



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

MARIA MARIN
RAKENNEKIRJASTON KEHITTÄMINEN

Diplomityö

Tarkastajat:
professori Kalle Kähkönen ja
TkL Juha-Matti Junnonen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
29.1.2018

TIIVISTELMÄ

MARIA MARIN: Rakennekirjaston kehittäminen

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 60 sivua, 2 liitesivua

Maaliskuu 2018

Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastaja: professori Kalle Kähkönen, TkL Juha-Matti Junnonen

Avainsanat: rakennekirjasto, kustannuslaskenta, perustajaurakointi, omaperustainen asuntoliiketoiminta, omaperustainen toimitilaliiketoiminta

Rakennushankkeelle tyypillisesti asetetaan aika- ja kustannustavoitteita. Talonrakentamisen liiketoimintana vaatii suuria investointeja. Kustannuslaskennan avulla huolehditaan, että hankkeen alussa suunniteltu hankkeen toteuttamiseen varattu rahasumma riittää halutun lopputuloksen saavuttamiseen. Kustannussuunnittelu on mukana koko hankkeen läpiviennin aikana.

Kustannusarviolaskennassa määritetään kohteen rakennuskustannukset suunnitelmien perusteella. Rakennekirjasto on kustannuslaskennan työkalu, joka on muodoltaan tietokanta. Rakennekirjasto muodostuu listasta rakennusosia. Kirjaston rakennusosa sisältää työvaiheet, rakennusmateriaalit sekä näiden hinnat, jotka tarvitaan kyseisen rakennusosan toteuttamiseksi. Käyttämällä rakennekirjastoa, rakenteen tietoja ei tarvitse selvittää joka laskentakerralla.

Tutkimuksen kohdeyrityksenä toimi rakennusliike Peab Oy. Kohdeyritys on kehittänyt yrityksen hyväksi toteamista rakenteista koostuvan rakennekirjaston. Rakennekirjastoa käytetään omaperustaisten asunto- ja toimitilakohteiden kustannusarvion laadinnassa. Rakennekirjastojen kehittämisen perimmäisenä motiivina oli työn tehostaminen. Osa kohdeyrityksen kustannuslaskijoista eivät käytä rakennekirjastojen ominaisuuksia. Tutkimuksen tavoitteena on rakennekirjastojen käytettävyyden parantaminen. Tutkimuksessa pyritään löytämään kohdeyrityksen kustannuslaskentaa haittaavat tekijät sekä niiden poistamiseksi suunnatut toimet. Lisäksi tutkimuksessa pyritään selvittämään rakennekirjaston hyödynnettävyyttä tietomallipohjaisessa laskennassa. Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuustutkimusta ja haastattelututkimusta.

Tutkimuksen edetessä tuli ilmi kuusi rakennekirjaston ongelmakohtaa/kehitysehdotusta. Muun muassa käyttäjät ovat moittineet, ettei kirjaston sisältö ole yhdenmukainen. On myös ehdotettu asuntokohteiden kalusteiden ja varusteiden lisäämistä rakennekirjastoon. Kirjastolle on toivottu vuosittaista ylläpitoa, kuten rakenteiden ja hintojen päivittämistä ajantasaisiksi. Tuloksena saatiin kehitettyä toimenpide-ehdotukset, joiden avulla pyritään ratkaisemaan tutkimuksessa esille tulleet rakennekirjaston ongelmat ja toteuttamaan rakennekirjastoon liittyvät kehitysehdotukset. Tutkimuksen tulosten perusteella rakennekirjaston rakenteiden hintoja voidaan hyödyntää tietomallipohjaisessa laskennassa ryhmittelysääntötiedoston avulla. Sääntötiedoston toimivuus vaatii, ettei rakenne sisällä vaihtoehtoisia suoritteita, sillä sääntötiedosto ei pysty järkevästi määrittämään kyseistä erittelyä automaattisesti. Esimerkiksi ei saa olla rakennetta, jossa on kahta eripaksuista laattaa, joista on tarkoitus valita vain toinen.

ABSTRACT

MARIA MARIN: Development of structural library

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 60 pages, 2 Appendix pages

March 2018

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Construction Production

Examiner: Professor Kalle Kähkönen and Lic. Sc. (Tech.) Juha-Matti Junnonen

Keywords: structural library, cost estimating, construction contracting

Usually goals concerning time and costs are set for a construction project. Construction projects are large investments and therefore, cost calculation and estimating is essential function for construction firm. With the help of cost calculation, construction firm can be sure that the planned sum for the project will be sufficient to achieve the desired result. Cost estimating has to carry out throughout the whole project.

The cost estimate calculates the construction costs based on the architectural and engineering plans. The structural library is a databased cost estimating tool. The structural library consists the list of building elements. The library includes works, building materials and prices that are needed to carry out the construction. By using a structural library, cost estimating is quick because the information of the structure does not need to be clarified at every calculation time.

The case firm of the research was Peab Oy. The case firm has developed the structural library which consists information of often used structures. The structural library is used for the cost estimate of self-funded housing and business premises. The fundamental motive for developing structural libraries was to improve efficiency. Some of the cost calculators in the case firm do not use the features of the built-in libraries. The aim of the research is to find the factors that hinder using the cost calculation of the case firm and the measures to remove them. In addition, the aim of the research is to find out the usefulness of the structural library for the building information model -based calculations. A literary research and an interview study were used as research methods.

As the results of the research, six structural issues and development proposals emerged. Among other things, the users of the structural library have complained that the contents of the library are not uniform. It has also been proposed to add furniture and fittings for residential objects to the library. It is also desirable that the library have annual maintenance, such as updating structures and prices. As a result, proposals were developed to address the problems of the library. Based on the results of the study, the prices of structures can be utilized in the building information model based calculation with the help of the rule arrangement file. The functionality of the rule arrangement file requires that the structure does not contain optional outputs, because the rule file can't reasonably determine that specification automatically. For example, there should not be plates with two different thicknesses where the calculator needs to pick one of the two.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on kirjoitettu Peab Oy:lle. Haluan kiittää Taru Puhtoa ja Riina Leponiemeä mielenkiintoisen aiheen tarjoamisesta sekä työn kärsivällisestä ohjauksesta. Haluan kiittää myös TTY:n ohjaajani Juha-Matti Junnosta tuesta ja todella nopeasta työn kommentoinnista. Lisäksi haluan kiittää työkavereitani Anita Marjasaloa, Eero Haverista ja Harri Linnamaata heidän jaksamisesta perehdyttää minua yrityksen ja rakennusalan toimintatapoihin.

Kiitokset haastateltaville heidän työpanoksesta ja mielenkiinnosta tutkimusaiheeni kohtaan. Erityiskiitos aviomiehelleni Jaakolle diplomityön toteutuksen aikaisesta tuesta ja kannustuksesta, sekä pojalleni Samuelille, joka huolehti, että pidin taukojakin opiskelusta.

Tampereella, 02.03.2018

Maria Marin

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Työn tavoite ja rajaukset	2
1.3	Tutkimusmenetelmä	2
2.	RAKENNUSHANKKEEN KUSTANNUSLASKENTA	4
2.1	Kustannuslaskennan yleiskuvaus	4
2.1.1	Rakennuskustannukset ja kustannuksiin vaikuttavat tekijät	5
2.1.2	Hankevaiheet omaperustaisessa tuotannossa	7
2.1.3	Laskentamenetelmät.....	8
2.2	Omaperustaisen rakennushankkeen kustannuslaskentaprosessi	12
2.2.1	Kustannustavoitteen muodostaminen	15
2.2.2	Suunnitteluvaiheen kustannuslaskenta.....	17
2.2.3	Tuotantovaiheen kustannuslaskenta.....	18
2.2.4	Kustannusarvio ja tarjoushinta.....	19
2.2.5	Jälkilaskenta	21
2.3	Kustannuslaskennan tietokannat	22
2.3.1	Tietokantojen tarkoitus ja käyttö laskennassa.....	22
2.3.2	Tietokantojen sisältö	23
2.3.3	Panos pohjaisen hinnoittelun periaatteet.....	24
2.3.4	Tiedon jäsentely	28
2.3.5	Tietokantojen ylläpito	29
2.4	Kustannuslaskennan virheet ja niiden ehkäisy.....	30
3.	KUSTANNUSLASKENNAN NYKYTILA KOHDEYRITYKSESSÄ	31
3.1	Laskenta kohdeyrityksen liiketoiminnassa	31
3.2	Käytettävä kustannuslaskentaohjelma.....	32
3.3	Rakennekirjasto	33
4.	HAASTATTELUTUTKIMUS	37
4.1	Haastattelututkimusmenetelmä	37
4.2	Haastateltavat henkilöt	37
4.3	Haastattelulomakkeen laatiminen	38
4.4	Haastattelutulokset	39
4.4.1	Haastateltavien tausta.....	39
4.4.2	Rakennekirjaston nykytila.....	39
4.4.3	Rakennekirjaston kehittäminen.....	40
4.4.4	BIM näkökulma	43
4.4.5	BIM asiantuntijan tarkennukset	45
5.	RAKENNEKIRJASTON KEHITTÄMINEN	47
5.1	Tutkimuksessa havaitut ongelmat rakennekirjastossa.....	47
5.2	Ratkaisut rakennekirjastossa havaituille ongelmille	48
5.3	BIM liitännä	50

6.	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	51
6.1	Toimenpide-ehdotus 1	51
6.2	Toimenpide-ehdotus 2.....	51
6.3	Toimenpide-ehdotus 3.....	51
6.4	Toimenpide-ehdotus 4.....	51
6.5	Toimenpide-ehdotus 5.....	52
6.6	Toimenpide-ehdotus 6.....	52
7.	YHTEENVETO	53
	LÄHTEET.....	59

LIITE A: HAASTATTELULOMAKE

1. JOHDANTO

Ensimmäisessä luvussa käsitellään tutkimuksen taustaa, tavoitteita, rajouksia ja tutkimuksessa käytettäviä tutkimusmenetelmiä. Tässä luvussa esitetään myös tutkimuskysymyksiä.

1.1 Työn tausta

Talonrakentaminen on projektiluonteista. Yksittäiseksi projektiksi voidaan ajatella rakennushanketta. Projekti muodostuu monesta monimutkaisesta tehtävästä, jotka liittyvät toisiinsa (Vuorela et al. 2001). Rakennushankkeessa työmaalla tapahtuva rakennustyö on vain osa projektia. Ennen rakentamiseen ryhtymistä, työtä suunnitellaan monessa vaiheessa. Rakennusprojektille tyypillisesti asetetaan aika- ja kustannustavoitteita.

Rakennuttajalla hankkeiden toteuttamiseen kuuluu isojakin rahasummia. Kustannuslaskennan tavoitteena on huolehtia, että hankkeen alussa suunniteltu hankkeen toteuttamiseen kuluva rahasumma riittää halutun lopputuloksen saavuttamiseen. Kustannussuunnittelu on mukana koko hankkeen läpiviennin aikana. Kustannustavoite asetetaan jo tarveselvitysvaiheessa ja rakennuksen valmistumisen jälkeen suoritetaan jälkilaskenta. (Lindholm 2009)

Rakennekirjastot ovat kustannuslaskennassa käytettäviä tietokantoja. Rakennekirjasto on muodoltaan määräluettelo, jossa on riveittäin hinnoiteltuja suoritteita. Suorite tarkoittaa rakennusosan ja suorituksen yhdistelmää. Esimerkiksi kantava väliseinä on rakennusosa ja betonointi on suoritus, näin ollen suoritteen nimeksi muodostuu kantavan väliseinän betonointi. (Enkovaara et al. 2006) Rakennusosan ja sille tehtävän työn lisäksi rakennekirjasto sisältää hintatietoja. Tietoja yksikkökustannuksista, hinnoista sekä työ- ja tarvikemenekeistä tarvitaan hankelaskennan eri vaiheissa. Halutessaan tietoja voidaan hankkia joka kerta uudestaan, mutta tehokkaampi tapa on käyttää valmiita rakennekirjastoja. (Talo 90 -ryhmä 1994) Rakennekirjastojen hyötynä on laskentatyön tehostuminen. Jos rakennekirjastoja ei ole päivitetty tarpeeksi usein, ongelmaksi voi tulla vanhentuneisiin työmenetelmiin perustuvat suoriterivit sekä vanhentuneet hintatiedot. Tällaisen rakennekirjaston pohjalta on vaarana saada epätodennukainen kustannusarvio, joka ei palvele tarjouslaskentaa.

Rakennekirjastoja voi olla yleisiä ja yrityskohtaisia. Yleiset kirjastot perustuvat keskimääräisiin yksikkökustannuksiin. Yrityskohtaisia rakennekirjastoja on kehitetty vastaamaan nimenomaan oman yrityksen tarpeita. (Enkovaara et al. 2006)

Tämän diplomityön kohdeyrityksenä on Peab Oy. Kohdeyrityksessä rakennushankkeiden kustannuslaskenta suoritetaan Tocoman Kustannuslaskenta -ohjelman avulla. Parin viime vuoden aikana kohdeyrityksen kehitysryhmä kehitti ohjelmaan erilliset rakennekirjastot omaperusteisia asunto- ja toimitilahankkeita varten. Tällä hetkellä rakennekirjastot sisältävät noin sata riviä kohdeyrityksen hyväksi toteamia rakennetyyppejä.

Rakennekirjastojen kehittämisen perimmäisenä motiivina oli työn tehostaminen. Osa kohdeyrityksen kustannuslaskijoista ei käytä rakennekirjastojen ominaisuuksia. Diplomityössä selvitetään, mitä esteitä rakennekirjastojen käytölle on ja etsitään ratkaisuja, joiden avulla parannetaan rakennekirjastojen hyödynnettävyyttä.

1.2 Työn tavoite ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena on rakennekirjastojen käytettävyyden parantaminen. Tutkimuksessa pyritään löytämään kohdeyrityksen kustannuslaskentaa haittaavat tekijät sekä niiden poistamiseksi suunnatut toimet. Lisäksi tutkimuksessa pyritään selvittämään rakennekirjaston hyödynnettävyyttä tietomallipohjaisessa laskennassa.

Tutkimuksen tavoitteeseen pääsemiseksi muodostettiin seuraavat tutkimuskysymykset:

- Millainen nykyinen rakennekirjasto on ja vastaako se laskennan tarpeita?
- Miten rakennekirjastoa voidaan kehittää?
- Miten rakennekirjastoa pitäisi kehittää, että sitä voisi hyödyntää tietomallista laskettujen määrien hinnoittelussa?
- Mitkä kehitystoimenpiteet ratkaisevat tutkimuksen edetessä selvinneitä rakennekirjaston epäkohtia ja millä toimenpiteillä voidaan toteuttaa mahdollisia kehitystoiveita?

Työ rajataan omaperusteisiin asunto- ja toimitilakohteisiin, sillä kilpailukohteissa rakennekirjastoa ei käytetä. Kohdeyrityksen urakkaliiketoimintaa ja linjasaneerauskohteita tässä työssä ei käsitellä.

1.3 Tutkimusmenetelmä

Tutkimuksen tavoitteeseen pyritään pääsemään kirjallisuustutkimuksen ja haastattelututkimuksen avulla. Kirjallisuustutkimuksen tavoitteena on tutustuttaa lukijaa rakennusliikkeen kustannuslaskentaan painottuen omaperustaiseen tuotantoon. Kirjallisuustutkimuksen pääasiallisena lähteenä käytetään suomenkielistä kirjallisuutta.

Haastattelututkimuksen tavoitteena on selvittää haastateltavien kokemuksia kohdeyrityksen rakennekirjastoista. Haastattelututkimuksen avulla kartoitetaan rakennekirjastojen toimivat osuudet ja ongelmakohdat käyttäjänäkökulmasta. Haastattelumenetelmänä käytetään teemahaastattelua.

Teemahaastattelu on lomakehaastattelun ja strukturoimattoman haastattelun välimuoto. Sen tavoitteena on saada keskustelu haastateltavan kanssa etukäteen päätetyistä aihepiireistä. (Hirsjärvi & Hurme 2008) Tässä tutkimuksessa teemahaastattelumenetelmää käytetään selvittääkseen, mitä rakennekirjastojen kehitysryhmä on mieltä rakennekirjastojen käytettävyydestä.

Haastateltavat henkilöt valitsee kohdeyritys. Teemahaastattelut suoritetaan kasvotusten. Kerättyjä tietoja analysoidaan ja niiden pohjalta kehitetään parannusehdotuksia rakennekirjastolle. Kohdeyrityksen valitsemat parannustoimenpiteet toteutetaan.

2. RAKENNUSHANKKEEN KUSTANNUSLASKENTA

Luku 2 on työn kirjallisuusosuus. Tässä luvussa selvitetään, minkälaista kustannuslaskenta on eri vaiheissa omaperustaista rakennushanketta. Lisäksi käsitellään kustannuslaskennan tietokantoja ja kustannuslaskennan virheitä sekä niiden ehkäisyä.

2.1 Kustannuslaskennan yleiskuvaus

Rakennushanke on laaja ja monipuolinen prosessi, jonka hallitsemiseksi tarvitaan mm. kustannuslaskentaa. Kustannuslaskennan avulla määritetään hankkeen kokonaiskustannukset eli hankekustannukset. Lisäksi kustannuslaskentaa tarvitaan hankkeen kustannusohjaukseen ja valvontaan. Hankekustannuslaskennalla varmistetaan investoinnin loppuun saattaminen hankkeen vaiheiden läpi. (Talo 90 -ryhmä 1994)

Tarve tietää hankkeen kustannukset käynnistää kustannuslaskennan. Hankkeen kustannuksia halutaan tietää esimerkiksi tarjouskilpailuun osallistumisen päätöksen takia tai omaperustaisen hankkeen käynnistäessä päätöksenteon tueksi ja esimerkiksi haluttaessa tarkistaa pysymistä hyväksytyissä kustannusrajoissa. (Enkovaara et al. 2006) Omaperustaisessa tuotannossa hankkeen kustannukset on tiedettävä jo ennen, kun päätetään hankkeen hyväksytyistä kustannusrajoista.

Enkovaaran (2006) mukaan kustannushallinta perustuu tavoitteen asetteluun, tuloksen testaukseen ja päätöksiin jatkotoimista. Kustannuslaskenta koostuu ennakkolaskelmien lisäksi tarkkailu- ja jälkilaskelmista sekä vaihtoehtolaskelmista (Eramo et al. 1978).

