintokustannukset jaetaan projekteille niiden keston mukaan. Tällöin pitkäkestoiset projektit kantavat suurimman osan hallintokustannuksista ja vaikuttavat todellista kannattamattomammilta.

Toisinaan joudutaan käyttämään arviointia kohdistusperustetta määritettäessä. Esimerkkinä voidaan mainita tilanne, jossa työnjohtaja esittää arvion siitä, miten suuren osan ajastaan hän käyttää mihinkin projektiin. Työnjohtajan palkkakustannukset kohdistetaan sitten projekteille tämän arvion perusteella. Kaplan ja Atkinson (1998, s. 102–103) painottavat, ettei tällaisen arvioinnin hyödyntäminen ole rinnastettavissa kustannusten jakamiseen, joka voi pahimmillaan olla lähes mielivaltaista. Jos kustannuksen kohdistusperuste on oikea, arvioinnilla voidaan säästää paljon resursseja tarkkaan mittaamiseen verrattuna, eikä laskennan tarkkuus kärsi merkittävästi.

3.1.3 Arviointialgoritmien toiminta

Projektin kustannusarviointivaiheessa algoritmeja käytetään muuttamaan projektitieto kustannuksiksi. Algoritmeja voidaan muodostaa lukemattomia erilaisia ja ne voivat olla erittäin monimutkaisia, mutta niiden perusrakenne voidaan esittää kaavan (1) mukaisesti (Kaplan & Atkinson 1998, s. 65–66; Milosevic 2003, s. 231; Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 78; Pietlock *et al.* 2001, s. 33–34).

$$Kustannus = Hintakomponentti \times Määräkomponentti \quad (1)$$

Jotta kustannusten kohdistaminen olisi mahdollisimman totuudenmukaista, sekä hinta- että määräkomponentti tulisi määrittää aiheuttamisperiaatetta noudattaen.

Kaplan ja Atkinson (1998, s. 65–66) kuitenkin toteavat, ettei arvioiminen hinta-komponentin määrittämisessä ole yleensä kovin merkittävä haitta laskentatarkkuudelle. Tärkeämpää on, onko projektikohtainen määräkomponentti laskettu kohdistus- vai jakoperustetta käyttäen. Mikäli määräkomponentissa ei ole virhettä, hinta-arvion tulisi olla merkittävästi virheellinen ennen kuin se vaikuttaisi oleellisesti laskentatuloksiin.

Projektin ennakkolaskennassa varsinkin määräkomponenttien riittävän tarkka määrittäminen on joskus hyvin haastavaa. Erityisesti aikaperusteisissa määräkomponenteissa esiintyy usein paljon vaihtelua. Algoritmeja hyödynnetään toki myös projektin jälkilaskennassa, jossa seurataan mahdollisuuksien mukaan toteutuneita hinta- ja määräkomponenttien arvoja. (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 78, 80–81)

3.1.4 Kustannusarvion tarkkuus ja arviovaraus

Projektin kustannusarvioon tulisi liittää tieto siitä, millä tarkkuudella arvio ennustaa projektin tulevat kustannukset. Projektin edetessä kustannusarviota tulisi tarkentaa useaan otteeseen. Kustannusarvion tarkkuuden tyypillistä kehittymistä rakennusprojekteissa on kuvattu taulukossa 2. Tulee kuitenkin huomata, että urakointiliiketoiminnan tarjouslaskennassa mahdollisuutta arvion asteittaiseen tarkentamiseen ei yleensä ole: Ennen projektin toteuttamista määritetty tarjoushinta on urakoitsijan kannalta sitova, joten kustannusarvio tulee yhdellä arviointikerralla määrittää vähintään $\pm 10\%$:n, ennemmin $\pm 5\%$:n tarkkuudella.

Taulukon 2 tiedot kuvaavat kokonaiskustannusarvioita. Tosiasiassa tarkkuus riippuu siitä, miten yksityiskohtaisella tasolla arvioidaan yksittäisiä kustannustekijöitä. (Artto *et al.* 2006, s. 159–163) Kärrin ja Uusi-Rauvan (2003, s. 31–32) näkemyksen mukaan kokonaiskustannusarvion tarkkuus saattaa olla kohtuullinen, vaikka yksittäisten kustannustekijöiden arviot olisivatkin virheellisiä. Tämä näkemys perustuu siihen, että yhteenlaskussa virheet kompensoivat toisiaan. Tällai-

sen korjautuvuuden edellytyksenä tietenkin on, ettei ole tehty systemaattisia virheitä, jotka kompensoitumisen sijaan kumuloituisivat kokonaiskustannusarvioon.

Taulukko 2. Tyypillisen rakennusprojektin kustannusarvion tarkkuuden kehittyminen (Artto *et al.* 2006, s. 162–163).

| PROJEKTIN VAIHE | KUSTANNUSARVION TARKKUUS |
|---|---------------------------------|
| Projektikuvaus | ± 50 % |
| Aloittamis- tai hylkäämispäätös | ± 20 % |
| Perussuunnittelu ja tärkeimmät sopimukset tehty | ± 10 % |
| Projektin toteutus ja seuranta | ± 5 % |

Inhimillisten tekijöiden vuoksi kustannusarvio ei aina vastaa todennäköisintä vaihtoehtoa, vaan saattaa esimerkiksi ylivarovaisuuden takia olla todellisuutta pessimistisempi. Tämän vuoksi on kritisoitu kustannusarvion esittämistä yhden ainoan arvon avulla. Realistisempaan kuvaukseen päästäisiin käyttämällä todennäköisyysjakaumaa. (Artto *et al.* 2006, s. 159–161) Käytännössä todennäköisyysjakaumat vaativat kuitenkin melko monimutkaisten simulointitekniikoiden käyttämistä.

Realistisuutta saadaan hieman parannettua myös käyttämällä herkkyysanalyysiä. (Akintoye & Fitzgerald 2000, s. 166) Herkkyysanalyysissä muuttujille annetaan erilaisia lähtöarvoja, ja selvitetään lähtöarvojen muutosten vaikutus laskelman lopputulokseen. Herkkyysanalyysit tehdään useimmiten sillä oletuksella, että kaikki muut tekijät pysyvät ennallaan yhden muuttujan lähtöarvoja muutettaessa. (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 66) Todellisuudessa tällainen oletus ei yleensä päde, joten herkkyysanalyysien tuloksia tulee tarkastella kriittisesti, eikä niihin saa suhtautua sokean luottavaisesti.

Kustannusarvioon tulisi aina lisätä arviovaraus, jolla varaudutaan projektiin liittyvien riskien epäsuotuisiin kustannusvaikutuksiin. Toisaalta varauksella pyritään kumoamaan kustannusarvion epätarkkuuden vaikutukset. (Artto *et al.* 2006, s. 159–161; Hamilton 2004, CSC.12.4; Milosevic 2003, s. 228) Yleisin tapa lisätä

varaus on laskea se kokonaiskustannusarvioon prosenttiosuutena. Tämä tapa on yksinkertainen, mutta täytyy huomata, että se on subjektiivinen ja riippuu hyvin paljon arvion tekijän luottamuksesta omaan arviointitarkkuuteensa. (Karlsen & Lereim 2005, s. 25) Varauksen suuruudesta on esitetty monia näkemyksiä. Kettunen (2009, s. 117), samoin kuin Karlsen ja Lereim (2005, s. 25) esittävät sopivaksi prosenttiosuudeksi 5-10 %:a. Sen sijaan Leach (2003, s. 46) toteaa, ettei varaus saisi koskaan olla pienempi kuin 10 %, ja suosittelee jopa 25 %:n käyttämistä.

Cheung *et al.* (2008, s. 356) toteavat, että kustannusarvioinnissa pyritään usein enemmän yli- kuin aliarvioimaan kustannuksia. Tulisikin huomata, että ylivarvaisuus arvioinnissa johtaa helposti siihen, että projektin riskit lasketaan arvioon kahteen kertaan. Hamilton (2004, CSC.12.1) painottaa, että varovaisuus tulisi näkyä ainoastaan arviovarauksen suuruudessa. Yksittäiset kustannustekijät tulisi pyrkiä arvioimaan mahdollisimman todenmukaisesti.

Ahcom *et al.* (2006, EST.26.2) korostavat kustannusarvioiden tarkkuuden merkitystä rakennusalan urakoinnissa: Tarjouslaskennan myötä koko liiketoiminta ja sen kannattavuus perustuvat kustannusarvioiden tarkkuudelle. Rakennusalan kova kilpailu painaa tarjoushinnat niin alas, etteivät arviovaraukset aina mahdu asiakkaille tarjottaviin hintoihin. Tarjoushintana toimii tällöin todennäköisimpänä pidetty kustannusarvio ilman varausta, joskus hinta on jopa kustannusarvion alapuolella. Tästä seuraa merkittävä taloudellinen riski. Urakointi omakustannehinnan alapuolella voi joskus olla strategisesti perusteltua, mutta jatkuva toimintamalli se ei voi olla. (Karlsen & Lereim 2005, s. 25)

3.1.5 Historiatietojen käsittely kustannusarvioinnissa

Projektin kustannusarvioinnissa voidaan hyödyntää historiaan perustuvia kustannustietoja esimerkiksi tietokantojen muodossa (Alhola *et al.* 1994, s. 122). Usein historiatiedot tarjoavatkin parhaan mahdollisuuden riittävän tarkan kustannusarvion tekemiseen. Täytyy kuitenkin pitää mielessä, että historiaan perustuvat kustannustiedot sisältävät lähes aina sellaisia muuttujia, jotka eivät vastaa arviointitilan-

netta. Pietlock *et al.* (2001, s. 33–34) mainitsevat tällaisina muuttujina esimerkiksi inflaation, eskalaation ja työn tuottavuuden. Inflaatio määritellään nousuksi resurssien yleisessä hintatasossa. Eskalaatiolla puolestaan tarkoitetaan sitä, että työ vaatii tulevaisuudessa enemmän resursseja kuin aiemmin. (Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 38–39) Koska inflaatio muodostaa merkittävän osan historiatietojen käyttöä rajoittavista tekijöistä, voitaisiin ensisijaisesti suositella ei-rahamääräisten tietojen hyödyntämistä kustannusarvioinnissa.

Hamilton (2004, CSC.12.11) esittää historiatietojen sovellettavuuden parantamista normalisoimalla ja suhteuttamalla. Normalisoinnissa on kyse siitä, että datasta poistetaan sitä häiritsevät epätavalliset tekijät. Poikkeustilanteiden vaikutukset pyritään minimoimaan, jolloin tietoa voidaan hyödyntää yleisemmällä tasolla. Toinen käyttökelpoinen keino on suhteuttaa kaikki käytettävä tieto johonkin kiinteään vertailupisteeseen.

3.2 Kustannusarviointitekniikka

3.2.1 Analoginen arviointi

Kustannusarvioinnissa käytetyt tekniikat voidaan jakaa kolmeen ryhmään, joista ensimmäinen on analoginen arviointi. Analogisen arvioinnin yhteydessä voidaan puhua myös referenssiprojekteista, sillä siinä hyödynnetään aiemman, samankaltaisen projektin toteutuneita kustannuksia arvioinnin perustana. Verrattuna muihin arviointitekniikoihin analoginen arviointi on kustannuksiltaan edullisempi, mutta myös tuloksiltaan vähemmän tarkka. Yleisesti voidaan sanoa, että onnistuakseen analoginen arviointi vaatii arvion tekijältä paljon kokemusta. (Milosevic 2003, s. 233; Schwalbe 2009, s. 147–148)

Analogiset arviot ovat sitä luotettavampia, mitä samankaltaisempia referenssiprojektit ovat arvioitavan projektin kanssa esimerkiksi kooltaan ja tavoitteiltaan. Analogisen arvioinnin käyttämistä voidaan suositella tilanteissa, joissa arvioitavasta

projektista ei ole saatavilla yksityiskohtaista tietoa. Analogisia arvioita hyödynnetään tyypillisesti projektin elinkaaren aikaisissa vaiheissa. (Milosevic 2003, s. 233, 236; Schwalbe 2009, s. 147–148) Automatisoituun laskentamalliin analoginen arviointi soveltuu melko heikosti, sillä mallin laskentalogiikan tulisi pääsääntöisesti olla moniin erilaisiin projekteihin soveltuva.

Laskennallisesti analogisessa arvioinnissa määritetään kerroin, jonka avulla saadaan laskettua arvioitavan projektin kustannukset. Analogista arviointia voidaan tarkentaa arvioimalla yksitellen erillisiä kustannuseriä yhden kokonaiskustannusarvion sijaan. (Milosevic 2003, s. 236) Pietlock *et al.* (2001, s. 33–34) toteavat, että kustannusarviointitekniikan tarkentuessa käytetyt arviointialgoritmit muuttuvat stokastisista eli arveluun perustuvista enemmän deterministisempään, kiistämättömämpään suuntaan. Täten analogisessa arvioinnissa käytetyt arviointialgoritmit ovat usein hyvin stokastisia.

3.2.2 Parametrinen arviointi

Parametrisessa arvioinnissa projektin kustannuksia arvioidaan projektimuuttujiin perustuvan matemaattisen mallin avulla. Tyypillisesti projektin kustannukset sidotaan arviointialgoritmillä esimerkiksi sellaisiin fysikaalisiin parametreihin kuin koko, tilavuus tai paino. Historiatietojen perusteella määritetään, millainen matemaattinen yhtälö parhaiten kuvaa arvioitavan projektin kustannusten syntyä. Usein parametrisissa arvioissa käytettävät arviointialgoritmit ovat luonteeltaan lineaarisia, eksponentiaalisia tai logaritmisia. (Dysert 2008, EST.03.1; Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 59–60; Milosevic 2003, s. 237–238; Schwalbe 2009, s. 147–148)

Akintoye ja Fitzgerald (2000, s. 166) toteavat, etteivät urakoitsijat juuri suosi parametrissa arviointia, sillä sen tulokset eivät ole ensiluokkaisen tarkkoja. Parametrisia arvioita hyödynnetäänkin usein melko aikaisissa projektin vaiheissa, joissa riittävästi tietoa tarkempiin arviointitekniikoihin ei ole saatavilla (Milosevic 2003, s. 241). Kärri ja Uusi-Rauva (2003, s. 60) puolestaan esittävät, että parametrinen

arviointi voi oikein ja realistisesti sovellettuna johtaa riittävän tarkkoihin tuloksiin suhteellisen nopeasti ja edullisesti.

Dysert (2008, EST.03.1) mainitsee, että parametriset projektikustannusarviot voivat yksinkertaisimmillaan perustua yhdelle ainoalle parametrille ja sen avulla määritellylle algoritmille. Kuitenkin hän tarkentaa, että yleensä arvioinnissa hyödynnetään useita erilaisia parametreja. Myös Fogelhom (1997, s. 32) painottaa sitä, ettei kustannusten käyttäytyminen lähes koskaan riipu vain yhdestä muuttujasta, vaan kaikki tärkeimmät kustannusparametrit tulisi pystyä tunnistamaan arviota tehtäessä.

Kuten kaikki historiatietoja hyödyntävät arviointitekniikat, myös parametrinen arviointi perustuu oletukselle siitä, että historiatiedoista lasketut algoritmit soveltuvat uuteen, arvioitavaan projektiin. Jos arvioitava projekti kuitenkin eroaa aiemmista kokemuksista joidenkin ratkaisevien yksityiskohtien osalta, arviointialgoritmeihin voidaan sisällyttää laskennallisia korjauskertoimia. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää tekniikkaa, jossa historiatiedot eritellään eri muuttujien osalta ryhmiin, joille etsitään omat algoritminsa. (Dysert 2008, EST.03.1; Milosevic 2003, s. 240)

3.2.3 Määrälaskenta

Kaikista tarkin kustannusarviointitekniikka on määrälaskenta, jolla voidaan saavuttaa $\pm 5\%$:n tarkkuus. Tarkoituksena on arvioida yksittäisiä kustannuseriä kertomalla piirustuksista ja suunnitelmista saadut määräkomponentit yksikkökustannuksilla. Kun nämä pienehköt kustannuserät lopuksi lasketaan yhteen, saadaan projektin kokonaiskustannusarvio. (Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 29–30; Milosevic 2003, s. 243, 247; Schwalbe 2009, s. 147–148)

Määrälaskennan hyvä puoli on sen suuri tarkkuus, jonka vuoksi sitä hyödynnetään yleisesti esimerkiksi tarjoushintojen määrittämisessä. Toisaalta tekniikka on myös

kallis ja hidas verrattuna analogiseen ja parametriseen arviointiin. Määrälaskennan tarkkuuteen vaikuttaa arvioitavien kustannuserien suuruus. Lisäksi määrälaskennan onnistuminen on erityisen riippuvainen arvion tekijän kokemuksesta. Täytyy myös huomioida, ettei tarkka arviointitekniikka korvaa inhimillisiä virheitä, kuten nimikkeiden poisjättämistä tai määräkomponenttien aliarviointia (Alhola *et al.* 1994, s. 144; Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 29–30; Ruuska 2005, s. 170; Schwalbe 2009, s. 147–148). Milosevicin (2003, s. 246) mukaan määrälaskenta soveltuu kuitenkin periaatteessa kaikenlaisten projektien kustannusarviointiin.

Arviointialgoritmin perusrakenteen mukaan määrälaskennassa määritetään yksittäisille kustannuserille määrä- ja hintakomponentit. Määräkomponenttien tarkka määrittäminen on määrälaskennan tärkein osa-alue. Hintakomponentit taas saadaan tyypillisesti aiempien projektien historiatiedoista, kaupallisista tietokannoista tai henkilökohtaisista kokemuksista. (Alhola *et al.* 1994, s. 144; Milosevic 2003, s. 244) Kaikilla esitetyistä arviointitekniikoista – analogisella arvioinnilla, parametrilla arvioinnilla sekä määrälaskennalla – on vahvuutensa ja heikkoutensa, eikä mikään niistä ole muita parempi kaikilla osa-alueilla. Tämän vuoksi käytännössä on usein järkevää yhdistellä eri tekniikoita projektin kustannusarviota laadittaessa. (Milosevic 2003, s. 235) Taulukossa 3 on esitetty yhteenveto käsitellyjen arviointitekniikoiden ominaisuuksista.

Taulukko 3. Projektin kustannusarviointitekniikoiden vertailua (mukailien Milosevic 2003, s. 235, 238, 244).

| | KÄYTTÖ-TARKOITUS | TARKKUUS | ARVIOINNIN KUSTANNUKSET | VAADITUT LÄHTÖTIEDOT |
|-------------------------------|---|---|--|---|
| ANALOGINEN ARVIOINTI | Päätös projektin toteuttamisesta, budjetointi | +50 % / -30 % ilman arviovarausta | Tyypillisesti 0,04–0,15 % projektin kustannuksista | Arvioitavan projektin laajuus ja monimutkaisuus, samankaltaiset referenssiprojektit |
| PARAMETRINEN ARVIOINTI | Budjettisuunnittelu, päätös projektin toteuttamisesta | +50 % / -30 % ilman arviovarausta | Tyypillisesti 0,04–0,45 % projektin kustannuksista | Arvioitavan projektin laajuus ja käytettävät parametrit |
| MÄÄRÄLASKENTA | Tarjouslaskenta, kustannusseuranta | Jopa +5 % / -5 % ilman arviovarausta | Tyypillisesti 0,45–2 % projektin kustannuksista | Arvioitavan projektin suunnitelmat, piirustukset ja tekniset tiedot |

Edellä esitetyn teorian perusteella kustannusarvioinnin periaatteet määräytyvät pitkälti tapauskohtaisen kustannus-hyötynäkökulman mukaisesti. Pk-yrityksessä arviointiin ei voida käyttää kovin suurta määrää resursseja. Suurin osa käytettävistä olevista resursseista tulisi suunnata merkityksellisimpien kustannuserien arvioimiseen, ja aiheuttamisperiaatetta tulisi mahdollisuuksien mukaan noudattaa. Projektin kustannusarviota ei ole realistista esittää vain yhden luvun avulla, todennäköisyysjakaumat ja herkkyysanalyysit antavat todenmukaisemman kuvan projektin kustannuksista. Arviovarauksen lisääminen kustannusarvioon on tärkeää myös rakennusalan kaltaisella kilpailulla alalla, sillä kustannusarvio sisältää aina joitakin epätarkkuuksia ja riskejä.

Kustannusarviointitekniikoista analogisen arvioinnin voidaan todeta perustuvan pitkälti arvion tekijän kokemukseen. Tämä tekniikka ei sovellu erilaisiin, vaihteleviin projekteihin. Parametrinen arviointi puolestaan voi oikein sovellettuna johtaa riittävän tarkkoihin tuloksiin suhteellisen vähillä resursseilla. Parametrit perustuvat kuitenkin historiatietoihin, joten arvioinnin onnistuminen riippuu osin siitä, onko arvioitava projekti samanlainen kuin aiemmin toteutetut projektit. Lasketamalla ajatellen parametrinen arviointi soveltuu merkitykseltään vähäisten kustannuserien arviointiin. Määrälaskenta on oikein sovellettuna hyvinkin tarkka arviointitekniikka, mutta vaatii paljon resursseja. Määrälaskennan kiistaton etu on se, ettei siinä tarvitse käyttää historiatietoja. Täten määrälaskenta soveltuu yksilöllisten projektien kustannusarviointiin.

4 PROJEKTIKOHTAISEN KUSTANNUSLASKENNAN VAIHTOEHDOT

4.1 Kustannusten luokittelu

4.1.1 Muuttuvat ja kiinteät kustannukset

Projektin kustannuksia voidaan luokitella lukuisilla eri tavoilla. Kenties yleisin käytäntö on jakaa kustannukset muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin. Perinteisesti valmistusyrityksissä tämän jaon perusteena on kustannusten riippuvuus toiminta-asteesta, siis tuotettavien suoritteiden määrästä. Muuttuvat kustannukset kasvavat ja pienenevät suoritemäärän vaihtelun mukaisesti, kun taas kiinteät kustannukset eivät muutu suoritemäärän muuttuessa (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 48–49; Uusi-Rauva 1990, s. 20–22).

Kustannusten jakaminen muuttuviin ja kiinteisiin ei aina ole kovin selkeää. Laskelmissa oletetaan yleensä muuttuvien kustannusten vaihtelevan suoraan verrannollisesti suoritemäärään nähden. Tämä ei kuitenkaan yleensä vastaa täysin todellisuutta. Kiinteät kustannukset puolestaan ovat laajoja toiminta-asteen muutoksia tarkastellen usein hyppäyksittäin muuttuvia. (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 48–51; Uusi-Rauva 1990, s. 20–22) Esimerkiksi yrityksen toimintaa laajennettaessa saatetaan palkata uusi toimihenkilö, jolloin kiinteät työvoimakustannukset kasvavat äkillisesti. Kone- tai toimitilainvestointien yhteydessä puolestaan pääomakustannukset kasvavat.

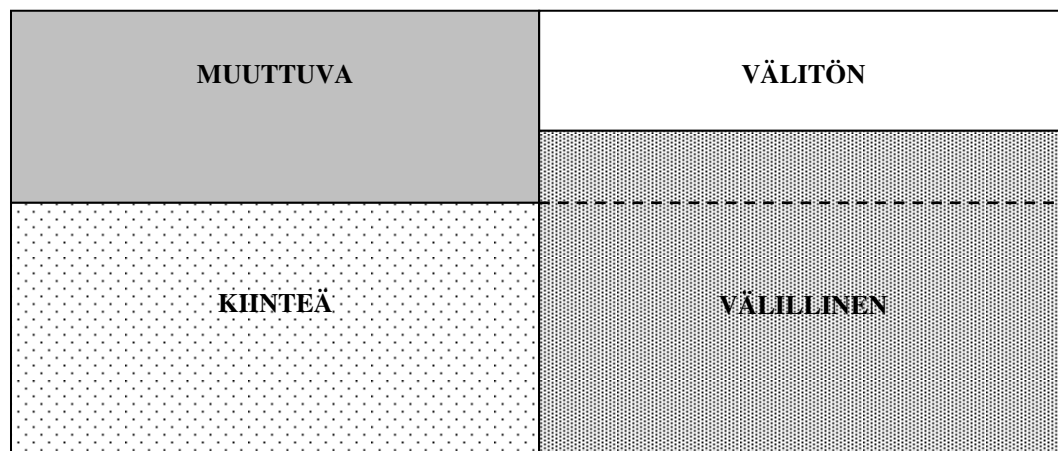
Projektimuotoisessa palveluliiketoiminnassa vastaava muuttuvien ja kiinteiden kustannusten jakoperuste olisi selkeimmillään riippuvuus projektien lukumäärästä. Projektit eivät kuitenkaan ole kustannusten suhteen läheskään niin yhteneviä kuin useimmat tuotteet. Perinteisesti valmistusyrityksissä muuttuvat kustannukset

ovat kiinteitä yhtä suoritetta kohden, ja vastaavasti kiinteät kustannukset suoritetta kohden muuttuvat sen mukaan, kuinka monelle suoritteelle ne jaetaan (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 50–51; Uusi-Rauva 1990, s. 21–22). Projektiliiketoiminnassa muuttuvat kustannukset projektia kohden eivät kuitenkaan lähes koskaan pysy vakiona, joten kustannusten riippuvuus projektien lukumäärästä ei ole kovin toimiva jakoperuste. Tonchia (2008, s. 121) esittää jakoperusteeksi kustannusten riippuvuutta projektin koosta. Tämä ajattelutapa auttaa jonkin verran projektikohtaisen kustannusvaihtelun asettamassa haasteessa, sillä esimerkiksi pienet projektit ovat kustannuksiltaan samankaltaisempia kuin projektit yleensä.

4.1.2 Välittömät ja välilliset kustannukset

Toinen yleinen tapa luokitella projektin kustannuksia on jakaa kustannukset välittömiin ja välillisiin. Välittömät kustannukset voidaan kohdistaa objektiivisesti tietylle projektille, kun taas välilliset kustannukset täytyy jakaa projekteille käyttäen subjektiivisia perusteita. Käytännössä suurin osa projektin kustannuksista on välillisiä. Välittömiä kustannuksia ovat perinteisesti ainakin materiaalikustannukset ja osa palkkakustannuksista. (Riistama & Jyrkkiö 1996, s. 87–89; Tonchia 2008, s. 121)

Kuvassa 7 on havainnollistettu välittömien ja välillisten kustannusten asemaa suhteessa muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin. Yleensä kaikki välittömät kustannukset ovat muuttuvia. Toisaalta usein kaikki kiinteät kustannukset ovat välillisiä. Osaa muuttuvista kustannuksista taas käsitellään laskennassa yleensä välillisinä kustannuksina. Tällaista jaottelua ei kuitenkaan tule sokeasti uskoa. Laskennan tarkkuus ja aiheuttamisperiaatteen noudattaminen ovat tärkeämpiä kuin kustannusten täsmällinen jaottelu. Käytännössä jos objektiivinen kohdistusperusta löytyy, kustannus on paras kohdistaa projektille riippumatta siitä, miten se on luokiteltu. (Uusi-Rauva 1990, s. 23)



Kuva 7. Välittömien ja välillisten kustannusten suhde muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin (mukaillen Uusi-Rauva 1990, s. 24).