Kustannuslaskennan tuloksena saadaan kustannuslaskelma. Kustannuslaskelman tulee olla peittävä eli kaikki urakkaan kuuluvat suoritukset tulee olla laskelmassa mukana. Periaatteena on myös, ettei kustannuslaskelmassa saa esiintyä päällekkäisyyksiä eli sama suoritus pitää olla laskettuna vain kerran. Kustannuslaskelman hinnat ovat arvonlisäverottomia. (Enkovaara et al. 2006)

Urakkaliiketoiminnassa hankkeen kustannushallinta voidaan jakaa tilaajan ja urakoitsijan kustannuslaskentaan. Tilaajan kustannuslaskentaan voidaan luokitella hankkeen kustannustavoitteen asettamista sekä tavoitteen mukaista suunnitelmien kustannusohjausta. Kustannustavoite saadaan laskettua hankesuunnitteluvaiheessa, kun hankkeen tilat ovat määritetty ja kuvattu. Suunnitelmien kustannusohjaus tarkoittaa johtamista, jonka tavoitteena on hankkeelle tarpeettomia ja kohtuuttomia kustannuksia aiheuttavien päätösten toteutumisen estäminen. (Lindholm 2009)

Urakoitsijan kustannuslaskenta alkaa urakkakilpailukohteissa tarjouspyynnön saapumisesta. Urakoitsija aloittaa kustannusarvion laatimisen sekä tarjouslaskennan. Jos urakoitsijan jättämä tarjous tulee valituksi, hän määrittää hankkeelle budjetin aiemmin laskettujen kustannusarvion ja tarjouslaskennan perusteella. Budjetoinnissa on kyse siitä, että kustannusarvion summa jaetaan hankkeen pienempiin osiin, tehtäviin ja hankintoihin, joilla on vastuuhenkilönsä. Näin jokainen tietää, mitä hankkeen osaa milläkin rahasummalla on toteutettava. Lisäksi urakoitsija jatkuvasti tarkkailee hankkeen syntyneitä kustannuksia ja vertaa tavoitteeseen. Tarvittaessa poikkeamiin on reagoitavaa. Urakoitsija suorittaa myös jälkilaskennan. Jälkilaskennassa tarkastellaan hankkeen toteutuneet kustannukset. Jälkilaskennan tulosten perusteella voidaan päivittää yrityksen tietoja tulevaa kustannusarvio- ja tarjouslaskentaa varten. (Lindholm 2009)

Omaperustaisessa tuotannossa tilaaja ja urakoitsija ovat sama taho. Omaperustaisen hankkeen kustannuslaskenta eroaa hieman urakkakilpailukohteista. Omaperustaisen hankkeen kustannushallinta alkaa määrittämällä hinta alueellisen hintatason perusteella, jolla asunnot tai toimitilat menevät kaupaksi. Tämän perusteella määritetään enimmäiskustannukset rakennus- ja tonttikustannuksille. Kun pystytään hahmottamaan rakennuskustannukset jollain karkeustasolla, saadaan se hinta, jonka tontista voi enintään maksaa. Lisäksi rakennuskustannuksiin vaikuttavat tilaohjelma ja suunnitteluratkaisut. Nämä tekijät yhteensä määrittävät kustannuspuitteet hankkeelle eli hyväksytyt kustannusrajat. Suunnittelua ohjataan hankesuunnitteluvaiheessa ja ehdotusvaiheessa tavoitehinnan avulla. Suunnittelun edetessä suunnittelua ohjataan rakennusosa-arviomenettelyn avulla. Toisin sanoen omaperustaisessa hankkeessa urakoitsijan kustannushallinnan työkalut ovat pitkälti samat kuin tilaajan kustannushallinnan työkalut.

2.1.1 Rakennuskustannukset ja kustannuksiin vaikuttavat tekijät

Rakennushanke on investointi jotain toimintaa varten. Investoinnin kannattavuutta ja taloudellisuutta arvioitaessa on tunnettava kaikki hankkeen aiheuttamat investointikustannukset. Puhutaan hankkeen perustamiskustannuksista. (Talo 90 -ryhmä 1994; Vuorela et al. 2001) Kuvassa 1 on esitetty Talon-90 nimikkeistön (1994) mukainen jaottelu hankkeen perustamiskustannuksista. Hankkeen perustamiskustannukset käsittävät kaikki valmiin hankkeen kustannukset. Kiinteistön hankintakustannuksiin kuuluu rakennus- ja tontin hankintakustannukset. Rakennuskustannukset koostuvat työmaakustannuksista ja rakennuttamisen kustannuksista. Työmaakustannukset syntyvät työmaalla, ne koostuvat rakennus- ja laiteosien rakennuskustannuksista. (Talo 90 -ryhmä 1994)



Kuva 1. Hankkeen perustamiskustannukset (Lähde:(Talo 90 -ryhmä 1994))

Talo-90 (1994) mukaan rakennuskustannusten suuruuteen vaikuttaa tuotesuunnitelmat, rakennuttamisratkaisut ja tuotantosuunnitelmat. Tarkemmin rakennuskustannuksiin vaikuttavat tekijät ovat seuraavat:

- Ohjelmaratkaisut
- Olosuhteet
- Suunnitteluratkaisut
- Rakennuttamis- ja tuotantoratkaisut
- Hintatekijät

Tuotesuunnitelmat eli piirustukset ja selostukset sisältävät tietoja ohjelmaratkaisuihin, rakennuspaikan olosuhteista ja suunnitteluratkaisuihin. Eri kohteiden välillä kustannuksiin vaihtelua tuovia rakennuspaikan olosuhteita ovat esimerkiksi rakennuskohteen sijaintipaikkakunnan alueellisia eroja palkkatasossa tai valitun tontin kaavamääräykset sekä perustamisolosuhteet. Rakennuspaikan olosuhteisiin ei voida vaikuttaa, mutta ohjelmaratkaisujen ja suunnitteluratkaisujen valinnalla voidaan vaikuttaa hankkeen kustannuksiin. (Talo 90 -ryhmä 1994) Eniten eroa hankekustannuksiin aiheuttaa erilainen ohjelmaratkaisu. Ohjelmassa on esitetty, mitä tiloja rakennukseen tulee ja niille asetetut vaatimukset. (Vuorela et al. 2001) Rakennuttamisratkaisulla vaikutetaan toteutusmuotoon. Toisin sanoen millainen suunnittelutapa ja toteutustapa valitaan. Vaikka suurin osa kustannuksista riippuu suunnitteluvaiheen ratkaisuihin, rakennuttamisratkaisujen valinta voi olla merkittävä vaikeissa suhdanteissa tai kohteissa. Hintatekijät ovat ajasta ja paikasta riippuvia kustannuksiin vaikuttavia osatekijöitä. (Talo 90 -ryhmä 1994) Sellaiset ovat esimerkiksi kylmästä vuodenajasta johtuvat runkovaiheen talvilisätyöt, jotka muodostuvat lämpösuo- jauksesta, lumi- ja jäätöistä sekä lämmitys- ja lämpösuo- jaluokaluista (Kivistö 2016).

2.1.2 Hankevaiheet omaperustaisessa tuotannossa

Rakennushanke voidaan jakaa viiteen vaiheeseen, jotka ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto. Vaiheet ovat erilaiset ajallisesti ja sisällöllisesti. (Vuorela et al. 2001)

Tarveselvitysvaiheessa tavoitteena on saada tarpeeksi tietoa hankepääöstä varten (Lindholm 2009). Tässä vaiheessa selvitetään hankkeen tarpeellisuutta, arvioidaan edellytyksiä ja mahdollisuuksia (Enkovaara et al. 2006). Omaperustaisessa tuotannossa varsinaista tarveselvitystä ei välttämättä ole, vaan se korvaantuu markkinaselvityksellä, jolla pyritään selvittämään millä alueella on kysyntää asunnoille ja mikä on alueellinen hintataso. Markkinatilanne tutkitaan seuraamalla millä menestyksellä uudiskohteet menevät kaupaksi sekä seuraamalla korkojen muutoksia ja työllistymistilannetta. Markkinaselvitystä varten selvitetään mitä palveluja, kuten kauppia löytyy rakennettavan kohteen läheisyydessä. Määritetään kohderyhmä, joka voi olla esimerkiksi nuorehkot ensiasunnot ostajat tai ikääntyneet pariskunnat. Markkinastrategiaselvityksessä ilmoitetaan mediat, missä kohde esitetään. Sellaiset ovat esimerkiksi sanomalehti tai radiomainonta. Yhteistyökumppani pyritään valitsemaan jo ennakkomarkkinointivaiheessa, jotta saadaan koko markkina haltuun. Esimerkiksi pankki on hyvä yhteistyökumppani, koska pankin myyntiryhmä voi antaa jo esittelyssä alustavan lainatarjouksen. (Peab Oy 2014)

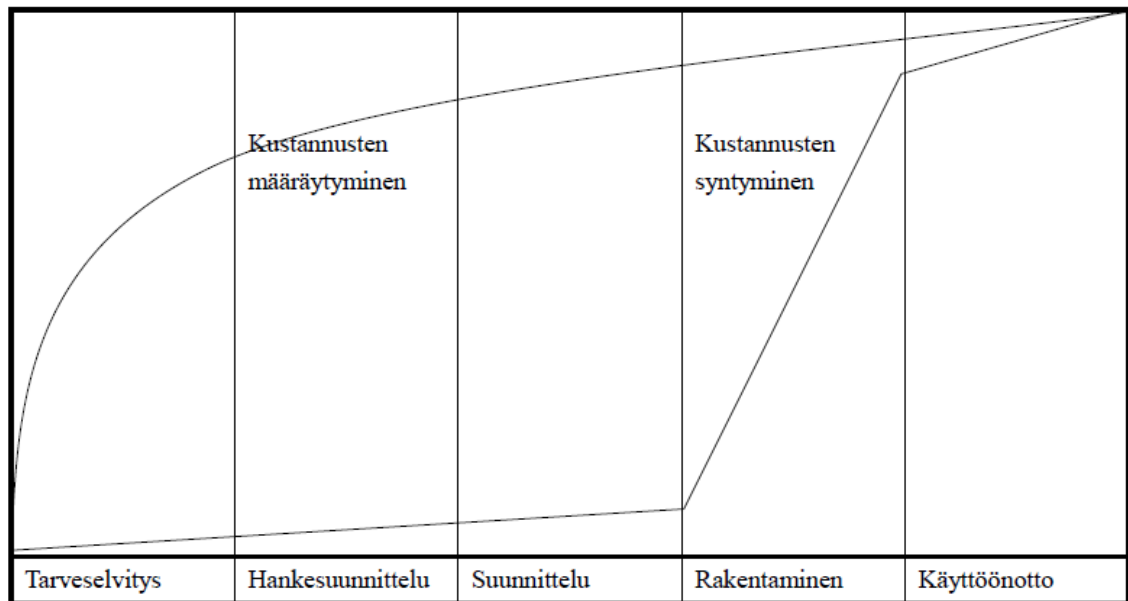
Hankesuunnitteluvaihe on yksityiskohtainen selvitys, jonka tavoitteena on selvittää hankkeen toteuttamistarpeet ja –mahdollisuudet sekä vaihtoehtoiset toteuttamistavat. Valmis hankesuunnitelma sisältää tiedot hankkeen toteuttamistavasta, sekä hankkeen lopputuotteen laadun ja laajuuden perusteella tavoitteet kustannuksille ja aikataululle. (Vuorela et al. 2001) Kustannuslaskennan kannalta tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheet ovat kustannusten ennustamista ja puitteenasetusta (Talo 90 -ryhmä 1994).

Hankesuunnitelman pohjalta alkaa rakennussuunnitelman teko. Rakennussuunnitteluvaiheessa määräytyy suunnitellun rakennuksen lopullinen arkkitehtoninen ratkaisu, tekniset järjestelmät ja toteuttamistapa. Rakennussuunnitteluvaiheesta voidaan erottaa neljä vaihetta: ehdotusvaihe, luonnosvaihe, toteutussuunnitelmien laadintavaihe ja rakentamisen valmistelu. (Enkovaara et al. 2006)

Rakennusvaiheen aikana hankkeessa suunniteltu rakennus rakennetaan (Enkovaara et al. 2006). Rakennusvaihe kestää urakkasopimuksen solmimisesta kohteen luovuttamiseen rakennuttajalle (Vuorela et al. 2001). Omaperustaisessa kohteessa rakennusvaihe alkaa perustajaurakkasopimuksen solmimisesta ja jatkuu luovutusvaiheen alkuun.

Rakennuskustannukset määräytyvät pääosin hankeprosessin suunnitteluvaiheessa. Suurin osa kustannuksista syntyy kuitenkin vasta työmaalla rakentamisen vaiheessa kuvan 2 mukaisesti (Kivistö 2016). Suunnitteluvaiheessa voidaan vaikuttaa parhaiten kustannusten määräytymiseen, koska silloin päätetään kohteen laajuus- ja laatutasosta (Enkovaara et al.

2006). Tuotantoratkaisut, kuten työmenetelmävalinta, resurssien käyttö tai järkevä toteutusaikataulu ovat tapoja vaikuttaa kustannuksiin, kun suunnitteluratkaisut ovat jo päätetty (Lindholm 2009).



Kuva 2 Kustannusten määräytyminen ja syntyminen rakennushankkeessa (Talo 90 -ryhmä 1994)

Hanke voidaan jakaa kustannuslaskennan kannalta kolmeen osuuteen. Ensimmäisenä enustetaan hankekustannuksia ja asetetaan puitteita tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheissa. Rakennussuunnitteluvaiheessa tapahtuu kustannusohjausta ja tuotantovaiheessa hankelaskentaa. Hankelaskenta muodostuu tarjouslaskennasta, tuotantolaskennasta, tuotannon suunnittelusta, työnaikaisesta tarkkailusta ja jälkilaskennasta. (Talo 90 -ryhmä 1994)

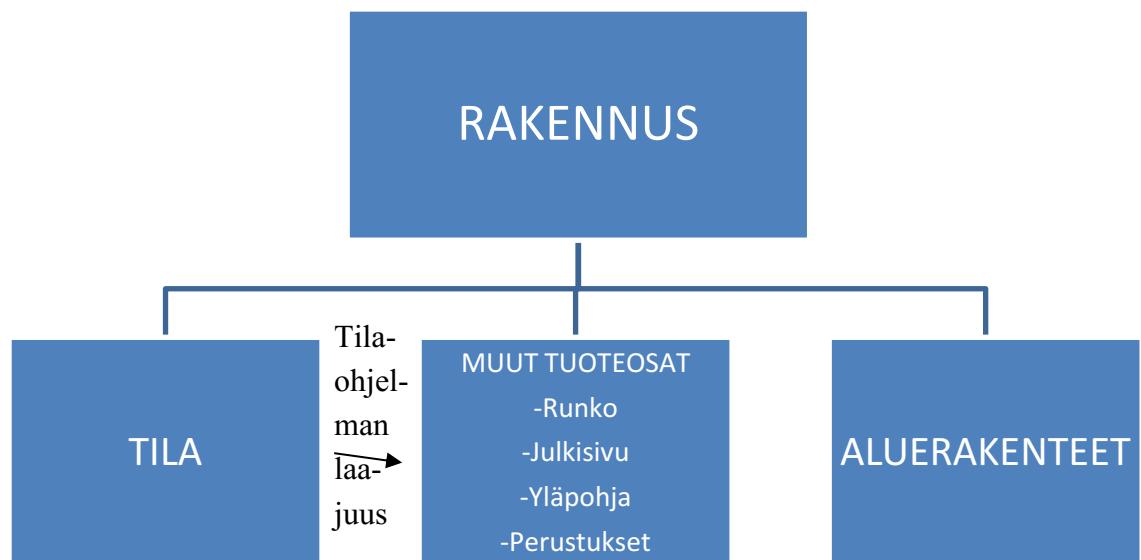
2.1.3 Laskentamenetelmät

Enkovaaran (2006) mukaan kustannuslaskentamenetelmiä on neljä: suoritelaskenta, rakennusosalaskenta, tuoteosalaskenta ja tilalaskenta. Tilalaskentaa käytetään hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin laaditaan tilaohjelma (Enkovaara et al. 2006). Tilaohjelma eli tilaluettelo sisältää tietoja tarvittavista tiloista, niiden lukumäärästä ja keskeisemmistä tilavaatimuksista, jotka poikkeavat tavanomaisista vaatimuksista. Sellaisia ovat esimerkiksi huonekorkeus tai atk-pisteet. (Haahtela & Kiiras 2014) Taulukossa 1 on esitetty esimerkki tilaluettelosta. Tilalaskennassa kustannuslaskelma saadaan hinnoittelemalla tilaluettelon tiloja esimerkiksi Talonrakennuksen kustannustieto kirjaa käyttäen. Jos tietokannasta ei löydy hintaa tilaluettelon nimikkeelle, voidaan arvioida hinta ominaisuuksiltaan vastaavaan tilaan perustuen. Hinnoittelussa käytetään arvonlisäverottomia hintoja. (Haahtela & Kiiras 2014)

Taulukko 1. Esimerkki tilaluettelosta ennen hinnoittelua Lähde: (Enkovaara et al. 2006)

Tila	Lukumäärä	Kokonaispinta-ala
Toimistotila	10 kpl	150 m ²
Varasto	5 kpl	50 m ²
WC	2 kpl	10 m ²

Tuoteosalaskenta on kustannuslaskentamenetelmä, jota käytetään suunnitteluvaiheessa rakennuskustannusten puitehinnan laskemisessa tuoteosalaskentamallia käyttäen tai kun määräluettelon yhtenä jaotteluperusteena on käytetty tuoteosia. Tuoteosa on kokonaisuus, joka muodostuu enemmän kuin yhdestä rakennusosasta. Esimerkiksi runko, julkisivu, yläpohja tai perustukset ovat tuoteosia. Määräluettelon muodostuessa eri karkeustason nimikkeistä (suorite, rakennusosa, tuoteosa), tuoteosalaskennan avulla saadaan hinnoiteltua rakennusosaa suurempia kokonaisuuksia. Tuoteosalaskentamalli muodostuu tilojen tuoteosien, tiloista riippumattomien tuoteosien sekä rakennuksen muodon ja olosuhteista riippuvien tuoteosien kokonaisuudesta. Tuotemalli esitetään kuvassa 3. Tilan tuoteosa on esimerkiksi tilan pintarakenteet, kalusteet ja tilaan kuuluvat LVIS-osat. Muihin tuoteosiin kuuluu esimerkiksi runko, julkisivu ja perustukset. Muiden tuoteosien kustannukset saadaan laskettua rakennuksen laajuuden perusteella. Tilojen pinta-alan avulla lasketaan rakennuksen laajuus.(Enkovaara et al. 2006)



Kuva 3. Tuotemalli. Lähde: (Enkovaara et al. 2006)

Rakennusosalaskentaa käytetään suunnitelmien tarkentuessa, rakennussuunnitteluvaiheessa, kun ehdotus- tai luonnospiirustukset ja rakennustapaselostus ovat valmiina. Piirustuksista mitataan tarvittavien rakennusosien määrät. Rakennustapaselostuksessa on kuvattu rakennusosien sisältö. Selostuksen tietoja hyödynnetään hinnoittelussa. Rakennusosalaskennassa määräluettelo on rakennusosittain. Rakennusosalaskentaa käytetään tarkistaessa suunnitteluratkaisun pysymistä kustannuspuutteissa, vaihtoehtolaskelmien laadinnassa ja tarjoushinnan määrittämisessä. Omaperusteisessa hankkeessa omakustannushinnan määrittämisessä. (Enkovaara et al. 2006)

Kolmeen edellä mainittuun kustannuslaskentamenetelmään verrattuna suoritelaskenta vaatii tarkimpia suunnitelmia. Suoritelaskentaa käytetään rakennussuunnitteluvaiheen lopulla ja rakentamisvaiheessa. Suorite on rakennusosan ja rakennusosalle tehtävän työn yhdistelmä, esimerkiksi anturan betonointi. Suoritelaskennassa määräluettelon rivit ovat suoritteita. (Enkovaara et al. 2006)

Kustannuslaskelma on kustannuslaskennan tuloste, jonka luomiseen voidaan käyttää yhtä kustannuslaskentamenetelmää, tai voidaan yhdistää eri kustannuslaskentamenetelmien tuottamia nimikkeitä samaan kustannuslaskelmaan. Kustannuslaskentamenetelmän valintaan vaikuttaa, mikä on laskelman tarkoitus ja käytettävissä olevat suunnitelmat. Yrityksen omat toimintatavat myös vaikuttavat laskentamenetelmän valintaan. Taulukossa 2 on kuvattu hankkeen suunnitelma-asiakirjat ja yleensä käytettävät kustannuslaskentamenetelmät vaiheittain. (Enkovaara et al. 2006)

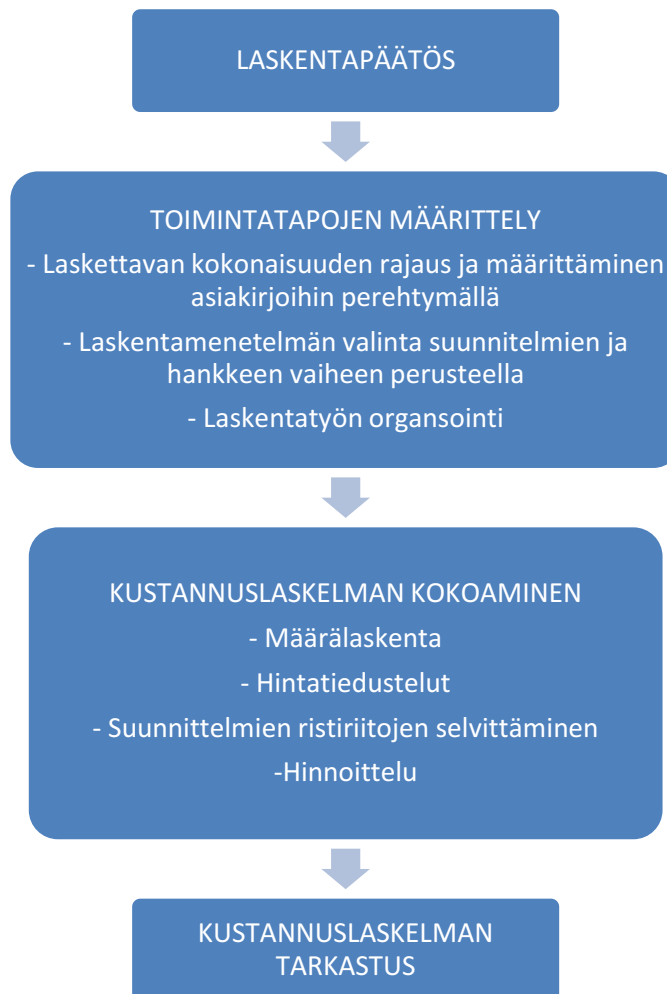
Taulukko 2. Hankevaiheet ja kustannuslaskentamenetelmät Lähde: (Enkovaara et al. 2006; Kivistö 2016)

HANKKEEN VAIHEET	LASKENTAME- NETTELY	SUUNNITELMAT
Hankesuunnittelu	Tilalaskenta	Hankeohjelma/ tilaohjelma -suunnitelma,
Rakennussuunnit- telu Ehdotusvaihe	Rakennusosalas- kenta	Ehdotuspiirustukset Rakennustapaselostus
Rakennussuunnit- telu Luonnosvaihe	Rakennusosalas- kenta	Luonnospiirustukset Rakennustapaselostus Pääpiirustukset
Rakennussuunnit- telu Toteutussuunnitel- mien laadinta	Suoritelaskenta	Pääpiirustukset Työpiirustukset Selostukset
Rakennussuunnit- telu Rakentamisen valmis- telu		Täydentävät suunnitelmat
Rakentaminen	Sopimuksen mu- kaiset hinnat Omakustannushinta	Muutossuunnitelmat
Rakennuskohteen vastaan- käyttöön- otto	Jälkiselvitys	Luovutusaineisto

2.2 Omaperustaisen rakennushankkeen kustannuslaskenta-prosessi

Omaperustainen liiketoiminta on toisin sanoen perustajaurakointiliiketoiminta. Tyypillisesti perustajaurakointiliiketoiminnassa rakennusliike omistaa tontin, johon haetaan rakentamisoikeus ja suunnitellaan rakennus. Rakennusliike perustaa asunto- tai kiinteistö-osakeyhtiön rakentamissuunnitelmien toteuttamista varten. Perustetun yhtiön osakkeet myydään jo rakennusaikana markkinointivaiheessa. Rakennusliike pidättää kuitenkin omistuksen oikeudet rakennusaikana siihen asti, että kohde on valmis ja luovutettu. Markkinariskin kantaa grynderi eli perustajaurakoitsija. Perustetun osakeyhtiön kanssa tehdään urakkasopimus kohteen rakentamisesta. Urakkahinta perustuu osakemyynnin sopimusten pohjalta. (Himberg et al. 1986)

Laskentapäätöksestä valmiiseen kustannuslaskelmaan pääsemiseksi käydään läpi monta työvaihetta. Kun laskentapäätös on tehty, aluksi perehdytään asiakirjoihin, jotta laskettava kokonaisuus saadaan rajattua ja määritettyä. (Enkovaara et al. 2006) Kohdeyrityksessä omaperustaisen hankkeen laskenta alkaa laskentapäätöksestä, minkä jälkeen pidetään aloituspalaveri, johon osallistuu laskentapäällikkö, kohteelle nimetty työpäällikkö, kohteelle nimetyt laskijat ja laskentaa avustavat henkilöt. Laskennan aloituspalaverissa sovitaan laskentaorganisaation tehtävät, vastuut ja aikataulut. (Peab Oy 2016) Kuvassa 4 on esitetty kustannuslaskennan vaiheet.



Kuva 4 Laskentaprosessi, laskenta-asiakirjoista kustannuslaskelmaksi Lähde:(Enkovaara et al. 2006)

Laskenta-asiakirjoja ovat esimerkiksi hankekohtaiset asiakirjat, kuten geosuunnitelmat, arkkitehtisuunnitelmat, rakennesuunnitelmat ja LVISA-suunnitelmat sekä yleiset asiakirjat, kuten YSE ja RYL. Laskenta-asiakirjoista nähdään suunnitelmien valmius ja kustannuksiltaan merkittävät asiat, joista on tehtävä erillisselvitys. Perehtyminen asiakirjoihin auttaa järjestää ja ajoittaa kustannuslaskenta niin, että kustannuslaskelma saadaan tehtyä vaaditussa ajassa. Rakennusselostukseen ja erikoistöitä koskeviin työselostuksiin on tutustuttava, jotta saadaan määritettyä ja pistettyä muistiin poikkeukselliset, hankalat tai kalliit työt. Perehtymisen ansiosta saadaan kuva hankkeesta yleisesti ja suunnitelmien valmiustasosta. (Enkovaara et al. 2006) Määrälaskija on ensimmäinen henkilö, joka käy suunnitelmat perusteellisesti läpi, joten suunnitelmien puutteellisuuksien esiin tuominen on tärkeää (Peab Oy 2016).

Seuraavaksi valitaan kustannuslaskentamenetelmä. Kustannuslaskentamenetelmän valintaan vaikuttaa muun muassa suunnitelmien valmiusaste ja yrityksen omat toimintatavat. Kustannuslaskentamenetelmiä ovat: suoritelaskenta, rakennusosalaskenta, tuoteosalaskenta ja tilalaskenta. (Enkovaara et al. 2006)

Laskentatyön organisointi käsittää laskennalle tavoitteiden asettamista ja päätöksiä tehtävä- ja vastuunjaosta sekä aikataulusta. Aloituspäälaverissa käsitellään laskentatyön organisointiin liittyvät asiat. (Enkovaara et al. 2006)

Kustannuslaskelman kokoaminen käsittää määrälaskentaa, hintatiedusteluja, suunnitelmien ristiriitojen selvittämistä ja hinnoittelua (Enkovaara et al. 2006). Määrälaskennan ensimmäinen määrälaskenta on laskea kohteen tunnusluvut kuten rm_3 , brm_2 , htm_2 jne sen mukaan, miten kohteesta on sovittu (Peab Oy 2016). Määrälaskennassa tiedot laskenta-asiakirjoista muunnetaan määränimikkeiksi. Määränimikkeet voivat olla kustannuslaskentamenetelmästä riippuen: suoritteita, rakennusosia tai tuoteosia. Tuloksena saadaan koko hanketta peittävä määräluettelo. (Enkovaara et al. 2006) Määrälaskenta luo merkittävän pohjan kohteen hinnan muodostamiseen. Samoja määriä käytetään myöhemmin kustannuslaskennassa, hankinnassa sekä työmaalla. (Peab Oy 2016)

Ennen hintatiedusteluja on tehtävä tietynlaisia rajoituksia hankinnoista ja päätettävä pyydetäänkö ennakkohinta vai sitova tarjous tavaratoimittajalta/ aliurakoitsijalta. Hankinnoista tehtävä rajausta tarkoittaa esimerkiksi elementtien kohdalla, halutaanko tarjous elementtien toimittamisesta työmaalle vai elementeistä valmiiksi asennettuna. Suunnitelmissa saattaa ilmetä epäselvyyksiä ja ristiriitoja eri asiakirjojen välillä. Ristiriitoja selvitetään ja jos jokin ristiriita ei selviä, tehdään tarvittavia laskentaoletuksia ja kirjataan ne ehdottomasti määrälaskenta- ja kustannuslaskentamuistioon. (Enkovaara et al. 2006) Hintatiedusteluvaiheessa eli ennakkotarjousvaiheessa pyritään hankkimaan materiaaleista ja aliurakoista kilpailukykyisiä ja luotettavia ennakkotarjouksia hinnoittelua varten. Kohdeyrityksessä ennakkotarjouksia pyritään saamaan vähintään 60 prosentista kustannusarvion 1-7 litteroista. Ennakkotarjouksia pyydetään vähintään kolme jokaisesta litterasta. Suuria kustannuksia aiheuttavien töiden/materiaalien ennakkohinta on tärkeämpi, kuin pienempiä kustannuksia aiheuttavien. Saadut ennakkotarjoukset kootaan koontitauluksoon. Ennakkotarjousten vertailua varten on varmistettavaa, että sen sisältö vastaa kysyttyä kokonaisuutta ja on vertailukelpoinen muiden ennakkotarjoustensa kanssa. Vertailun tekee kohteen kustannuslaskija. (Peab Oy 2016)

Seuraavaksi alkaa laskentavaiheen tuotantosuunnittelu. Kohdeyrityksessä tästä vaiheesta on vastuussa kohteelle nimetty työpäällikkö. Laadittavia suunnitelmia ovat esimerkiksi alustava yleisaikataulu, alustava suunnitelma tuotannon avainhenkilöistä, alustava työmaan aluesuunnitelma ja toteutustapaa koskevat suunnitelmat. (Peab Oy 2016)

Määrälaskennalla saatuja määräluettelon nimikkeitä hinnoitellaan. Kustannusarvion hinnoittelu tehdään suorite- ja/tai panostasolla. Suoritehinnoittelussa nimikkeet hinnoitellaan kustannuslajeittain. Panoshinnoittelussa nimikkeet hinnoitellaan resursseittain resurssimenekkien tai työsaavutusten ja resurssien hintojen avulla. Sekä suorite- että panoshinnoittelussa kannattaa käyttää viite- ja standardikohteita. (Peab Oy 2016)

Aikaansaatu kustannusarvio analysoidaan ja tarkastetaan suurimpien virheiden estämiseksi. Kohdeyrityksessä tarkastusmenettely tapahtuu seuraavasti

1. Määrien tarkastaminen
2. Ennakkotarjousten tarkastaminen ja vertaaminen
3. Laskentapäällikkö tekee tunnuslukutarkastelun, jossa verrataan laskentakohdetta vertailukohteisiin
4. Toteutuneiden kohteiden kustannukset
5. Muun palauteaineiston läpikäynti (tarkelitterat, kokouspalautteet, yms.)
6. Työpäällikkö tarkastaa työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset
7. Työpäällikkö tarkastaa annetun rakennusajan reaalisuuden. (Peab Oy 2016)

Valmiin kustannusarvion pohjalta tehdään tarjouslaskelma ja tarjous, jossa huomioidaan riskit ja mahdollisuudet sekä kate. Sisäiseen tarjouspalaveriin osallistuvat yksikön johtaja, työpäällikkö, tarjouskohteen laskentapäällikkö ja tarjouslaskija. Tarjouspalaverissa käsitellään urakkatarjouksen tietoja, kuten kohteen perustietoja, määrälaskentaa, ennakkotarjouksia, laskentavaiheen tuotannosuunnittelua, hinnoittelua, tarjouslaskelman riskejä ja mahdollisuuksia riskikartoituksen mukaisesti, kiinteitä kustannuksia sekä voittotavoitetta. (Peab Oy 2016)

Myönteisen rakentamisaloituspäätöksen jälkeen alkaa rakentamisen valmistelu. Työmaan valmistelukokouksessa hankeorganisaatio tutustuu laskenta- ja urakka- sopimusasiakirjoihin ennen rakentamisen aloitusta. Valmistelukokouksen jälkeen voidaan pitää aloitustapaamiset aikataulusuunnittelusta, taloudellisesta suunnittelusta, toteutuksen suunnittelusta ja hankintojen suunnittelusta. Omaperustaisissa kohteissa valmistelukokouksen yhtenä tavoitteista on arvioida kykyä täyttää asiakkaan vaatimukset ja odotukset sekä arvioida toteutusvaiheen riskejä ja hankkeen mahdollisuuksia. (Peab Oy 2016)

Perustajaurakkasopimus tehdään perustetun yhtiön ja rakentajan välillä. Sopimuksessa sovitaan yksityiskohtaisesti aikataulusta, urakkasummasta ja sen maksamisesta sekä teknisistä asiakirjoista. (Peab Oy 2016)

2.2.1 Kustannustavoitteen muodostaminen

Suunnitteluvaiheen ja tuotantovaiheen rakennushankkeen kustannuslaskenta eroavat toisistaan. Suunnitteluvaiheen laskenta on suunnittelunohjausta eli suunnitelmien taloudellista kehittämistä. Tuotantovaiheen laskenta muodostuu ennakkolaskelmista tarjoushinnan määrittämiseksi, tarkkailu- ja jälkilaskelmista, jotka toimivat tuotannonohjauksen apuvälineenä sekä aineistona laskentatiedostojen ylläpitämistä varten. (Vuorela et al. 2001)

Suunnitelmien kustannusohjaus muodostuu realistisen kustannustavoitteen asettamisesta hankkeelle hankesuunnitteluvaiheessa ja kustannustavoitteiden valvonnasta suunnitteluvaiheessa. Kustannusohjauksessa ei ohjata kustannuksia vaan päätöksiä, jotka vaikuttavat hankkeen kustannuksiin. Kyseiset päätökset useimmiten koskevat hankkeen laajuutta ja laatutasoa. (Lindholm 2009) Kustannussuunnittelun tavoitteena on huolehtia kustannusten pysymistä asetettujen rajojen sisällä ja estää turhien ja liian suurien kustannusten syntymistä (Talo 90 -ryhmä 1994).

Hankkeen kustannustavoite eli tavoitehinta muodostetaan hankesuunnitteluvaiheessa. Tavoitehinta määräytyy hankkeen laajuuden, laadun, aikataulun ja sijainnin perusteella. (Lindholm 2009) Toisin sanoen kustannustavoite ei perustu kohteen fyysisiin suunnitelmiin vaan tavoite asetetaan hankeohjelman perusteella. Uudiskohteissa kustannustavoitteen määrittämiseksi voidaan käyttää viitekohdemenetelyä, tilastomenetelyä, tilakustannusmenetelyä, tavoitehintamenetelyä (Haahtela-kehitys Oy), tuotemallimenetelyä ja erokustannusmenetelyä. (Talo 90 -ryhmä 1994)

Viitekohdemenetelyssä käytetään aiemmin toteutetun kohteen tietoja uuteen samanlaiseen kohteeseen. Tiedot toteutuneista kustannuksista voidaan asettaa sellaisinaan tai päivitettyinä uuden kohteen kustannustavoitteeksi. Viitekohteiksi valitaan vain hyvin onnistuneet kohteet. (Lindholm 2009)

Tilastomenetelyssä käytetään useiden aiemmin rakennettujen kohteiden hintatietoja uuden hankkeen kustannustavoitteen määrittämiseksi. On otettava huomioon, että hintatiedot vanhenevat nopeasti. Tämän takia tilastojen hintatietojen luotettavuus on heikohko. (Lindholm 2009) Viitekohde- ja tilastomenetely sopivat hyvin samankaltaiseen asunto- tuotantoon (Talo 90 -ryhmä 1994).