Välittömien kustannusten osalta projektikohtaisen laskennan ongelmat liittyvät lähinnä kustannustiedon keräämiseen ja käsittelyyn. Projektin kustannusten tarkan laskemisen suurin haaste on välillisten kustannusten kohdistamisongelma. (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 105; Tonchia 2008, s. 123) Välilliset kustannukset jätetäänkin usein osoittamatta projekteille sen vuoksi, että kustannusten jakaminen nähdään mielivaltaisena ja epätarkkana. Kaikki kustannukset tulisi kuitenkin laskea projekteille, jos se voidaan tehdä pienehköllä virhemarginaalilla. Projektikohtaisessa kustannuslaskennassa ei vaadita täydellisyyttä, vaan riittävä tarkkuus. (Uusi-Rauva 1990, s. 88)

4.1.3 Kustannuslajit

Kustannuslajeihin perustuva laskenta on Neilimon ja Uusi-Rauvan (2001, s. 82, 88, 105–106) mukaan luontevaa, sillä kustannuslajit vastaavat suurin piirtein liikeyrityksissä käytettyjä kululajeja. Kustannuslajeihin perustuvassa jälkilaskennassa voidaan tukeutua kirjanpitoon ja muihin jo toteutuneisiin arvoihin. Ennakolaskelmissa taas tulee hyödyntää budjetteja, standardiarvoja, vanhoja jälkilaskelmia tai tilannekohtaisia arvioita.

Tavallisesti pienessäkin yrityksessä on kymmeniä kustannuslajeja, suurissa yrityksissä puolestaan määrä nousee usein satoihin. Kustannuslajit perustuvat yrityksen tuotannontekijöihin. Tuotannontekijät voidaan jaotella neljään ryhmään: työsuoritukset, ainekset, sekä lyhyt- ja pitkävaikutteiset tuotantovälineet. Näihin tuotannontekijäryhmiin liittyviä pääkustannuslajeja on esitetty taulukossa 4. Tarpeen mukaan näitä pääkustannuslajeja voidaan jakaa pienempiin kokonaisuuksiin. (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 44–45, 78; Riistama & Jyrkkiö 1996, s. 94–95)

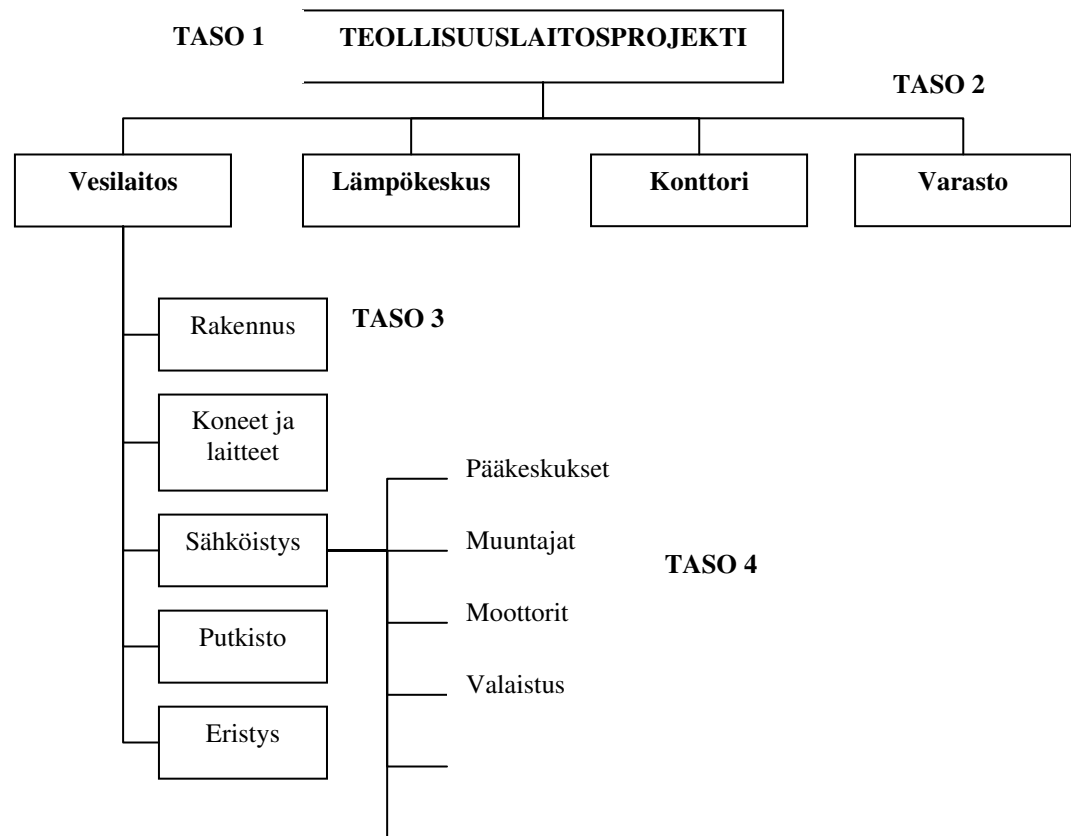
Taulukko 4. Tuotannontekijäryhmiä vastaavat pääkustannuslajit (Riistama & Jyrkkiö 1996, s. 95).

| TUOTANNONTEKIJÄRYHMÄT | VASTAAVAT KUSTANNUSLAJIT |
|------------------------------------|--|
| Työsuoritukset | Palkat Lakisääteiset henkilösivukustannukset Vapaaehtoiset henkilösivukustannukset |
| Ainekset | Aineskustannukset |
| Lyhytvaikutteiset tuotantovälineet | Tarvikekustannukset Vuokrat Valaistus- ja energiakustannukset Kuljetus- ym. palvelukustannukset |
| Pitkävaikutteiset tuotantovälineet | Poistot Korot Vakuutuskustannukset |

4.1.4 Projektin kustannusositus

Projektin kustannuksia voidaan luokitella myös niin sanotun projektiosituksen perusteella. Projektiositusta hyödynnetään usein projektin resurssisuunnittelussa. Siinä ryhmitellään työtehtäviä, jotka yhdessä muodostavat projektin. Tarkoituksena on jakaa työ johtamisen kannalta sopivan kokoisiin työpaketteihin, joiden hierarkinen suhde osituksen ylempiin tasoihin esitetään graafisesti. Ositus voi perustua periaatteessa mihin vain. Yleisimmin ositus tehdään perustuen esimerkiksi projektin fyysisiin komponentteihin, toimintoihin, tavoitteisiin, maantieteellisiin alueisiin tai yrityksen osastojakoon. Kuvassa 8 esitetään esimerkki fyysiseen ra-

kenteeseen perustuvasta projektiosituksesta. (El-Mashaleh & Chasey 1999, s. 39; Hamilton 2004, CSC.12.4; Wysocki *et al.* 1995, s. 115–119)



Kuva 8. Esimerkki teollisuuslaitosprojektin rakenteellisesta osituksesta (muokailen Pelin 2002, s. 108).

Projektiositus kuvaa projektin tehtävien ja työpakettien organisoitumista suuremmaksi kokonaisuudeksi. Humphreysin (1991, s. 472) mukaan projektille tulisi samalla logiikalla luoda erillinen kustannusositus, joka sisältää kaikki projektin kustannustekijät. Kustannuksia siis luokitellaan sen perusteella, miten projektiositus on päätetty tehdä. Ideaalitapauksessa projektiositus ja kustannusositus vastaisivat nimikkeiltään täysin toisiaan. Todellisuudessa projektissa on kuitenkin monia sellaisia kustannuksia, jotka eivät liity suoraan mihinkään työtehtävään. Täten kustannusositus sisältää projektiositusta suuremman määrän kustannustekijöitä.

4.2 Kustannusperusteinen projektikohtainen laskenta

4.2.1 Katetuottolaskenta

Kustannusperusteista projektikohtaista laskentaa voidaan hyödyntää niin projektin ennako- kuin jälkilaskennassakin. Ennakkolaskennassa sen tärkeimmät tehtävät ovat tarjouslaskennassa ja hinnoittelussa, jälkilaskennassa taas toteutuneiden tuotteiden ja kustannusten tarkastelussa. Kustannusperusteinen hinnoittelu korostaa sitä, että projektin hinnan on ylitettävä projektin kustannukset ja lisäksi täytettävä yrityksen kannattavuustavoite. Kustannuslaskelma ei siis suoraan anna projektin tarjoushintaa, mutta se on laskennallinen minimihinta, jonka alle ei säännöllisesti voida projekteja hinnoitella. Käytännössä kustannusten lisäksi hinnoittelussa tulee mahdollisuuksien mukaan huomioida myös projektin markkinahinta ja arvo asiakkaalle (Alhola *et al.* 1994, s. 127–128; Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 171–177; Uusi-Rauva 1990, s. 36).

Kustannusperusteisessa projektilaskennassa voidaan katsoa olevan kaksi näkökulmaa: katetuottolaskenta ja täyskatteellinen laskenta. Katetuottolaskenta perustuu kustannusten luokitteluun muuttuviin ja kiinteisiin. Katetuotto määritellään kaavan (2) mukaisesti. (Alhola *et al.* 1994, s. 122; Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 107)

$$\text{Katetuotto} = \text{Liikevaihto} - \text{Muuttuvat kustannukset} \quad (2)$$

Katetuoton avulla yrityksen täytyy kattaa projektin kaikki kiinteät kustannukset ja saavuttaa riittävä voitto. Projektin tarjoushinnan asettaminen katetuottoajattelua käyttäen noudattaa kaavan (3) mukaista ajattelua. (Alhola *et al.* 1994, s. 122, 141; Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 167)

$$\text{Veroton tarjoushintaa} = \text{Projektin muuttuvat kustannukset} + \text{Katetuottotarve} \quad (3)$$

Assafin *et al.* (2001, s. 296) mukaan projektikohtaisen katetuottotarpeen kiinteät kustannukset lasketaan yleisimmin prosenttiosuutena projektin muuttuvista kustannuksista. Käytettävä prosenttiosuus määritetään laskemalla tietyn tarkastelujakson kiinteiden kustannusten suhde muuttuviin kustannuksiin. Tällainen menettely ei huomioi projektien yksilöllisyyttä eikä siten ole erinomaisen tarkka, mutta helpon sovellettavuutensa vuoksi sitä käytetään tarjoushinnoittelussa erittäin paljon. Toisinaan urakointitoiminnassa myynnin määrä tulevaisuudessa on todella vaikeasti ennakoitavissa. Alholan *et al.* (1994, s. 127–128) mukaan tämä asettaa suuren haasteen sopivan katetuottotarveprosentin määrittämiselle projektin hinnoittelussa. Vaikka euromääräinen katetarve pystyttäisiinkin arvioimaan kohtuullisen tarkasti, kysynnän vaihteluiden vuoksi ei voida tarkasti sanoa, kuinka paljon katetta projektien pitäisi keskimäärin tuottaa.

Neilimo ja Uusi-Rauva (2001, s. 68) ovat tarkastelleet katetuottolaskennan heikkouksia. Näistä ensimmäisenä voidaan mainita se, että laskenta perustuu muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin. Kuten on jo todettu, tällainen kustannusten luokittelu on erityisen epäkäytännöllistä projektiliiketoiminnassa, jossa projektit ovat yksilöllisiä. Toisaalta positiivinen katetuotto ei välttämättä tarkoita projektin tuottavan voittoa. Toisinaan voikin olla epäselvää, mikä katetaso riittää yrityksen katetarpeeseen.

4.2.2 Täyskatteellinen laskenta

Katetuottolaskennan vaihtoehto on täyskatteellinen laskenta, jossa projekteille osoitetaan kaikki yrityksen kustannukset. Täyskatteellinen laskenta perustuu kustannusten jakoon välittömiin ja välillisiin. Välittömät kustannukset kohdistetaan suoraan projekteille, välilliset kustannukset puolestaan voidaan jakaa projekteille eri menetelmillä. Projektin tarjoushinta asetetaan täyskatteellista laskentaa sovellettaessa kaavan (4) mukaisesti. (Uusi-Rauva 1990, s. 8, 39)

$$\text{Veroton tarjoushinta} = \text{Projektin kustannukset} + \text{Voittotavoite} \quad (4)$$

Täyskatteellisessa laskennassa korostuu aiheuttamisperiaatteen noudattamisen tärkeys. Mikäli aiheuttamisperiaatetta ei edes kohtalaisessa määrin noudateta, projekteille lasketut kustannukset vääristyvät, ja välillisten kustannusten jakamiseen käytetyt resurssit ovat menneet hukkaan.

Eräs tapa käsitellä välillisiä kustannuksia täyskatteellisessa laskennassa on lisäyslaskenta. Siinä välilliset kustannukset jaetaan projekteille käyttäen yleiskustannuslisiä. Yleiskustannuslisät lasketaan kaavan (5) mukaisesti. (Fogelholm 1997, s. 26–27; Uusi-Rauva 1990, s. 49–50)

$$\text{Yleiskustannuslisä} = \frac{\text{Laskentakauden välilliset kustannukset}}{\text{Laskentakauden suoritusmäärä}} \quad (5)$$

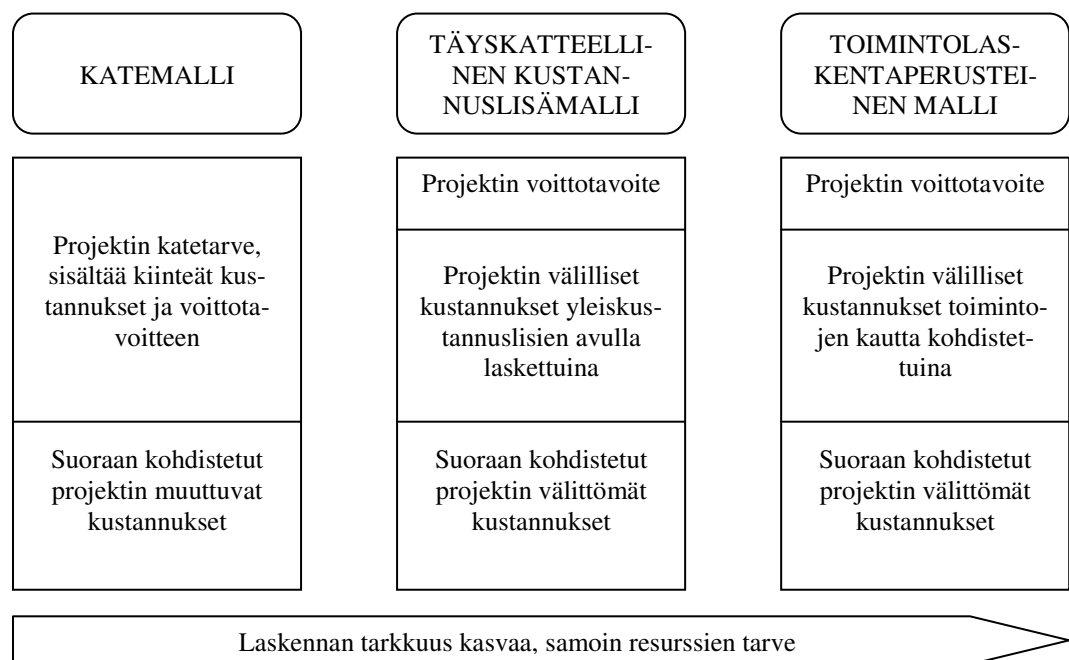
Mikäli suoritusmäärä on reaalinen, yleiskustannuslisän yksikkö on absoluuttinen, esimerkiksi € / työtunti. Jos taas suoritusmäärä on rahamääräinen, yleiskustannuslisä on suhteellinen, esimerkiksi prosenttiosuus välittömistä palkoista. (Uusi-Rauva 1990, s. 50) Jotta aiheuttamisperiaatetta noudatettaisiin, kustannusten tulee tosiaan olla riippuvaisia käytetystä jakoperusteesta.

Todellisuudessa yleiskustannuslisien jakoperusteiksi valitaan usein mittareita, jotka ovat helposti käytettävissä, ja laskennan oikeellisuus jää toisarvoiseksi. As-safin *et al.* (2001, s. 299–300) mukaan jakoperusteina käytetään eniten projektin välittömiä kustannuksia, projektin kestoa sekä projektin materiaalien, työvoiman tai laitteiston välittömiä kustannuksia.

Lisäyslaskennan toinen ongelma liittyy käytettyjen jakoperusteiden lukumäärään. Nopeiden ja helppojen laskentatulosten toivossa sorrutaan joskus jakamaan kaikki välilliset kustannukset vain yhtä perustetta käyttäen. Yhden yleiskustannuslisän käyttäminen on kuitenkin perusteltua ainoastaan silloin, kun kaikki projektit vaativat täsmälleen samat työvaiheet. (Fogelholm 1997, s. 12; Uusi-Rauva 1990, s. 98–99)

Toinen täyskatteellisen laskennan sovellus on toimintolaskenta. Siinä resurssien aiheuttamat kustannukset kohdistetaan ensin toiminnoille. Toimintojen kustannukset kohdistetaan sitten uusia kohdistusperusteita käyttäen projekteille. Tämä menetelmä on lisäyslaskentaa tarkempi, sillä aiheuttamisperiaatetta voidaan noudattaa melko hyvin. Tulee kuitenkin huomata, että toimintolaskentajärjestelmä on suhteellisen raskas rakentaa ja käyttää (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 115, 168–169).

Kuvassa 9 on vielä esitetty yhteenveto siitä, miten projektin tarjoushinta muodostuu sovellettaessa katetuottoajattelua, täyskatteellista lisäyslaskentaa ja toimintolaskentaa. Mikään kolmesta vaihtoehdosta ei ole yksinkertaisesti muita parempi. Tilanteen mukaan laskentamenetelmä täytyy valita sen mukaan, kuinka tarkkaan laskentaan pyritään ja kuinka paljon resursseja laskentaan voidaan käyttää.



Kuva 9. Projektin tarjoushinnan muodostuminen katemallilla, täyskatteellisella kustannuslisämallilla ja toimintolaskentamallilla (mukailten Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 167–168).

4.3 Muut projektikohtaiset laskentametodit

4.3.1 Tavoitekustannuslaskenta

Yllä esiteltyt kustannusperusteiset laskentamallit pyrkivät määrittämään projektin kustannukset mahdollisimman tarkasti suhteessa käytettyihin resursseihin. Tavoitekustannuslaskenta sitä vastoin on Japanissa kehitetty markkinalähtöinen laskentamenetelmä, jossa tärkeintä on selvittää, mitä kustannuksia yrityksessä voidaan pienentää. Tavoitekustannuslaskenta käynnistyy markkinatutkimuksella, jolla selvitetään, mikä hinta projektista markkinoilla voidaan saada. Tästä lasketaan projektin sallitut kustannukset kaavan (6) kuvaamalla tavalla (Fogelholm 1997, s. 57–60; Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 171–177; Uusi-Rauva 1990, s. 38–39).

$$\text{Projektin sallitut kustannukset} = \text{Tavoitehint} - \text{Tavoitevoitto} \quad (6)$$

Projektin sallittuja kustannuksia verrataan arvioon siitä, mikä kustannustaso nykyisellä toiminnalla on saavutettavissa. Tuloksena on kustannusero, jonka umpeen kuromiseen koko tavoitekustannuslaskenta tähtää. Kustannusero on yleensä suuruusluokkaa 30 %. Kustannuseron umpeen kuromiseksi yrityksen täytyy sitoutua iteratiiviseen jatkuvaan parantamiseen kaikilla liiketoiminnan osa-alueilla. (Fogelholm 1997, s. 57–60)

4.3.2 Laskenta hinnoittelukertoimien avulla

Käytännössä projektin tarjoushinnan ei välttämättä tarvitse määräytyä suoraan projektin kustannusten tai markkinahinnan perusteella. Neilimo ja Uusi-Rauva (2001, s. 171–177) huomauttavat, että varsinkin pk-yrityksissä hinnanasetanta perustuu usein johtajien henkilökohtaisiin kokemuksiin ja näkemyksiin. Kustannuslaskentaa ei välttämättä tehdä ollenkaan. Tällöin projektin tarjoushinta voidaan asettaa käyttäen hinnoittelukertoimia kaavan (7) osoittamalla tavalla.

$$\text{Projektin tarjoushinta} = \text{Tunnettu kustannustekijä} \times \text{Hinnoittelukerroin} \quad (7)$$

Projektin tunnettu kustannustekijä voi olla esimerkiksi toimittajilta saatujen hintojen perusteella laskettu materiaalikustannus tai arvio projektin palkkakustannuksista. Hinnoittelukerroin voidaan määrittää kokemusperäisesti (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 177). Hinnoittelukertoimia käyttävää laskentaa voidaan toisinaan hyödyntää projektin tarjousvaiheessa, mutta projektin kustannusseurantaan ja jälkilaskentaan se ei ole riittävän tarkkaa. Toisaalta laskennan oikeellisuuden kannalta voi olla erittäin hyödyllistä tarkistaa projektin jälkilaskennassa, mikä projektin tunnetun kustannustekijän ja kokonaiskustannusten välinen toteutunut kerroin lopulta oli.

Hinnoittelukertoimen voidaan periaatteessa ajatella vastaavan katetuottolaskennan katetarvetta tai täyskatteellisen laskennan yleiskustannuslisää. Tässä työssä hinnoittelukerroinlaskenta erotetaan kuitenkin muista laskentamenetelmistä aiheuttamisperiaatteen noudattamisen perusteella. Hinnoittelukerroinlaskennassa aiheuttamisperiaatetta ei noudateta edes välttävästi, kun taas esimerkiksi lisäyslaskennassa aiheuttamisperiaatteen noudattaminen nähdään olennaisena edellytyksenä. Tämän lisäksi hinnoittelukertoimen epätarkka määrittäminen ilman kustannuslaskentaa korostaa menetelmien välistä eroa.

Edellä esitetyn tiedon perusteella projektin kustannuksia voidaan luokitella monilla eri tavoilla, joita voidaan hyödyntää myös rinnakkain. Projektikohtainen laskenta voi olla kustannusperusteista tai hyödyntää jotakin muuta metodia, joista on esitelty tavoitekustannuslaskenta sekä hinnoittelukerroinlaskenta. Näistä kustannusperusteisen laskennan periaate on yksinkertainen: projektin hinnan täytyy ylittää sen kustannukset. Tällainen yksinkertainen ja täsmällinen periaate soveltunee pk-yrityksille paremmin kuin tavoitekustannuslaskennan työläämpi, monimutkaisempi logiikka. Hinnoittelukerroinlaskenta puolestaan on luonteeltaan yksinkertaista, mutta ei epätäsmällisyytensä vuoksi sovellu käytettäväksi läpi projektin elinkaaren.

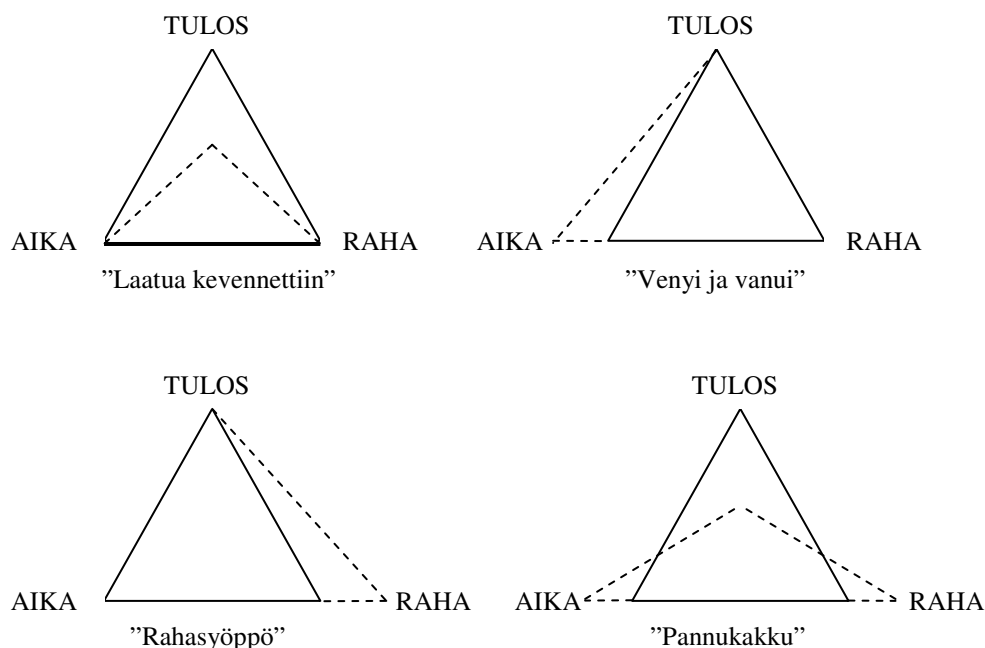
Kustannusperusteinen projektilaskenta voi olla katetuottolaskentaa tai täyskatteellista laskentaa. Katetuottolaskenta voi jäädä epätasaiseksi ja harhaanjohtavaksi, kun taas täyskatteellinen laskenta saadaan oikein sovellettuna johtamaan yksityiselitteisiin tuloksiin. Aiheuttamisperiaatteen riittävä noudattaminen on ensiarvoisen tärkeää varsinkin täyskatteisessa laskennassa. Täyskatteellinen laskenta voi olla lisäyslaskentaa tai toimintolaskentaa. Näistä toimintolaskenta vaatii yritykseltä paljon enemmän resursseja johtaakseen tarkoituksenmukaisiin tuloksiin.

5 PROJEKTIN KUSTANNUSSEURANNAN JA JÄLKILASKENNAN TOTEUTTAMINEN

5.1 Projektin kustannuspoikkeamat suhteessa aikatauluun ja laatuun

Projektin kustannusseurannassa ei vain pyritä selvittämään projektin toteutuneita kustannuksia, vaan kustannuksiin täytyisi pystyä vielä myös vaikuttamaan. Projektin jälkilaskennassa puolestaan määritetään numeerisen tiedon avulla ne kohdat, joissa toimintaa voidaan eniten parantaa. Lisäksi projekteja voidaan helposti vertailla toisiinsa onnistumista kuvaavien lukujen avulla. (Collier *et al.* 1996, s. 68; Pelin 2002, s. 174) Yhteistä projektin kustannusseurannalle ja jälkilaskennalle on se, että niissä tulisi selvittää kustannusylitysten tai -alitusten syyt. Mikäli mahdollista, kustannusseurannassa ja jälkilaskennassa tulisi hyödyntää numeerisen, kvantitatiivisen tiedon lisäksi myös kvalitatiivista tietoa, sillä numeeriset tiedot eivät yksin aina pysty selvittämään poikkeamien syitä (Schindler & Eppler 2003, s. 220).