Tilakustannusmenetely eli tilalaskenta käsittää hankeohjelman tilojen hinnoittelua. Tilalaskennassa tilaohjelman lisäksi on tunnettava rakennuspaikan vallitsevat olosuhteet ja tulevan rakennuksen laatuvaatimukset. Tilalaskennassa huomioidaan tulevan käytön aiheuttamat kustannukset, joita ei voida välttää suunnitteluratkaisujen valinnalla. Tilalaskennan avulla ei sidota suunnittelua yksittäiseen suunnitteluratkaisuun vaan määritetään hankkeen kokonaiskustannuksille hyväksyttävä hintatavoite. (Talo 90 -ryhmä 1994)

Haahtela-kehitys Oy:n tuottama Talonrakennuksen kustannustieto® tarjoaa ohjelmointivaiheen apuvälineeksi tavoitehintamenetelyä ja suunnitteluvaiheen työkaluksi rakennusosa-arviomenetelyä. Tavoitehintamenetelyä voidaan käyttää, kun tilaluettelo on laadittu ja keskeisemmät tilaominaisuudet ovat tiedossa. Tavoitehintamenetely on tilalaskentaa, jossa toiminta- ja tilaluettelon laadinnan sekä hinnoittelun lisäksi otetaan huomioon tila- ja hanketekijöiden hintavaikutusta. Hinnaston hinnat on muodostettu niin, että ne sisältävät niin sanotun rakennusaikaisen hintatason nousuvarauksen. Tulevaisuuden ennusteita voidaan tehdä Haahtela-indeksin avulla. Muita tila- ja hanketekijöitä ovat esimerkiksi huonekorkeus, sisäpuoliset pinnat, kaluste- ja varustetaso, suunnitteluratkaisun

monimuotoisuus ja kalleus, teletekniikka, pohjaolosuhteet ja hankekoko. Tekijät ovat prosenttiyksiköitä, joita summataan yhteen ja summa vaikuttaa yksikköhintaan. (Haah-tela & Kiiras 2014)

Tuotemallimenettelyssä on ideana, että hanke suunnitellaan 3D-suunnittelua hyödyntäen (Lindholm 2009). Kyseinen menettely on tila- ja rakennusosalaskelman välimuoto. Tuotemallilaskenta edellyttää pidemmälle edennyttä suunnittelua. Se sopii hankesuunnittelu-vaiheeseen, jolloin tehdään järjestelmävalinnat ja luonnosvaiheeseen, jolloin tiedetään määrät. Tuotemallilaskennan hyvänä puolena on vaihtoehtolaskelmien laadinnan nopeus. Muokattaessa alkuperäistä tuotemallia on kuitenkin oltava tarkkana siitä, että järjestelmät ja ratkaisut ovat keskenään yhteensopivia. (Talo 90 -ryhmä 1994)

Erokustannuslaskennassa käytetään aiemmin lasketun kohteen tietoja pohjana. Erokus-tannusmenettely käsittää eri laskentamenetelmien yhdistelyä niin, että riskialttiit kustan-nusosat vähennetään laskelmasta ja lasketaan ne tarkemman menetelmän avulla kuin muu kokonaisuus. Talonrakennuksen pohjarakenteet voi olla esimerkki riskialttiista kustan-nusosasta. Erokustannuslaskenta soveltuu esimerkiksi varuste- ja viimeistelytason käsit-telyyn. (Talo 90 -ryhmä 1994)

2.2.2 Suunnitteluvaiheen kustannuslaskenta

Suunnitteluvaihe alkaa, kun hankesuunnittelu on viety loppuun. Suunnitteluvaiheen alussa on päätetty, mitä tiloja tulevaan rakennukseen tulee. Lisäksi on tiedossa tilojen laatutaso ja muut hankkeeseen liittyvät tavoitteet. Näiden tietojen pohjalta suunnittelijat etsivät tavoitteiden mukaista suunnitteluratkaisua. (Lindholm 2009)

Suunnitteluvaiheessa kustannusohjaus toteutetaan rakennusosalaskennan avulla. Ensin suunnittelijat kehittävät vaihtoehtoisia suunnitelmia, jotka täyttävät hankesuunnitteluvai-heessa määritettyjä tavoitteita ja vaatimuksia. Suunnitteluratkaisujen kustannuksia selvi-tetään rakennusosalaskennan avulla. Kyseessä on menettely, jossa rakennuskustannukset muodostuvat hinnoitelluista rakennusosista. Rakennusosalaskennassa suoritetaan ensin määrälaskenta, jonka jälkeen rakennusosat hinnoitellaan. Määrälaskenta tuottaa raken-nusosaluettelon, jossa rakennus- ja laiteosat ovat ryhmitelty nimikkeistön ohjeiden mu-kaan. (Talo 90 -ryhmä 1994)

Suunnitteluvaiheen määrälaskennan haasteena on suunnitelmien puutteellinen valmius. Ehdotus- ja luonnossuunnitelmista ei saada kaikkia tarvittavia määriä ja laskija joutuu arvioimaan määrät mallinnuksen tai ammatillisen arvion perusteella. Vasta kun on käy-tettävissä toteutussuunnitelmien tasoisia piirustuksia, suurin osa määristä voidaan mitata piirustuksista. (Lindholm 2009)

Hinnoittelussa käytetään yleistä rakennusosahinnastoa tai yrityskohtaista rakennusosatie-tokantaa, joka sisältää yksikköhintoja rakennusosille. Hinnoiteltua rakennusosaluettelo

kutsutaan rakennusosalaskelmaksi. (Talo 90 -ryhmä 1994) Rakennusosien kustannusarvioon lisätään hankkeen muut kustannukset, kuten suunnittelun ja rakentamisen kustannukset, tontin hinta, rahoituksen sekä markkinoinnin aiheuttamat kustannukset (Lindholm 2009).

Rakennusosa-arviomenettely® on yksi tavoista suorittaa rakennusosalaskentaa. Menettely on esitetty Talonrakennuksen kustannustieto -kirjassa. Rakennusosa-arviomenettelyssä rakennuksen hinta arvioidaan jakamalla rakennusosat määrämittausohjeiden mukaan ja hinnoittelemalla ne rakennusosahinnaston mukaisin yksikköhinnoin. (Haahtela & Kiiras 2014)

Luonnosvaiheen rakennusosalaskennan tavoitteena on testata, kuinka hyvin suunnitteluratkaisujen kustannukset vastaavat kustannustavoitetta sekä löytää tarpeetonta kustannusten kohoamista aiheuttavia tekijöitä (Talo 90 -ryhmä 1994). Lisäksi rakennusosalaskentaa käytetään tarjouslaskentavaiheessa vertailuhinnan määrittämisessä. Vertailuhinnan perusteella arvioidaan, onko saatujen tarjousten hintataso järkevä. (Lindholm 2009)

2.2.3 Tuotantovaiheen kustannuslaskenta

Rakentamisen valmisteluvaiheen kustannuslaskenta käsittää kustannusarvion laatimista, tarjouksen muodostamista, tavoitearvion laatimista, työaikaista tarkkailua ja jälkilaskennan suorittamista (Eramo et al. 1978). Kustannusarvion laatimisen periaatteet käsitellään luvussa 2.2.4 ja jälkilaskentaa käsitellään luvussa 2.2.5.

Omaperustaisessa rakennushankkeessa tavoitelaskelmat tehdään, kun tuotannon aloittamispäätös on tehty. Tuotannon tavoitelaskelmat sisältävät tiedot hankkeen tuotantomenetelmistä, tavoitteista tuotannosuunnittelulle ja hankinnoille. Samalla luodaan tietokanta, jonka avulla toteutetaan hankkeen etenemisen ja kustannusten valvonta. (Enkovaara et al. 2006)

Tavoitearvio muodostetaan kustannusarvion pohjalta. Kustannusarvionimikkeet ryhmitellään tarkkailunimikkeiksi. Tavoitteenasettamisen vastuualueet jaetaan työmaan ja hankintatoimen välillä. (Vuorela et al. 2001) Tavoitteena on kohdistaa kustannusarvion summa siten, että jokaisella hankintakokonaisuudella tai tehtävällä on oma budjetti. Jokaiselle tehtävälle ja hankintakokonaisuudelle nimetään vastuuhenkilö. Tällöin kaikilla on tiedossa millä rahasummalla oma vastuualue rakennushankkeesta on toteuttava. Työmaan aikataulun avulla voidaan suunnitella, miten kustannukset jakautuvat ajallisesti. (Lindholm 2009)

Kustannustarkkailun avulla on tarkoitus varmistaa hankkeen tavoitteenmukainen eteneminen. Tarkkailussa selvitetään hankkeen nykytilanne ja ennuste siitä, kuinka hanke tulee menemään. Kustannustarkkailutietojen perusteella havaitut poikkeamat korjataan ohjaa-

malla hanke jatkumaan tavoitteen mukaisesti. Tarkkailu tuottaa tuotannon raportteja, joiden tietoja johto voi hyödyntää korjaustoimenpiteiden käynnistämässä ja suunnittelussa. Raportit ovat luonteeltaan tilanne-, ennuste-, toimenpide- tai vaihtoehtoraportteja. Raporteissa käsitellään, mikä on tarkkailuhetken tilanne, mistä syystä sekä kuinka tilanne tulee etenemään. (Vuorela et al. 2001; Enkovaara et al. 2006)

Kustannustentarkkailu muodostuu toteuman tarkkailusta ja lopputuloksen ennusteen laskeamisesta. Lopputuloksen ennusteesta on hyötyä, kun arvioidaan hankkeen poikkeamien merkitystä ja toimenpiteiden tarpeellisuutta. Ennuste myös ohjaa korjaavien toimenpiteiden suunnittelua sekä yrityksen tulos- ja rahoitussuunnittelua. (Enkovaara et al. 2006)

Rakennushankkeissa syntyy myös muutos- ja lisätöitä, joiden kustannuksia käsitellään erikseen. Lisätyö käsittää rakennushankkeeseen alun perin kuulumattomia töitä. Muutos-työ on suunnitelmien muuttumisesta aiheutuva työ. Muutostyöt ovat tavallisia kaikissa kohteissa. Muutostöiden syntyyn voi olla syynä muun muassa sopimusasiakirjojen ristiriita tai käyttäjän tarpeiden muuttuminen. (Enkovaara et al. 2006) Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen YSE 1998 mukaisesti urakoitsija on velvollinen suorittamaan muutostyöt, muttei lisätyöt (Lindholm 2009). Muutostyöt aiheuttavat tilaajalle kustannuksia ja hankkeen kesto saattaa muuttua. Muutostyöt tarjotaan kiinteähintaisena, yksikköhintaisena tai omakustannushintaisena. (Enkovaara et al. 2006)

2.2.4 Kustannusarvio ja tarjoushinta

Kustannusarviolaskennan tavoitteena on selvittää kohteen rakennuskustannukset suunnitelmien pohjalta (Lindholm 2009). Käytännössä kyse on määräluettelon teosta ja hinnoittelusta (Vuorela et al. 2001).

Kustannusarvion lähtöaineistona käytetään kohteen teknisiä ja juridistoloudellisia asiakirjoja. Asiakirjoista selviää muun muassa mitä tehdään, miten tehdään, ketkä tekevät ja tekemisen ehdot. Hankekohtaisten asiakirjojen, kuten piirustusten ja työselostusten lisäksi kustannustavoitteen laadinnassa käytetään yleisiä asiakirjoja, kuten YSE 1998 ja standardeja. (Vuorela et al. 2001)

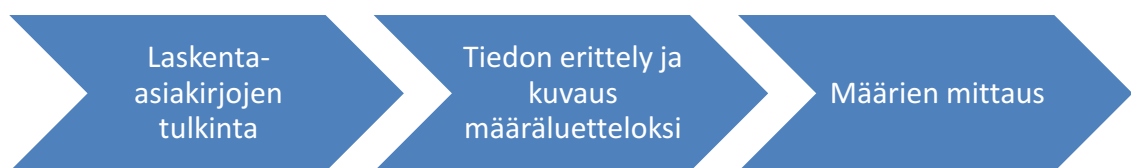
Ennen kuin yrityksellä on käytettävissä tarkempia asiakirjoja tulevasta kohteesta, kustannustavoite tehdään vakioitujen tietojen perusteella. Kohteen tietojen tarkentuessa laskelmat tarkennetaan. (Lindholm 2009)

Määrälaskenta on ajallisesti pisin vaihe kustannusarvion laadinnassa. Se voi viedä jopa 70 % kustannusarvion laatimiseen tarvittavasta ajasta. (Eramo et al. 1978) Määrälaskenta tehdään määrälaskentaohjeen mukaisesti. Nimikkeistöjärjestelmään perustuva määrälaskentaohje sisältää ohjeita määrien erittelyyn. Määrien mittausta myös tapahtuu ohjeen mukaisesti. Hukka ei sisälly mitattaviin määriin. Esimerkiksi maankaivutöiden määriin ei

sisällytetä kaivuryöstöjä tai sortumia. Hinnoittelija ottaa huomioon hukan erikseen jokaisen nimikkeen kohdalla. Määrät mitataan suunnitelma-asiakirjojen ja urakkaohjelman mukaan. (Talo-80 -ryhmä 1982) Määrälaskentaohje asettaa myös tarkkuusvaatimuksia määrien laskennalle. Määrälaskennan tarkkuus kuitenkin riippuu enemmän suunnitelma-asiakirjojen tasosta ja valmiudesta kuin mittausohjeesta. (Enkovaara et al. 2006)

Määrälaskennan tuloksena syntyy määräluettelo. Samasta kohteesta voidaan tehdä monta määräluetteloa jakamalla kohde osakohteisiin. Osakohde voi olla esimerkiksi kerrostalon yksi porras. Määräluettelo sisältää nimikekuvaukset, määrät sekä yksiköt määrille. Kuvauksessa voidaan viitata esimerkiksi piirustukseen tai rakennusselostukseen. Määrä ilmoittaa nimikkeen paljouden. Yksiköt kertovat mitä on mitattu. (Vuorela et al. 2001) Epäselvyydet ja oletukset ilmoitetaan aina määräluettelossa tai määrälaskentamuistiossa (Enkovaara et al. 2006).

Määrälaskenta etenee kuvan 5 mukaisesti. Ensimmäisenä etsitään tarvittavia tietoja asiakirjoista. Eri asiakirjojen tietoja yhdistämällä saadaan hahmottumaan rakennuksen ulottuvuudet ja rakenteiden sisältö. Tiedot eritellään ja kuvataan kustannuslaskentamenetelmän ohjeiden mukaan, jotta hinnoittelu onnistuisi. Määränimikkeet on kuvattava siten, että kunkin määränimikkeen sisältö on yksiselitteinen määrärivin tulkintaa ajatellen. Määrät lasketaan asiakirjoista. Jos asiakirjat ovat puutteelliset, määrä arvioidaan ja arviointiperusteet kirjataan muistiin. (Enkovaara et al. 2006)



Kuva 5. Määrälaskennan osa-alueet (Enkovaara et al. 2006)

Kustannusarvio hinnoitellaan päivän hintaan. Sillä tarkoitetaan kustannustasoa, jossa oletetaan, että työt suoritetaan tai niistä tehdään sopimukset hinnoittelukuukauden aikana.

Myös hankinta- ja aliurakkasopimukset oletetaan tehtäväksi kyseisenä kuukautena. (Enkovaara et al. 2006)

Hinnoittelussa nimikkeen yksikkökustannukset eritellään työhön ja hankintoihin panoslajien avulla. Panoslajit on esitetty tarkemmin luvussa 2.3.3 Panospohjainen hinnoittelu. Tiedot eri panoslajien hinnoittelua varten voidaan hakea yrityksen tiedostoista, toimittajapalvelun hinnastosta, yleisistä tiedostoista tai viitekohdetiedoista. Esimerkiksi työmenekkilähteenä voidaan käyttää yritys kohtaisten tiedostojen ja jälkilaskentatiedostojen lisäksi Ratu-kortistoa ja Ratu-käsikirjoja. Tarvikkeiden hintalähteinä voivat olla erilaiset hinnastot, kuten tehdashinnastot, kaupan hinnastot sekä kyselyt toimittajalta. Aliurakkakustannusten osalta hinnoittelulähteinä voidaan käyttää yrityksen sisäistä tarjous-, sopimus- ja laskutusaineistoa sekä ennakkotarjouksia ja –arvioita. (Enkovaara et al. 2006)

Lopuksi kustannusarviolaskennassa tarkistetaan aikaansaatu laskelma. On tarkistettava muun muassa määrälaskennan peittävyys ja tulkinnat nimikkeistön avulla. Merkityksellään tärkeimpien kustannuserien määrälaskentaan ja hinnoittelun tarkastukseen myös kiinnitetään huomiota. Lisäksi tehdään pääryhmä- ja panoskohtaisten jakaumien vertailua. Toisin sanoen prosenttiosuuksia ja tunnuslukuja vertaillaan aikaisempiin hankkeisiin sekä arvioidaan tehdyn vertailun perusteella, ovatko ne oikein. (Enkovaara et al. 2006)

Lisäämällä hankekustannuksiin hankekateen ja riskivaraukset saadaan tarjous. Omaperustaisissa kohteissa ”tarjoushinta” määritetään samalla tavalla kuten urakkakohteissa, mutta hankekateen määrittämiseen liittyvä kilpailutilanne puuttuu. Hankekate sisältää yrityksen hallinnon kustannukset, työmaalle kohdistamattomat apuosastojen kustannukset, voiton, verot ja arvonlisäveron. Tarjouslaskennassa riskivarauksella varaudutaan hankkeen riskeihin, jotka on löydetty riskianalyysin avulla. (Enkovaara et al. 2006)

2.2.5 Jälkilaskenta

Jälkilaskentatietojen avulla voidaan tarkastella hankkeen ja sen osien taloudellista onnistumista (Lindholm 2009). Hyvin toteutettu jälkilaskenta tehostaa kustannuslaskentaa. Toteutuneen kustannustiedon perusteella tietokantoja päivitetään vastaamaan paremmin yrityksen tuotantokykyä. Näin tarjoustoiminnan tarkentuessa yrityksellä on paremmat mahdollisuudet saada kannattavia hankkeita. (Enkovaara et al. 2006)

Kustannuslaskennan tarkkuuden valvomisen lisäksi jälkilaskennan tavoitteena on lopullisen tuloksen selvittäminen ja tietoaineiston talletus yrityksen tulevien projektien käytettäväksi (Vuorela et al. 2001). Jälkilaskenta toteutetaan tuottamalla jälkilaskentatietoja tarkkailunimikkeistä ja pääryhmistä, järjestämällä jälkilaskentapalavereja ja kokoamalla tiedot hankkeen viitekohdekansioon (Enkovaara et al. 2006; Lindholm 2009).

Kohteiden kustannusten toteutumatietoja tulee kerätä samoin perustein, jotta myöhemmin tietoja voidaan käsitellä tilastollisin menetelmin. Tietoja voidaan kerätä tietyistä nimikkeistä, työ- ja hankintatehtävistä tai litteroittain. Tarkkailunimike muodostetaan työlle, jonka kustannustietoja halutaan kerätä. Aina kun tarkkailunimikkeen mukainen työ valmistuu, kirjataan työn toteutuneet kustannukset ylös. (Enkovaara et al. 2006; Lindholm 2009) Kohdeyrityksessä työmaalta pyydetään tietoja muun muassa elementtien, talotekniikan, betonointien, laudoitusten ja raudoitusten toteutuneista hinnoista.