Projektin kustannusarvion ylittymiseen on tunnistettavissa kolme eri syytä. Ensimmäinen syy on se, että tehty kustannusarvio ei yhdessä tai useammassa suhteessa ole realistinen. Mikäli kustannusarviossa ei kuitenkaan ole moitittavaa, kustannusylityksen juuret ovat projektin tulostavoitteiden kahdessa muussa dimensiossa, laadussa tai aikataulussa. Jotta projekti olisi onnistunut, kaikkien kolmen dimension tulee pysyä tavoitteiden rajoissa. Kuvassa 10 on esitetty joitakin esimerkkejä epäonnistuneiden projektien tavoitteiden toteutumisesta. (Pelin 2002, s. 41, 46)

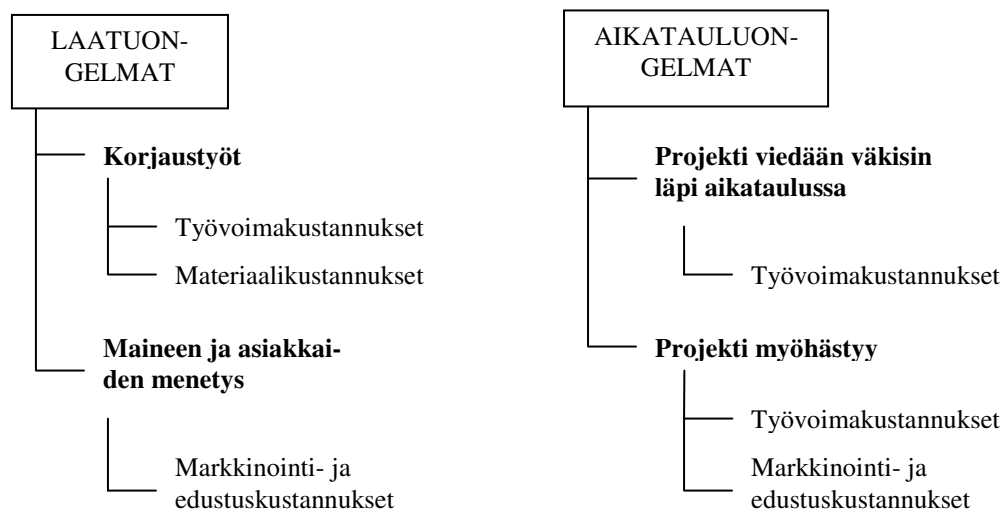


Kuva 10. Esimerkkejä tavoista, joilla projekti voi jäädä tavoitteistaan (Pelin 2002, s. 46).

Toimitusprojekteissa ulkoinen asiakas ja tämän kanssa allekirjoitettu projektisopimus määrittävät projektin laatu- ja aikataulutavoitteet melko tarkasti. Mikäli näiden tavoitteiden saavuttamisessa ilmenee ongelmia, projektitoimittaja on ainakin kiinteähintaisissa projekteissa yleensä velvollinen ratkaisemaan ongelmat projektin kannattavuustavoitteiden kustannuksella. Tästä syystä toimitusprojekteissa eteen saattavat kuvan 10 esittämistä tilanteista tulla lähinnä budjettinsa ylittävät ”Rahasyöppö” sekä toisinaan myös ”Pannukakku”.

Toimitusprojektien laatu- ja aikatauluongelmien vaikutuksia eri kustannuslajeihin on eritelty kuvassa 11. Laatuvirheet kasvattavat korjaustöiden kautta työvoima- ja materiaalikustannuksia, mahdollinen maineen ja asiakkaiden menetys puolestaan suurentaa markkinoinnin ja edustuksen kustannuksia. Aikatauluongelmat puolestaan vaikuttavat ylitöiden tai ylimääräisen työvoiman kautta palkkakustannuksiin. Projektin myöhästyessä maineen ja asiakkaiden menetys on mahdollista, jolloin markkinointikustannukset jälleen kasvavat. Lisäksi sekä laatu- että aikatauluongelmat voivat välillisesti vaikuttaa rekrytointikustannusten kasvuun, mikäli on aiheellista vaihtaa henkilöstöä. Tulee huomata, että toimitusprojekteissa laatuvir-

heet johtavat yleensä myös aikatauluongelmien syntyyn. Aikatauluongelmat taas eivät läheskään aina johda laatuongelmiin.



Kuva 11. Toimitusprojektin laatu- ja aikatauluongelmien kustannusvaikutukset.

5.2 Projektin onnistumisen arviointi toteutuksen jälkeen

5.2.1 Projektin onnistumisen arviointi kannattavuutta kuvaavilla tunnusluvuilla

Projektin onnistumista ei tule arvioida vain yhtä kriteeriä käyttäen. Humphreys (1991, s. 117–119) huomauttaa, että samaan laskennalliseen arvoon voidaan päätyä lukemattomilla eri tavoilla. Yhden ainoan lukuarvon käyttäminen siis jättää huomioimatta projektien yksilöllisyyden ja lopputulokseen johtaneet syyt. Projektin onnistumista tulisikin arvioida monesta eri näkökulmasta.

Lyhyen aikavälin kannattavuutta kuvaavat tunnusluvut ovat usein luonteeltaan absoluuttisia. Nämä tunnusluvut keskittyvät kuvaamaan projektin rahallista tulosta, eivätkä ne niinkään ota kantaa siihen, miten kyseiseen tulokseen on päästy. Mikäli projektilaskennassa on sovellettu katetuottolaskentaa, on luontevaa jälkilaskennassa tarkastella projektin toteutunutta katetasoa. Täyskatteellisen laskennan ollessa kyseessä voidaan taas keskittyä esimerkiksi projektin liikevoittoon,

joka huomioi toimintakustannusten lisäksi poistot, tai voittoon ennen satunnaise-riä, joka ottaa lisäksi huomioon rahoitustuotot ja -kustannukset (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 245–247).

Pitkän aikavälin kannattavuutta kuvaavat tunnusluvut ovat usein suhteellisia. Nämä tunnusluvut pyrkivät huomioimaan, että projektin tuloksen aikaansaamiseksi on hyödynnetty yritykseen sijoitettua pääomaa, jonka tulisi tuottaa voittoa. Yleisimmin käytetty pitkän aikavälin kannattavuutta kuvaava tunnusluku on sijoitetun pääoman tuottoaste ROI, joka lasketaan kaavan (8) osoittamalla tavalla. (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 245, 248)

$$ROI = 100 \times \frac{\text{liikevoitto (tulos poistojen jälkeen)}}{\text{taseen loppusumma}} \quad (8)$$

ROI:sta on olemassa monia erilaisia muunnelmia, joissa projektin voitto tai sijoitettu pääoma lasketaan hieman eri tavoin. ROI:lle tulee asettaa tavoitearvo, joka on pitkällä aikavälillä korkeampi kuin yrityksen pääoman keskimääräinen kustannus. (Neilimo & Uusi-Rauva 2001, s. 250) Pk-yrityksiä ajatellen lyhyen aikavälin absoluuttiset tunnusluvut ovat helpompia ymmärtää kuin suhteelliset pääoman tuotto prosentit.

5.2.2 Projektin onnistumisen arviointi tuottavuutta kuvaavilla tunnusluvuilla

Projektin onnistumista voidaan kustannusnäkökulmasta arvioida myös erilaisten tuottavuuslukujen perusteella. Kaikki tuottavuutta kuvaavat tunnusluvut voidaan esittää kaavan (9) mukaisella tavalla. (De Toni & Tonchia 2001, s. 52; Humphreys 1991, s. 240; Kaplan & Atkinson 1998, s. 465)

$$\text{Tuottavuus} = \frac{\text{Tuotos}}{\text{Panos}} \quad (9)$$

Tuottavuutta voidaan tarkastella koko projektin tuottojen ja kustannusten osalta, tai tuotannontekijöittäin: omat tunnuslukunsa voidaan laskea esimerkiksi työn, pääoman tai koneiden ja laitteiden tuottavuudelle. Neilimo ja Uusi-Rauva (2001, s. 252) huomauttavat, että yrityksen tulisi laskea tuottavuuksia sen mukaisesti, mitkä tuotannontekijät ovat kriittisimmät juuri sen toiminnassa. Tuottavuuteen perustuvia tunnuslukuja käytetään hyvin yleisesti talousohjauksessa (Kaplan & Atkinson 1998, s. 465). Tähän on kenties syynä se, että ne kertovat enemmän projektin onnistumisen syistä kuin esimerkiksi pelkkä liikevoitto.

Humphreys (1991, s. 238, 240–243) on tutkinut erityisesti työn tuottavuutta. Hänen mukaansa työtunnit sisältävät tuottavan työn lisäksi epäsuoraa tukevaa työtä, aikaa, jolloin työtä ei tehdä lainkaan sekä erilaisista virheistä johtuvaa korjaustyötä. Tuottavaan työhön käytettävää aikaa voidaan kutsua myös arvoa lisääväksi ajaksi. Työn tuottavuutta voidaan parantaa lisäämällä arvoa lisäävän ajan osuutta työtunnissa tai tehostamalla työn suorittamista sille kuuluvassa ajassa. Huomionarvoista on, että Humphreys on päätenyt tutkimustulokseen, jonka mukaan yhdestä työtunnista ainoastaan noin 20 minuuttia on arvoa lisäävää aikaa. Työn tuottavuutta voidaan siis parantaa 10 % käyttämällä jokaisesta työtunnista kaksi minuuttia enemmän tuottavaan työhön.

Al-Jibouri (2003, s. 147) esittää projektin ja sen suunnittelun onnistumisen arvioimista käyttäen kaavojen (10), (11) ja (12) mukaisia tuottavuuslukuja. Näillä luvuilla voidaan arvioida joko koko projektia tai sen jotakin osa-aluetta.

$$\text{Suunniteltu onnistuminen} = \frac{\text{Suunnitellut tuotot}}{\text{Suunnitellut kustannukset}} \quad (10)$$

$$\text{Toteutunut onnistuminen} = \frac{\text{Toteutuneet tuotot}}{\text{Toteutuneet kustannukset}} \quad (11)$$

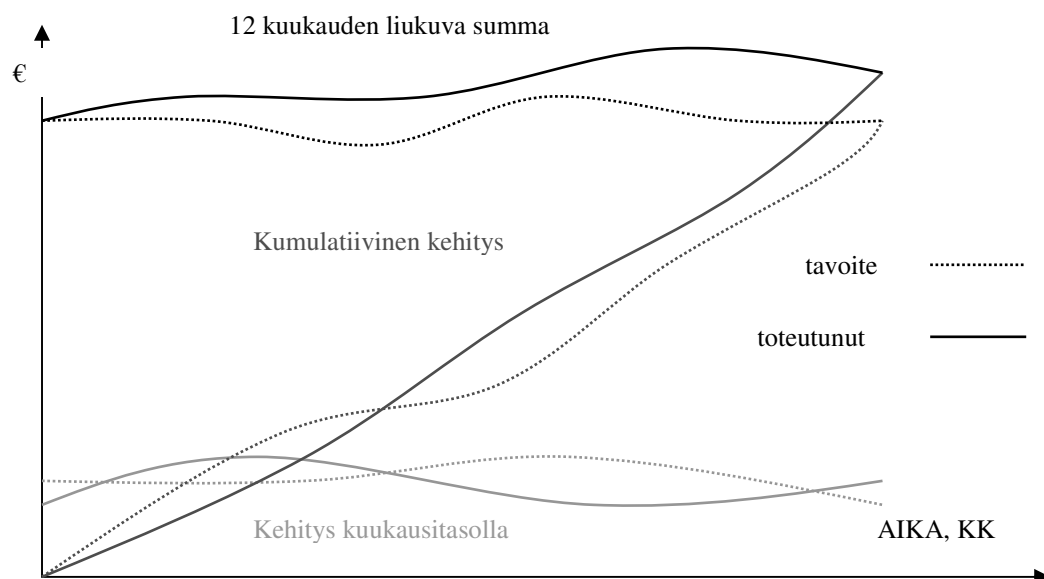
$$\text{Tehokkuus} = \frac{\text{Toteutunut onnistuminen}}{\text{Suunniteltu onnistuminen}} \quad (12)$$

Yllä esitetyillä tuottavuusluvuilla on monia hyviä ominaisuuksia: Ne ovat helposti ymmärrettäviä ja laskettavia, niitä voidaan räätälöidä tarpeen mukaan ja ne kertovat projektin toteutuneen onnistumisen lisäksi myös suunnitteluvaiheiden onnistumisesta. Viimeksi mainittu ominaisuus on erityisen mielenkiintoinen kehitettävää laskentamallia ajateltaessa.

5.2.3 Projektin onnistumisen arviointi varianssilaskennalla

Varianssilaskennasta voidaan käyttää myös nimeä eroanalyysi. Varianssi määritelläänkin kahden arvon väliseksi eroksi. Projektin jälkilaskennassa varianssi lasketaan yleensä suunniteltujen ja toteutuneiden kustannusten välisenä erona. Myös projektin tuottoihin tai muihin arvoihin perustuvia variansseja voidaan laskea. Projektin onnistumista arvioidaan hyvin usein erilaisilla variansseilla. Tuloksen arvo-menetelmä on varianssilaskennan pitkälle kehitetty sovellus. Sitä käytetään melko paljon, mutta se vaatii käyttäjältään paljon resursseja. (Al-Jibouri 2003, s. 147–148)

Eräs varianssilaskennan eduista on mahdollisuus visuaaliseen tarkasteluun. Kuvassa 12 on esitetty Z-käyrän perusteet. Z-käyrän avulla voidaan seurata projektin erilaisia tuotto-, kustannus- ja pääomaeriä. Tässä tapauksessa kuvassa alimmaisina olevat vaaleanharmaat käyrät kuvaavat projektin suunniteltuja ja toteutuneita kuukausikohtaisia kokonaiskustannuksia laskentakauden alusta lähtien. Tummanharmaat, nousevat käyrät puolestaan esittävät projektin kustannusten kumulatiivisen kehityksen. Kuvassa ylimpinä olevat mustat käyrät kuvaavat vielä projektin kustannusten 12 kuukauden liukuvaa summaa, jonka avulla kuukausikohtaisia kustannuksia eri laskentakausilla voidaan vertailla. Liukuvien summien avulla voidaan lisäksi laskea projektin onnistumista kuvaavia suhdelukuja. (Kärri 1990, s. 60–61) Kustannusten kuukausikohtainen seuranta saattaa ajoittain vaikuttaa tarpeettoman työläältä. Riittävän lyhyen aikavälin säilyttäminen kustannusseurannassa on kuitenkin tarpeellista, jotta tilanteeseen ehditään reagoimaan ja projektin onnistumiseen vaikuttamaan.



Kuva 12. Varianssilaskennan graafinen Z-käyrä (mukaiillen Kärri 1990, s. 61).

Edellä esitetyn perusteella voidaan todeta, että sekä projektin kustannus seurannassa että jälkilaskennassa tulisi selvittää projektin onnistuminen sekä siihen johtaneet syyt. Kustannusylytysten voidaan katsoa johtuvan epärealistisesta kustannusarviosta tai aikatauluun ja laatuun liittyvistä ongelmista. Vaikkei projektin aikatauluja ja laatua siis erikseen systemaattisesti seurattaisikaan, näillä alueilla ilmenevien ongelmien vaikutukset projektin kustannuksiin tulisi tunnistaa. Aikataulu- ja laatuongelmat heijastuvat ennen kaikkea työvoimakustannuksiin, mutta myös materiaali- sekä markkinointi- ja edustuskustannuksiin.

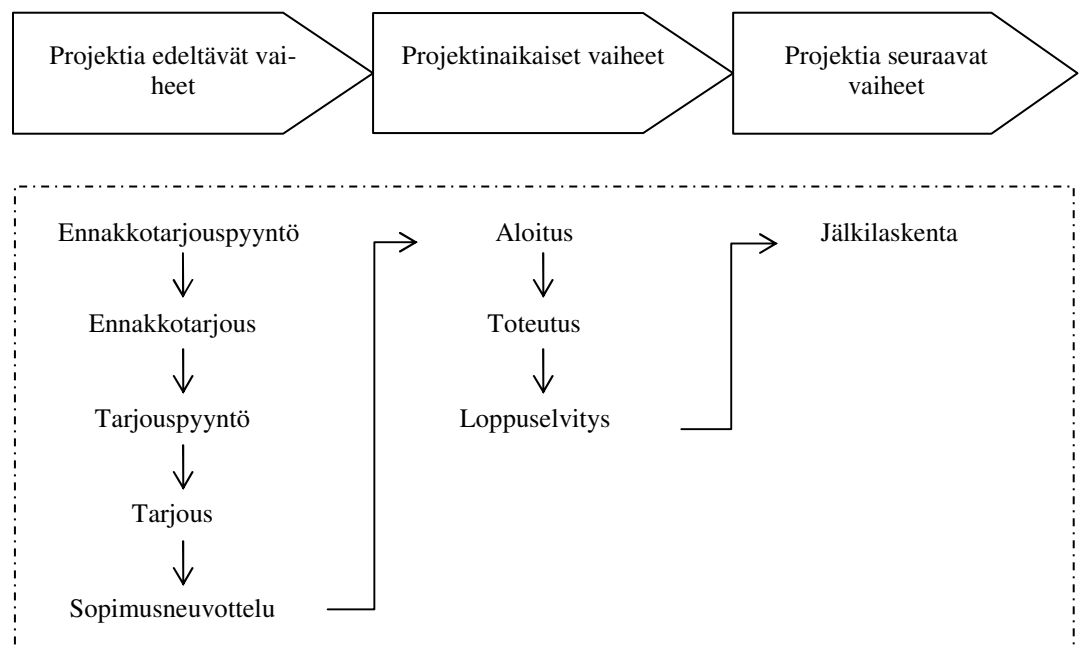
Projektin onnistumista ei tule arvioida vain yhden kriteerin perusteella, sillä samaan lukuarvoon voidaan päätyä lukemattomista eri syistä. Onnistumista voidaan tarkastella tunnuslukujen tai varianssilaskennan keinoin. Näistä varianssilaskenta on työkaluna monipuolinen ja visuaalinen, mutta myös suhteellisen monimutkainen ja työläs. Käytettävät tunnusluvut voivat kuvata projektin kannattavuutta tai erilaisia tuottavuuksia. Näistä tuottavuutta kuvaavat tunnusluvut ovat suositeltavampia, sillä ne kertovat kannattavuuslukuja enemmän projektin onnistumisen syistä. Tuottavuutta kuvaavat tunnusluvut ovat lisäksi yksinkertaisia ja räätälöitäviä, mikä saa ne soveltumaan hyvin pk-yritysten käyttöön ja yksilöllisten projektien tarkasteluun.

6 KOHDEYRITYS SISUSTEURAKOINTI KESÄNEN OY

6.1 Projektijohtaminen Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä

6.1.1 Toimitusprojektin elinkaari kohdeyrityksessä

Sisusteurakointi Kesänen Oy on toiminut rakennusalan aliurakoitsijana vuodesta 1982 alkaen. Yrityksen asiakkaat ovat pääsääntöisesti rakennusliikkeitä. Palveluihin kuuluvat alakattojen ja levyväliseinien asennukset ja akustoinnit. Liiketoimintaa harjoitetaan lähinnä pääkaupunkiseudulla, Itä-Uusimaalla, Kymenlaaksossa, Lahden seudulla ja Etelä-Karjalassa. Omistaja-yrittäjiä on kaksi, ja yrityksellä on palveluksessaan 17 asentajaa. (Sisusteurakointi Kesänen 2009) Kuvassa 13 on esitetty toimitusprojektin elinkaaren vaiheet Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä. Vaiheita tarkastellaan lähemmin seuraavissa alaluvuissa.



Kuva 13. Toimitusprojektin elinkaari Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä (Kesänen, V. 2010).

6.1.2 Projektia edeltävät vaiheet kohdeyrityksessä

Projektin elinkaari alkaa ennakkotarjouspyynnön saapuessa Sisusteurakointi Kesänen Oy:lle. Tämä tapahtuu, kun pääurakoitsija pyytää aliurakoitsijoiltaan ennakkotarjoukset omaa tarjouskilpailuaan varten. Pyyntöön vastataan laatimalla ennakkotarjous, mikäli projekti vaikuttaa houkuttelevalta. Toisinaan tehty ennakkotarjous toimii suoraan sopimusneuvotteluiden pohjana, mutta yleensä toimintoketjuun kuuluu vielä erillinen tarjouskilpailu. Tällöin, mikäli kyseessä oleva pääurakoitsija voittaa oman tarjouskilpailunsa, aliurakoitsijat saavat vielä erilliset tarjouspyynnöt, joiden perusteella lasketaan tarjous. (Kesänen, A. 2010; Kesänen, V. 2010) Aliurakoitsijoiden ennakkotarjoushinnat ovat siis erittäin tärkeitä sen kannalta, saako kyseessä oleva pääurakoitsija projektin. Tarjouksen liitteenä kohdeyritys toimittaa asiakkailleen täsmälliset toimitusehdot. Näihin voidaan kiistatilanteissa vedota.

Tarjouslaskennassa käytetään kokemusperäisiä hinnoittelukertoimia. Suurin osa urakoista laskutetaan kiinteiden neliöhintojen perusteella, jolloin Sisusteurakointi Kesänen Oy kantaa riskin hinnoittelun oikeellisuudesta. Tarjoukseen lasketaan erilaisille alakattomateriaaleille yksikköhinnat esimerkiksi neliömetri-, juoksumetri- tai kappalekohtaisesti. Toimittajilta saadaan tarjouslaskentavaiheessa luotettavaa tietoa materiaalien ostohinnoista. Toisinaan projektit hoidetaan kuitenkin laskutustyönä, jolloin töistä veloitetaan kertyneiden työtuntien mukaisesti. Laskutustöinä tehdään lähinnä pieniä töitä sekä laskennan selvyiden vuoksi töitä, joissa käytetään materiaalia sekä varastosta että toimittajilta tilattuna. Käytännössä myös kiinteiden neliöhintojen ja laskutustyön erilaisia yhdistelmiä käytetään projektien laskutuksessa. (Kesänen, A. 2010; Kesänen, V. 2010)

Yrityksellä on käytössään myös lisähintaluettelo, johon on määritetty esimerkiksi valaisinpohjien, reikien ja hiussaumaluukkujen tekemisen hinnat. Hinnat ovat kehittyneet kokemusperäisesti. Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä ei ole tapana laskea tarjoukseen urakan kokonaishintaa, vaikka asiakkaat sen usein tahtoisivatkin nähdä. Mikäli tarjouskilpailu voitetaan, Sisusteurakointi Kesänen Oy neuvottelee

vielä asiakkaan kanssa ennen sopimuksen syntymistä. Mikäli asiakas on rakennusliike, neuvotteluissa pyritään usein vielä vaihtamaan tarjouksessa kuvatut materiaalit halvempiin. Rakennusliikkeet painostavat hintaneuvotteluissa, ja tarjoushinoista joudutaan lähes aina tinkimään noin 2-7 %. Virallista tahoa edustavien asiakkaiden, kuten kaupunkien, ollessa kyseessä laskettu tarjous hyväksytään sellaisenaan osaksi projektisopimusta. (Kesänen, V. 2010) Materiaali- ja hintamuutokset neuvotteluvaiheessa puoltavat projektilaskentamallin tarpeellisuutta yrityksessä. Ilman luotettavaa sovellusta tarjouksen tarkistaminen muutosten osalta on työlästä ja saatetaan jättää tekemättä.

Yrityksessä tehdään projektin karkea kustannusarvio ainakin silloin, kun asiakkaalta saadaan valmiit määräluettelot. Luetteloiden perusteella voidaan arvioida materiaali- ja työvoimakustannukset, joihin lisätään kokemusperäisesti noin 10–15 %:n osuus töille, joista laskutetaan lisähintaluettelon mukaan. Mikäli valmiita määräluetteloita ei saada, rajallisten resurssien vuoksi projektin kustannuksia ei yleensä arvioida. Arvioita ei kirjata mihinkään ylös, eikä aikaan sidottuja projektibudjetteja tehdä. (Kesänen, V. 2010)

6.1.3 Projektinaikaiset vaiheet kohdeyrityksessä

Asiakas tarkentaa tarjouskilpailuvaiheen alustavaa projektin aikataulua ennen töiden alkamista. Tämän perusteella Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä päätetään, kuinka monta henkilöä työmaalle tarvitaan työn suorittamiseksi ajoissa. Töiden edetessä asiakas järjestää urakoitsijapalavereja, joissa seurataan muun muassa aikataulullisten tavoitteiden saavuttamista. Mikäli alirakoitsijan todetaan olevan yhteisesti sovitusta aikataulusta jäljessä, tämän vastuulla on järjestää työkohteeseen lisää työvoimaa niin, että työt valmistuvat ajallaan. Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä ei tehdä projektisuunnitelmia. (Kesänen, V. 2010)

Projektin edetessä tuottoja ja kustannuksia päivitetään Microsoft Excel-pohjaiseen työkohdekortistoon, jolla kohteen kustannus seuranta hoidetaan. Kortisto sisältää kaikki projektin tuotot laskutuksen perusteella, kaikki projektille kohdistetut ma-

terialitilaukset sekä asentajien työkohteessa käyttämät tunnit kerrottuna laskennallisella tuntikustannuksella 33 €/h, joka sisältää asentajien palkat ja henkilösivukulut. Sitä vastoin yrittäjien palkat ja henkilösivukulut sekä kaikki liiketoiminnan yleiskustannukset jäävät vähentämättä kortiston laskemasta katteesta. Työtunnit päivitetään kortistoon noin kahden viikon palkkajakson välein. Materiaalikustannuksia päivitetään noin kerran viikossa saapuneiden laskujen perusteella. (Kesänen, A. 2010; Kesänen, V. 2010)

Materiaaleja on vain harvoin tilattu sopivasti projektia varten. Joko ylimääräistä materiaalia joudutaan säilyttämään yrityksen varastossa, jolloin käyttöpääoman tarve kasvaa ja projektikohtainen kustannuslaskenta vaikeutuu, tai sitten joudutaan tilaamaan lyhyellä varoitusaajalla pieni materiaalierä lisää, jolloin kustannukset nousevat. Töiden valmistuttua suoritetaan loppuselvitys yhteistyössä asiakkaan kanssa. Käytännössä tämä tarkoittaa mittauspöytäkirjan laatimista. Mittaus joudutaan suorittamaan manuaalisesti, ja koska tuloksen pitää olla tarkka, tähän kuluu paljon resursseja. Mittauspöytäkirjaan saadaan eriteltyä urakkasumma sekä lisä- ja tuntityöt. Summasta vähennetään töiden aikana laskutetut ennakkolaskut, jolloin saadaan selville loppulaskun suuruus. (Kesänen, V. 2010)

6.1.4 Projektia seuraavat vaiheet kohdeyrityksessä

Kun projekti on toteutettu, Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä tarkistetaan Excel-pohjaisesta kateseurantajärjestelmästä, onko kate positiivinen vai negatiivinen. Vuonna 2009 kirjatuista ja valmistuneista projekteista joka viidennen kate on negatiivinen. Mittauspöytäkirjan perusteella tarkastellaan esimerkiksi asentajien tuottavuutta asennettuina neliömetreinä tunnissa. Lukuja ei kuitenkaan merkitä ylös, vaan niitä hyödynnetään kokemusperäisinä tietoina tulevien projektien tarjouslaskennassa. Töiden aikana neliömetrejä ei yleensä mitata, joten työntekijöiden tuottavuuden mittaaminen ja kehittäminen projektin toteutusvaiheessa on vaikeaa. Laatuun ja aikatauluun liittyviä ongelmia ei toimitusprojekteissa juuri ole havaittu. Mikäli aikataulusta uhataan projektin aikana jäädä jälkeen, ero kiritään kiinni tuomalla työkohteeseen lisää työvoimaa. Tämä tietysti nostaa projektin työ-

voimakustannuksia, jolloin aikatauluongelmat heijastuvat selvästi kannattavuustavoitteisiin. (Kesänen, V. 2010)

6.1.5 Esimerkki kohdeyrityksen toimitusprojektista ja siihen liittyvistä ongelmista

Tässä esitetään kuvitteellinen esimerkki kohdeyrityksen tyypillisestä toimitusprojektista ja siihen mahdollisesti liittyvistä ongelmista. Asiakkaalta saadaan ennakkotarjouspyyntö, johon Sisusteurakointi Kesänen Oy vastaa ennakkotarjouksella. Jonkin ajan kuluttua tätä seuraa tarjouksen laatiminen. Asiakas vaatii tiputtamaan ennakkotarjouksen hintoja, jotta tarjouksen hyväksymisestä voidaan edes neuvotella. Sopimusneuvottelussa hintoja täytyy vielä alentaa 5 %, ennen kuin tarjouskilpailu voitetaan. Tarjoushintojen kehitystä on havainnollistettu kuvassa 14.

| | | |
|--|--------------------------|--|
| ENNAKKOTARJOUSHINNAT | | |
| Alakatto 1 | 34,00 € / m ² | |
| Alakatto 2 | 32,00 € / m ² | |
| Alakatto 3 | 29,00 € / m ² | |
| TARJOUSHINNAT ENNEN SOPIMUSNEUVOTTELUA | | |
| Alakatto 1 | 32,50 € / m ² | |
| Alakatto 2 | 30,00 € / m ² | |
| Alakatto 3 | 27,40 € / m ² | |
| LOPULLISET TARJOUSHINNAT | | |
| Alakatto 1 | 30,90 € / m ² | |
| Alakatto 2 | 28,50 € / m ² | |
| Alakatto 3 | 26,05 € / m ² | |

Kuva 14. Esimerkki kohdeyrityksen tarjoushintojen kehittymisestä lopulliseen muotoonsa.

Kun projektin toteutus on valmis, suoritetaan loppumittaus. Mittauspöytäkirjan perusteella projektin urakkasumma on 10 542 €. Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä projektin kannattavuutta seurataan projektikatteen avulla. Katteen muodostuminen on esitetty kuvassa 15. Tässä tapauksessa kate on vain hieman suurempi kuin nolla, mikä todellisuudessa tarkoittaa, että projekti on ollut kannattamaton. Kateajattelu saattaa kuitenkin johtaa kohdeyritystä harhaan siten, että projektin kuvitellaan olevan kannattava positiivisen katteen johdosta. Alkuperäisillä ennakkotarjoushinnoilla projektin urakkasumma olisi ollut 11 375 €. Tällöin projektikate olisi ollut 940,65 €. Tässä tapauksessa projekti olisi jo saattanut olla kannattava.

| | |
|---|-------------|
| Projektin laskutus | 10 542,00 € |
| – Toteutuneet materiaalikustannukset | 4 697,35 € |
| – Toteutuneet työtunnit * laskennallinen tuntikustannus | 5 737,00 € |
| <hr/> | |
| Projektikate | 107,65 € |

Kuva 15. Esimerkki kohdeyrityksen käyttämän projektikatteen muodostumisesta.

6.2 Laskentamallin kehittämisen lähtökohdat kohdeyrityksessä

6.2.1 Laskentamallin tehtävät Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä

Tärkein projektilaskentamallille asetettava tehtävä on auttaa Sisusteurakointi Kesänen Oy:n johtoa hahmottamaan, mitkä toimitusprojekteista tulevat muodostumaan kannattaviksi. Tämän tehtävän taustalla on huomio siitä, että projekteihin sitoudutaan usein liian alhaisella tarjoushinnalla. Tällöin projektin kannattavuuteen ei sopimusvaiheen jälkeen juuri voida vaikuttaa, ja projekti on tuomittu kannattamattomaksi. Tarjoushinta tulisi siis tarkistaa ennen projektisopimuksen allekirjoittamista, jotta osattaisiin olla sitoutumatta kannattamattomiin projekteihin. Tätä tehtävää vaikeuttavat osaltaan kilpailun kiristyminen ja talouslama, joiden

vuoksi tarpeeksi suurta määrää projekteja ei nytkään aina pystytä voittamaan yritykselle (Kesänen, V. 2010).

Mallin toinen tehtävä on kehittää toteutettavien projektien kustannusseuranta ja jälkilaskentaa. Nykyisin sovellettu projektikate jättää huomioimatta monia kustannuseriä. Seurauksena on, ettei edes projektin päätyttyä tiedetä varmasti, mitkä projekteista ovat olleet kannattavia. Pyrkimyksenä on, että mallin jälkilaskenta selvittää projektin tuloksen lisäksi jollakin tasolla myös kyseiseen lopputulokseen johtaneita syitä. Laskentamallin kolmas tehtävä on yhdistää mahdollisimman suuri osa projektiin liittyvästä laskennasta saman työkalun alle. Tavoitteena on, että projektin tiedot tarvitsee syöttää vain yhteen tiedostoon yhden kerran. Tästä syystä laskentamalliin sisällytetään myös tarjouslaskentaprosessi hyvin pitkälti nykyisessä muodossaan.

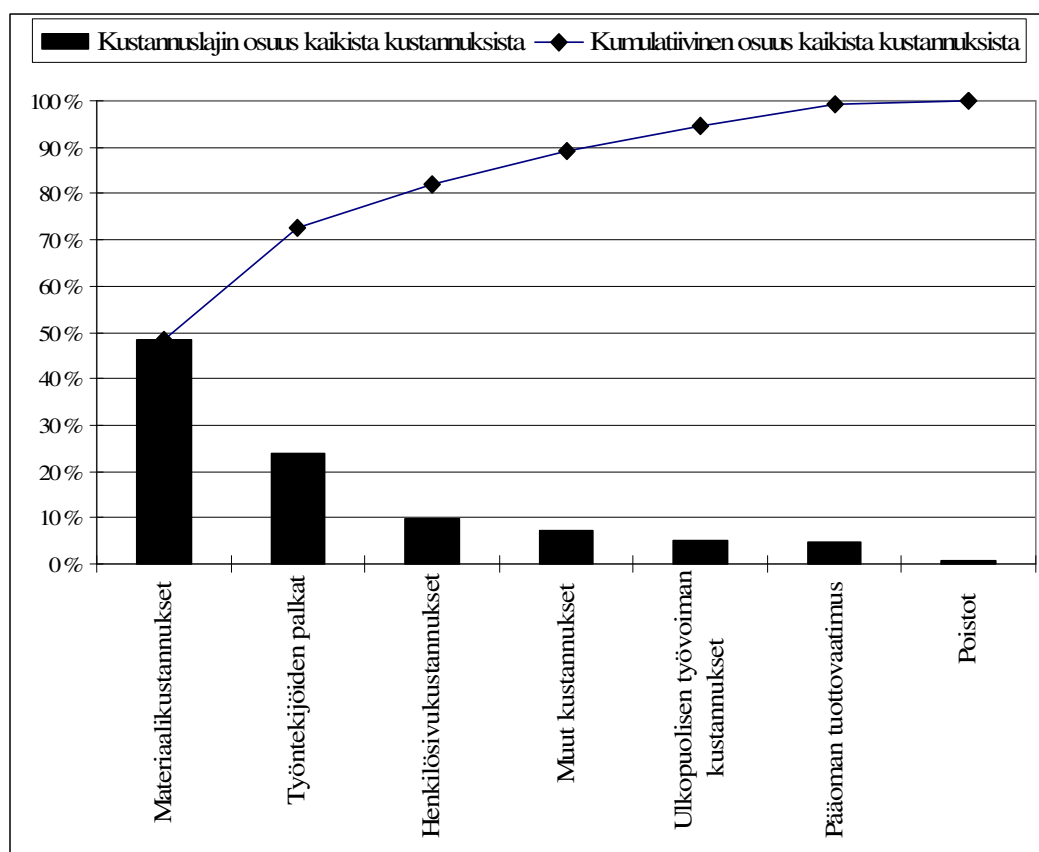
6.2.2 Sisusteurakointi Kesänen Oy:n kriittisten muuttujien määrittäminen

Kohdeyrityksen tärkeimpiä toimitusprojektien kannattavuuteen vaikuttavia muuttujia lähdettiin määrittämään kustannusrakenteen kautta. Kustannusrakennetta päätettiin tarkastella tilivuositteisten lukujen avulla, sillä lyhyemmän aikavälin luvuissa projektien tuloutuminen reilusti materiaaliostojen jälkeen aiheuttaa sekaavuutta. Tilinpäätösten perusteella tunnistettiin yrityksen kustannuslajit, jotka on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Sisusteurakointi Kesänen Oy:n kustannuslajit.

| TUOTANNONTEKIJÄRYHMÄT | VASTAAVAT KUSTANNUSLAJIT |
|------------------------------------|--|
| Työsuoritukset | Työntekijöiden palkat Osakkaiden palkat Lakisääteiset henkilösivukustannukset Vapaaehtoiset henkilösivukustannukset Ulkopuolisen työvoiman kustannukset |
| Ainekset | Materiaalikustannukset |
| Lyhytvaikutteiset tuotantovälineet | Toimitilakustannukset Irtaimistokustannukset Auto- ja kuljetuskustannukset Edustuskustannukset Markkinointikustannukset Matkakustannukset Muut liiketoiminnan kustannukset |
| Pitkävaikutteiset tuotantovälineet | Rakennusten poistot Koneiden ja kaluston poistot Pääoman tuottovaatimus |

Vuoden 2009–2010 tilinpäätöksen perusteella kohdeyrityksen kaksi ylivoimaisesti merkittävintä kustannuslajia ovat materiaalikustannukset sekä työntekijöiden palkat. Tämä seikka oli odotettavissa, sillä kyse on rakennusalan yrityksestä. Toisaalta kustannuslajitarkastelu osoitti sen, että taulukon 5 osoittama jako sisältää vielä monia kokonaisuuden kannalta vähäisiä kustannuslajeja. Näihin kuuluvat kaikki taulukon 5 lyhytvaikutteiset tuotantovälineet sekä poistot. Merkitykseltään vähäisiä kustannuslajeja yhdistämällä päästiin kuvan 16 osoittamaan melko yksinkertaiseen kustannusrakenteeseen, joka toimii laskentamallin kehittämisen tukena. Huomataan, että Pareton laki (katso s. 15 – 16) pätee melko hyvin Sisusteurakointi Kesänen Oy:n kustannusrakenteessa: Materiaalikustannukset ja työntekijöiden palkat, jotka muodostavat vain 29 % kustannuslajeista, vastaavat 72 %:a kaikista kustannuksista. Näiden kustannuslajien kohdistamiseen projektille aiheuttamisperiaatetta noudattaen tulee siis kiinnittää runsaasti huomiota laskentamallia rakennettaessa.



Kuva 16. Sisusteurakointi Kesänen Oy:n kustannusrakenne tilikaudella 2009–2010.

Kuvan 16 esittämää kustannusrakennetta verrattiin usean muunkin tilikauden tietoihin. Tarkastelun perusteella voidaan sanoa, että kohdeyrityksen kustannusrakenne on viime vuosina pysynyt hyvin vakaana. Ainoa kustannuslaji, jonka osuus kaikista kustannuksista on vaihdellut merkittävästi, on ulkopuolisen työvoiman kustannukset. Koska ulkopuolisen työvoiman käyttö vaihtelee projektista toiseen muodostaen toisinaan todella suuren osan projektin kustannuksista, tulee nämä kustannukset pyrkiä laskemaan tarkasti kullekin projektille. Myös poistot ja pääoman tuottovaatimus pyritään määrittämään laskentamallissa tarkahkosti, sillä suurten investointien toteutuessa niiden määrä saattaa merkittävästikin poiketa tähänastisesta vakaasta kehityksestä.

Edellä esitetyn perusteella kohdeyritys sitoutuu projekteihin usein liian alhaisella tarjoushinnalla. Kannattamattomiksi muodostuvat projektit tulisi pystyä tunnistamaan ennalta helposti ja nopeasti. Tilanne on strategisestikin ongelmallinen, sillä

tällä hetkellä kohdeyrityksessä ei juuri pystytä vaikuttamaan projektin kannattavuuteen kustannuseurannan tietojen perusteella, eikä kapasiteetin edellyttämää määrää projekteja pystytä nytkään aina voittamaan. Myös projektien kustannuseurannasta ja jälkilaskennasta tulee tehdä entistä täsmällisempää. Kustannusrakenteen perusteella materiaali- ja työvoimakustannukset ovat ylivoimaisesti kohdeyrityksen merkittävimmät kustannuslajit, ja vaativat laskentamallin rakentamisessa suurimman huomion. Lisäksi ulkopuolisen työvoiman kustannukset, poistot ja pääoman tuottovaatimus saattavat vaihdella huomattavasti. Tästä johtuen myös nämä kustannuslajit tulee osoittaa projekteille melko täsmällisesti.

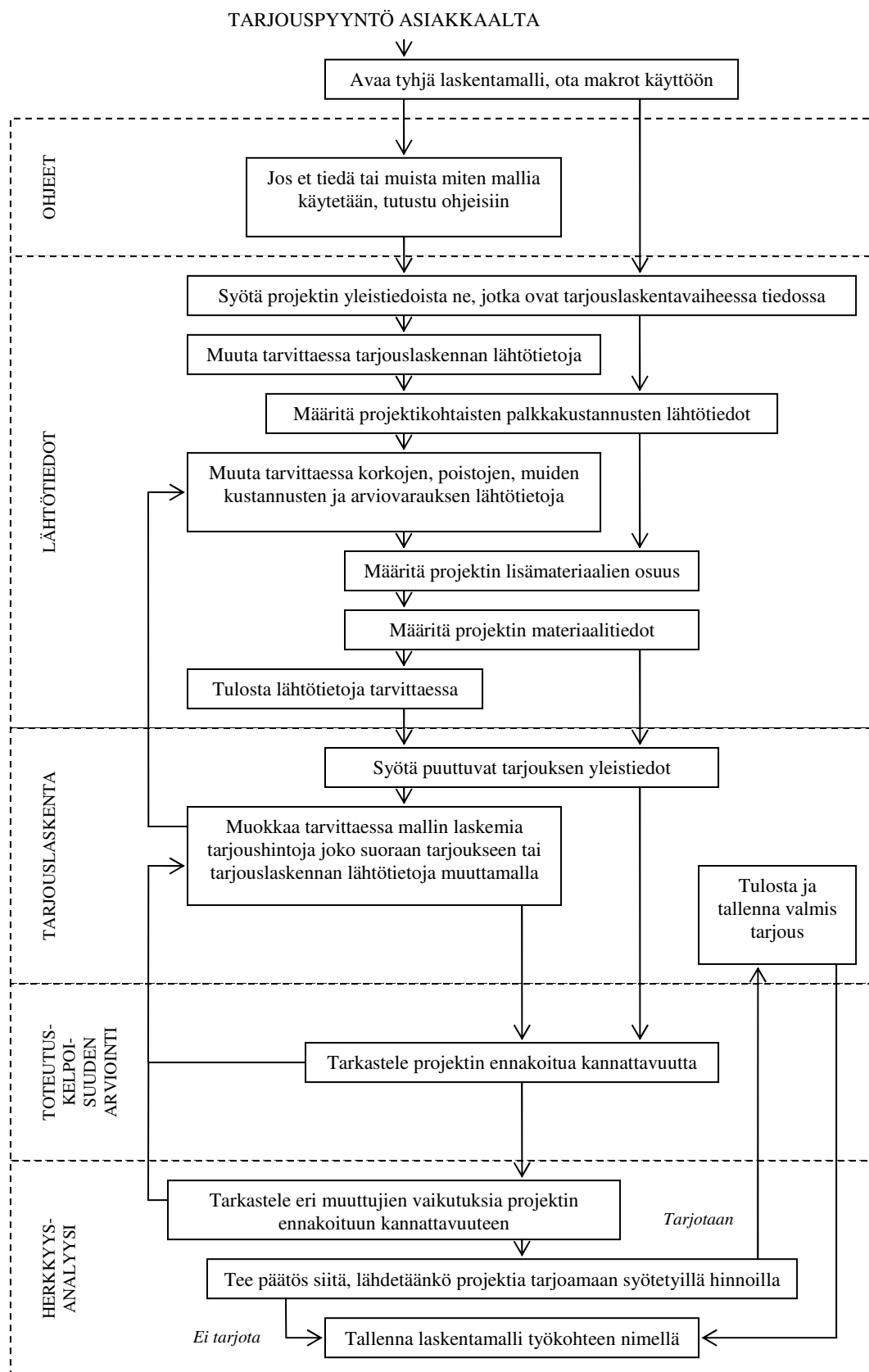
7 PROJEKTILASKENTAMALLI

7.1 Laskentamallin toimintaperiaate

Kehitetty projektilaskentamalli on tarkoitus täyttää ja tallentaa kulloinkin tarkasteltavan projektin tiedoilla. Täten kutakin projektia tullaan käsittelemään omassa tiedostossaan. Mallin helppokäyttöisyyttä on lisätty makrojen ja ohjausobjektien avulla, lisäohjeita on annettu kommenttien muodossa. Selkeyttä tuo myös systemaattinen värien käyttö: Kaikki solut, joiden sisältöä mallin käyttäjän mahdollisesti tulee muuttaa, ovat väriltään violetteja. Violetta väriä ei ole käytetty missään muussa yhteydessä.

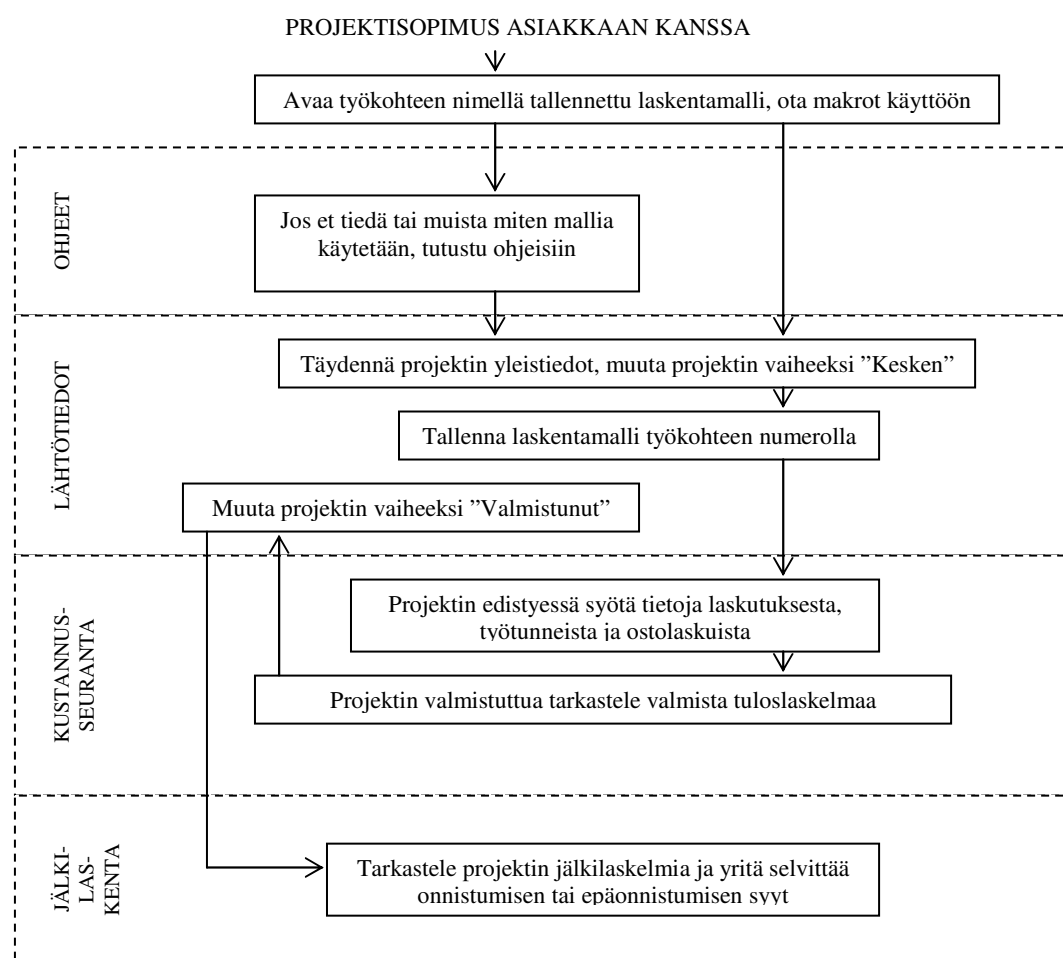
Laskentamalli sisältää tiiviin ohjesivun lisäksi seuraavat välilehdet: Lähtötiedot, Tarjouslaskenta, Toteutuskelpoisuuden arviointi, Herkkyysanalyysi, Kustannusseuranta ja Jälkilaskenta. Malli kattaa projektin koko elinkaaren, ja sen käyttämisen voidaan ajatella jakautuvan kahteen vaiheeseen: tarjouslaskentavaiheeseen, jolloin selvitetään, kannattaako projektia lähteä toteuttamaan, sekä toteutus- ja seurantavaiheeseen, jolloin kerätään ja tarkastellaan projektin toteutuvia lukuja. Mallin käyttöä näissä kahdessa vaiheessa on havainnollistettu kuvissa 17 ja 18.

Tarjouslaskentavaiheessa laskentamalliin syötetään projektin lähtötiedot, minkä jälkeen tarjoushinnat muokataan projektin kustannusarviota hyödyntäen lopulliseen muotoonsa. Projektin toteutuskelpoisuuden arviointi laskee kustannus- ja tuottoarvion perusteella projektin ennakoitun kannattavuuden. Kannattavuutta voidaan tarkastella syvemmin laajahkon herkkyysanalyysin avulla. Projektin ennakoitun kannattavuuden ja herkkyysanalyysin perusteella mallin käyttäjän tulee tehdä päätös siitä, lähdetäänkö projektia toteuttamaan malliin syötetyillä lähtötiedoilla ja Tarjouslaskenta-välilehden sisältämällä tarjoushinnoilla.



Kuva 17. Projektilaskentamallin toimintakaavio tarjouslaskentavaiheessa.

Mikäli projektia ei tarjouslaskentavaiheessa päätetä tarjota, projektilaskentamallia ei kyseisen projektin osalta enää käytetä. Jos projektista kuitenkin tehdään tarjous joka voittaa tarjouskilpailun, projektille annetaan työnnumero ja sen toteutuvia lukuja seurataan laskentamallin Kustannusseuranta-välilehden avulla. Projektin valmistuttua jälkilaskennassa tarkastellaan projektin onnistumista eri näkökulmista.



Kuva 18. Projektilaskentamallin toimintakaavio projektin toteutus- ja seuranta-vaiheessa.

7.2 Tarjouslaskenta

Mallissa projektit hinnoitellaan neliometri- tai tuntiperusteisesti. Myös molempia tapoja voi käyttää rinnakkain. Mallin Lähtötiedot-välilehdelle määritetään, kuinka

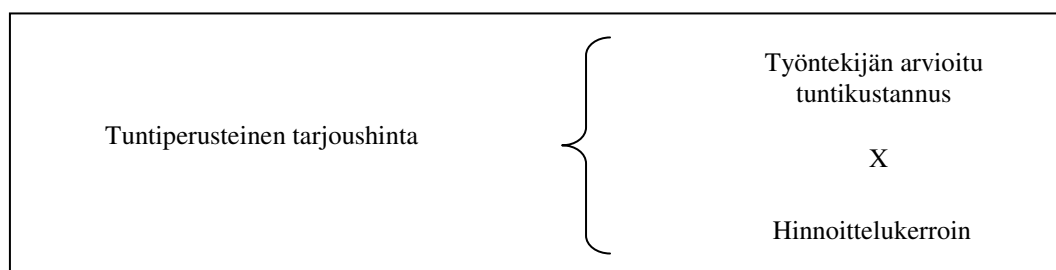
suuri osa projektista tehdään neliöhinnoilla laskuttaen. Loppuosan projektista oletetaan laskutettavan tuntihinnoin. Tarjoushinnat lasketaan samalla tavoin kuin kohdeyrityksessä ennenkin, perustuen erilaisiin hinnoittelukertoimiin. Mallissa tarjoushinnat kuitenkin tarkistetaan kannattavuuden osalta ennen projektin hyväksymistä. Toteutuskelpoisuuden arviointi-välilehdellä projektille esitetään täyskattellinen kustannusarvio. Mikäli projekti on lasketuilla tarjoushinnoilla tappiollinen, tarjoushintoja tulee pääsääntöisesti korottaa tai projektista luopua.

Tarjoushintojen muodostuminen on esitetty kuvissa 19 ja 20. Tuntihinnassa tunnettuna kustannustekijänä toimii työntekijän tuntikohtainen palkkakustannus. Neliöhinnassa vastaava tunnettu kustannustekijä on tuntikohtaisesta palkkakustannuksesta ja materiaalin asennusnopeudesta laskettu neliömetrikohtainen palkkakustannus. Neliöhintaan lisätään myös materiaalin osuus, joka koostuu ostohinnasta, materiaalikatteesta sekä rahdin ja hukan osuudesta.