Jälkilaskentapalaverissa tuotantohenkilöstö ja kustannuslaskijat käyvät läpi tarkkailunimikkeittäin ja litteroittain hankkeen kustannusten tavoitteet ja toteumat. Nimikkeet, joiden toteutuneet kulut selvästi poikkeavat tavoitteesta, käsitellään tarkemmin. Työmaan henkilöt esittävät näkökulmansa, mistä ero voi johtua. Jos työmaan esittämä toteutukseen liittyvä ongelma toistuu useilla työmailla, yritetään korjata asia kehittämällä tuotantotapoja. Mikäli se ei onnistu, lisätään ongelmaan liittyvät kustannukset kustannuslaskennan tietokantoihin. Lisäksi palaverin yhteydessä analysoidaan hankkeen lopullinen tulos, joka kertoo hankkeen onnistumiset ja epäonnistumiset. Tämän myötä, osataan jatkossa kiinnittää huomiota ongelma-alueisiin jo tarjotessa. (Enkovaara et al. 2006; Lindholm 2009) Kohdeyrityksessä on tapana pitää kaksi jälkilaskentapalaveria kullakin työmaalla. Ensimmäinen pidetään, kun runko on valmis ja muut työmaan alun suuret hankinnat on tehty. Toinen jälkilaskentapalaveri pidetään kohteen luovutuksen jälkeen. (Marjasalo & Linna-
maa 2017)

Lopuksi jälkilaskennan tiedot sijoitetaan viitekohdekansioon. Jokaisesta yrityksen toteutuneesta kohteesta tehdään viitekohdekansio. Jos hanke on sujunut hyvin, voidaan se valita mallihankkeeksi. Mallikohteen tietoa voidaan hyödyntää uusia samankaltaisia hankkeita laskettaessa. (Enkovaara et al. 2006; Lindholm 2009)

2.3 Kustannuslaskennan tietokannat

2.3.1 Tietokantojen tarkoitus ja käyttö laskennassa

Kustannuslaskennan kustannusten määrittämiseksi tarvitaan tietoja, paljonko menee työaika jonkun työn tekemiseen, paljonko kuluu materiaalia kyseisen työn valmistamiseen sekä paljonko työ ja materiaalit maksavat. Käytännössä kustannukset muodostuvat määristä ja hinnoista. Tietoja yksikköhinnoista ja menekeistä voidaan hankkia joka kerta, kun niitä tarvitaan tai voidaan käyttää niin sanottuja tiedostoja. Niitä on sekä yleisiä että yrityskohtaisia. Esimerkkinä yleisistä tiedostoista voi olla Ratu-kortisto. Ratusta löytyy muun muassa tietoja rakennustöiden menekeistä. Yleiset tiedostot ovat usein yhden yrityksen käyttöön liian yleisiä. (Talo 90 -ryhmä 1994) Tällöin yleisiä tiedostoja käyttäen yritys ei välttämättä saa laskettua todellisia kustannuksia (Enkovaara et al. 2006).

Kohde koostuu tiloista ja järjestelmistä, joita voidaan jakaa rakennusosarakenteisiin. Rakennusosarakenteet puolestaan muodostuvat panosrakenteista, joihin sisältyy rakennusosan valmistamiseen tarvittavat tarvikkeet ja työvaiheet. Tietokannat muodostuvat panosrakenteista. Kohdetta laskettaessa yrityksen tietokannan rakenteet kopioidaan hanke-tiedostoihin ja muokataan hankkeen suunnitteluratkaisujen mukaisiksi. (Talo 90 -ryhmä 1994)

2.3.2 Tietokantojen sisältö

Tietokannat sisältävät suoritteita, jotka muodostuvat:

1. Menetelmätiedosta, josta selviää millä panoksilla suorite tuotetaan
2. Menekkitiedosta, joka kertoo paljonko kutakin panosta tarvitaan suoriteyksikön tuottamiseen
3. Hintatiedosta, josta nähdään mikä on kunkin panoksen päivän arvolisäveroton hinta. (Enkovaara et al. 2006)

Kun luodaan uusi suorite, ensimmäisenä määritetään mistä panoksista se koostuu. Seuraavaksi määritetään, paljonko kutakin panosta tarvitaan suoriteyksikköä kohden eli panosten menekki. Tämän jälkeen panokset hinnoitellaan. (Enkovaara et al. 2006) Suoritteen kustannus on panosten hintojen summa, joissa on otettu huomioon panosten menekki ja hukka.

Taulukossa 3 on esitetty esimerkki kohdeyrityksen LP1 rakennekirjastosta löytyvästä suoritteen Verkkoraudoitus B500K maanvarainen laatta (kg) sisältämistä panoksista, panosten menekeistä, hukasta ja hinnasta. Taulukon viimeisessä sarakkeessa on esitetty, miten lasketaan panosten ja lopuksi suoritteen yksikkökustannus. Jokaisen panoksen yksikkökustannus lasketaan kertomalla keskenään hinta ja hukan sisältävä menekki. Suoritteen yksikkökustannus saadaan laskemalla yhteen panosten yksikkökustannukset.

Taulukko 3. Suoritteiden yksikkökustannuksen selvittäminen panosten tietojen perusteella

		Me- nekki	Hukka (%)	Hinta (€)	€/yks
SUO- RITE	Verkko- raudoitus B500K maanva- rainen laatta (kg)				$0,80+0,02+0,73=1,55$
Panos 1 (KL1)	Raudoit- taja (tth)	0,030	30	20,500	$20,5*0,030*(1+0,3)=0,80$
Panos 2 (KL2)	Teräs- rahti (kg)	1,000	16	0,019	$0,019*1,000*(1+0,16)=0,02$
Panos 3 (KL2)	Verkko 6-150 B500K (kg)	1,000	16	0,630	$0,630*1,000*(1+0,16)=0,73$

Suoritteiden yksikkökustannukset voidaan laskea käsin tai laskentaohjelman avulla (Enkovaara et al. 2006). Kohdeyrityksessä käytetään kustannuslaskentaohjelmaa.

Tietokantojen perusajatuksena on, että suoritteiden yksikkökustannus määräytyy panosten perusteella, rakennusosan yksikkökustannus suoritteiden perusteella ja tuoteosien yksikkökustannus rakennusosien (tai suoritteiden) perusteella. Kustannuslaskentaohjelmaan pystyy luomaan uusia suoritteita yksikkökustannuksineen ja ylläpitämään vanhoja. Ennen kuin luotuja uusia tietokannan suoritteita voidaan käyttää, on tarkistettava, onko kaikki tarvittavat panokset suoritteessa mukana ja kuvaako yksikkökustannus todellisia kustannuksia. (Enkovaara et al. 2006)

2.3.3 Panospohjaisen hinnoittelun periaatteet

Työmaalla rakennustyön ja hankintojen kustannukset muodostuvat eri tavoin. Nimikkeistöt jakavat kustannukset lajeittain syntyvän mukaan. (Talo-80 -ryhmä 1984) Talo-90 nimikkeistössä puhutaan panoslajeista, joita ovat:

- Panoslaji 1: Työpanokset

- Panoslaji 2: Tarvikepanokset
- Panoslaji 3: Aliurakkapanokset
- Panoslaji 4: Kalustopanokset. (Talo 90 -ryhmä 1994)

Kohdeyrityksessä käytetään Talo-80 mukaista kustannusten lajittelua. Talo-80 mukaiset kustannuslajit ovat:

- Kustannuslaji 1: Työkustannus
- Kustannuslaji 2: Ainekustannus
- Kustannuslaji 3: Alihankintakustannus
- Kustannuslaji 4: Omapalvelukustannus
- Kustannuslaji 5: Muut kustannukset. (Talo-80 -ryhmä 1984)

Työkustannus ja työpanos käsittävät samaa asiaa. Työkustannuksiin luetaan työsuhteessa oleville työmaan työntekijöille maksettavat palkat, palkkiot, palkan lisät sekä välilliset korvaukset, joita ovat sosiaalikulut. (Talo-80 -ryhmä 1984; Talo 90 -ryhmä 1994) Kustannuslaskennassa käytetään työmenekkinä työnvaiheikaa T4, johon sisältyy sekä alle tunnin kestävät keskeytykset että suurhäiriöt. Työmenekin ajankäyttökäsitteet ovat esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Työmenekin ajankäyttökäsitteet (lähde: (Kivistö 2016))

Perusaika T1	Menetelmän lisä-aika TL1	Työvuoron lisä-aika TL2	Työvaiheen lisä-aika TL3
Menetelmäaika T2 <ul style="list-style-type: none"> • menetelmien kehittäminen 		<ul style="list-style-type: none"> • alle tunnin keskeytykset • TES:n mukaiset tauot 	<ul style="list-style-type: none"> • suurhäiriöt eli yli tunnin keskeytykset • odotustyöt
Työvuoroaika T3 <ul style="list-style-type: none"> • käytetään työnsuunnittelussa 			
Työnvaiheika T4 <ul style="list-style-type: none"> • käytetään kustannuslaskennassa 			

Tarvikepanoksiin sisältyy rakennukseen pysyvästi kiinnitettävät rakennustarvikkeet ja sellaiset aputarvikkeet, jotka kuluvat loppuun toteutuksen aikana. (Talo 90 -ryhmä 1994) Myös ainekustannus käsittää rakennusaineita ja –tarvikkeita (Talo-80 -ryhmä 1984). Pysyvästi rakennukseen kiinnitettävien tarvikkeiden menekit on tunnettava. Sellaisia ovat

esimerkiksi betoni, tiilet, betoniteräksiset. Aputarvike on esimerkiksi muottipuutavara. Sen menekkien lisäksi on tunnettava, montako kertaa sitä voi käyttää tuotannossa. (Kivistö 2016) Tarvikemenekkiin liittyvät menekkikäsitteet ovat esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Tarvikemenekin käsitteet (lähde: (Kivistö 2016))

Teoreettinen menekki M2	Menetelmällisiä ML2	Työvaihelisiä ML3	Työmaalisia ML4
Menetelmämenekki M3		<ul style="list-style-type: none"> • sopimattomat valmistuskoot • vaihteleva laatu • liikakäyttö 	<ul style="list-style-type: none"> • virheiden korjaus • palauttamatta jäävä liikatilaus/-toimitus • pilaantuminen • vahingot • hävikki
<ul style="list-style-type: none"> • menetelmien kehittäminen 			
Työvaihemenekki M4			
<ul style="list-style-type: none"> • käytetään kustannuslaskennassa 			
Työmaamenekki M5			
<ul style="list-style-type: none"> • jälkilaskenta 			

Kustannuslaskennassa tarvikemenekin laskemisessa käytetään työvaihemenekkiä M4, joka saadaan lisäämällä teoreettiseen menekkiin M2 menetelmällisen ML2 ja työvaihelisen ML3 (Kivistö 2016). Taulukon 3 esimerkissä raudoittaja panos on työpanos/työkustannus ja kuuluu ensimmäiseen panoslajiin/kustannuslajiin, rahti ja teräs panokset ovat tarvikepanoksia/ainekustannuksia ja kuuluvat toiseen panoslajiin/kustannuslajiin. Rahdin ja teräksen hukka on menetelmällisen ML2 ja työvaihelisen ML3 summa.

Aliurakkapanos tarkoittaa ulkopuolisen yrityksen tekemää työsuoritusta, kuten asennus- ja rakennustyötä työmaalla. Työsuoritukseen voi liittyä myös tarvikkeet ja kalusto. (Talo 90 -ryhmä 1994; Kivistö 2016) Talo-80 nimikkeistön alihankintakustannuksiin luetaan aliurakkakustannusten lisäksi konevuokrat kuljettajineen, kun taas Talo-90 nimikkeistössä koneiden ja laitteiden käytöstä syntyvät kustannukset luetaan kalustopanoksiin (Talo-80 -ryhmä 1984; Talo 90 -ryhmä 1994). Talo-90:ssa esimerkiksi torninosturin kuljettajaa käsitellään myös kalustopanoksena. Kalusto voidaan ostaa työmaan omaksi tai vuokrata joko omasta kalustokeskuksesta (sisäinen vuokra) tai yrityksen ulkopuolelta (ulkoinen vuokra). (Kivistö 2016)

Koneiden käyttöä mitataan kapasiteetilla, joka kertoo kuinka paljon suoriteyksikköjä koneella saadaan tehtyä aikayksikössä (Enkovaara et al. 2006). Kustannuslaskennassa käytetään työvaihekapasiteettia. Kapasiteettiin liittyvät käsitteet ovat esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Koneiden kapasiteettiin liittyviä käsitteitä lähde:(Enkovaara et al. 2006)

Peruskapasiteetti K1			
<ul style="list-style-type: none"> • Menetelmien kehittäminen 			
Menetelmäkapasiteetti $K2=a1*K1$			K1-K2
<ul style="list-style-type: none"> • Koneiden ja työmenetelmien vertailu 			
Käyttökapasiteetti $K3=a2*K2$		K2-K3	<ul style="list-style-type: none"> • alle tunnin mittaiset keskeytykset
<ul style="list-style-type: none"> • Tuotannosuunnittelu 			
Työvaihekapasiteetti $K4=a3*K3$	K3-K4		
<ul style="list-style-type: none"> • Kustannuslaskenta 	<ul style="list-style-type: none"> • yli tunnin mittaiset keskeytykset 		

Omapalvelukustannukset ovat yrityksen sisäiset maksut, joita kutsutaan esimerkiksi sisäiseksi vuokraksi (Talo-80 -ryhmä 1984). Kohdeyrityksessä omapalvelukustannuksiin kuuluvat omat palvelut, kuten IT-veloitukset ja kaluston vuokrat (Ylisaukko-Oja 2017).

Kustannuslaji 5 käsittää sellaisia kustannuksia, jotka eivät ole työ-, aine-, alihankinta- tai omapalvelukustannuksia. Tällaiset ovat rakennuttajan kustannukset, kuten kuukausipalkat, asiantuntijapalvelut, yhtiökulut ja markkinointikulut sekä työmaan sopimusperusteiset erityiskulut kuten työmaan vakuutukset, sakot, vahingonkorvaukset ja rakennusalueen vuokrat. (Talo-80 -ryhmä 1984) Kohdeyrityksessä kustannuslaji 5 kustannuksia ovat esimerkiksi oman käytön arvonlisävero ja työntekijöiden korvauksia. (Ylisaukko-Oja 2017)

2.3.4 Tiedon jäsentely

Rakennusalan kustannuslaskennassa hankkeen tietojen jäsentelyyn käytetään standardia eli nimikkeistöä. Tällä hetkellä talonrakentamisessa on käytössä kolme nimikkeistöä: Talo-80, Talo-90 ja Talo-2000 sekä yrityskohtaiset nimikkeistöt. (Lindholm 2009) Kohdeyrityksessä käytetään hyväksi todettua Talo-80 –nimikkeistöä pienillä muutoksilla. Määräluettelon koodit määräytyvät nimikkeistön mukaan (Lindholm 2009). Taulukon 7 määräluettelossa selitteet ovat numeroitu eri nimikkeistöjen tavoilla.

Taulukko 7. Tietojen jäsentely eri nimikkeistöillä, lähde: (Kivistö 2016)

TALO-80		TALO-90		TALO-2000		SELITE
RO	SUO	RO	TL	RO	TUO	
21	11	F11	21	1211	41	paaluanturan muot- tityö
21	18	F11	21	1211	41	muottien purku ja puhdistus
21	21	F11	22	1211	41	anturan raudoitus A500HW
21	22	F11	23	1211	41	anturan betonointi C30/37, XC2

Talo-80 nimikkeistön (Talo-80 -ryhmä 1984) mukaisessa litterassa, ensimmäinen numero määräytyy pääryhmän mukaan. Pääryhmät ovat seuraavat:

- 1 Maa- ja pohjarakennus
- 2 Perustukset, VSS ja ulkopuoliset rakenteet
- 3 Runko- ja vesikattorakenteet
- 4 Täydentävät rakenteet
- 5 Pintarakenteet
- 6 Kalusteet, varusteet ja laitteet
- 7 Konetekniset työt
- 8 Työmaan käyttökustannukset
- 9 Työmaan yhteiskustannukset

Nimikkeistön pääryhmien lisäksi kohdeyrityksessä käytetään kahta lisäpääryhmää:

- 00 Taloushallinnon tuotto- ja erityislitterat
- 0 Rakennuttajakustannukset sekä lisä- ja muutostyöt

Pääryhmien 2-5 rakenteita tarkennetaan suoritusryhmien avulla. Niitäkin ryhmiä on nimikkeistössä yhdeksän kappaletta:

- 1 Muottityö
- 2 Raudoitus- ja betonointityö
- 3 Metall- ja peltityö
- 4 Muuraus, rappaus ja laatoitus
- 5 Elementtityö
- 6 Puu- ja levytyö
- 7 Lämpö- ja ääneneristys
- 8 Veden- ja kosteudeneristys
- 9 Muut työt

Rakentamisosan (RO) ja suorituksen (SO) yhdistelmä muodostaa suoritteen (Talo-80 -ryhmä 1984). Taulukossa 7 on esitetty muutama esimerkki koodeista, jotka koostuvat rakentamisosan ja suorituksen yhdistelmästä.