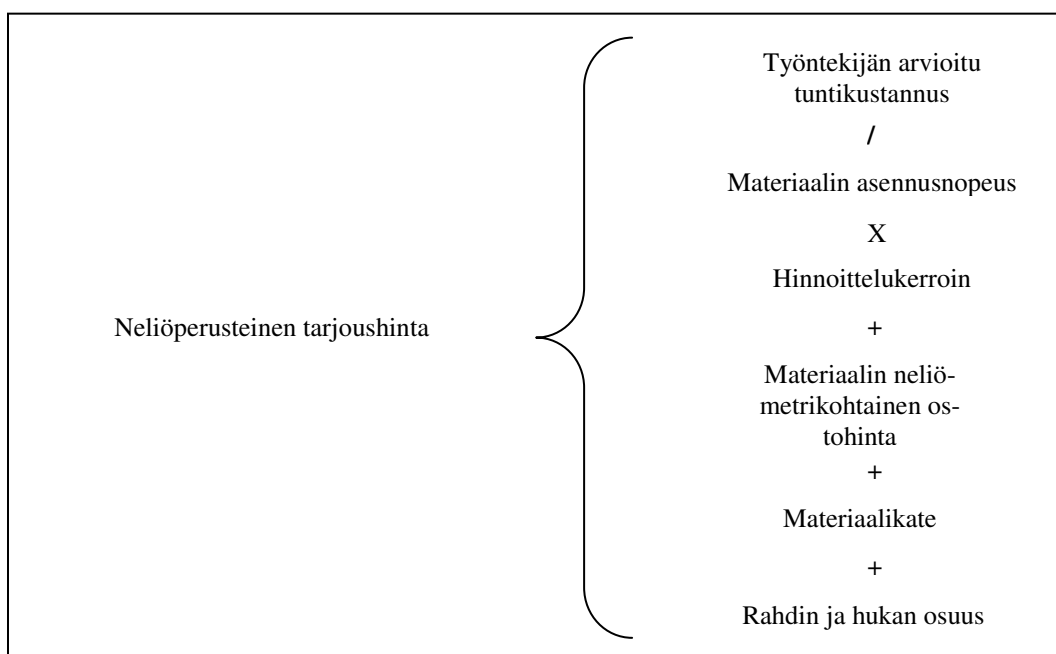
Laskentamallin Tarjouslaskenta-välilehdelle voidaan laskea yksi tuntiperusteinen hinta ja kymmeniä neliömetriperusteisia hintoja erilaisille alakattomateriaaleille. Ainakin kohdeyrityksen nykyiseen toimintaan tämän määrän pitäisi riittää. Tarjouslaskenta-välilehti on mallissa rakennettu niin, että tarjoushintoja voi halutesaan muuttaa suoraan tarjouspohjaan eikä pelkästään muuttamalla useita hintoihin vaikuttavia tekijöitä Lähtötiedot-välilehdellä. Mallin myöhemmät kustannustarkastelut ottavat tarjouspohjaan muutetut hinnat huomioon automaattisesti. Vaikka tarjoushintoja voidaan muokata suoraan tarjouspohjaan, Lähtötiedot-välilehdeltä ainakin alakattomateriaalien asennusnopeudet tulee määrittää mahdollisimman realistisesti, sillä asennusnopeudet vaikuttavat kustannusarviointivaiheessa monen kustannuserän oikeellisuuteen huomattavasti. Tarjouksen tallentaminen pdf-muotoon tapahtuu helposti napauttamalla painiketta, joka puolestaan suorittaa ennalta nauhoitetun makron.

Laskentamallin Lähtötiedot-välilehden esimerkkitulosteet on esitetty liitteissä I-III. Tulosteissa näkyvät tiedot ovat kuvitteellisia. Liitteessä IV puolestaan on esitetty esimerkkituloste laskentamallin sisältämästä projektin tarjouksesta. Kaikki

esimerkkitulosteet saadaan tulostettua laskentamallista helposti makrojen ja ohjausobjektien avulla.



Kuva 19. Tuntiperusteisen tarjoushinnan määräytyminen.



Kuva 20. Neliöperusteisen tarjoushinnan määräytyminen.

7.3 Toteutuskelpoisuuden arviointi ja herkkyysanalyysi

7.3.1 Projektin toteutuskelpoisuuden arviointi

Toteutuskelpoisuuden arviointi-välilehdellä laskentamalli esittää tarkasteltavan projektin ennakoidun tuloksen lähtötietoihin ja tarjoushintoihin perustuen. Liitteessä V esitetään esimerkkituloste projektin toteutuskelpoisuuden arvioinnista.

Projektin ennakoitu tulos lasketaan täyskattaisena kuvan 21 mukaisesti. Tarjoushintojen mukaisesti laskutettavien tuottojen lisäksi projektin materiaaleja voidaan laskuttaa asiakkaalta erikseen, mikäli projekti on hinnoiteltu edes osin tuntiperusteisesti. Lisähintaisten töiden tuottoihin sisältyvät Sisusteurakointi Kesänen Oy:n lisähintaluettelon mukaiset työt.



Kuva 21. Mallin laskeman projektin arvioidun tuloksen muodostuminen.

Projektin tuotot määritetään käyttäen määrälaskentaa. Monia komponentteja on kuitenkin jouduttu arvioimaan, näistä merkittävimpinä erilaisten alakattomateriaalien asennusnopeudet, hukka-ajan osuus työntekijöiden päivästä sekä lisähintaisten töiden osuus projektin laskutuksesta. Liitteissä VI ja VII selvitetään tarkemmin, miten on selvitetty hukka-ajan osuus työpäivästä ja lisähintaisten töiden osuus projektin laskutuksesta.

Projektin kustannuksista merkittävimmät ovat materiaalikustannukset sekä oman ja ulkopuolisen työvoiman kustannukset. Nämä kaikki on arvioitu mallissa määrälaskennan periaattein, mahdollisimman pitkälti aiheuttamisperiaatetta noudattaen. Materiaalikustannukset perustuvat suoraan alakattomateriaalien ostohintoihin ja neliömääriin. Sitä vastoin työvoimakustannusten määräkomponentti, työtuntien ennakoitu määrä, arvioidaan perustuen muun muassa alakattojen asennusnopeuksiin, neliömääriin ja hukka-ajan osuuteen asentajien keskimääräisestä työpäivästä.

Myös poistot ja pääoman tuottovaatimus perustuvat määrälaskentaan. Viimeisimmän tilinpäätöksen perusteella on laskettu vuosikohtaiset poistot ja pääoman tuottovaatimus. Näistä kustannuspoteista kullekin projektille jaetaan osansa vertaamalla projektin ennakoitua laskutusta tilivuoden arvioituun liikevaihtoon. Projektin muut kustannukset ja arviovaraus on määrätty projektille eräänlaisen parametrin arvioinnin avulla. Muita kustannuksia on selvitetty tarkemmin liitteessä VIII. Arviovaraukseksi on määritetty 5 % kaikista projektin kustannuksista. Päätös perustuu kirjallisuuteen (katso s. 19–20) sekä siihen oletukseen, että mallilla pyritään noin 5 %:n tarkkuuteen. Laskentamalli esittää projektin absoluuttisen tulosarvion lisäksi suhteellisen tuloksen verrattuna projektin laskutukseen kuvan 23 esittämällä tavalla. Suhteellisen tuloksen arviointi on jaettu neljään eri tulosluokkaan. Näitä tulosluokkia on eritelty tarkemmin liitteessä IX.

| ARVIO PROJEKTIN KANNATTAVUUDESTA | |
|--|--------------|
| Projektin tulos | - 2 319,58 € |
| PROJEKTIN TULOS PROJEKTIN LASKUTUKSESTA | |
| | - 12,63 % |
| Värikoodien merkitykset | |
| Erinomainen | > 10 % |
| Kannattava | 0 - 10 % |
| Kannattamaton | (- 10) - 0 % |
| Erittäin heikko | < (- 10) % |

Kuva 23. Esimerkki laskentamallin antamasta kannattavuusarviosta.

7.3.2 Projektin kannattavuuden herkkyyshanalyysi

Projektin toteutuskelpoisuuden arviointia tukee herkkyyshanalyysi. Se auttaa mallin käyttäjää tarkastelemaan projektin ennakoitua kannattavuutta monipuolisemmin ja useista eri näkökulmista. Kyseessä on yhden muuttujan herkkyyshanalyysi, jossa tarkastellaan erilaisten muuttujien vaikutusta projektin ennakoituun euroääräiseen tulokseen. Esimerkkituloste laskentamallin herkkyyshanalyysistä on esitetty liitteessä X. Herkkyyshanalyysissä valittavina olevat muuttujat on esitetty taulukossa 10. Vaikka vaihtoehtoisia muuttujia on runsaasti, herkkyyshanalyysi on makrojen avulla tehty helppokäyttöiseksi. Mallin käyttäjän tulee vain valita muuttuja listalta, jolloin malli suorittaa analyysin automaattisesti ja antaa tulokset sekä taulukossa että graafisina. Toteutuskelpoisuuden arvioinnin ja herkkyyshanalyysin tarkastelemisen jälkeen laskentamallin käyttäjän tulee päättää, lähdetäänkö projektia tarjoamaan kyseisillä hinnoilla.

Taulukko 10. Laskentamallin herkkyyshanalyysissä valittavina olevat muuttujat.

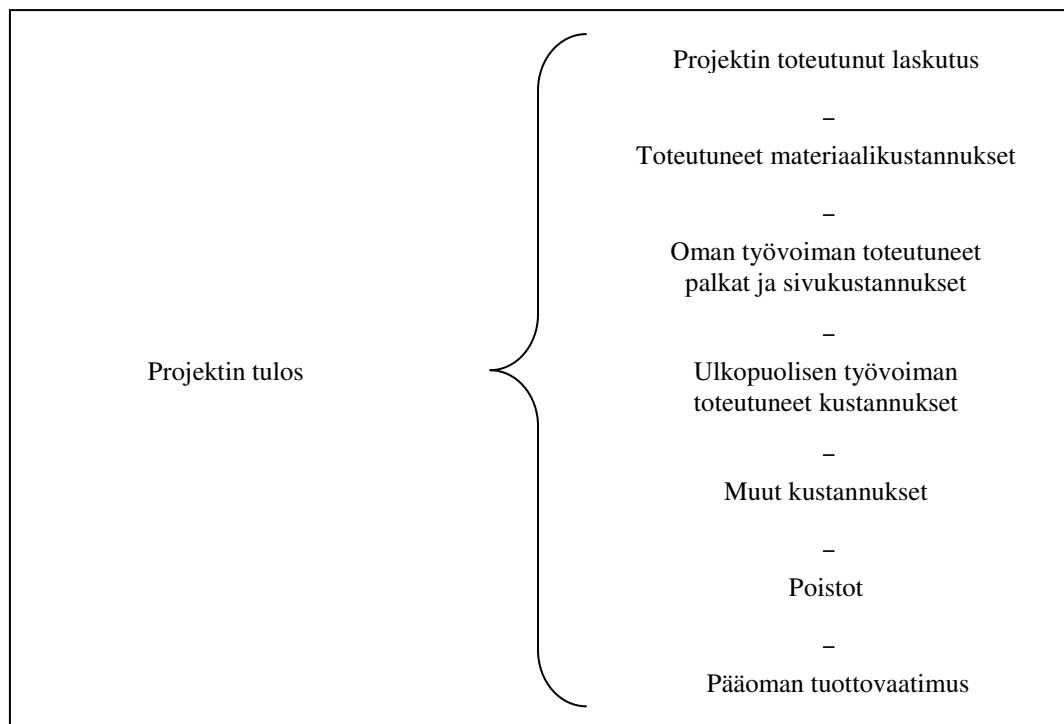
| | |
|---|---|
| Alakattojen asennusnopeudet | Alakattojen neliömäärät |
| Hukka-ajan osuus työntekijöiden työpäivästä | Lisähintaisten töiden osuus projektin laskutuksesta |
| Neliöperusteisen laskutuksen osuus projektin koko laskutuksesta | Projektin neliöperusteiset tarjoushinnat |
| Projektiin sitoutettavien omien asentajien lukumäärä | Projektin tuntiperusteinen tarjoushinta |
| Ulkopuolisen työvoiman käyttö projektin toteuttamisessa | Ulkopuolisen työvoiman neliöhinta |
| Ulkopuolisen työvoiman tuntihinta | |

7.4 Kustannuseuranta

Kustannuseurantaan syötetään projektin edistyessä tietoja projektille kuuluvasta laskutuksesta, omien työntekijöiden palkka- ja sivukustannuksista, materiaalikustannuksista sekä ulkopuolisen työvoiman kustannuksista. Kustannuksia seurataan toteutuneiden laskujen ja työtuntien perusteella. Tästä syystä luvut ovat luotetta-

via, mutta tulevat kustannusseurantaan niin myöhään ettei niihin juurikaan voida enää vaikuttaa. Kohdeyrityksessä koetaan kuitenkin teoreettisetkin vaikutusmahdollisuudet kustannusseurannan aikana heikoiksi, sillä jo ennen projektin toteutusta joudutaan sitoutumaan hyvin suureen osaan projektin kustannuksista. Tästä syystä nähdään käytännöllisenä parantaa kustannusseurannan tarkkuutta, vaikei seurannan ennakoivuus samalla paranisikaan.

Laskentamallin kustannusseurannassa esitetään myös projektin täyskattainen tuloslaskelma. Sen rakenne on esitetty kuvassa 25. Tuloslaskelma on pitkälti samankaltainen kuin toteutuskelpoisuuden arvioinnissa esitetty projektin tulosarvio. Suurin ero on, että tuloslaskelmassa on mahdollisuuksien mukaan laskettu toteutuneilla luvuilla. Kuten kustannusarviointivaiheessa, projektin toteututtuakin tulosta tarkastellaan myös suhteessa laskutukseen. Käytössä ovat jälleen jo edellä esitellyt tulosluokat (katso kuva 23, s. 61). Esimerkkituloste projektin kustannusseurannasta tuloslaskelmineen on esitetty liitteessä XI.



Kuva 25. Laskentamallin sisältämän projektin tuloslaskelman rakenne.

7.5 Jälkilaskenta

Projektin jälkilaskennassa päädyttiin käyttämään helpohkoja tuottavuuslukuja. Mukana on myös hiukan yksinkertaista varianssilaskentaa, sillä tarkasteltaessa eri kustannustekijöiden arvioinnin onnistumista tutkitaan poikkeamia vertailutilanteista. Projektin onnistumista tarkastellaan suunnitellun ja toteutuneen onnistumisen avulla. Onnistuminen lasketaan tuottojen ja kustannusten suhteena. Laskentamallin jälkilaskenta esittää myös projektin tuottojen ja kustannusten arvioinnin virheellisyyden, joka kuvaa projektin toteutunutta onnistumista suhteessa suunniteltuun. Jälkilaskennan tunnusluvut on esitelty taulukossa 11.

Taulukko 11. Laskentamallin jälkilaskennassa käytetyt tunnusluvut.

| JÄLKILASKENNAN TUNNUSLUKU | TUNNUSLUVUN LASKENTAKAAVA |
|---|--|
| Projektin suunniteltu onnistuminen, poikkeama nollatuloksesta | $\frac{\textit{Suunnitellut tuotot}}{\textit{Suunnitellut kustannukset}} - 1 * 100 \%$ |
| Projektin toteutunut onnistuminen, poikkeama nollatuloksesta | $\frac{\textit{Toteutuneet tuotot}}{\textit{Toteutuneet kustannukset}} - 1 * 100 \%$ |
| Projektin tuottojen ja kustannusten arvioinnin virheellisyys | $\frac{\textit{Toteutunut onnistuminen}}{\textit{Suunniteltu onnistuminen}} - 1 * 100 \%$ |
| Oman työvoiman työtuntien arvioinnin virheellisyys | $\frac{\textit{Omien asentajien toteutuneet työtunnit}}{\textit{Omien asentajien arvioidut työtunnit}} - 1 * 100 \%$ |
| Ulkopuolisen työvoiman kustannusten arvioinnin virheellisyys | $\frac{\textit{Ulkop. työvoiman toteutuneet kustannukset}}{\textit{Ulkop. työvoiman arvioidut kustannukset}} - 1 * 100 \%$ |
| Materiaalikustannusten arvioinnin virheellisyys | $\frac{\textit{Toteutuneet materiaalikustannukset}}{\textit{Arvioidut materiaalikustannukset}} - 1 * 100 \%$ |

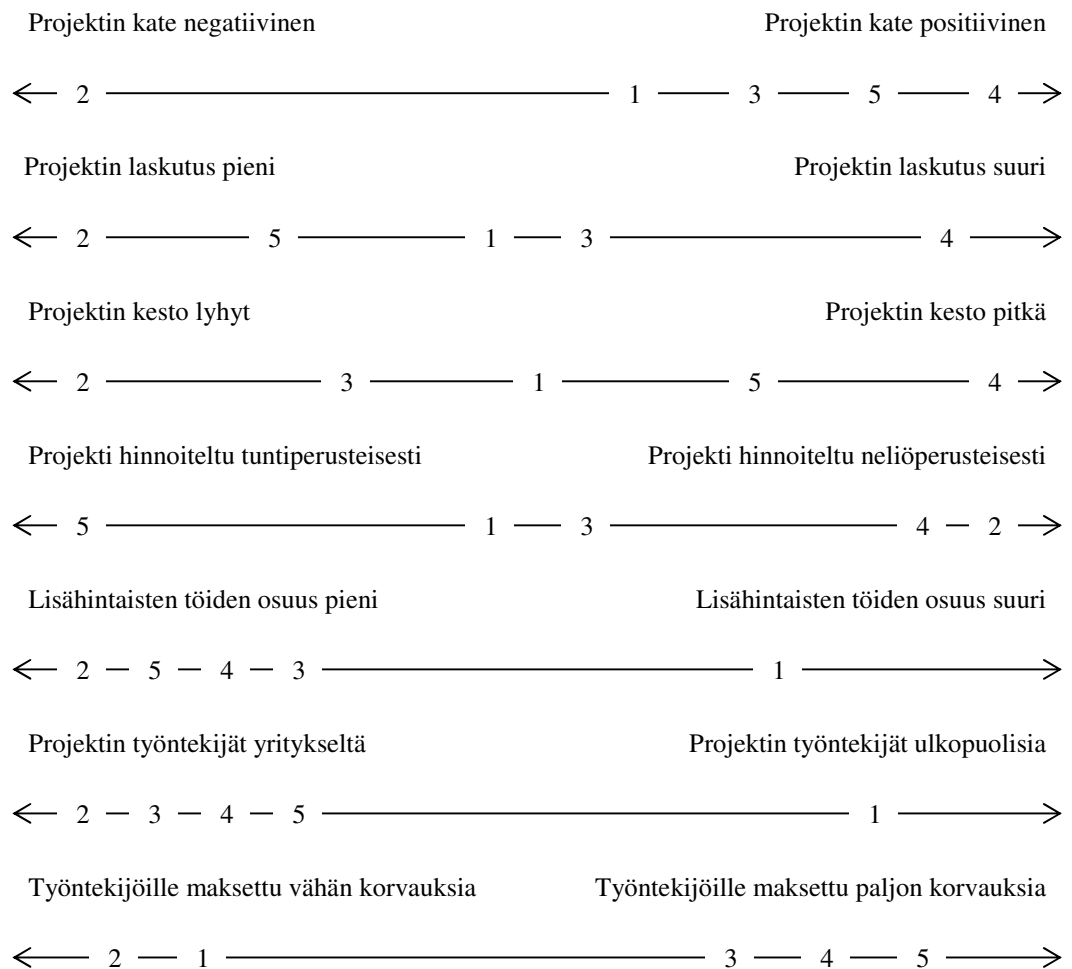
Projektin todettuun onnistumiseen tai epäonnistumiseen johtaneiden syiden selvittämiseksi mallissa tarkastellaan sekä oman että vieraan työvoiman projektiin käyttämien työtuntien ja materiaalikustannusten arvioinnin onnistumista. Koska materiaali- ja työvoimakustannukset ovat tutkittavien projektien tärkeimmät kustannustekijät, kuvattujen tunnuslukujen avulla tutkitaan Pareton lain periaatteen mukaisesti, miten niiden arviointien onnistuminen on vaikuttanut koko projektin on-

nistumiseen. Jälkilaskentaan on lisätty kommentteja, jotka auttavat mallin käyttäjää ymmärtämään laskettuja tunnuslukuja paremmin. Kaikille tunnusluvuille on määritetty neljä luokkaa: erinomainen, hyvä, välttävä ja heikko. Näitä tunnusluku-luokkia on tarkasteltu lähemmin liitteessä XII. Liitteessä XIII puolestaan on esitetty projektin jälkilaskennan esimerkkitulosteet.

8 LASKENTAMALLIN TOIMINNAN TARKASTELO

8.1 Kohdeyrityksen toimintaa kuvaavien esimerkkiprojektien mallinnus

Mallin toiminnan tarkastelemiseksi malliin syötettiin viiden erilaisen, jo valmistuneen todellisen esimerkkiprojektin tiedot. Esimerkkiprojektit pyrittiin valitsemaan siten, että ne kuvaavat monipuolisesti kohdeyrityksen projektikenttää. Kuvassa 26 on kuvattu luvuilla 1 – 5 numeroitujen esimerkkiprojektien asemaa suhteessa tutkittuihin dimensioihin.



Kuva 26. Esimerkkiprojektien asemoituminen suhteessa projektin erilaisiin dimensioihin.

Ensimmäinen dimensio, jonka vaikutuksia laskentamallin toimintaan tutkittiin, on esimerkkiprojektien katetaso. Taulukossa 13 on havainnollistettu sitä, kuinka paljon yrityksen nykyinen kateajattelu johtaa projektilaskennassa harhaan. Tämän dimension suhteen kehitetty laskentamalli osoittautuu välittömästi hyödylliseksi: taulukon 13 perusteella kolme positiivisen katteen omaavaa esimerkkiprojektia osoittautuu täyskatteellisessa laskennassa tappiollisiksi. Kateajattelun harhaanjohdava ominaisuus on myös yleistettävissä varsinkin muihin pk-yrityksiin. Täyskatteellisella laskennalla tätä ominaisuutta ei ole, mutta siihen kuuluu yleisesti enemmän resursseja. Toisaalta laskentamallin hoitaessa varsinaisen laskennan ei täyskatteellinen laskenta vaadi mallin käyttäjältä merkittävästi enempää työtä kuin katelaskentakaan.

Taulukko 13. Esimerkkiprojektien projektikatteet verrattuna täyskatteellisiin tuloksiin.

| Esimerkkiprojekti | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---------|---------|--------|--------|--------|
| Projektikate nykyisen kustannuseurantajärjestelmän mukaan | 3,9 % | -21,2 % | 8,0 % | 18,4 % | 12,0 % |
| Laskentamallin laskema projektin tulos todellisten kustannustietojen perusteella | -11,0 % | -36,7 % | -3,4 % | 7,2 % | -1,2 % |
| Täyskatteellisen tuloksen ja projektikatteen erotus (prosenttiyksikköä) | -14,9 | -15,5 | -11,4 | -11,2 | -13,2 |

Siirtyminen kateajattelusta täyskatteelliseen laskentaan näyttäisi vaikuttavan hieman vähemmän suuriin projekteihin. Tähän vaikuttaa se, että vaikka pääoman tuottovaatimus ja poistot jaetaan projekteille laskutuksen perusteella, nämä kustannuserät vaikuttavat kuitenkin suhteessa enemmän pienten projektien tuloksiin. Hieman yllättävää on se, että esimerkkiprojekti numero 2 on ollut erittäin tappiollinen. Kyseinen projekti toteutettiin Kymenlaaksossa, missä kilpailu ei ole yhtä ankaraa kuin pääkaupunkiseudulla. Lisäksi projekti on kooltaan erittäin pieni, siinä on käytetty ainoastaan yhtä alakattomateriaalia ja neliömetrejä on ollut vähän.

Toinen arvioitu esimerkkiprojektien dimensio on laskutuksen suuruus. Projektin muut kustannukset lasketaan osuutena projektin materiaali- ja työvoimakustannuksista. Pääoman tuottovaatimus ja poistot puolestaan jaetaan projektien laskutuksen perusteella. Suuret projektit siis kantavat suuren osan näistä yleiskustan-

nuksista. Tämä ratkaisu on kustannuslaskennassa yleinen, sillä aiheuttamisperiaate toteutuu tällä tavoin yleensä riittävästi. Aiemmin kohdeyrityksessä projektit eivät ole kantaneet yleiskustannuksia lainkaan.

Esimerkkiprojekteja tutkimalla huomattiin, että pienten projektien ollessa kyseessä suhteellisia poikkeamia syntyy melko helposti. Esimerkiksi esimerkkiprojektin numero 5 tulos on laskentamallin toteutuskelpoisuuden arvioinnin mukaan -2,7 %. Tämä vastaa kuitenkin vain 270 €:n tappiota. Toteutunut tulos puolestaan on -1,2 % ja -130 €. Pienillä projekteilla laskentamallin värikoodatut tulosluokat ovat siis ankarasti rajatut. Kaikkien mallin laskemien suhdelukujen vieressä on kuitenkin esitetty myös laskennassa käytetyt euro- tai tuntimäärät. On suositeltavaa tutustua aina myös näihin lukuihin, eikä sokeasti uskoa mallin esittämiä tulosluokkia.

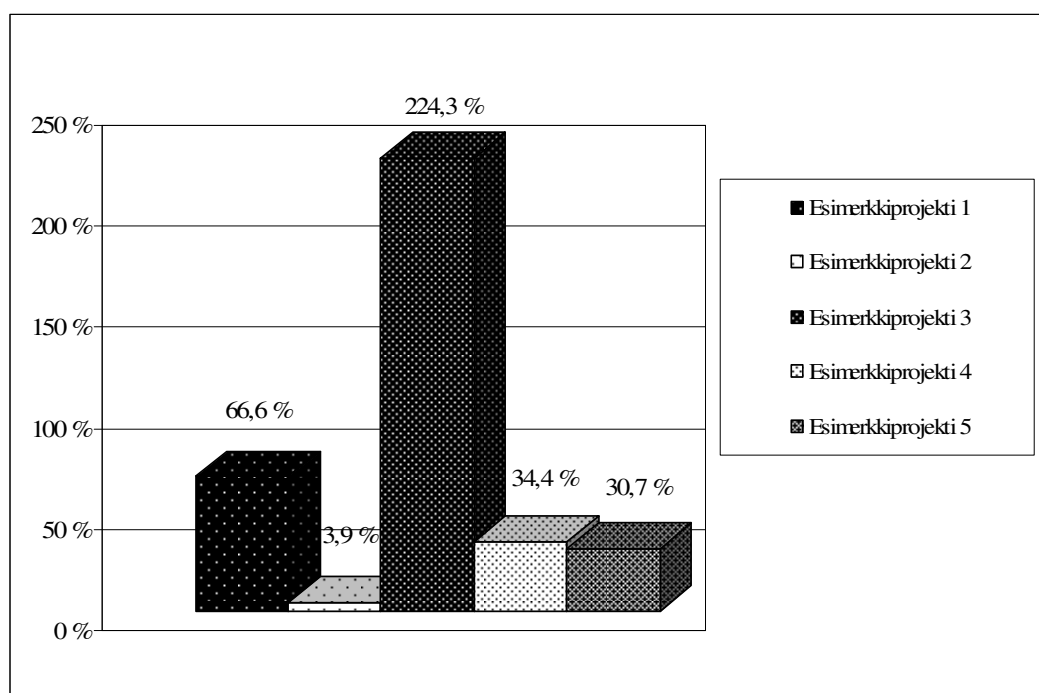
Kolmas tarkasteltu dimensio on projektien kesto. Esimerkkiprojektien perusteella voidaan sanoa, ettei projekteja läheskään aina toteuteta täysipäiväisesti, vaan työntekijät jakavat aikansa usean projektin kesken. Täten projektin pituutta kuvaa paremmin esimerkiksi työtuntien määrä. Tämä puolestaan vaikuttaa projektin laskutuksen suuruuteen, jota käsiteltiin edellä. Projektin työtuntien määrä vaikuttaa kustannusarviointiin: jos työtuntien määrä on vähäinen, niiden absoluuttisen määrän arvioiminen on helpompaa. Toisaalta suhteellinen virhe voi tällöin kuitenkin olla erittäinkin suuri.

Neljäs dimensio, jota mallin toiminnan kannalta tutkittiin, on projektin hinnoitteluperuste. Laskentamallin logiikasta johtuu, että projektissa käytettävien alakattomateriaalien neliömäärät arvioidaan malliin helpommin oikein kuin projektissa tarvittavien työtuntien määrä. Tuntimäärää varten joudutaan nimittäin kyseisten neliömäärien lisäksi arvioimaan hukka-ajan osuus työpäivästä sekä alakattomateriaalien asennusnopeudet. Tästä seuraa, että projektin laskutus arvioidaan sitä todennäköisemmin oikein, mitä suurempi osuus projektista laskutetaan neliömetriperusteisesti. Tämä tulos voidaan todennäköisesti yleistää koskemaan lähes kaikkia aliurakointiyrityksiä.

Esimerkkiprojekteissa numero 1 ja 3 on yhdistetty tunti- ja neliömetriperusteinen hinnoittelu. Projektissa numero 1 tuntiperusteiset hinnat ovat neliöperusteisia kannattavampia. Projektissa numero 3 taas neliöperusteiset tarjoushinnat ovat kannattavampia. Koska käytetty tuntihinta on molemmissa projekteissa sama, neliöhintojen kannattavuus vaihtelee projektista toiseen. Tämä tulos on looginen, sillä sopimusneuvotteluissa joudutaan usein tinkimään reilustikin tarjoushinnoista. Projekti numero 1 on tehty pääkaupunkiseudulla, missä kilpailu on melko kovaa ja on voinut painaa neliöhinnat alas. Projekti numero 3 puolestaan on toteutettu Etelä-Karjalassa, missä kilpailu ei yleensä ole yhtä kovaa kuin pääkaupunkiseudulla. Mahdollisesti tästä johtuen korkeammat neliöhinnat on saatu läpi neuvotteluista. Sopimusneuvotteluiden vuoksi hintojen kannattavuuksien vaihtelut voidaan yleistää koskemaan tarjoushinnoilla rakennusliikkeiden aliurakointia tekeviä yrityksiä.

Viides tarkasteltu dimensio on lisähintaisten töiden osuus projektin laskutuksesta. Laskentamallin herkkyysanalyysin perusteella lisähintaiset työt ovat kannattavia kaikissa viidessä esimerkiprojektissa. Tämä tulos oli odotettavissa. Sisusteurakointi Kesänen Oy on tähän asti onnistunut pitämään kiinni lisähintaluettelostaan, vaikka asiakkaat painostavat hankkiutumaan siitä eroon. Kuvassa 27 on esitetty esimerkiprojektien tulosparannukset laskentamallin herkkyysanalyysin mukaan, kun lisähintaisten töiden osuutta on lisätty 50 % alkuperäisistä arvoista.

Kuvan 27 tulokset ovat järkeviä siten, että projektien tulos paranee sitä enemmän, mitä suurempi on lisähintaisten töiden osuus jo alun perin (katso kuva 26, s. 66). Projektissa numero 3 tulosparannus on erityisen suuri. Tämä projekti on esimerkiprojekteista ainoa, joka on laskentamallin toteutuskelpoisuuden arvioinnin mukaan etukäteen tarkasteltuna kannattava. Herkkyysanalyysin tulokset lasketaan juuri näistä arvioiduista lähtötiedoista. Koska projektin numero 3 laskutuksen ja kustannusten suhde on parempi kuin muilla esimerkiprojekteilla, on loogista että sen tulos paranee enemmän lisähintaisten töiden määrän kasvattaessa sekä laskutusta että kustannuksia.



Kuva 27. Esimerkkiprojektien suhteelliset tulosparannukset, kun lisähintaisten töiden osuus kasvaa 50 %.

On yleisesti tarkoituksenmukaista, että lisähintaisten työt ovat muita, tarjoushinnoin hinnoiteltuja töitä kannattavampia. Rakennusalan kaltaisella kilpailulla alalla lisähintaluettelot antavat urakoitsijoille mahdollisuuden parantaa hieman kannattavuuttaan. Kaikissa yrityksissä hintojen kannattavuuksia ei kuitenkaan ole mitenkään tarkistettu, joten tulosta ei voida yleistää saman tien.

Kuudes projektien arvioitu dimensio on projektissa käytetty työvoima. Sisusteurakointi Kesänen Oy voi teettää projektinsa joko omilla työntekijöillään tai resurssipulasta johtuen ulkopuolisella työvoimalla. Projekti numero 1 on pääosin teetetty ulkopuolisilla työntekijöillä. Laskentamallin perusteella ulkopuolisen työvoiman kustannukset ovat suuremmat kuin oman työvoiman kustannukset. Tämä huomio tukee sitä perusolettamusta, jolle kohdeyrityksen liiketoiminta tällä hetkellä perustuu: Omien työntekijöiden käyttäminen on taloudellisesti järkevää. Tulee kuitenkin ottaa huomioon, että laskentamalli olettaa ulkopuolisten ja yrityksen omien työntekijöiden työskentelevän keskimäärin yhtä tehokkaasti. Tätä ei todellisuudessa ole kuitenkaan ainakaan vielä systemaattisesti tutkittu.

Viimeinen tarkasteltu projektien dimensio on työntekijöille maksettujen erinäisten korvausten määrä. Korvausten tarkempaa kohdistamista projekteille erityisesti toivottiin yrityksen taholta. Aiemmin korvauksia ei ole kohdistettu projekteille, vaan ne on jaettu välittömien työtuntien perusteella. Taulukossa 14 on havainnollistettu sitä, miten laskentamallin käyttäminen vaikuttaa projektien korvauskustannuksiin.

Taulukko 14. Laskentamallin käyttöönoton vaikutus projektien kantamiin korvauskustannuksiin.

| Esimerkkiprojekti | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---------|---------|----------|----------|----------|
| Projektin välittömien työtuntien avulla jaetut korvauskustannukset | 52,92 € | 3,92 € | 259,21 € | 449,82 € | 108,29 € |
| Laskentamallin avulla projektille kohdistetut korvauskustannukset | 46,84 € | 0,00 € | 226,29 € | 492,82 € | 107,29 € |
| Korvauskustannusten muutos siirryttäessä laskentamalliin | -6,08 € | -3,92 € | -32,92 € | 42,50 € | -1,00 € |
| Korvauskustannusten muutos suhteessa projektin laskutukseen | -0,02 % | -0,28 % | -0,08 % | 0,04 % | -0,01 % |

Valituilla esimerkkiprojekteilla taulukon 14 kuvaamat muutokset eivät ole kovin merkityksellisiä. Sitä vastoin korvauskustannusten aiheuttamisperiaatteen mukainen kohdistaminen nousee tärkeämmäksi, kun pieni projekti teetetään työntekijöillä jotka joutuvat ajamaan pitkiä matkoja tai majoittumaan työmaan lähistöllä. Otetaan esimerkiksi projekti numero 5, joka toteutettiin kahden työntekijän voimin. Spekuloidaan, mitä tapahtuu, jos toinen työntekijöistä ajaa työmaalle joka päivä yli 100 km:n matkan toisen ajaessa tämän matkan edestakaisin vain kerran viikossa ja majoituessa työnantajansa laskuun. Laskentamallin avulla kohdistetut korvauskustannukset ovat tällöin 782 €. Erotus aiempaan kustannuslaskentaan on 590 €, joka vastaa 5,22 %:a projektin laskutuksesta.

Korvauskustannusten tarkka kohdistaminen on siis merkityksellistä, kun korvauksia maksetaan paljon. Sitä vastoin korvausten ollessa vähäiset mallin käyttäjän ei kannata käyttää kovin paljoa aikaa korvauskustannuksia koskevien lähtötietojen määrittämiseen. Tämä periaate voidaan yleistää moneen kustannuslaskennan tilanteeseen: suurimmat kustannuserät tulee kohdistaa mahdollisimman tarkasti, pienemmät kustannuserät taas voidaan jakaa käyttäen karkeampia jakoperusteita.

8.2 Laskentamalli kohdeyrityksen kustannusjohtamisen työkaluna

8.2.1 Laskentamallin vahvuudet ja heikkoudet

Laskennallisesti aiheuttamisperiaate toteutuu laskentamallissa kohdeyrityksen aiempaa käytäntöä paremmin. Projekteille kohdistetaan tarkasti työntekijöille korvattavat päivärahat sekä majoitus-, matka- ja ateriakorvaukset. Aiemmin nämä kustannukset on jaettu projekteille välittömien työtuntien suhteessa. Mallin ansiosta projektit kantavat myös osansa poistoista, pääoman tuottovaatimuksesta ja muista kustannuksista. Tähän asti kaikki nämä kustannuserät ovat sisältyneet projektikatteeseen, eikä projektin tarkasta tuloksesta ole ollut varmuutta. Täyskatteellinen laskenta tuo projektien kustannuslaskentaan kaivattua tarkkuutta. Hinnoittelukertoimiin perustuvat tarjoushinnat tarkistetaan laskentamallin avulla käyttäen projektin täyskatteellista kustannusarviota. Jos mallia käytetään realistisesti, tappiollisimmat projektit saadaan tällä tavoin karsittua toteutettavien projektien listalta.

Esimerkkiprojektien perusteella laskentamalli soveltuu käytettäväksi monissa erilaisissa projekteissa. Esimerkkiprojektit edustavat kattavasti Sisusteurakointi Kesäsen Oy:n projektikenttää, joten mallin voidaan olettaa soveltuvan hyvin kohdeyrityksen tarpeisiin. Lähes kaikki mallin laskennassa käyttämät luvut on asetettu käyttäjän näkyville laskennan lähtötietoihin. Halutessaan niitä siis voi muuttaa. Tämä toisaalta tekee mallin käyttämisestä aluksi sekavampaa. Ohjeistuksen tulee olla riittävän selkeää, jotta käyttäjälle on selvää, kuinka usein mitäkin lähtötietoja tulee päivittää. Malli on rakennettu Microsoft Exceliin, mikä helpottaa sekä mallin käyttämistä, ylläpitoa että kehittämistä.

Laskentamallin huomiota herättävin heikkous on se, että sitä käytetään erikseen kunkin projektin tiedoilla. Täten siis esimerkiksi eri projektien jälkilaskentaa on vaikea vertailla toisiinsa. Käytännössä tällainen vertailu täytyy tehdä keräämällä

manuaalisesti eri projektien tietoja erilliseen tiedostoon. Jotta laskentamalli olisi mahdollisimman helppokäyttöinen, toimintoja on lisäksi automatisoitu melko paljon. Täten erilaisissa poikkeustilanteissa mallin käyttäjälle voi tulla ongelmia saada malli joustamaan vaaditulla tavalla. Lisäksi nykyisessä muodossaan mallin lähtötietojen täyttämiseen tulee käyttää melko runsaasti aikaa, jotta laskenta olisi tarkkaa. Mallia eteenpäin kehittämällä prosessista voidaan saada nopeampi.

8.2.2 Laskentamallin ylläpito

Jotta laskentamallin tiedot ja tulokset säilyvät oikeellisina, mallia tulee ylläpitää aktiivisesti. Taulukossa 15 on eritelty, kuinka usein mikin mallin sisältämä tekijä tulee tarkistaa ja tarpeen mukaan päivittää. Oletuksena on, ettei mallin laskentalogiikkaa tule tarve muuttaa.

Taulukko 15. Laskentamallin tietojen päivitystarpeet.

| JOKAISELLE PROJEKTILLE ERIKSEEN PÄIVITETTÄVÄT TEKIJÄT | TIETYN MUUTOKSEN YHTEYDESSÄ PÄIVITETTÄVÄT TEKIJÄT | VUOSITASOLLA PÄIVITETTÄVÄT TEKIJÄT | HARVEMMIN KUIN KERRAN VUODESSA PÄIVITETTÄVÄT TEKIJÄT |
|--|--|--|---|
| Projektin yleistiedot | Tarjouslaskennan lähtötiedot | Työntekijöiden palkat ja sivukustannukset sisältävä tuntikustannus | Projektin muiden kustannusten osuus |
| Projektin materiaali-tiedot | Hukka-ajan keskimääräinen osuus työpäivästä | Lakisääteisten korvausten suuruus | Arviovarauksen suuruus |
| Projektin palkkakustannusten lähtötiedot | Tarjouspohjan logot | Arvio kuluvan tilikauden liikevaihdosta | Projektin värikoodatut tulosluokat |
| | | Pääoman tuottovaatimuksen lähtötiedot | Jälkilaskennan tunnuslukujen tulosluokat |
| | | Poistojen lähtötiedot Tarjouksen lisätiedot ja ehdot | Jälkilaskennan laskemat tunnusluvut |

Jokaiselle projektille määritetään erikseen yleistiedot, materiaaleja koskevat tiedot sekä suurin osa palkkakustannusten lähtötiedoista. Tarjouslaskennan lähtötiedot puolestaan tulee päivittää, mikäli hinnoittelun periaatteita muutetaan kohdeyrityksessä tai jos hintoja nostetaan tai lasketaan yleisellä tasolla. Jos hukka-ajan keski-

määräistä osuutta työpäivästä aletaan Sisusteurakointi Kesänen Oy:ssä seurata systemaattisesti, mallin sisältämää lukua tulee päivittää sen mukaisesti. Hukka-ajan osuutta olisi hyvä seurata, sillä yrityksen nykyinen arvio on olennaisesti pienempi kuin kirjallisuuden esittämät luvut. Mikäli yrityksen käyttämät logot muuttuvat, ne tulee muuttaa myös laskentamallin tarjouslaskentaan.

Työntekijöiden palkat ja sivukustannukset sisältävä tuntikustannus tulee määrittää uudelleen vuosittain. Tästä ei aiheudu ongelmia, sillä kohdeyrityksessä on laskettu tämä tuntikustannus jo usean vuoden ajan. Työntekijöille maksettavien korvausten suuruus tulee tarkistaa vuosittain. Tilikausien välillä malliin tulee päivittää kulu- van tai alkavan tilivuoden arvioitu liikevaihto. Tilinpäätöksen avulla saadaan hel- posti päivitettyä pääoman tuottovaatimuksen lähtötiedot: oman ja vieraan pää- oman määrä, jaetut osingot, rahoitustuotot ja –kustannukset sekä tuloveroprosent- ti. Tilintarkastuskertomuksen avulla voidaan vuosittain päivittää rakennusten sekä koneiden ja kaluston poistoperustat ja suunnitelman mukaiset menojäännöspois- toprosentit. Tarjouksen lisätiedot ja ehdot tulee tarkistaa kerran vuodessa. Lisäksi ne tulee päivittää jonkin muutoksen sattuessa.

Noin kahden vuoden välein tulisi tarkastella kohdeyrityksen kustannusrakennetta. Tarvittaessa tämän perusteella tulee korjata projektin muiden kustannusten osuut- ta. Laskentamallin arviovarauksen oikeellisuutta voidaan tarkastella, kun mallia on käytetty vähintään puoli vuotta. Tämän jälkeen arviovarauksen suuruus voi- daan tarkistaa esimerkiksi kahden tai kolmen vuoden välein. Projektien tulosja- kaumaa voidaan yrityksessä seurata esimerkiksi kahden vuoden välein. Tämän perusteella voidaan sanoa, onko laskentamallin värikoodattu tulosluokitus edel- leen pätevä. Mallin jälkilaskennan tunnuslukujen tulosluokkien sopivuutta voi- daan tarkastella, kun mallia on käytetty esimerkiksi kaksi vuotta. Tähän mennessä on huomattu, mikäli tulosluokat eivät ole sopivat. Lisäksi jälkilaskennan esittämi- en tunnuslukujen riittävyttä voidaan pohtia, kun mallia on käytetty esimerkiksi vuoden ajan. Mikäli nykyiset tunnusluvut eivät selvitä riittävästi projektin onnis- tumisen tai epäonnistumisen syitä, uusia tunnuslukuja voidaan lisätä.

8.2.3 Laskentamallin kehittäminen tulevaisuudessa

Tulevaisuudessa mallin käyttämisestä saadaan entistä helpompaa ja nopeampaa, mikäli malliin lisätään valmis materiaaliluettelo. Luettelo voisi sisältää materiaalien nimet, ostohinnat ja asennusnopeudet. Tällöin mallin käyttäjän tarvitsisi vain valita listalta projektissa tarvittavat materiaalit ja määrittää tarvittavat neliömäärät. Materiaaliluettelon lisääminen laskentamalliin olisi hyvä parannus senkin vuoksi, että alakattomateriaalien asennusnopeudet ovat kriittisiä arviointikohteita mallin laskentatulosten kannalta. Luetteloon asennusnopeudet voitaisiin määrittää huolellisesti kerralla oikein, eikä niitä tarvitsisi päättää jokaista projektia varten uudelleen, kuten tällä hetkellä.

Kohdeyrityksen laskentamalliinkin sisällytetty hinnoittelukertoimiin perustuva tarjouslaskenta on ainakin osin tarpeeton, sillä hinnat tarkistetaan mallin täyskattaisen kustannusarvion avulla. Hinnoittelua voitaisiinkin kehittää niin, että saataisiin suoraan laskettua tarkistettuja tarjoushinnat. Vaihtoehtoisesti alustavat materiaali-kohtaiset tarjoushinnat voitaisiin tallentaa suoraan kehitettävään materiaaliluetteloon. Kummassakin tapauksessa mallin käyttäminen helpottuisi ja nopeutuisi. Mikäli mahdollista, kohdeyrityksessä tulisi myös tutkia, onko yrityksen omien ja ulkopuolisten työntekijöiden välillä merkittäviä tehokkuuseroja. Tällä hetkellä laskentamalli olettaa, ettei eroja ole. Mikäli suuria eroja kuitenkin löydetään, mallia tulee muuttaa vastaavasti.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

9.1 Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää kohdeyritys Sisusteurakointi Kesänen Oy:n käyttöön helppokäyttöinen projektilaskentamalli, jonka avulla voidaan ennalta tunnistaa kannattamattomat projektit. Laajemman projektilaskennan tutkimuksen kannalta pyrittiin selvittämään miten yrityksessä voidaan ennalta havaita, mitkä toimitusprojektit muodostuvat kannattaviksi. Seuraavissa kappaleissa esitetään lyhyesti tutkimuksen oleellisia tuloksia.

Projektijohtaminen kattaa projektin koko elinkaaren. Elinkaari koostuu vaiheista ennen projektin toteutusta, toteutuksen aikana sekä toteutuksen jälkeen. Kustannusjohtamisen vaikutusmahdollisuudet projektin kannattavuuteen vähenevät projektin edistyessä. Projektin kustannusohjauksen tulisikin keskittyä vaiheisiin ennen projektin toteutusta. Ongelmallista on, ettei tässä vaiheessa vielä ole saatavilla tarkkaa tietoa projektin kustannuksista. Projektin kannattavuutta tulee ennakkolaskennan lisäksi seurata myös toteutuneilla luvuilla, joilla kannattavuusarviot samalla tarkistetaan. Kustannus seurannan aikana vaikutusmahdollisuudet ovat vähäiset, mutta yrityksen tulisi vielä pystyä jotenkin vaikuttamaan projektin kannattavuuteen. Jälkilaskennan avulla taas vaikutetaan vasta tulevien projektien kannattavuuteen.

Projektin kustannusarvioinnissa tulisi muistaa kustannus-hyötynäkökulman mukainen optimointi. Suurin osa arviointiin käytettävistä resursseista tulisi käyttää merkityksellisimpien kustannuserien arviointiin. Kustannusten hintakomponentit ovat usein helpompia määrittää oikein riittävällä tarkkuudella. Määräkomponentit puolestaan joudutaan usein arvioimaan, sillä niitä ei välttämättä seurata yrityksissä millään tavalla. Kehitetystä laskentamallista arvioitavia määräkomponentteja ovat muun muassa erilaisten alakattomateriaalien asennusnopeudet. Arviointia vaikeuttaa se, että erilaisia materiaaleja on kymmeniä.

Kustannusarviosta saadaan realistisempi todennäköisyysjakaumilla tai herkkyys-analyyseillä. Arviovarauksella puolestaan varaudutaan riskeihin ja kumotaan arvioinnin epätarkkuuden vaikutukset. Kustannusarviointitekniikoista voidaan erottaa analoginen arviointi, parametrinen arviointi ja määrälaskenta. Analogisen arvioinnin onnistuminen riippuu merkittävästi arvion tekijän kokemuksesta ja siitä, onko arvioitava projekti samankaltainen aiemmin toteutettujen projektien kanssa. Myös parametrinen arvioinnin onnistuminen riippuu osin projektien homogeenisyydestä. Tätä tekniikkaa oikein soveltamalla saadaan kuitenkin riittävän tarkkoja tuloksia suhteellisen vähillä resursseilla. Määrälaskennalla taas voidaan saada hyvinkin tarkkoja kustannusarvioita. Tekniikka vaatii kuitenkin runsaasti resursseja. Määrälaskennassa ei tarvita historiatietoja, joten tekniikka soveltuu yksilöllisten projektien kustannusarviointiin.

Projektin kustannuksia voidaan luokitella monilla eri tavoilla. Projektikohtainen kustannuslaskenta voi olla kustannusperusteista tai perustua johonkin muuhun metodiin, kuten esimerkiksi tavoitekustannuslaskenta ja hinnoittelukerroinlaskenta. Kustannusperusteisen laskennan periaate on yksinkertaisesti se, että projektin hinnan tulee ylittää sen kustannukset. Kustannusperusteinen laskenta voi olla katetuottolaskentaa tai täyskatteellista laskentaa. Katetuottolaskenta voi olla harhaanjohtavaa, kun taas täyskatteellinen laskenta saadaan oikein sovellettuna johdamaan yksiselitteisiin tuloksiin. Täyskatteellisessa laskennassa aiheuttamisperiaatteen noudattaminen on ensiarvoisen tärkeää.

Täyskatteellinen laskenta voi olla lisäyslaskentaa tai toimintolaskentaa. Näistä toimintolaskenta vaatii runsaasti resursseja, eikä useinkaan ole pk-yritysten suosima laskentamuoto. Projektin tarjoushinnoitteluun saadaan varmuutta täyskatteellisella kustannusarvioinnilla. Ainakin kiinteähintaisissa projekteissa on hyvä käyttää mahdollisimman täsmällisesti tarkistettuja hintoja. Hinnoittelukertoimet ja katetuottotarpeet soveltuvat enemmän tuotehinnoitteluun, jossa hintoja on ainakin periaatteessa mahdollista muuttaa kesken tuotannon.

Projektin kustannusylijysten voidaan katsoa johtuvan joko epärealistisesta kustannusarviosta tai aikatauluun ja laatuun liittyvistä ongelmista. Niin projektin kustannus seurannassa kuin jälkilaskennassakin tulisi projektin onnistumisen lisäksi selvittää havaittuun lopputulokseen johtaneita syitä. Projektin onnistumista ei tule arvioida vain yhtä kriteeriä käyttäen, sillä samaan lukuarvoon voidaan päätyä lukuisista eri syistä. Projektin onnistumista voidaan arvioida erilaisilla tunnusluvulla tai varianssilaskennalla. Varianssilaskenta on menetelmänä monipuolinen ja visuaalinen, mutta myös suhteellisen monimutkainen ja resursseja vaativa. Tunnusluvut puolestaan voivat kuvata projektin kannattavuutta tai erilaisia tuottavuuksia. Näistä tuottavuutta kuvaavat tunnusluvut kertovat enemmän projektin onnistumisen tai epäonnistumisen syistä. Lisäksi tuottavuusluvut ovat yksinkertaisia, räätälöitäviä ja soveltuvat yksilöllisiin projekteihin.

Yrityksen kustannusrakenteen selvittäminen on toimiva lähtökohta projektilaskentamallin kehittämiseksi. Kustannusrakenteen perusteella tutkimuksen kohdeyrityksen merkittävimmät kustannuslajit ovat materiaali- ja työvoimakustannukset. Nämä kustannukset pyrittiin mallintamaan mahdollisimman todenmukaisesti kehityksessä projektilaskentamallissa. Lisäksi ulkopuolisen työvoiman kustannukset, poistot ja pääoman tuottovaatimus saattavat vaihdella huomattavasti, joten myös nämä kustannuslajit pyrittiin määrittämään laskentamallissa aiheuttamisperiaatetta riittävästi noudattaen.

9.2 Tulosten yleistettävyys, oikeellisuus ja merkittävyys

Yllä esitetyt tulokset ovat yleistettävissä kiinteähintaisten toimitusprojektien projektilaskentaan erilaisissa yrityksissä. Laskentamallin rakentamisen periaatteet ja logiikka voidaan yleistää laajalti tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Sitä vastoin yrityksen toimitusprojektien kannattavuuden määrittävät kriittiset muuttujat ovat yrityskohtaisia, joskin jossain laajuudessa yleistettävissä muihin rakennusalan pk-yrityksiin. Näiden tärkeimpien muuttujien avulla huomio osataan laskentamallissa kohdistaa tärkeimpiin kustannuksiin. Myös laskentamallin vaatimukset ovat yrityskohtaisia ja määrittävät esimerkiksi sen, kuinka paljon resursseja malliin voi-

daan käyttää. Nämä tapauskohtaiset muuttujat määrittävät laskentamallin lopullisen muodon. Kehitetty laskentamalli ei suoraan soveltuisi yleistettyyn käyttöön.

Laskentamallin toimintaperiaatteiden kannalta kaikki tärkeimmät kustannuselementit lasketaan käyttäen määrälaskentaa, joten laskentalogiikan pitäisi sinänsä johtaa oikeellisiin tuloksiin. Mallin kohdeyritykselle antamien tulosten oikeellisuus riippuukin suurelta osin mallin käyttäjän arviointitarkkuudesta. Pk-yrityksen ollessa kyseessä monia asioita joudutaan todella arvioimaan, sillä kaikkea tietoa ei ymmärrettävästi voida mitata ja raportoida. Vaikka mallin laskentalogiikka vaikuttaa tällä hetkellä oikeelliselta, tulee mallin toimintaa tarkastella kriittisesti myös käyttö- ja ylläpitovaiheissa.

Kehitetty laskentamalli parantaa monella osa-alueella kohdeyrityksen kokonaisvaltaista projektilaskentaa. Malli tarjoaa entistä paremmat valmiudet tunnistaa tappiolliset projektit ennalta. Tämä voi saada aikaan hyvinkin merkittävän parannuksen Sisusteurakointi Kesänen Oy:n toiminnassa, sillä sen viime vuosina valmistuneista projekteista noin 43 %:lla täyskatteellinen tulos on ollut negatiivinen. Merkittävä on myös parannus kustannuseurannan tarkkuudessa. Tähän asti kohdeyrityksessä ei ole ollut varmuutta siitä, onko projekti ollut kannattava. Täyskatteellinen kustannuslaskenta esittää projektin tuloksen yksiselitteisesti. Jälkilaskennan kehitys taas liittyy siihen, että laskentamallin avulla pyritään laskennallisesti selvittämään projektin onnistumisen tai epäonnistumisen syitä. Tärkeimpiin kustannuslajeihin liittyvien arviointivirheiden vaikutusta projektin suhteelliseen onnistumiseen selvitetään systemaattisesti.