2.3.5 Tietokantojen ylläpito

Tietokantoja on ylläpidettävä ja valvottava, jotta kustannuslaskennasta saatavalla kustannuslaskelmalla voidaan saada luotettavaa tietoa. Tietokannat ovat kunnossa, kun niiden avulla pystytään tuottamaan kustannuslaskelman, joka on riittävän lähellä hankkeen toteutuvia kustannuksia. Tämän myötä yritys saisi optimaalisen määrän hankkeita tarjotuista urakoista sekä mahdollisimman hyvän voiton hankkeista. (Enkovaara et al. 2006)

Tietokantoja on syytä päivittää, kun kohteen toteutuneet kustannukset selvästi eroavat kustannuslaskennasta saadusta kustannusarvion arvoista. Tietokannoista silloin tarkistetaan, miltä osin ne on korjattava. Syynä virheisiin voivat olla virheelliset panosrakenteet, menekkitiedot tai panoshinnat. Virheet on korjattava, kun niitä huomataan. Panosrakente on muutettava vastaamaan yrityksen tuotantomenetelmiä. Keskimääräiset menekkitiedot voidaan hakea Ratu-kortistosta. Yrityskohtaiset menekkitiedot selvitetään erilaisin tiedonkeruumenetelmin, esimerkiksi kirjausmenetelmällä, kyselyillä ja työmittausmenetelmällä. Panoshinnat on päivitettävä niiden muuttuessa. Hintatietoja voidaan hakea erilaisista hinnastoista, yritysten tekemistä hankintasopimuksista. Tietokannan tiedostojen peittävyudessa olevat puutteet voidaan selvittää tuotantolaskennasta tai jälkilaskennasta. (Enkovaara et al. 2006)

Jos tuotantomenetelmät muuttuvat, on muodostettava uuden tuotantomenetelmän mukaisen panosrakenteen tietokantoihin. Uusien tuotantomenetelmien käyttö varmistaa yrityksen mahdollisuudet saada uusia hankkeita kilpailukykyiseen ja kannattavaan hintaan. (Enkovaara et al. 2006)

Kun tietokantojen avulla muodostettu kustannusarvio vastaa toteutuvia kuluja ja kuitenkin tarjouslaskenta ei onnistu saamaan uusia urakoita, niin yrityksen tuotantokykyä on parannettavaa. Ratkaisuna voidaan ottaa käyttöön uusia menetelmiä tai kehittää vanhoja menetelmiä sekä korjata tietokantoja vastaaman parantunutta tuotantokykyä. (Enkovaara et al. 2006)

2.4 Kustannuslaskennan virheet ja niiden ehkäisy

Kustannuslaskelma muodostuu lähes kokonaan epätarkoista luvuista. Esimerkiksi käytetty mittaustarkeus ja lähtöolettamukset voivat olla syynä epätarkoille luvuille. Virheet voivat johtua puuttuvista kustannuseristä, virheellisistä määristä, tuotesuunnitelmien tulkintavirheistä, puutteellisista suunnitelmista sekä virheellisistä yksikkökustannuksista. (Enkovaara et al. 2006)

Kustannusarvion sisältämät laskentavirheet ja riskit, joita ei osattu hinnoitella, voivat aiheuttaa liian alhaisen kustannustavoitteen muodostumisen. Tällöin suunnitteluvaiheessa ei löydetä kustannustavoitteen mukaista suunnitteluratkaisua ja hanke tulee tavoitetta kalliimmaksi. (Lindholm 2009)

Kustannusarvion tekeminen on ennakointia, johon liittyy aina virhemahdollisuuksia. On olemassa virheitä, jotka eivät riipu määrä- ja kustannuslaskijasta. Sellaisia ovat erityisesti suunnitelmien puutteellisuudesta ja ulkoisten olosuhteiden muutoksista johtuvat virheet. (Enkovaara et al. 2006) Esimerkiksi laskija saattaa olettaa kovapakkastalven seuraavaa talvea leudoksi vaikka se voi kuitenkin osoittautua kylmemmäksi kuin edellistalvi, jolloin pakkaspäiviä tulee oletettua enemmän ja työtä joudutaankin keskeyttämään moneksi päiväksi, mikä ei ollut huomioitu kustannusarviossa.

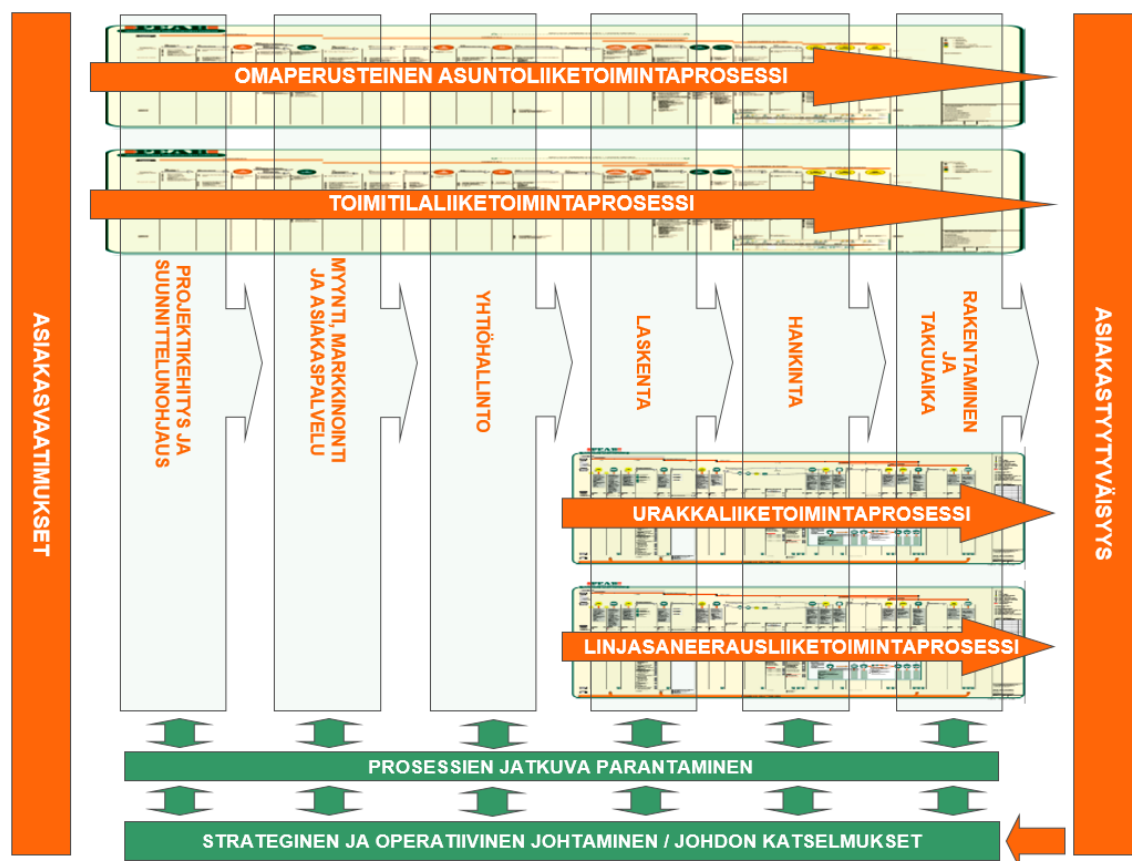
Virheitä voidaan pyrkiä vähentämään käyttämällä tarkempaa laskentamenetelmää. Kustannustavoitteen tarkistaminen on myös tärkeää. Lisäämällä kustannuslaskentaan käytettyä työmäärä, saadaan vähennettyä määrä- ja hinnoitteluvirheiden mahdollisuutta. (Enkovaara et al. 2006) Riskeihin voidaan varautua lisäämällä kustannusarvioon varauksia tarjouslaskennassa. Riskivaraukset voivat koskea esimerkiksi mahdollisia suunnitelma- ja hintamuutoksia. (Enkovaara et al. 2006; Lindholm 2009)

3. KUSTANNUSLASKENNAN NYKYTILA KOHDEYRITYKSESSÄ

Luku 3 käsittelee laskennan tarkoitusta kohdeyrityksen liiketoiminnassa, sekä tällä hetkellä kohdeyrityksessä käytössä olevaa kustannuslaskentaohjelmaa ja kohdeyrityksen omaa rakennekirjastoa.

3.1 Laskenta kohdeyrityksen liiketoiminnassa

Kohdeyrityksessä liiketoiminta jakautuu neljään osaan: omaperusteinen asuntotuotanto (LP1), urakkaliiketoiminta (LP2), toimitilaliiketoiminta (LP3) ja linjasaneerausliiketoiminta (LP4). Tämä tutkimus on rajattu käsittelemään vain omaperustaisia asunto- ja toimitilakohteita eli kohdeyrityksen liiketoimintaprosessia 1 ja 3. Näissä hankkeissa kohdeyritys on sekä tilaaja että urakoitsija.



Kuva 6. Kohdeyrityksen prosessikartta

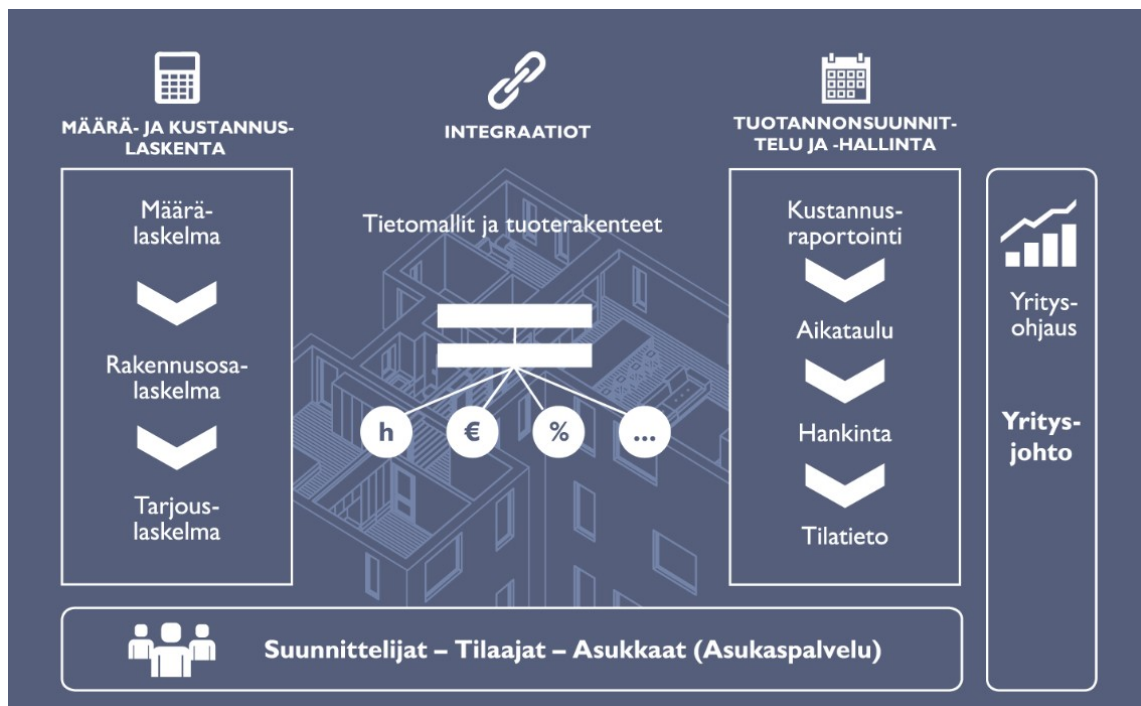
Kuvan 6 prosessikartassa on esitetty kohdeyrityksen liiketoimintaprosessit. Omaperustaisen liiketoimintaprosessien tukitoiminnot ovat seuraavat:

- projektikehitys ja suunnittelunohjaus
- myynti, markkinointi ja asiakaspalvelu
- yhtiöhallinto
- laskenta
- hankinta
- rakentaminen ja takuu aika

Tässä tutkimuksessa käsitellään kohdeyrityksen liiketoimintaprosesseja LP1 ja LP3 laskennan näkökulmasta. Laskenta on yksi tukitoiminnoista kohdeyrityksessä. Laskennalla on kaksi päätavoitetta. Ensimmäinen laskennan tavoite on määrittää laskettavan kohteen omakustannushinta halutulla erittelyllä ja yksikön tuotantokykyä vastaavasti niin, että se palvelee myös työmaan tuotannosuunnittelua ja toteutukseen liittyviä toimintoja. Toinen tavoite on myös määrittää tarjoushinta, jossa on otettu huomioon riskit, mahdollisuudet, kiinteät kustannukset ja yrityksen voittotavoite.

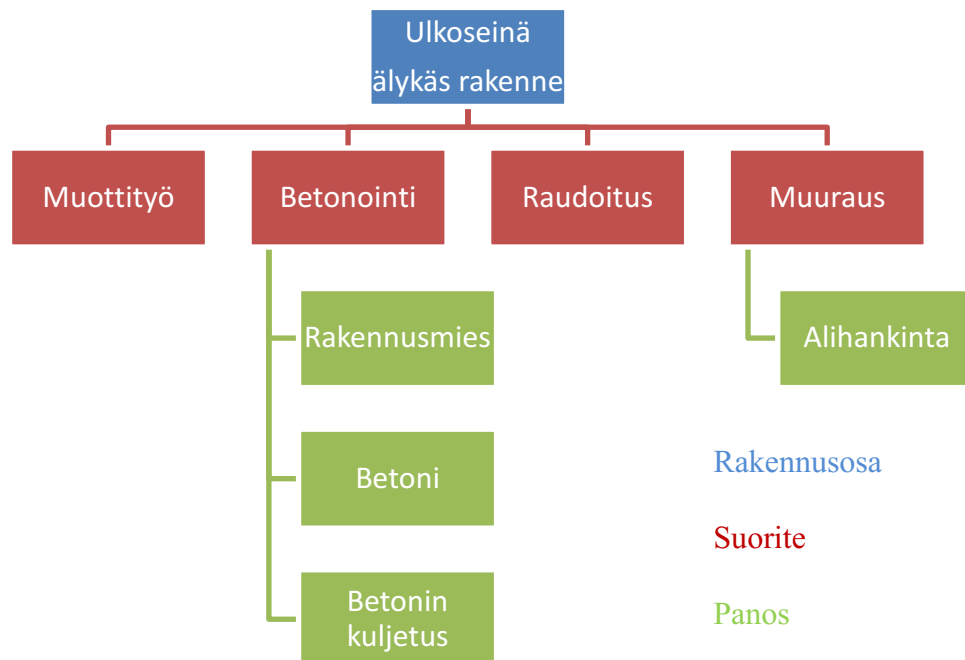
3.2 Käytettävä kustannuslaskentaohjelma

Kohdeyrityksessä käytetään määrä- ja kustannuslaskentaan Tocoman Kustannuslaskenta ohjelmaa. Aiemmin yrityksellä oli käytössä suppeampi versio kustannuslaskentaohjelmasta, joka oli nimeltään Tocoman kustannustieto. Tuotemerkki tarjoaa muitakin ohjelmistoja. Kuvassa 7 on esitetty Tocoman ratkaisun moduulit. Kohdeyrityksellä on myös kyseisen tuotemerkin aikatauluohjelma.



Kuva 7 Tocoman ratkaisun moduulit (Tocoman ratkaisu)

Tocoman Kustannuslaskenta on Suomen markkinoilla yksi merkittävimmistä kustannuslaskennan työkaluista, mikä mahdollistaa ohjelmiston kehittymisen ylläpidon lisäksi. Ohjelman tarkoituksena on tehostaa tarjousvaiheen määrä- ja kustannuslaskentaa. Ohjelmassa on helppoa hyödyntää aiempia laskentakohteita, sillä tiedot ovat yhdessä paikassa. Tämä mahdollistaa myös sitä, että yhtä hanketta voi laskea useampi laskija samanaikaisesti. Tuotemerkin ohjelmat niin sanotusti keskustelevat keskenään mikä tarkoittaa, että tieto on helposti siirrettävissä esimerkiksi kustannuslaskentaohjelmasta aikatauluohjelmaan. Kohdeyrityksessä käytettävä kustannuslaskentaohjelma tarjoaa omat yli 2000 rakennusosan rakennekirjastot, jossa rakennusosat on jaettu suoritteisiin ja panoksiin. Kirjastojen rakenteiden hintoja päivitetään vuosittain. (Tocoman ratkaisu) Kyseisten rakennekirjastojen taustalla on määrä- ja kustannusasiantuntijat ja yli 400 laskettua hanketta per vuosi (Taiponen 2014). Kuvassa 8 on esitetty idea älykkäästä tietorakenteesta.



Kuva 8 Tocoman kustannuslaskennan älykäs rakenne. Rakennusosa on jaettu suorite- ja panostasoille. (Taiponen 2014)

Ohjelmaan voidaan tuoda Suomessa yleisesti käytössä olevia määräluettelon siirtomuotoja. Tämä mahdollistaa määrien ostoa toiselta yritykseltä ja niiden hinnoittelua kustannuslaskentaohjelmassa (Tocoman ratkaisu). Tällä hetkellä käytössä oleva kustannuslaskentaohjelma täyttää kohdeyrityksen tarpeet.

3.3 Rakennekirjasto

Hankkeen kustannuslaskentaa varten tarvitaan tietoja yksikkökustannuksista, hinnoista sekä työ- ja tarvikemenekeistä. Jotta tietoja ei tarvitse hankkia jokaisen laskentakerran vuoksi, laskennassa voidaan käyttää rakennekirjastoja tai toteutuneiden hankkeiden tietoja. (Talo 90 -ryhmä 1994)

Talo-90 nimikkeistössä (1994) rakennekirjastoja kutsutaan standardi nimellä. Standardit sisältävät toistuvien toimenpiteiden määrä- ja hintatavoitteita, jotka ovat voimassa, kunnes tulee tarve muokkaukselle esimerkiksi rakentamistavan tai hintamuutoksen takia (Talo 90 -ryhmä 1994).

On olemassa yleisiä ja yrityskohtaisia rakennekirjastoja. Esimerkiksi kohdeyrityksessä käytettävä kustannuslaskennan ohjelma tarjoaa omia rakennekirjastoja. Lisäksi yritykset voivat käyttää omia yrityskohtaisia rakennekirjastoja sekä vanhojen jo laskettujen hankkeiden tietoja. Muodoltaan rakennekirjasto ja toteutuneiden hankkeiden hinnoiteltuja määräluetteloita ovat samoja, mutta rakennekirjastoista puuttuu määrätieto (Talo 90 -ryhmä 1994).

Kohdeyrityksellä on omaan käyttöön räätälöityjä rakennekirjastoja omaperustaisten asunto- ja toimitilakohteiden laskentaa varten. Rakennekirjasto on hinnoitelluista rakennetyypeistä koostuva luettelo, jossa rivit sisältävät suoritteisiin ja panoksiin paloitetuja rakenteita. Hanketta luodessa kohdeyrityksen käytettävässä kustannuslaskentaohjelmassa standardiksi voidaan valita niin monta vanhaa hanketta tai rakennekirjastoa kuin haluaa. Standardien tiedot järjestäytyvät litteranumeron mukaan. Kohdeyrityksessä litteranumero määräytyy Talo-80 nimikkeistön mukaan. Samantyyppiset rakenteet ovat standardiksi valittujen hankkeiden yhdistetyssä luettelossa lähellä toisiaan. Tämä tekee tarvittavan rivin etsimisestä standardiluettelosta melko helppoa.