Tutkimuksen kannalta projektilaskentaa ei vielä ole käsitelty tyhjentävästi mallinnuksen näkökulmasta. Tässä työssä on esitelty projektilaskentamallia kehitettäessä tehtävien periaatepäätösten ratkaisuvaihtoehtoja, ja perustellen valittu tähän tapauksutkimukseen soveltuvat vaihtoehdot. Laskennan kokonaisvaltaisuus on työssä tärkeässä roolissa. Ehkä sen takia monet työn tulokset ovat yleistettävissä muuhunkin kiinteähintaisten toimitusprojektien projektilaskentaan. Tämä on merkityksellinen seikka, sillä projektilaskenta on tutkimusalana sirpaloitunut.

9.3 Jatkotutkimuskohteita

Kohdeyrityksessä toimitusprojektien kustannusseurantaan pitäisi kehittää ennakkoivampaan suuntaan. Laskennallisesti tämä onnistuisi suhteellisen helposti, mutta yrityksen tulisi pystyä myös vaikuttamaan projektin kustannuksiin kustannusseurannan tietojen perusteella. Tähän ei tällä hetkellä nähdä olevan kovin paljoa mahdollisuuksia. Ongelma ulottuu syvälle kohdeyrityksen liiketoiminnan perusteisiin: Mikäli kannattamattomia projekteja ei pystytä tekemään kannattavasti, ne täytyy jättää kilpailijoiden toteutettaviksi. Tällöin kohdeyritys menettää markkinaosuuttaan. Lisäksi syntyy kapasiteettiin liittyvä ongelmatilanne. Joko hylättyjen projektien tilalle tulee löytää kannattavampaa toimintaa, tai kapasiteettia tulee sopeuttaa vastaamaan äkisti suppenevaa liiketoimintaa. Näiden ongelmien ratkaisut tulevat vaikuttamaan kohdeyrityksen pitkän aikavälin kannattavuuteen ja liiketoimintastrategiaan.

Lisäksi kohdeyrityksessä voitaisiin tutkia erilaisia mahdollisuuksia vertailla eri projektien jälkilaskennan tuloksia. Tämä toisi lisää näkökulmia projektin onnistumisen tarkasteluun. Epäonnistuneista tai onnistuneista projekteista voitaisiin tällöin esimerkiksi etsiä yhdenmukaisia piirteitä. Tieteellisessä tutkimuksessa jatkotutkimusta tarvittaisiin projektien jälkilaskennan käytännön toteutuksen vaihtoehtojen laajemmaksi kartoittamiseksi. Tällä hetkellä jälkilaskennan käsittely on tuloksen arvo-menetelmää lukuun ottamatta melko pitkälti rajoittunut laskennan periaatteellisiin tavoitteisiin. Lisätutkimusta kaipaavat myös laskentamallin kehittämisprosessin alkuvaiheet. Tässä työssä laskentamallin logiikka perustettiin kohdeyrityksen kustannusrakenteelle. Tulisi tutkia, mitä muita vaihtoehtoja mallin lähtökohdaksi on olemassa.

10 YHTEENVETO

Tutkimuksen kohdeyritys on rakennusalan pk-yritys, jonka liiketoiminta muodostuu kokonaan toimitusprojekteista. Jälkilaskennan yhteydessä projektit todetaan usein tappiollisiksi. Projekteille on tähän asti laskettu projektikate, joka ei aina esitä kannattavuutta yksiselitteisesti. Tutkimuksen tavoite oli kehittää kohdeyrityksen käyttöön helppokäyttöinen Microsoft Excel-projektilaskentamalli, jonka avulla yritys voi ennalta tunnistaa kannattamattomat toimitusprojektit. Mallin tuli myös auttaa toteutettavien projektien kustannusseurannassa ja jälkilaskennassa, sekä yhdistää mahdollisimman suuri osa projektilaskennasta yhden työkalun alle.

Tutkimuksessa keskityttiin projektien kustannusnäkökulmaan. Tutkimus koostuu teoreettisesta kirjallisuusselvityksestä ja empiirisestä, pääosin kvantitatiivisesta tapaustutkimuksesta. Teoreettisena aineistona käytettiin projekti- ja kustannuslaskentaan liittyviä kirjoja, artikkeleita ja opinnäytteitä. Empiirinen aineisto taas sisälsi kohdeyrityksen edustajilta saatua kvalitatiivista tietoa sekä yrityksen kustannusseurantajärjestelmästä ja tilinpäätöksistä saatua kvantitatiivista tietoa. Aineiston perusteella tehtiin päätelmiä ja laskelmia, minkä jälkeen siirryttiin mallinnukseen. Myöhemmin mallin toimintaa tarkasteltiin laskelmien avulla. Työn tutkimusote on konstrukttiivinen, osin myös toiminta-analyyttinen.

Kehitetty laskentamalli kattaa projektin koko elinkaaren. Mallin käyttämisen voidaan ajatella jakautuvan kahteen vaiheeseen. Tarjouslaskentavaiheessa selvitetään, kannattaako projektia lähteä toteuttamaan. Toteutus- ja seurantavaiheessa taas kerätään ja tarkastellaan projektin toteutuvia lukuja. Projektin tarjoushinnat tarkistetaan mallissa täyskatteellisen kustannusarvion avulla ennen projektin hyväksymistä. Näin voidaan tunnistaa tappiollisimmat projektit ennalta. Kustannusarviossa suurimpien kustannuserien tulisi aina saada suuri osa arviointiin käytettävistä resursseista. Yrityksen kustannusrakenteen selvittäminen onkin toimiva lähtökohta projektilaskentamallin kehittämiseksi. Määrälaskennan ja täyskatteellisen kustannusarvion ansiosta aiheuttamisperiaate toteutuu laskentamallissa koh-

deyrityksen aiempaa käytäntöä paremmin. Mikäli projekti on lasketuilla tarjoushinnoilla tappiollinen, tarjoushintoja tulee korottaa tai projektista luopua. Herkkyysanalyysin avulla voidaan tarkastella projektin ennakoitua kannattavuutta monipuolisemmin ja useista eri näkökulmista.

Projektin toteutusvaiheessa hyödynnetään kustannuseurainta, jossa esitetään projektin toteutuneilla luvuilla laskettu täyskattainen tuloslaskelma. Täyskattainen laskenta tekee projektin kannattavuudesta yksiselitteistä. Projektin jälkilaskennassa taas tarkastellaan tunnuslukujen avulla projektin onnistumista absoluuttisena sekä suhteessa arvioituihin onnistumisiin. Koska materiaali- ja työvoimakustannukset ovat tutkittavien projektien tärkeimmät kustannustekijät, jälkilaskennassa tutkitaan myös näiden kustannuslajien arviointien onnistumisen vaikutuksia koko projektin suhteelliseen onnistumiseen. Näin pyritään selvittämään projektin onnistumisen tai epäonnistumisen syitä.

Laskentamallin rakentamisen periaatteet ja logiikka voidaan yleistää laajalti tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Sitä vastoin yrityksen toimitusprojektien kannattavuuden määrittävät kriittiset muuttujat ja laskentamallin vaatimukset ovat yrityskohdaisia, joskin jossakin määrin yleistettävissä muihin rakennusalan pk-yrityksiin. Esimerkkiprojektien perusteella kehitetty laskentamalli soveltuu hyvin kohdeyrityksen tarpeisiin. Kaikki tärkeimmät kustannuselementit lasketaan mallissa käyttäen määrälaskentaa, joten laskentalogiikan pitäisi sinänsä johtaa oikeisiin tuloksiin. Mallin kohdeyritykselle antamien tulosten oikeellisuus riippuukin suurelta osin mallin käyttäjän arviointitarkkuudesta.

LÄHTEET

Ahcom, J.; Uddin, S.; Shash, A. A. 2006. A Pragmatic Setup for Cost Estimation. *AACE International Transactions 2006*. EST.26.1-EST.26.7.

Akintoye, A.; Fitzgerald, E. 2000. A survey of current cost estimating practices in the UK. *Construction Management and Economics*. Vol. 18, nro 2, s. 161-172.

Alhola, O.; Grönlund, J.; Kaarenaja, A.; Keränen, R.; Klementjeff-Sarasma, P. 1994. Tarjouslaskennasta urakkasopimukseen. Ydinasiat kannattavalle urakointitoiminnalle. Espoo, Suomen Sähköurakoitsijaliitto ry. 252 s.

Al-Jibouri, S. H. 2003. Monitoring systems and their effectiveness for project cost control in construction. *International Journal of Project Management*. Vol. 21, nro 2, s. 145-154.

Artto, K.; Martinsuo, M.; Kujala, J. 2006. Projektiliiketoiminta. Helsinki, WSOY Oppimateriaalit Oy. 416 s.

Assaf, S. A.; Bubshait, A. A.; Atiyah, S.; Al-Shahri, M. 2001. The management of construction company overhead costs. *International Journal of Project Management*. Vol. 19, nro 5, s. 295-303.

Busby, J. S. 1999. An assessment of post-project reviews. *Project Management Journal*. Vol 30, nro 3, s. 23-29.

Cao, Q.; Hoffman, J. J. 2010. A case study approach for developing a project performance evaluation system. *International Journal of Project Management*. doi:10.1016/j.ijproman.2010.02.010.

Cheung, F. K. T.; Wong, M. W. L.; Skitmore, M. 2008. A study of clients' and estimators' tolerance towards estimating errors. *Construction Management and Economics*. Vol. 26, nro 4, s. 349-362.

Collier, B.; DeMarco, T.; Fearey, P. 1996. A Defined Process for Project Post-mortem Review. *IEEE Software*. Vol. 13, nro 4, s. 65-72.

De Toni, A.; Tonchia, S. 2001. Performance measurement systems. Models, characteristics and measures. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 21, nro 1, s. 46-70.

Dysert, L. R. 2008. An Introduction to Parametric Estimating. *AACE International Transactions 2008*. EST.03.1-EST.03.7.

El-Mashaleh, M. S.; Chasey, A. D. 1999. Improving the Cost and Schedule Control System. *Cost Engineering*. Vol. 41, nro 7, s. 39-41.

Fogelholm, J. 1997. Tuotantolaitosten laskentajärjestelmät & niiden kehittäminen. Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy. 112 s.

Ghuri, P.; Grønhaug, K. 2010. Research Methods in Business Studies. Neljäs painos. Harlow, Pearson Education Limited. 265 s.

Giordano, F. R.; Weir, M. D.; Fox, W. P. 1997. A First Course in Mathematical Modeling. Toinen painos. Pacific Grove, Brooks/Cole Publishing Company. 525 s.

Hamilton, A. C. 2004. Cost Management. *AACE International Transactions 2004*. CSC.12.1-CSC.12.12.

Harrison, A. G. 2000. A typology of school science models. *International Journal of Science Education*. Vol. 22, nro 9, s. 1011-1026.

Hirsjärvi, S.; Remes, P.; Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. painos. Hämeenlinna, Kariston Kirjapaino Oy. 464 s.

Humphreys, K. K. 1991. Jelen's cost and optimization engineering. Kolmas painos. Singapore, McGraw-Hill, Inc. 631 s.

Kaplan, R. S.; Atkinson, A. A. 1998. Advanced management accounting. Kolmas painos. Upper Saddle River, Prentice Hall, Inc. 798 s.

Karlsen, J. T.; Lereim, J. 2005. Management of Project Contingency and Allowance. *Cost Engineering*. Vol. 47, nro 9, s. 24–29.

Kasanen, E.; Lukka, K.; Siitonen, A. 1991. Konstruktiivinen tutkimusote liiketaloustieteessä. *Liiketaloudellinen aikakauskirja*. Vol. 40, nro 3, s. 301–329.

Kesänen, A., taloushallinto, Sisusteurakointi Kesänen Oy. Haastattelu 12.2.2010, Kouvola.

Kesänen, V., tarjouslaskenta ja työnjohto, Sisusteurakointi Kesänen Oy. Haastattelu 12.2.2010, Kouvola.

Kettunen, S. 2009. Onnistu projektissa. Toinen, uudistettu painos. Juva, WS Bookwell Oy. 198 s.

Kärri, T. 1990. Budjettiseurantaohjelmiston kehittäminen. Lappeenranta, Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu. Tuotantotalouden osasto, Diplomityö. 131 s.

Kärri, T.; Uusi-Rauva, E. 2003. Investointiprojektin kustannussuunnittelun perusteet. Toinen uudistettu painos. Lappeenranta, Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tuotantotalouden osasto, Opetusmoniste 14. 69 s.

Leach, L. 2003. Schedule and cost buffer sizing: How to account for the bias between project performance and your model. *Project Management Journal*. Vol. 34, nro 2, s. 34-47.

Lester, A. 2007. Project management, planning and control. Viides painos. Lontoo, Elsevier Ltd. 426 s.

Ling, Y. Y.; Boo, J. H. S. 2001. Improving the accuracy of approximate estimates of building projects. *Building Research and Information*. Vol. 29, nro 4, s. 312-318.

Lukka, K.; Kasanen, E. 1993. Yleistettävyyden ongelma liiketaloustieteessä. *Liiketaloudellinen aikakauskirja*. Vol. 41, nro 4, s. 348-381.

Milosevic, D. Z. 2003. Project Management Toolbox. Tools and Techniques for the Practicing Project Manager. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. 568 s.

Moore, J. H.; Weatherford, L. R. 2001. Decision Modeling with Microsoft Excel. Kuudes painos. Upper Saddle River, Prentice Hall, Inc. 693 s.

Neilimo, K.; Uusi-Rauva, E. 2001. Johdon laskentatoimi. Kolmas, uudistettu painos. Helsinki, EDITA Oyj. 312 s.

Pelin, R. 2002. Projektihallinnan käsikirja. Kolmas uudistettu painos. Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy. 410 s.

Pietlock, B. A.; Leo, D. W.; Hollmann, J. K. 2001. Review draft: The total cost management (TCM) framework section 8.3 "Cost estimating and budgeting" (October 17, 2001). *Cost Engineering*. Vol. 43, nro 12, s. 32-34.

Riistama, V.; Jyrkkiö, E. 1996. Operatiivinen laskentatoimi. Perusteet ja hyväksikäyttö. Viidestoista painos. Porvoo, WSOY. 417 s.

Rissanen, T. 2002. Projektilla tulokseen – projektin suunnittelu, toteutus, motivointi ja seuranta. Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy. 219 s.

Rozenes, S.; Vitner, G.; Spraggett, S. 2006. Project control: Literature review. *Project Management Journal*. Vol 37, nro 4, s. 5-14.

Ruuska, K. 2005. Pidä projekti hallinnassa. Suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus. Viides painos. Tampere, Tammer-Paino Oy. 268 s.

Salmi, T.; Järvenpää, M. 2000. Laskentatoimen case-tutkimus ja nomoteettinen tutkimusajattelu sulassa sovussa. *Liiketaloudellinen aikakauskirja*. Vol. 49, nro 2, s. 263-275.

Saravirta, A. 2001. Project success through effective decisions: Case studies on project goal setting, success evaluation and managerial decision making. Lappeenranta, Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Acta Universitatis Lappeenrantaensis 121. 286 s.

Schindler, M.; Eppler, M. J. 2003. Harvesting project knowledge: a review of project learning methods and success factors. *International Journal of Project Management*. Vol. 21, nro 3, s. 219-228.

Schwalbe, K. 2009. An introduction to project management. Toinen painos. Boston, Course Technology Cengage Learning. 454 s.

Sisusteurakointi Kesänen Oy. 2009. [yrityksen www-sivuilla]. [viitattu 15.2.2010]. Saatavissa: <http://www.sisusteurakointikesanen.fi/?pinc=1&pic=1>

Sundaram, V. 2008. Essentials of Design Phase Cost Management and Budget Control. *Cost Engineering*. Vol. 50, nro 2, s. 24-28.

Tonchia, S. 2008. Industrial Project Management. Planning, Design and Construction. Heidelberg, Springer-Verlag. 229 s.

Uusi-Rauva, E. 1990. Tuotekohtaisen kustannuslaskennan kehittäminen modernissa tuotantolaitoksessa. Metalliteollisuuden keskusliiton tekninen tiedotus 10/89. Kolmas painos. Mänttä, Mäntän Kirjapaino Oy. 141 s.

Varian, H. R. 1994. How to Build an Economic Model in Your Spare Time. An essay for *Passion and Craft: Economists at Work*, edited by Michael Szenberg, University of Michigan Press, 1997. UC Berkeley. 17 s.

Wysocki, R. K.; Beck, R.; Crane, D. B. 1995. *Effective project management. How to plan, manage, and deliver projects on time and within budget.* New York, John Wiley & Sons, Inc. 333 s.

Zwikael, O.; Globerson, S.; Raz, T. 2000. Evaluation of models for forecasting the final cost of a project. *Project Management Journal*. Vol. 31, nro 1, s. 53–57.

LIITELUETTELO

| | | |
|-------------|--|---------|
| Liite I. | Laskentamallin esimerkkituloste projektin yleis- tiedoista | 1 sivu |
| Liite II. | Laskentamallin esimerkkituloste projektilasken- nan lähtötiedoista | 3 sivua |
| Liite III. | Laskentamallin esimerkkituloste projektin mate- riaalitiedoista | 1 sivu |
| Liite IV. | Laskentamallin esimerkkituloste projektin tar- jouksesta | 2 sivua |
| Liite V. | Laskentamallin esimerkkituloste projektin toteu- tuskelpoisuuden arvioinnista | 1 sivu |
| Liite VI. | Hukka-ajan osuus työntekijöiden työpäivästä koh- deyrityksessä | 1 sivu |
| Liite VII. | Projektin lisähintaisten töiden osuuden selvittä- minen | 2 sivua |
| Liite VIII. | Projektin muiden kustannusten määrän selvittä- minen | 1 sivu |
| Liite IX. | Projektin tulosluokkien määrittäminen laskenta- malliin | 2 sivua |
| Liite X. | Laskentamallin esimerkkituloste projektin herk- kyysanalyysistä | 1 sivu |
| Liite XI. | Laskentamallin esimerkkituloste projektin kustan- nuseurannasta | 1 sivu |
| Liite XII. | Tunnuslukuluokkien määrittäminen laskentamalliin | 2 sivua |
| Liite XIII. | Laskentamallin esimerkkituloste projektin jälkilas- kennasta | 2 sivua |

Laskentamallin esimerkkituloste projektin yleistiedoista.

Liite I.

Rakennus XYZ

1234

PROJEKTIN YLEISTIEDOT

| | |
|---------------------|------|
| PROJEKTIN TYÖNUMERO | 1234 |
|---------------------|------|

LASKUTUSOSOITE

Rakennusliike X

Rakentajantie 1

12345 TYÖMAA

KOHDE

Rakennus XYZ

TOIMITUSOSOITE

Työmaakuja 2

12345 TYÖMAA

TILAUS

Matti Meikäläinen 17.4.2010

MUITA YHTEYSTIETOJA

Työmaamestari A. Anttila puh. 050 123 4567

PROJEKTIN VAIHE

Valmistunut

Laskentamallin esimerkkituloste projektilaskennan lähtötiedoista.

Liite II, 1(3).

Rakennus XYZ

1234

TARJOUSLASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

| | |
|---|-----------|
| Alustava materiaalikateprosentti neliöperusteisessa hinnoittelussa | 3,00 % |
| Materiaalikateprosentti tuntiperusteisessa hinnoittelussa | 12,00 % |
| Alustava rahti- ja hukkaprosentti | 10,00 % |
| Hinnoittelun tuntikustannus | 20,00 €/h |
| Palkkakustannuksen kerroin | 3,00 |
| Kerroin tunti hinnalle | 2,00 |
| Osuus, joka projektista tehdään neliöhinnoilla laskuttaen | 70,00 % |

KUSTANNUSLASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Projektin palkkakustannukset

- Selvästi normaalia vähemmän lisähintaisia töitä
- Jonkin verran normaalia vähemmän lisähintaisia töitä
- Normaali määrä lisähintaisia töitä
- Jonkin verran normaalia enemmän lisähintaisia töitä
- Selvästi normaalia enemmän lisähintaisia töitä

| | |
|---|-----------|
| Lisähintaiset työt, % laskutuksesta | 12,00 % |
| Projektiä tekevien omien asentajien lkm | 2 hlöä |
| Asentajien palkat ja sivukulut sisältävä tuntikustannus | 31,42 €/h |
| Ulkopuolisen työvoiman veloittama tunti hinta | 35,00 €/h |
| | 0,00 |
| Ulkopuolisen työvoiman käyttö, % projektin suorittamisesta | 20,00 % |
| Hukka-ajan keskim. osuus työpäivästä | 12,50 % |

- Asentajien työ selvästi keskimääräistä vähemmän tehokasta
- Asentajien työ jonkin verran keskimääräistä vähemmän tehokasta
- Asentajien työ keskimääräisen tehokasta
- Asentajien työ jonkin verran keskimääräistä tehokkaampaa
- Asentajien työ selvästi keskimääräistä tehokkaampaa

| | |
|---|---------|
| Asentajien henkilökohtaisen tehokkuu- den huomioiva hukka-ajan osuus | 12,50 % |
|---|---------|

Laskentamallin esimerkkituloste projektilaskennan lähtötiedoista.

Liite II, 2(3).

Rakennus XYZ

1234

| | |
|--------------------------------------|----------|
| Päivärahan suuruus | 36,00 € |
| Maksettavat päivärahat viikossa | 5,00 kpl |
| Majoituskorvauksen suuruus / vrk | 60,00 € |
| Maksettavat majoituskorvaukset / vko | kpl |
| Yöpymisrahan suuruus / vrk | 10,00 € |
| Maksettavat yöpymisrahat / vko | kpl |
| Ateriakorvauksen suuruus | 9,00 € |
| Maksettavat ateriakorvaukset / vko | 5,00 kpl |

| | | |
|---------------------------------------|---------|----------------|
| Matkakustannusten korvaus, yli 5 km | 1,68 € | kpl / vko |
| Matkakustannusten korvaus, yli 10 km | 2,71 € | kpl / vko |
| Matkakustannusten korvaus, yli 20 km | 4,87 € | kpl / vko |
| Matkakustannusten korvaus, yli 30 km | 7,09 € | 4,00 kpl / vko |
| Matkakustannusten korvaus, yli 40 km | 8,73 € | kpl / vko |
| Matkakustannusten korvaus, yli 50 km | 10,59 € | kpl / vko |
| Matkakustannusten korvaus, yli 60 km | 13,91 € | kpl / vko |
| Matkakustannusten korvaus, yli 70 km | 15,75 € | kpl / vko |
| Matkakustannusten korvaus, yli 80 km | 17,89 € | kpl / vko |
| Matkakustannusten korvaus, yli 90 km | 20,37 € | kpl / vko |
| Matkakustannusten korvaus, yli 100 km | 22,84 € | kpl / vko |

Korot, poistot, muut kustannukset ja arviovaraus

| | |
|--|----------------|
| Arvio kuluvan tilikauden liikevaihdosta | 2 600 000,00 € |
| Oman pääoman määrä | 481 586,82 € |
| Vieraan pääoman määrä | 545 317,33 € |
| Jaetut osingot | 100 000,00 € |
| Rahoitustuotot - rahoituskulut | 1 607,77 € |
| Tuloveroprosentti | 26,00 % |
| WACC | 9,62 % |
| Muu pääoman tuotto vaatimus | % |
| Rakennusten poistoperusta | 75 764,76 € |
| Koneiden ja kaluston poistoperusta | 45 952,63 € |
| Rakennusten menojäännöspoisto-% | 7,00 % |
| Koneiden ja kaluston menojäännöspoisto-% | 22,00 % |
| Projektin muut kustannukset | 10,00 % |
| Arviovaraus, % projektin arvioituista kustannuksista | 5,00 % |

Laskentamallin esimerkkituloste projektilaskennan lähtötiedoista.

Liite II, 3(3).

Rakennus XYZ

1234

Projektin materiaalit

- Projektissa ei juuri muita materiaaleja
- Projektissa muiden materiaalien osuus keskimääräistä pienempi
- Projektissa muiden materiaalien osuus keskimääräinen
- Projektissa muiden materiaalien osuus jonkin verran keskimääräistä suurempi
- Projektissa erityisen paljon muita materiaaleja

| | |
|---|------|
| Projektin muiden materiaalien kustannukset suhteessa tarjoushintaisten materiaalien kustannuksiin | 55 % |
|---|------|

Rakennus XYZ

1234

MATERIAALITIEDOT

TARJOTTAVAT ALAKATOT

| Alakatto | | Ostohinta | Asennus- nopeus | Neliöt |
|----------|--------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| AK 1 | Levy 1 | 11,50 €/m ² | 2,00 m ² /h | 240,00 m ² |
| AK 2 | Levy 2 | 16,00 €/m ² | 2,50 m ² /h | 130,00 m ² |
| AK 3 | Levy 3 | 10,00 €/m ² | 2,50 m ² /h | 50,00 m ² |
| AK 4 | Levy 4 | 18,00 €/m ² | 3,00 m ² /h | 80,00 m ² |

Laskentamallin esimerkkituloste projektin tarjouksesta.

Liite IV, 1(2).



TARJOUS

2.4.2011

Rakennusliike X
Matti Meikäläinen
matti.meikalainen@rakx.fi

Rakennus XYZ

| | Tuntityöt | Tarjoushinta |
|----------|-----------|------------------------|
| | | 40,00 €/h |
| ALAKATOT | | Tarjoushinta |
| AK 1 | Levy 1 | 43,03 €/m ² |
| AK 2 | Levy 2 | 42,13 €/m ² |
| AK 3 | Levy 3 | 35,33 €/m ² |
| AK 4 | Levy 4 | 40,39 €/m ² |

Sisusteurakointi Kesänen Oy
www.sisusteurakointikesanen.fi

Yritystie 5, 47200 Elimäki
ALV rek. Y-tunnus 0490150-0

Laskentamallin esimerkkituloste projektin tarjouksesta.

Liite IV, 2(2).

Lisähinnat lisähintaluettelon mukaan
Yli 3,6 m korkeisiin tiloihin telineet tilaajalta
Tarjouksemme hinnat ovat tarjouspäivän arvonlisäverottomia
eurohintoja (ALV 0 %)

Toimitusaika: Sopimuksen mukaan

Laskutus: Yhteisesti sovitun maksuerätaulukon mukaan, maksuerät vastaten
työmaalle toimitettujen tarvikkeiden ja tehtyjen töiden arvoa.

Vakuudet: Tarvittaessa toimitamme vakuuden YSE 98 mukaan ja
veloitamme 200 € + ALV

Maksuehto: Tarjouksemme hinnat on laskettu 14 päivän maksuehdolla,
viivästyskorko 10 %.

Yrityksemme on mukana Tilaajavastuu.fi Luotettava kumppani-
ohjelmassa. Yrityksen yritysraportti on saatavissa
www.tilaajavastuu.fi palvelusta.

Lisätietoja tarjouksestamme antaa Veikko Kesänen
Terveisin,

SISUSTEURAKOINTI KESÄNEN OY

Veikko Kesänen

Laskentamallin esimerkkituloste projektin toteutuskelpoisuuden arvioinnista.

Liite V.

Rakennus XYZ

1234

ARVIO PROJEKTIN TUOTOISTA

| | |
|---|--------------------|
| Tarjoushintojen mukaisesti laskutettavat projektin tuotot | 17 513,22 € |
| Materiaalien laskutus tuntiperusteisessa hinnoittelussa | 3 884,13 € |
| Projektin lisähintaisten töiden tuotot | 2 917,82 € |
| PROJEKTIN TUOTOT YHTEENSÄ | 24 315,16 € |

ARVIO PROJEKTIN KUSTANNUKSISTA

| | |
|--|--------------------|
| Materiaalikustannukset | 11 559,90 € |
| Omien asentajien palkat ja sivukulut | 6 832,02 € |
| Projektiokohtaiset päivärahat, majoitus-, matka- ja ateriakorvaukset | 624,01 € |
| Ulkopuolisen työvoiman tuntiinintaan perustuvat kustannukset | 1 956,82 € |
| Ulkopuolisen työvoiman neliöhintaan perustuvat kustannukset | 0,00 € |
| Muut kustannukset | 2 097,27 € |
| Poistot | 144,14 € |
| Pääoman tuottovaatimus | 924,07 € |
| Arviovaraus | 1 206,91 € |
| PROJEKTIN KUSTANNUKSET YHTEENSÄ | 25 345,15 € |

ARVIO PROJEKTIN KANNATTAVUUDESTA

| | |
|-----------------|-------------|
| Projektin tulos | -1 029,99 € |
|-----------------|-------------|

PROJEKTIN TULOS PROJEKTIN LASKUTUKSESTA

| | |
|--|---------|
| | -4,24 % |
|--|---------|

VÄRIKOODIEN MERKITYKSET

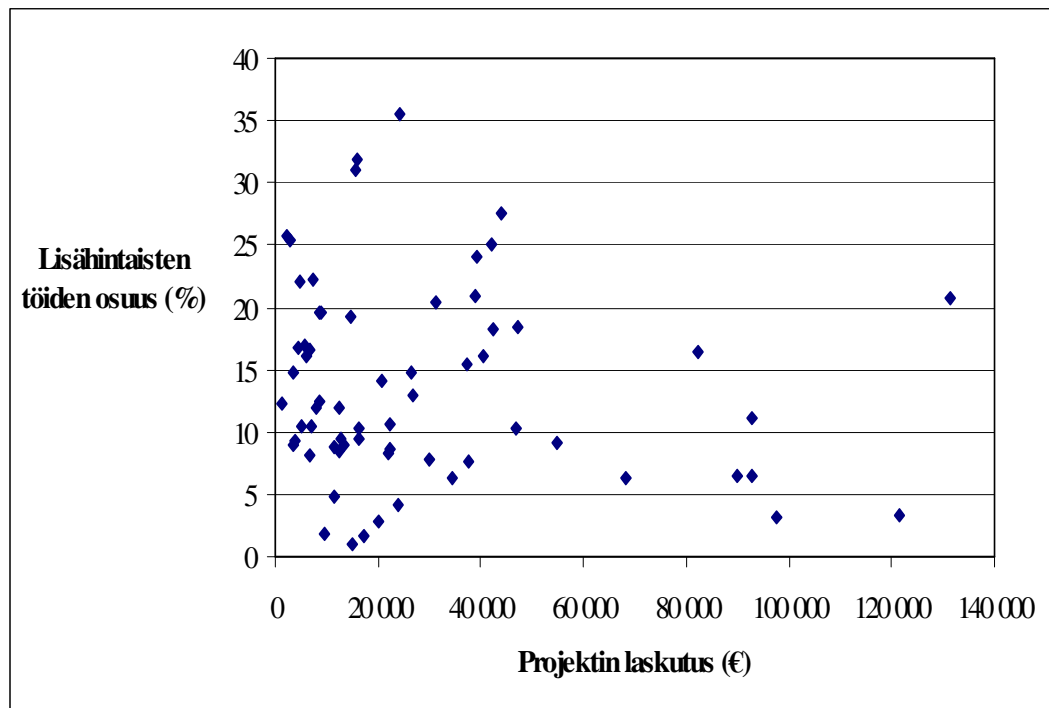
| | |
|-----------------|--------------|
| ERINOMAINEN | > 10 % |
| KANNATTAVA | 0 - 10 % |
| KANNATTAMATON | (- 10) - 0 % |
| ERITTÄIN HEIKKO | < (- 10) % |

Hukka-ajan osuus työntekijöiden työpäivästä kohdeyrityksessä. Liite VI.

Sisusteurakointi Kesänen Oy:n johtajien mukaan yrityksen asentajien työpäivästä hukka-ajan osuus on keskimäärin 12,50 % (Kesänen, A. 2010; Kesänen, V. 2010). Tämä luku on syötetty laskentamallin lähtötietoihin valmiiksi, sitä voi halutessaan myös muuttaa.

Kohdeyrityksen työntekijöiden tehokkuuksissa on lisäksi havaittu eroavaisuuksia. Mikäli projektissa työskentelevät asentajat ovat etukäteen arvioiden keskimääräistä tehokkaampia tai tehottomia, keskimääräistä hukka-ajan osuutta saadaan yksinkertaisten makrojen avulla painotettua kertoimilla 0,8; 0,9; 1,1 tai 1,2. Laskentamalli esittää asentajien henkilökohtaisen tehokkuuden huomioivan hukka-ajan osuuden, jota käytetään kaikissa mallin myöhemmissä laskelmissa. Myös tätä lukua voidaan tarvittaessa muuttaa suoraan soluun.

Sisusteurakointi Kesänen Oy:n tilivuodella 2009–2010 ja sen jälkeen laskuttamista mittauspöytäkirjoista tarkasteltiin lisähintaisten töiden osuuksia suhteessa laskutukseen. Tulos oli kuvan 22 mukainen. Jokainen piste kuvassa tarkoittaa yhtä tutkittua mittauspöytäkirjaa. Suurin osa mittakirjoista vastaa kokonaisia projekteja. Osa suurimmista projekteista oli kuitenkin ositettu useammaksi mittauspöytäkirjaksi.



Kuva 22. Kohdeyrityksen projektien lisähintaisten töiden osuus laskutuksen funktiona.

Kuvan 22 perusteella projektin lisähintaisten töiden normaalin tason projektin laskutuksesta todettiin olevan noin 12 %. Tämän tason lisäksi laskentamalliin lisättiin makrojen avulla neljä muuta vaihtoehtoista tasoa. Nämä on kuvattu taulukossa 6. Halutessaan mallin käyttäjä voi myös syöttää lähtötietoihin jonkin muun luvun. Tämä tulee kyseeseen lähinnä silloin, kun lisähintaisia töitä ei tehdä lainkaan, tai kun niitä ennakoidaan tehtäväksi erittäin paljon.

Projektin lisähintaisten töiden osuuden selvittäminen.**Liite VII, 2(2).**

Laskentamallissa on lisäksi huomautettu, että suurissa projekteissa lisähintaisten töiden osuus tulee määrittää maltillisesti. Kuvan 22 mukaan suurissa projekteissa lisähintaisten töiden osuus on yleensä melko pieni.

Taulukko 6. Laskentamallin tarjoamat vaihtoehdot projektin lisähintaisten töiden osuudeksi.

| MAKRON KUVAUS | LISÄHINTAISTEN TÖIDEN OSUUS |
|--|------------------------------------|
| Selvästi normaalia vähemmän lisähintaisia töitä | 4 % |
| Jonkin verran normaalia vähemmän lisähintaisia töitä | 8 % |
| Normaali määrä lisähintaisia töitä | 12 % |
| Jonkin verran normaalia enemmän lisähintaisia töitä | 16 % |
| Selvästi normaalia enemmän lisähintaisia töitä | 20 % |

Projektin muiden kustannusten määrän selvittäminen.**Liite VIII.**

Kustannuslaji ”muut kustannukset” on jaettu projekteille parametrisesti. Parametrina on käytetty projektin vertailukustannuksia, jotka sisältävät projektin materiaali- ja työvoimakustannukset. Projektin muiden kustannusten ja vertailukustannusten sisältöä on eritelty taulukossa 7.

Taulukko 7. Projektin muiden kustannusten ja vertailukustannusten sisältö.

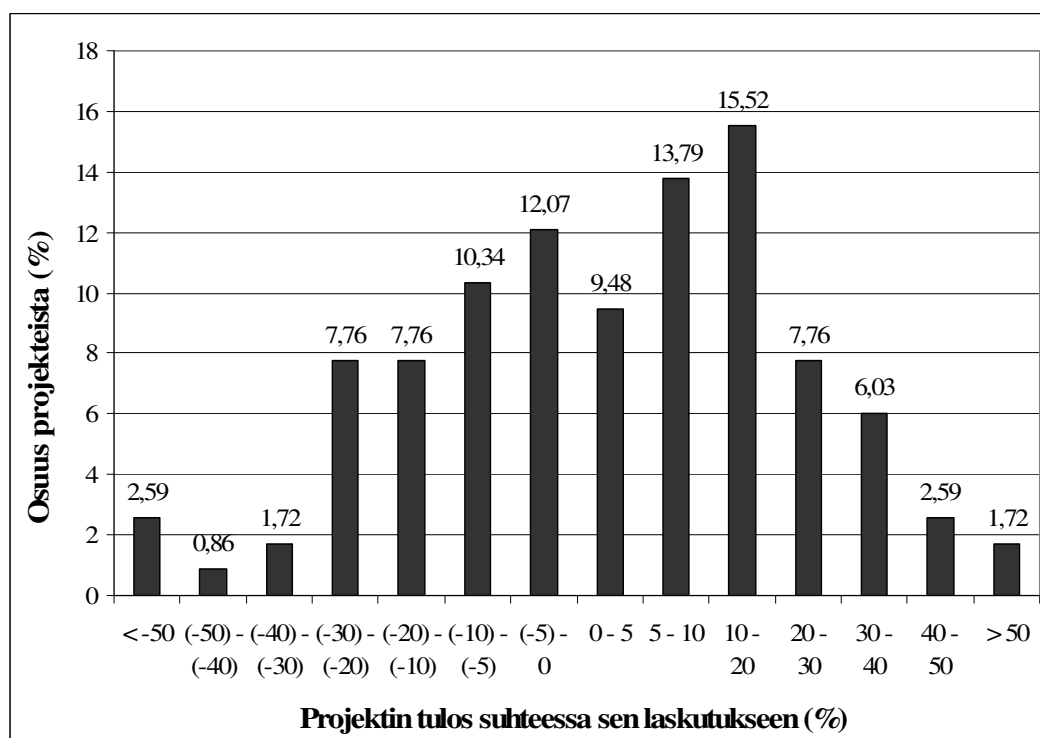
| PROJEKTIN MUUT KUSTANNUKSET | PROJEKTIN VERTAILUKUSTANNUKSET |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Osakkaiden palkat | Materiaaliostot |
| Osakkaiden työterveyshuolto | Palkat |
| Toimitilakustannukset | Henkilösivukustannukset |
| Irtaimistokustannukset | Ulkopuolisen työvoiman kustannukset |
| Auto- ja kuljetuskustannukset | |
| Edustuskustannukset | |
| Markkinointikustannukset | |
| Matkakustannukset | |
| Muut kustannuserät | |

Kohdeyrityksen tilinpäätöstietojen perusteella laskettiin taulukossa 8 kuvatut keskiarvoluvut eri tilivuosilta. Tilivuoden 2009 – 2010 lukuun on vaikuttanut talouslaman aiheuttama töiden vähäisyys. Kaikkien tutkittujen tilivuosien keskiarvoluiksi saatiin 10,012 %. Laskentamalliin on oletusarvoksi syötetty 10 %. Mallin käyttäjä voi halutessaan muuttaa tätä lukua helposti lähtötietosivulta.

Taulukko 8. Muiden kustannusten osuus vertailukustannuksista kohdeyrityksen tilinpäätöstietojen perusteella.

| TARKASTELTU TILIVUOSI | <i>Muut kustannukset</i> <i>Vertailukustannukset</i> |
|------------------------------|---|
| 2006 - 2007 | 10,527 % |
| 2007 - 2008 | 11,044 % |
| 2008 - 2009 | 10,069 % |
| 2009 - 2010 | 8,408 % |

Laskentamallissa on sekä toteutuskelpoisuuden arvioinnissa että projektin kustannuseurannassa arvioitu projektin tulosta suhteessa sen laskutukseen. Tälle suhteelliselle tulokselle on määritetty tuloluokat erinomainen, kannattava, kannattamaton ja erittäin heikko. Sopivien tuloluokkarajojen määrittämiseksi tarkasteltiin kohdeyrityksen viime vuosina valmistuneita projekteja (116 kpl). Projektien tulos laskettiin käyttäen samaa täyskateellista logiikkaa kuin laskentamallissa, ja tulos- ta verrattiin projektin toteutuneeseen laskutukseen. Tarkastelun tulokset on esitetty kuvassa 24.



Kuva 24. Vuosina 2008 – 2010 kohdeyrityksessä valmistuneiden projektien tulos suhteessa laskutukseen.

Kuvan 24 perusteella laskentamalliin on värikoodien ja ehdollisen muotoilun avulla asetettu erinomaisen tuloksen rajaksi 10 % projektin laskutuksesta. Kannattavan ja kannattamattoman projektin rajana toimii luonnollisesti tulos 0 %. Kannattamattoman ja erittäin heikon projektin raja puolestaan on -10 % projektin laskutuksesta.

Projektin tuloluokkien määrittäminen laskentamalliin.**Liite IX, 2(2).**

Taulukosta 9 nähdään vielä, että valitut tuloluokat ovat kohdeyrityksen tähänastisessa toiminnassa olleet melko tasapainoisia. Laskentamallille määritettyjen tehtävien mukaisesti tavoitteena tietenkin on, että toteutettavien projektien tulokset siirtyvät heikommista tuloluokista parempiin. Valitut tuloluokat on tarkoitus pitää voimassa toistaiseksi. Jos kohdeyrityksessä ilmenee tarve korjata tuloluokkia, tämä tulee laskentamallissa tehdä muuttamalla solujen ehdollisia muotoiluja.

Taulukko 9. Toteutuneiden projektien tuloluokkien osuudet.

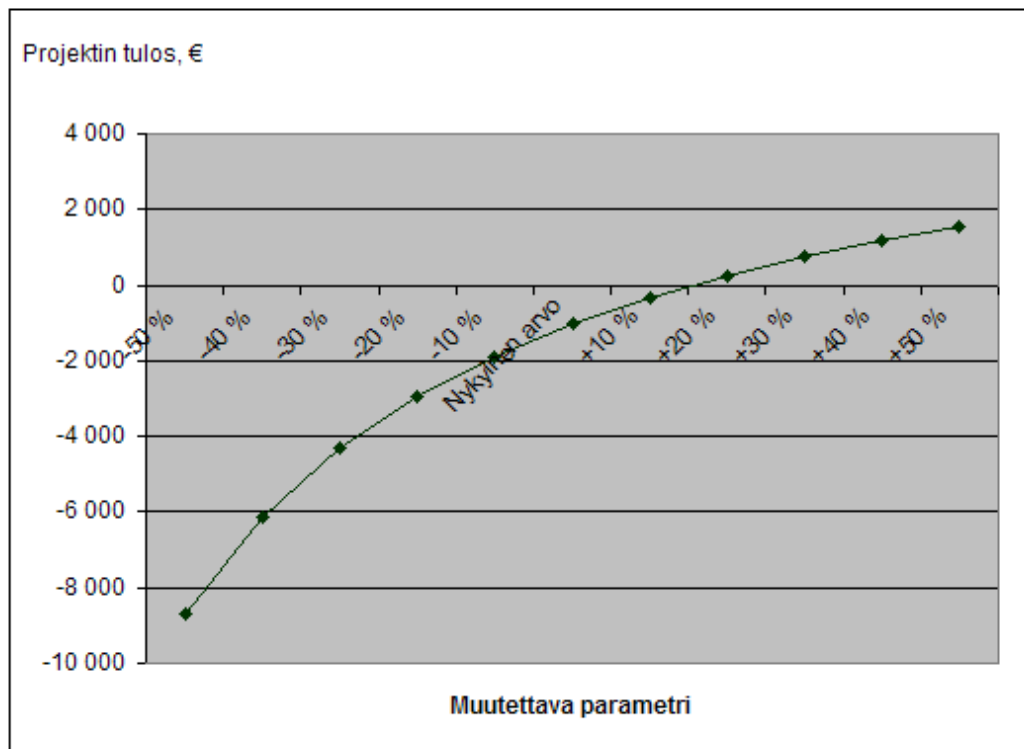
| PROJEKTIN TULOS SUHTEESSA SEN LASKUTUKSEEN | OSUUS TARKASTELLUISTA PROJEKTEISTA |
|---|---|
| > 10 % | 33,62 % |
| 0 – 10 % | 23,27 % |
| – 10 – 0 % | 22,41 % |
| < -10 % | 20,69 % |

Rakennus XYZ

1234

PROJEKTIN KANNATTAVUUDEN HERKKYYSANALYYSI

| MUUTETTAVA PARAMETRI | VAIKUTUS KANNATTAVUUTEEN |
|-----------------------------|--------------------------|
| Alakattojen asennusnopeudet | Projektin tulos, € |
| -50 % | -8 702,02 |
| -40 % | -6 144,68 |
| -30 % | -4 318,00 |
| -20 % | -2 948,00 |
| -10 % | -1 882,44 |
| Nykyinen arvo | -1 029,99 |
| +10 % | -332,53 |
| +20 % | 248,69 |
| +30 % | 740,48 |
| +40 % | 1 162,02 |
| +50 % | 1 527,36 |



Laskentamallin esimerkkituloste projektin kustannusseurannasta. Liite XI.

Rakennus XYZ

1234

| | |
|---|-------------|
| Projektin laskutus | 24 657,65 € |
| Materiaalikustannukset | 12 013,87 € |
| Omien asentajien palkat ja sivukulut | 7 226,60 € |
| Ulkopuolisen työvoiman kustannukset | 2 156,64 € |
| Muut kustannukset | 2 139,71 € |
| Poistot | 146,17 € |
| Pääoman tuottovaatimus | 937,09 € |
| Projektin tulos | 37,57 € |
| Projektin tulos verrattuna laskutukseen | 0,15 % |

VÄRIKOODIEN MERKITYKSET

| | |
|-----------------|--------------|
| ERINOMAINEN | > 10 % |
| KANNATTAVA | 0 - 10 % |
| KANNATTAMATON | (- 10) - 0 % |
| ERITTÄIN HEIKKO | < (- 10) % |

PROJEKTIN LASKUTUS

| LASKU | VEROTON SUMMA (€) |
|-----------------------------|-------------------|
| 107/12.6.2011 (I-osalasku) | 10 000,00 |
| 156/25.6.2011 (II-osalasku) | 8 000,00 |
| 260/29.7.2011 (loppulasku) | 6 657,65 |
| LASKUTUS YHTEENSÄ (€) | 24 657,65 |

OMIEN ASENTAJIEN PALKAT JA SIVUKULUT

| AJANJAKSO | TUNNIT (h) |
|--------------------------------------|------------|
| 3.6. - 17.6.2011 | 104 |
| 19.6. - 3.7.2011 | 126 |
| TUNNIT YHTEENSÄ (h) | 230 |
| PALKKA- JA SIVUKUSTANNUKSET YHT. (€) | 7 226,60 |

MATERIAALIKUSTANNUKSET

| TOIMITTAJA | LASKUN PÄIVÄMÄÄRÄ | VEROTON SUMMA (€) |
|-------------------------|-------------------|-------------------|
| Toimittaja 1 | 15.6.2011 | 2 764,32 |
| Toimittaja 2 | 18.6.2011 | 968,45 |
| Toimittaja 1 | 20.6.2011 | 4 852,76 |
| Toimittaja 3 | 25.6.2011 | 2 754,23 |
| Toimittaja 3 | 3.7.2011 | 674,11 |
| TARVIKKEET YHTEENSÄ (€) | | 12 013,87 |

ULKOPUOLISEN TYÖVOIMAN KUSTANNUKSET

| TOIMITTAJA | LASKUN PÄIVÄMÄÄRÄ | VEROTON SUMMA (€) |
|--|-------------------|-------------------|
| Toimittaja 4 | 25.6.2011 | 1 200,00 |
| Toimittaja 4 | 10.7.2011 | 956,64 |
| ULKOP. TYÖVOIMAN KUSTANNUKSET YHT. (€) | | 2 156,64 |

Laskentamallin käyttämistä tunnusluvuista projektin suunniteltu ja toteutunut onnistuminen ovat muotoa tuotot verrattuna kustannuksiin. Toisaalta projektin suhteellinen tulos, jonka tulosluokkia selvitetiin liitteessä IV, on muotoa projektin tulos verrattuna projektin laskutukseen. Merkitään näitä suhdelukuja x :llä ja y :llä kaavojen 13 ja 14 kuvaamalla tavalla.

$$x = \frac{\textit{Projektin tuotot} - \textit{Projektin kustannukset}}{\textit{Projektin tuotot}} \quad (13)$$

$$y = \frac{\textit{Projektin tuotot}}{\textit{Projektin kustannukset}} \quad (14)$$

Yllä esitetystä yhtälöparista saadaan ratkaistua y x :n suhteen kaavan 15 mukaisesti.

$$y = -\frac{1}{(x-1)} \quad (15)$$

Laskentamallin tunnusluvuilla on neljä luokkaa: erinomainen, hyvä, välttävä ja heikko. Liitteessä IV tarkasteltujen tulosluokkien erinomaisen raja on 10 %. Kun tämä syötetään kaavaan 15, saadaan y :ksi 11 %. Heikon rajaksi projektin onnistumisen tunnusluvuissa on otettu 0 %. Hyvän ja välttävän rajaksi puolestaan on valittu 5 %, sillä näin neljä luokkaa ovat melko tasapainoiset, ja 5 % on laskentamallin oletettu tarkkuus.

Loput laskentamallin tunnusluvuista liittyvät arvioinnin onnistumiseen. Näiden tunnuslukujen arvojen tulisi olla mahdollisimman lähellä lukua 1. Lisäksi on jälleen hyödynnetty oletusta siitä, että mallilla päästään 5 %:n tarkkuuteen. Tunnusluku ”Projektin tuottojen ja kustannusten arvioinnin virheellisyys” lasketaan toteutuneella ja suunnitellulla onnistumisella (katso taulukko 11, s. 61), joten positiivinen poikkeama luvusta 1 on negatiivista parempi.

Tunnuslukuluokkien määrittäminen laskentamalliin.**Liite XII, 2(2).**

Loput tunnusluvut lasketaan kustannuksista, jolloin negatiivinen virhe puolestaan on suotuisampi. Tämä on otettu huomioon määritettäessä tunnuslukuluokkia laskentamalliin. Taulukossa 12 on esitetty kaikkien laskentamallin tunnuslukujen neljän luokan määritelmät.

Taulukko 12. Laskentamallin käyttämät tunnuslukuluokat.

| TUNNUSLUKU | ERINO- MAINEN | HYVÄ | VÄLTTÄ- VÄ | HEIK- KO |
|--|--------------------------|-------------|-----------------------|---------------------------------|
| Projektin suunniteltu onnistuminen | $\geq 11 \%$ | 5...11 % | 0...5 % | $\leq 0 \%$ |
| Projektin toteutunut onnistuminen | $\geq 11 \%$ | 5...11 % | 0...5 % | $\leq 0 \%$ |
| Projektin tuottojen ja kustannusten arvioinnin virheellisyys | -3...4 % | -7...10 % | -12...15 % | $\leq -12 \%$, $\geq 15 \%$ |
| Oman työvoiman työtuntien arvioinnin virheellisyys | -4...3 % | -10...7 % | -15...12 % | $\leq -15 \%$, $\geq 12 \%$ |
| Ulkopuolisen työvoiman kustannusten arvioinnin virheellisyys | -4...3 % | -10...7 % | -15...12 % | $\leq -15 \%$, $\geq 12 \%$ |
| Materiaalikustannusten arvioinnin virheellisyys | -4...3 % | -10...7 % | -15...12 % | $\leq -15 \%$, $\geq 12 \%$ |

Rakennus XYZ

1234

VÄRIKOODIEN MERKITYKSET

| | |
|-------------|----------------------------|
| ERINOMAINEN | VÄLTTÄVÄ |
| HYVÄ | HEIKKO TAI MÄÄRITTELEMÄTÖN |

PROJEKTIN ONNISTUMISTA KUVAAVAT TUNNUSLUVUT

| | | |
|--|---|---|
| Projektin suunniteltu onnistuminen, poikkeama nollatuloksesta | = | $\frac{\text{Suunnitellut tuotot}}{\text{Suunnitellut kustannukset}} - 1 * 100 \% = \frac{24\,315,16 \text{ €}}{25\,345,15 \text{ €}} - 1 * 100 \% = -4,064 \%$ |
| Projektin toteutunut onnistuminen, poikkeama nollatuloksesta | = | $\frac{\text{Toteutuneet tuotot}}{\text{Toteutuneet kustannukset}} - 1 * 100 \% = \frac{24\,657,65 \text{ €}}{24\,620,08 \text{ €}} - 1 * 100 \% = 0,153 \%$ |

ARVIOINNIN ONNISTUMISTA KUVAAVAT TUNNUSLUVUT

| | | |
|---|---|---|
| Projektin tuottojen ja kustannusten arvioinnin virheellisyys | = | $\frac{\text{Toteutunut onnistuminen}}{\text{Suunniteltu onnistuminen}} - 1 * 100 \% = \frac{0,1526}{-4,0638} - 1 * 100 \% = -103,755 \%$ |
| Oman työvoiman työtuntien arvioinnin virheellisyys | = | $\frac{\text{Omien asentajien toteutuneet työtunnit}}{\text{Omien asentajien arvioidut työtunnit}} - 1 * 100 \% = \frac{230,00 \text{ h}}{223,64 \text{ h}} - 1 * 100 \% = 2,846 \%$ |
| Ulkopuolisen työvoiman kustannusten arvioinnin virheellisyys | = | $\frac{\text{Ulkopuolisen työvoiman toteutuneet kustannukset}}{\text{Ulkopuolisen työvoiman arvioidut kustannukset}} - 1 * 100 \% = \frac{2\,156,64 \text{ €}}{1\,956,82 \text{ €}} - 1 * 100 \% = 10,212 \%$ |
| Materiaalikustannusten arvioinnin virheellisyys | = | $\frac{\text{Toteutuneet materiaalikustannukset}}{\text{Arvioidut materiaalikustannukset}} - 1 * 100 \% = \frac{12\,013,87 \text{ €}}{11\,559,90 \text{ €}} - 1 * 100 \% = 3,927 \%$ |

Laskentamallin esimerkkituloste projektin jälkilaskennasta.

Liite XIII, 2(2).

Rakennus XYZ

1234

| | |
|--|-----------|
| Projektin kokonaispoikkeama suunnitellusta | -103,75 % |
| Arvioiden kumulatiivinen poikkeama | 16,98 % |
| Muiden tekijöiden aiheuttama poikkeama | -86,77 % |