Rakennekirjastojen kehittämisprojekti käynnistettiin vuonna 2016. Tavoitteena oli omien asunto- ja neuvottelukohteiden yleisemmin käytettyjen rakenteiden määrittäminen yhteistyössä suunnittelunohjauksen kanssa sekä rakennekirjaston kehittäminen/päivittäminen Tocomanin vanhan kirjaston pohjalta. Tavoitteen toteuttamisesta vastasi pienryhmä kohdeyrityksen laskijoita. (Tukiprosessin katselmus ja toimintasuunnitelma - Laskenta 20.04.2016, 2016) Kehittämisprojektin edetessä selvisi, että kohdeyrityksellä on vuonna 2009 tehty rakennekirjasto ja toimitilarakentamisen porukalla löytyy perusrakennetyyppejä sisältävä kattava rakennekirjasto, jota käytetään toimistosuunnittelussa. Niiden kirjastojen pohjalta oli tavoitteena muodostaa käyttökelpoinen kirjasto hinnoittelun alkuvaiheeseen. (Laskentaryhmä 12 10 2016 muistio, 2016)

Laskenta hyödynsi toimitilarakentamisen (LP3) kirjastot suoraan. Kun taas vuoden 2009 kirjaston rakenteista valittiin neljäsosa (242 kpl->61 kpl). Valitut rakenteet syötettiin ja hinnoiteltiin kustannuslaskentaohjelmaan. Rakennekirjaston sisältö on seuraava:

1. LP3-rakenteiden tilanne
 - Alapohjat 20 kpl
 - Välipohjat 9 kpl
 - Yläpohjat 7 kpl
 - Kellarin seinät 10 kpl
 - Ulkoseinät 5 kpl

- Väliseinät 11 kpl
 - YHTEENSÄ 62 kpl
2. LP1-rakenteiden tilanne
- Ulkoseinätyypit 14 kpl
 - Välipohjatyypit 8 kpl
 - Pintarakennetyypit 7 kpl
 - Yläpohjatyypit 10 kpl
 - Maanrakennustyypit 6 kpl
 - Väliseinätyypit 11 kpl
 - Alapohjatyypit 5 kpl
 - YHTEENSÄ 61 kpl. (LaHa-päivät-Rakennekirjasto-ryhmätyö 02-02-2017, 2017)

Kohdeyrityksen rakennekirjastot löytyvät kustannuslaskentaohjelman hankeluettelosta omina hankkeina Rakennetyypit/ LP1 ja Rakennetyypit/ LP3 nimillä. Kuvassa 9 on esitetty näkymä kustannuslaskentaohjelman hankeluettelosta. Rakennekirjastot sisältävät kohdeyrityksen valitsemia rakenteita, joita käytetään omissa kohteissa. Suoriterivit muodostuvat tiedoista panoksista sekä hintatiedoista panoksille. Kohdeyrityksen sisäisestä intrasta löytyy rakennekirjastojen sisältöä kuvaava rakennetyypikokoelma, jossa rakennetyypit on esitetty rakennepiirustuksina selosteineen.

Tunnus	Ver	Nimi	Perustamispäivä	PTP	Hanketyyppi	Rakennustyyppi	Hankeryhmä	Nimikeistö	Tarjouspäivä
001	1	Rakennetyypit / LP3	31.10.2016					Talo 80	31.10.2016
001	2	Rakennetyypit / LP1	9.3.2017					Talo 80	9.3.2017
007	1	Rakennetyypit / LP1	17.1.2013					Talo 80	

Kuva 9. Näkymä kohdeyrityksen kustannuslaskentaohjelman hankeluettelosta

Kohdeyrityksessä kaikki laskijat eivät käytä rakennekirjastoja, vaan osalla on tapana käyttää uuden hankkeen pohjana pelkästään omia vanhoja hankkeita. Siinä on hyvänä puolena se, että hinnoittelu on mahdollisesti helpompaa, sillä vanhan ja uuden hankkeen hinnat ovat samalta paikkakunnalta/alueelta. Näin ajatellen vanhojen hankkeiden suoriterivejä käytettäessä, voi luottaa enemmän hinta-arvioon. Kun taas rakennekirjastoja oli hinnoittelemassa monta laskijaa eri puolilta Suomea. Hinnat pääkaupunkiseudulla voi olla hyvinkin erilaiset kuin esimerkiksi Oulussa. Rakennekirjastojen suoritteille ehdottamia hintoja kannattaa mieltää suunta-antavina.

On myös otettava huomioon, että rakenteen sisältö saattaa muuttua sitä mukaa kun tulee uusia rakentamistapoja. Vanhojen hankkeiden rakennetyypit saattavat olla vanhentuneet. Rakennekirjastojen rakenteita pyritään pitämään ajan tasalla, joten samanlaista vaaraa rakennekirjastojen rakenteissa ei pitäisi ilmetä.

Omaperusteisen kohteen laskeminen voidaan aloittaa luomalla kustannuslaskentaohjelmaan tyhjä hanke. Standardeihin otetaan LP1 ja LP3 rakenteet sekä sopivat aiemmin lasketut hankkeet. Standardi-kohdan luettelosta nostetaan rivejä käyttöä varten, joita muokataan sopiviksi ja tarkistetaan hinnat. Lisäksi luodaan uusia rivejä, jos sellaisille on tarvetta.

4. HAASTATTELUTUTKIMUS

Luvussa 4 esitetään haastattelumenetelmää, jolla työn haastattelut suoritettiin. Lisäksi luvussa kerrotaan, ketä haastateltiin sekä haastattelukysymysten tavoitteita ja haastateltavien vastauksia.

4.1 Haastattelututkimusmenetelmä

Haastattelu on yksi tiedonkeruumuodoista. Haastattelumenetelmiä voidaan jakaa lomakehaastatteluun, puolistrukturoituun ja strukturoimattomaan haastatteluun. Puolistrukturoitua haastattelumenetelmää voidaan kutsua myös teemahaastatteluksi. Teemahaastattelua käytetään tilanteissa, joissa haastateltavat henkilöt ovat kokeneet tietyn tapahtuman. Aluksi tutkija selvittää tutkittavan ilmiön tärkeitä osia, prosesseja ja kokonaisuutta. Selvitetyt tiedon avulla tutkija tekee oletuksia siitä, mitä seurauksia ilmiö aiheutti tapahtuman kokeneille henkilöille. Kyseisen analyysin perusteella tutkija kokoaa haastattelurungon. Haastattelutilanteessa pyritään selvittämään haastateltavien henkilöiden henkilökohtaisia kokemuksia tutkittavaan asiaan liittyen, jonka tutkija on etukäteen analysoinut. (Hirsjärvi & Hurme 2008)

Teemahaastattelussa nimensä mukaan käsitellään tutkittavaa asiaa teemoittain. Haastattelussa ei siis esitetä haastateltavalle yksityiskohtaisia kysymyksiä vaan haastattelu etenee aihepiireittäin. Tällöin tutkijan näkökulma ei vaikuta juuri yhtään haastatteluvastauksiin. Haastattelussa käsiteltävät teemat ovat etukäteen päätetty. Kuitenkin teemahaastattelu on lähempänä keskustelumaista strukturoimatonta haastattelua kuin lomakehaastattelua. Teemahaastattelun tavoitteena saada tietoa, mitä henkilö oikeasti ajattelee tutkittavasta asiasta oman kokemuksensa perusteella. (Hirsjärvi & Hurme 2008)

Tässä tutkimuksessa käytetään teemahaastattelumenetelmää. Ensin tutustutaan aihepiiriin kirjallisuuden avulla sekä aiheeseen liittyvän kohdeyrityksen omaan aineistoon. Kirjallisuusosuus käsittelee rakennushankkeen kustannuslaskentaa yleisesti sekä kustannuslaskennan ongelmia. Tämän jälkeen analysoidaan, mitä ongelmia nykyisissä rakennekirjastoissa on ja analyysin pohjalta kehitetään haastattelurunko teemahaastattelua varten. Haastateltavat ovat teemahaastattelun määritelmän mukaisesti kokeneet saman tilanteen. Tässä tapauksessa haastateltavat ovat olleet kehittämässä rakennekirjastoja pienryhmänä. Lisäksi on tarkoituksena keskustella BIM liitännä mahdollisuudesta laskijoiden ja asiantuntijan kanssa. Tähän tarkoitukseen käytetään myös teemahaastattelumenetelmää.

4.2 Haastateltavat henkilöt

Kohdeyritys valitsi haastateltavat henkilöt tätä tutkimusta varten. Aluksi haastateltiin viisi laskentapäällikköä ja yksi kustannuslaskija, jotka ovat osallistuneet rakennekirjastojen

kehittämiseen pienryhmänä. Haastateltavat: pääkaupunkiseudun toimipisteestä asuntorakentamisen laskentapäällikkö Riina Leponiemi, Jyväskylän toimipisteestä laskentapäällikkö Sari Ilomäki, Oulun laskentapäällikkö Pekka Mölsä, Seinäjoen laskentapäällikkö Matti Lepistö, Kuopion kustannuslaskija Mika Kokkonen ja Turun laskentapäällikkö Juhani Wikman.

Laskijoiden antamia tietoja tietomalliin liittyen tarkennettiin sähköpostitse Tocoman Oy:n asiakaspalvelijalta (Customer Success Manager) Kimmo Pereltä. Näin saatiin ajantasainen tieto tietomallin ja kustannuslaskentaohjelman rajapinnasta.

4.3 Haastattelulomakkeen laatiminen

Haastattelurunko koostuu neljästä osasta ja lisäkysymyksistä. Ensimmäisessä osassa selvitetään haastateltavan henkilön työtaustaa. Sen avulla selvitetään, kuinka pitkään haastateltava oli kohdeyrityksen palvelussa laskijatehtävissä ja minkälaisia työtehtäviä hänelle kuuluu.

Toisessa haastattelurungon osassa kartoitetaan rakennekirjaston nykytilaa. Tämän haastattelun osuuden tarkoituksena on selvittää, mitä hyvää rakennekirjastoissa on sekä mitä ongelmakohtia haastateltavat havaitsivat. Koska osa laskijoista ei käytä rakennekirjastoja lainkaan, kehitettiin lisäkysymyksiä. Lisäkysymysten avulla selvitetään muun muassa syitä siihen, miksi laskija ei käytä kirjastoja. Lisäkysymykset liittyvät myös rakennekirjastojen nykytilan kartoittamiseen. Tämän haastatteluosuuden tavoitteena on etsiä vastauksia tutkimuskysymykseen: Millainen nykyinen rakennekirjasto on ja vastaako se tarpeita?

Kun rakennekirjaston nykyinen tila on selvitetty, kysytään haastateltavilta rakennekirjastojen kehittämiseen liittyviä asioita. Tärkeimmäksi kysymykseksi koko haastattelussa nousi: Kaipaavatko haastateltavat rakennekirjastoihin uutta ominaisuutta ja minkälainen se olisi? Samalla tavoitteena on tiedustella, mitkä kehitystoimenpiteet olisivat tervetulleita. Kolmannen haastattelurungon kysymysten avulla etsittiin vastausta tutkimuskysymykseen: Miten rakennekirjastoa voidaan kehittää?

Neljännessä haastattelurungon osuudessa selvitetään, minkälaista tietomallipohjainen laskenta on laskijoiden henkilökohtaisten kokemusten mukaan. Tutkimuksen kannalta on oleellista ottaa selvää, miten rakennekirjasto ja tietomalli voivat pelata yhteen. Eli tavoiteltiin vastausta tutkimuskysymykseen: Miten rakennekirjastoa pitäisi kehittää, että sitä voisi hyödyntää tietomallista laskettujen määrien hinnoittelussa?

4.4 Haastattelutulokset

Haastattelut on pidetty kasvotusten vuoden 2017 viikoilla 43 ja 44 kappaleessa 4.1 kuvatulla menetelmällä. Haastateltavat laskijat ovat kohdeyrityksen eri yksiköissä palveluksessa.

4.4.1 Haastateltavien tausta

Kaikilla haastateltavilla on reilusti kokemusta erityyppisten kohteiden laskentatyöstä. Haastateltavien laskijoiden toimikuvaan kuuluu omaperustaisten kohteiden laskeminen.

Haastateltavat osallistuivat pienryhmänä vuonna 2016 käynnistettyyn rakennekirjaston kehitysprojektiin. Projektissa käytiin läpi kohdeyrityksen vanhan rakennekirjaston rakennetyyppejä läpi ja valittiin niistä omien sekä neuvottelukohhteiden yleisemmin käytettyjä rakenteita. Valitut rakennetyypit syötettiin ja hinnoiteltiin kustannuslaskentaohjelmaan.

4.4.2 Rakennekirjaston nykytila

Kaikki haastateltavat pitivät rakennekirjastoja positiivisena asiana. Laskijat kokivat nykyisiä rakennekirjastoja paremmiksi verrattuna vanhoihin Tocomanin rakennekirjastoihin. Parilla laskijalla vanhatkin kirjastot ovat käytössä, silloin kun erikoisempi rakenne on kyseessä, joka ei löydy aiemmin lasketuista kohteista eikä nykyisistä rakennekirjastoista.

Laskija 1: *”Se on lyhyempi lukea, kun etsin jotain rakennetyyppejä. Se on helpompi löytää viidestä vaihtoehdosta kuin viidestäkymmenestä se oikea.”*

Laskija 2: *”Jos on joku outo rakenne, kyllä minä sen sieltä saatan poimia ja käyttää sitä, mutta pääosin käytän omia rakenteita, joita olen jalostanut. Ne ovat kuitenkin niin vanhat, jonka takia hintatieto pitää päivittää.”*

Laskija 6: *”Tocomanin kirjastoa en käytännössä käytäkään, sieltä voin hakea jotain. Se on ollut sellainen taustatyökalu.”*

Nykyiset rakennekirjastot ovat vain kahdella laskijalla kuudesta aktiivisessa käytössä. Laskija 1 käyttää rakennekirjastoja sellaisinaan ja laskija 3 muokkasi rakennekirjastoja itselleen sopiviksi.

Kolme laskijoista käyttää vain niitä rakenteita, mitä itse ovat laittaneet rakennekirjastoihin. Laskija 4 käyttää rakennekirjaston hintoja myös kilpailukohteissa. Laskija 6 siirsi rakennekirjastoihin itse laittamansa rakenteet omaan pohjaansa eikä käytä yhteisiä rakennekirjastoja. Laskija 5 ei käytä rakennekirjastoja lainkaan. Hänellä ei ole edes omaa pohjaa. Hänen tärkein työkalunsa on oma muisti.

Laskija 4: *”Kun joku toinen on tehnyt rakenteen, se rakentuu omalla tavallaan. Siinä kestää omaa aikansa, että pääset perille, miten rakentuu panos.”*

Laskija 6: *”Yksi syistä miksi en ole vielä käyttänyt rakennekirjastoja, koska haluaisin että se on yhdenmukainen. Ne rakenteet, mitä olen tehnyt rakennekirjastoon, siirsin omaan kirjastoon.”*

Kaikki laskijat käyttävät ensisijaisesti omia aiemmin laskettuja samantyyppisiä kohteita viitekohteinaan. Kun tulee vastaan erikoisempi rakenne, se etsitään rakennekirjastosta.

Kaikki olivat sitä mieltä, että rakennekirjastoista on hyötyä. Rakenteet sisältöineen ja hinnat koettiin hyödyllisiksi. Vaikka hinnoittelijat ovatkin eri puolilta Suomea ja hinnoissa on alueellisia eroja, silti laskijat kokivat tärkeäksi, että suunta-antavat hinnat löytyvät rakennekirjastosta.

Laskija 1: *”Kun lasket vaikka määrää ulkoseinälle, jossa on elementti, villoitus ja muuraus, rakennekirjasto antaa kaikille rakenteille ne rivit eli monta suoriteriviä tulee yhdellä kertaa. Tavallaan sinulta ei unohdu sieltä mitään.”*

Laskija 2: *”Tavallaan se suuruusluokkatieto. Esimerkiksi kun ruvetaan jotain suunnittelemaan, että tähän nyt sellainen vesikatto. Voidaan vertailla pohjahintatietoa. Näkee mitkä ovat vaihtoehdot ja niiden kokonaishinta.”*

Laskija 4: *”Poimin sieltä sen hinnan, jotta saan nopeasti sen hinnan kasaan. Silloin se ei ainakaan mene alihintaan. Jos esimerkiksi ei saatu ennakkohintaa tai tarjousta jostain.”*

Rakennekirjaston rakenteita joutuu usein muokkaamaan kohteeseen sopiviksi. Kaikki laskijat pitivät rakennetyypin muokkaamista helpompana, kuin rakenteen tyhjästä luomista.

4.4.3 Rakennekirjaston kehittäminen

Kukaan laskijoista ei koe, että rakennekirjaston rakenteita tarvitsisi karsia lisää. Laskija 1 ehdotti, että LP1 rakenteisiin voi lisätä tiettyjä kalusteita ja varusteita, jotka aina tulevat asuntokohteisiin kuten keittiöt, polkupyörävaraston telineet, makuuhuoneen kalusteet, verkkokomerot ja kylpyhuoneen varusteet. Laskija 2 kertoi, ettei LP3 rakenteista löytynyt tällä hetkellä laskennassa olevan toimitilakohteen ulkoseinätyyppiä (kantava sisäkuori, villa, tiili, julkisivumuuraus) ja vesikattotyyppiä. Nämä voisi lisätä rakennekirjastoon. Laskija 2 ehdotti myös lisätä rakennekirjastoon jotain jätevarusteita esimerkiksi molokkeja. Laskija 5 ehdotti lisätä rakenteiden väliset liitokset kirjastojen rakenteiden sisälle. Hän itse laskee liitokset omana rivinään.

Laskija 5: *”Kun ajattelee rakenteita, tässä on ulkoseinä, kakkoskerros ja tässä on ykkös-kerros ja siinähan välissä on jotakin. Sehän ei näy rakenteessa. Miten rakennetta kehitäisi, sillä lailla, että se olisi liitoksineen?”*

Laskija 3 pitää rakennekirjastoa kattavana eikä kaipaa lisää rakenteita rakennekirjastoon. Hän pitää rakennekirjastoa hyvänä pohjana. Laskijan 3 mukaan, jotta rakennekirjasto olisi täydellinen pohja, pitäisi olla oman paikkakunnan hinnat. Hän ei kuitenkaan pidä kannattavana hinnoittelua paikkakunnittain, koska se tuottaa liikaa työtä yhtä laskijaa kohden.

Laskija 1 toivoo vuosittaista rakennekirjaston ylläpitoa, jotta rakennekirjaston hinnat ja rakennetyypit pysyvät ajan tasalla.

Laskija 1: ”Toivon, että käydään ne kerran vuodessa läpi, että ne pysyisivät ajan tasalla ja olisi sellaisia käytettävissä olevia. Kuitenkin asiat muuttuvat ja olisi tyhmää, että ollaan tehty iso työ ja sitten ei enää päivitetäisi sitä.”

Laskija 6 kuvaili nykyistä rakennekirjastoa yhdellä sanalla ”sillisalaatti”. Hän toivoo rakennekirjastolle yhtenäistä ulkoasua. Rakenteen otsikossa on oltava vähintään koodi (esim. VS1) ja kuvaus, onko elementti/paikallavalettu, betonia/peltiä. Sisältö on myös saatava yhdenmukaiseksi, vastaamaan esimerkiksi orjallisesti Talo-80:stä. Laskija 5 myös toivoo rakennekirjaston ulkoasuun yhdenmukaisuutta. Hänen mielestä luokka-kohdan koodit pitäisi yhtenäistää niin, että luokat vastaavat Talo-80 litterakoodeja. Kuvan 10 esimerkissä on 372201 YP1 rakenne, 37 viittaa yläpohjaan ja 22 betoniin, 356 US42 rakenne, 35 viittaa ulkoseinään, 6 ei viittaa mihinkään. Laskija 6 myös huomautti, että väestösuojan seinä ei ollut merkitty väestönsuojaluokkaan (51). Eli jos hän olisi etsimässä väestönsuojan seinää, se ei löytäisi sieltä mistä hän etsisi.

Laskija 5: ”Joissakin 6 numeroa, joissakin 3 numeroa. Tätä vähän ihmettelen. Mielestäni nämä pitäisi saada yhtenäiseksi. Melkein kaikki laskenta perustuu Talo-80 nimikkeistöön. Tämähän kertoo heti, että tämä on yläpohja ja betoni (37 on yläpohja ja 22 betoni). Tässä on 356, mihin se viittaa, ei mihinkään. 35 on ulkoseinä, mutta 6 en minä tiedä, mihin se viittaa. Tässä näkee heti, tuossa 3752 eli yläpohja ontelolaatta, 3761 yläpohja kattoristikko. Se tarvitsisi yhtenäistää.”

Laskija 6: ”Sisältö ja miten se on litteroitu, siinä on paljon eroa. Vaikka Talo-80 mukaan pitäisi mennäkin. Ehkä se, että noudettaisi orjallisesti Talo-80:tä, se helpottaisi siinä.”

Laskija 6: ”Ulkoasu pitäisi olla sellainen. Yhtenäinen ulkoasu. Tällä hetkellä se on karkeasti sanoen sillisalaatti, se on hyvinkin monen näköinen. Siinä on se, että menee oma-logiikka ja muiden logiikka sekaisin, jos sieltä poimii suoraan tällain.”

Luokka	Koodi	Selite	Maara	Yks	€/yks
A	356	Ulkoseinä			
A	356	Ulkoseinä			
A	356	Ulkoseinä			
A	356	Ulkoseinä			
A	356	Ulkoseinä			
A	372201	Yläpohja			
A	372201	Yläpohja			
A	372241	Yläpohja			
A	373210	Yläpohja			
A	375202	Yläpohja			
A	375211	Yläpohja			
A	376740	Yläpohja			
YP	YP1	Massiivilaattayläpohja 240 mm, kevytsoraeristys n. 1000 mm, kumbitumkermeristys	100	m2	130,37
YP	YP11	Massiivilaattayläpohja 240 mm, puhallettava eriste, kattokannattajat k 900, kumbitumki	100	m2	125,76
US	US41	Tilimuuraus, MRT 135mm + puurunko			172,60
US	US42	Ohutrapaus + tilimuuraus, MRT 135mm + puurunko			212,60
US	US43	Ohutrapaus + puurunko			151,67
US	US49	Paneliverhoaus + puurunko			63,06
YP	YP1	YLÄPOHJAT			
YP	YP1	Massiivilaattayläpohja 240 mm, kevytsoraeristys n. 1000 mm, kumbitumkermeristys	100	m2	130,37
YP	YP11	Massiivilaattayläpohja 240 mm, puhallettava eriste, kattokannattajat k 900, kumbitumki	100	m2	125,76
YP	YP41	Massiivilaattayläpohja 265 mm, Pihakansi, solupolyuretaanieriste, kumbitumkermeristys	100	m2	223,04
YP	YP39	Teräsrunko ja teräsoimulevy + vaneri + Höyryästä + ER 20/140/140 mm + vedener	100	m2	182,72
YP	YP2	Ontelolaattayläpohja 265 mm, kevytsoraeristys n. 1000 mm, kumbitumkermeristys	100	m2	133,74
YP	YP12	Ontelolaattayläpohja 265 mm, puhallettava eriste, kattokannattajat k 900, kumbitumki	100	m2	126,45
YP	YP40	Ontelolaattayläpohja 265 mm, Pihakansi, solupolyuretaanieriste, kumbitumkermeristys	100	m2	194,01

Kuva 10. LPI rakennetyypit, rakennenäkö. Yläpohja YP1 luokka Talo-80 mukainen 372201 ja US42: n luokka on sama kuin muiden ulkoseiniä luokka 356, jossa 35 tarkoittaa ulkoseiniä ja 6 ei kerro mitään

Laskija 2 kaipaa Tocoman ohjelmaan ominaisuuden: Kun ollaan rakennenäkössä ja halutaan tarkastella viitekohteen (esim. rakennekirjaston) rakenteen suoritteita, rivi joudutaan nostamaan hankkeeseen tarkastelua varten ja jos se ei ollutkaan haluttu rakenne, niin se on poistettava ja otettava uusi rivi, jota tarkastellaan, olikohan se haluttu rakenne. Kuvassa 11 on esitetty näkö, jossa laskija toivoisi ohjelman näyttävän rakenteen suoritteet viemättä rakennetta hankkeeseen. Laskijan 2 mielestä olisi kätevää, jos viitekohteen rakenteen sisältöä pystyisi tarkastelemaan ilman, että sitä tarvitsisi nostaa hankkeeseen. Hän ehdotti, että rakennetyypeille annetaan otsikko, josta käy ilmi, mitä kerroksia rakenne sisältää. Tällöin pystyisi paremmin hakemaan sopivan rakenteen. Vaikka nimestä tulisi todella pitkä, siitä olisi hyötyä, sillä näköä pystyy venyttämään.

Laskija 2: ”Että näkisin mitkä ovat tämän rakenteen suoritteet ilman että nostan sitä tänne. Monta kertaa sinulla on tässä monta samanlaista rakennetta. Sen takia, kun minä tein näitä rakenteita, yritin laittaa valmiiksi tähän nimeen mahdollisimman paljon sitä tietoa. Ettei tarvitsisi aina nostaa sitä rakennetta tänne ja sitten katsoa täältä, ai tämän suoritteet. Mutta en halunnut tätä. Poistan. Otan seuraavan. Et tavallaan näkisi heti, mitä se rakenne sisältää, mutta se on varmaan mahdottomuus. Mutta se olisi äärettömän hyvä ominaisuus. Ehkä noissa rakenteissakin tavallaan noissa otsikoissa voisi olla enemmänkin tietoa.”

Valittu rakenne tai luusi

Y	Y	Y	Y	Y	Luokan nimi	Koodi	Sette	Määrä/osa	€/osa	€ yhte
					Rakennuksen kulkuvälineet	10000	Käytävät m2 + lpt	1 813 m2	24,60	44 600
					Rakennuksen kulkuvälineet	10000	Käytävät	7 650 m3	76,66	586 444
					1121	1121	1121	4 202 m2	2,67	11 230
					1201	1201	1201	1 200 m2	11,38	13 630
					14	14	14	1 200 m2	12,80	15 360
					1432	1432	1432	2,24 lpt	226,00	50 624
					1500	1500	1500	250 jn	158,45	39 613
					1574	1574	1574	250 jn	12,66	3 165
					1574	1574	1574	15 jn	47,10	707

Ikkunakomponentit ja kappaleet

Y	Y	Y	Y	Y	Luokan nimi	Koodi	Sette	Määrä/osa	€/osa	Standard
					Käytävän pinta	US1	Käytävän pinta	100	100	100
					Käytävän seinä	US1	Käytävän seinä	100	100	100

Kuva 11. Rakennenäköymä kustannuslaskentaohjelmassa. Viitekohteena LP1. Valitun rakenteen US1 suoritteet ei näy, ennen kuin rakenteen siirtää hankkeeseen. Jos siinä vaiheessa huomaa, ettei se ollutkaan haluttu rakenne, niin rivi on poistettava hankkeesta ja otettava uusi, jonka sisältö voi tarkastaa myös vasta kun rakenne on otettu hankkeeseen.

Laskijan 4 mielestä olisi hyvä, että rakennekirjasto olisi pikahinnoittelutyökalu. Väli-pohja on rakennettu niin, että rakenne sisältää kaikki kerrokset parketista alakattolevyyn (viimeisempään pintaan asti). Olisi hyvä esimerkiksi, kun klikkaa US1 ja laittaa 1000 neliötä, ettei tarvitsisi enää mitään huomioida. Tällä hetkellä ohjelmaan ei syötetä vaipan pinta-alaa suoraan, vaan laskijan on vähennettävä ikkuna-aukkojen pinta-ala vaipan pinta-alasta. Laskija 4 toivoo, että rakenteet sisältävät suoritteet valmiista pinnasta valmiiseen pintaan. Näin ollen rakenteiden pintarakenteetkin kuten maalaus olisivat rakenteen sisällä.

4.4.4 BIM näkökulma

Tietomallipohjaisesta laskennasta oli kokemusta vain kolmella haastateltavalla laskijalla kuudesta. Haastattelujen avulla pyrittiin selvittämään, miten rakennekirjastoa tulisi kehittää, jotta sitä voisi hyödyntää tietomallista laskettujen määrien hinnoittelussa. Kaikki olivat sitä mieltä, että rakennekirjaston hintojen käyttäminen tietomallipohjaisessa laskennassa olisi hyödyllistä.

Käytännössä voidaan tehdä niin, että kohdeyrityksen omaperustaisissa hankkeissa suunnittelijoille annetaan tiedot kohdeyrityksen suosimista rakennetyypeistä, joita suunnittelijat voivat käyttää kohteen mallintamisessa. Tiedot rakennetyypeistä voidaan antaa pdf-

muodossa, paperisena tai tiedostoina, jotka suunnittelija pystyy ottamaan suoraan ohjelmaan. Kohdeyrityksessä rakennekirjaston rakennetyyppejä sisältävät tiedostot ovat jo olemassa, mutta ei ole tietoa missä vaiheessa kohdeyritys ottaa ne käyttöön, sillä koko BIM projekti on sen verran alkuvaiheessa. Olisi tärkeää, että suunnittelijoilla on kohdeyrityksen rakennetyypit tiedossa ja että osaavat nimetä rakennetyypit projektiin jo alusta asti oikein.

Laskija 4: ”Esimerkiksi arkkitehdin täytyy nimetä se US1. Mikä osa rakenteesta on villaa. Sama juttu tässä TCM:ssä kuin BIM maailmassa, siellä täytyy kaikki nimetä samalla tavalla. Olisi hienoa, että US1:ssä lukisi: tässä on 100 mm betonia, 150 mm eristettä ja 300 mm betonia. Ellei se suunnittelija ole määritellyt sinne sitä, jos se suunnittelija on nimennyt pelkästään US1, mitä minä teen sellaisella määrällä, jos sieltä puuttuu tieto koko rakenteesta.”

Tietomallipohjaisessa määrälaskennassa ideana on saada määräluettelo suunnittelijoiden luomasta tietomallista. Tässä vaiheessa määräluettelo sisältää vain rakenteiden määriä, ei hintoja. Haastattelujen avulla pyrittiin selvittämään, miten rakennekirjaston rakenteiden hintoja voitaisiin hyödyntää hinnoittelussa.

Haastateltavilla oli vain vähän kokemusta tietomallipohjaisesta laskennasta. Yhden laskijan kokemuksen mukaan rakennekirjaston tai viitekohteiden rakenteiden hintoja saadaan hyödynnettyä niin, että luodaan hanke kustannuslaskentaohjelmassa, johon tuodaan tarvittavat rakenteet rakennekirjastoista ja vanhoista kohteista hintoineen ja lisätään tietomallista saadut määrät käsin. Hinnoittelun kulku vaiheittain on seuraavaa:

1. Luodaan uusi hanke TCM:ssa
2. Valitaan standardi-kohtaan viitekohteet kuten samantyyppiset aiemmin lasketut kohteet ja rakennekirjastot
3. Nostetaan hankkeeseen viitekohteista tarvittavat rivit rakennenäkyvässä ja muokataan tarpeen vaatiessa rakenteita sopiviksi (samanlaisiksi kuin BIMistä saadussa määräluettelossa). Hinta tulee rakennekirjaston/vanhan kohteen rakenteen mukana, jota tarvittaessa muokataan.
4. Syötetään määrät, jotka on saatu BIM:istä

Haastattelutulosten mukaan rakennekirjaston rakenteissa ei ole mitään estettä sille, että rakennekirjaston rakenteiden hintoja voitaisiin käyttää tietomallipohjaisessa laskennassa. Nykyinen rakennekirjasto sopii käytettäväksi yllä mainitussa hinnoittelutavassa.

4.4.5 BIM asiantuntijan tarkennukset

Ajankohtaisempaa tietoa BIM:in määrälaskennasta pyrittiin selvittämään sähköpostitse kohdeyrityksen ulkopuoliselta asiantuntijalta. Asiantuntijan mukaan rakennekirjaston rakenteita voidaan käyttää tietomallipohjaisessa laskennassa käyttäen rakennekirjaston rakenteita sisältävää ryhmittelysääntötiedostoa. Asiantuntijan mukaan tietomallipohjainen laskenta omaperustaisessa hankkeessa käyttäen rakennekirjaston rakenteita kulkisi seuraavasti:

1. Suunnittelija mallintaa BIM mallin käyttäen yrityksen suosimia rakennetyyppejä (osittain YTV2012 ohjeita noudattaen) 3D suunnitteluohjelmalla (ArchiCAD, Revit, Tekla) ja tekee mallista IFC-tiedoston
2. Urakoitsija/laskija avaa ifc-mallin Tocoman BIM -ohjelmalla ja aloittaa määrälaskennan. Määrälaskennan kulku on seuraavaa:
 - a. Ladataan Tocoman BIM -ohjelmaan valmiin yrityksen mallirakenteisiin perustuvan ryhmittely sääntötiedosto (tlx) ja tutustutaan malliin
 - b. Ryhmitellään säännön ulkopuolelle jääneet objektit
 - c. Lisätään puuttuvat objektiryhmät rakennemääräluetteloon Tocoman BIM -ohjelmassa ”raahamalla” määräluettelo -kenttään ja valitsemalla halutun määrätiedon
 - d. Kytkeydytään Tocoman BIM ohjelmassa Tocoman Kustannuslaskennan mallipohjaprojektiin webservice rajapinnan kautta. Tässä vaiheessa kytetään/hinnoitellaan enää vain uudet (puuttuvat) BIM rakenteet Tocoman kustannuslaskenta -ohjelmassa uusiin rakenteisiin.

Kyseinen laskentatapa vaikuttaa olevan tehokkaampi, kuin luvussa 4.4.4 esitetty hinnoittelutapa. Mallirakenteisiin perustuvan ryhmittelysääntötiedoston käyttö soveltuu vakiorakentamiseen, kuten kerrostalorakentamiseen. Ryhmittelysääntötiedosto luodaan Tocoman BIM:llä ja siihen tiedostoon tallentuu BIM objektin ryhmätieto ja siihen liittyvä kustannuslaskennan rakenteen koodi. Kun yrityksen mallirakenteisiin perustuva ryhmittelysääntötiedosto on ladattu Tocoman BIM -ohjelmaan, laskijan ei tarvitse tehdä mitään, jotta ryhmittelysääntötiedoston rakenteet ja BIM mallin rakenteet ns. tietävät kuuluvansa yhteen. Laskijan ei siis tarvitse merkata, mikä objekti liittyy mihinkin ryhmittelysääntötiedoston rakenteeseen. On merkattavaa vain uudet rakenteet.

Asiantuntijan mukaan rakennusyrityksen omassa tuotannossa olisi suotavaa käyttää säännöstöä, kilpailukohteissa menee käsin ryhmittelyksi. Tätä voidaan ajatella myös makukysymyksenä, ryhmittelyä käsin tehtäessä tulee tutustuttua malliin paremmin kuin säännöstöllä.

Hinnan muuttamiseen riittää, että korjauksen tekee kustannuslaskentaohjelmassa. Jos muokataan rakenteen yksikköä, vaikkapa neliömetrit vaihdetaan juoksumetreiksi, niin muokkaus on tehtävä sekä kustannuslaskentaohjelmaan että ryhmittelysääntötiedostoon.

Tilanteessa, jossa rakenne sisältää kaksi vaihtoehtoista rakennekerrosta, sääntötiedosto ei pysty järkevästi määrittämään kyseistä erittelyä automaattisesti. Esimerkkinä rakennekirjaston rakenne VP1, joka sisältää suoriterivin sekä parketille että matolle. Sääntötiedostoon ei pysty määrittämään, että tiedosto osaisi hakea oikeaa lattiapäällystettä (suoritetta) välipohjaan. Asiantuntija kertoo ohjeistavansa laskemaan runko omana rakenteena ja pinnoja omanaan.

Rakennekirjaston haasteeksi hän mainitsi yksiköt, esimerkiksi miten paikallavalupilarit on tehty rakenteena kustannuslaskennassa (m/kpl) ja saadaanko mallista sama tieto (Tekla vs. ArchiCAD). Tällöin voi siis olla, että joutuu tekemään kahdentyyppisiä rakenteita. BIM:in ongelmamääriä ovat alueen maarakentaminen ja tilojen tarkemmat pintakäsittelyt. Kyseisiä määriä on vaikea laskea, koska yleensä niitä ei mallinneta. Tällöin voi hyödyntää ohjelmaa, jolla voidaan suorittaa mittausta pdf:stä.

Asiantuntija myös mainitsi, että mallissa ei tarvitse olla samankaltaisia rakenteita. Esimerkkinä hän mainitsi anturat. Arkkitehti ei välttämättä ole mallintanut anturaa, vaan perusmuurin. Tiedetään, että perusmuurin alle tulee yleensä antura, joten siirretään perusmuurin juoksumetrimäärän BIM:stä kustannuslaskentaohjelmaan sopivalle anturarakenteelle ja rakenteen kaavamuuttujilla säädetään anturan kokoa.

5. RAKENNEKIRJASTON KEHITTÄMINEN

Tässä luvussa käsitellään tutkimuksen edetessä rakennekirjastossa havaitut ongelmat ja haastateltavien kehitystoiveet. Tämän jälkeen etsitään ratkaisuja kyseisille ongelmille ja analysoidaan kehitystoiveiden toteutusmahdollisuuksia.

5.1 Tutkimuksessa havaitut ongelmat rakennekirjastossa

Ongelma/kehitysehdotus 1

Yksi syistä, miksi rakennekirjastojen käyttö on vähäistä, on ettei laskijat tunne rakennekirjaston sisältöä. Laskijat kertoivat tuntevansa hyvin itse kustannuslaskentaohjelmaan luotuja rakenteita. Suuri osa haastateltavista ei ole vielä kerennyt tutustumaan muihin rakennekirjaston rakenteisiin. Haastateltavat kuitenkin olivat sitä mieltä, että käyttökohteiden lisääntyessä rakennekirjastojen sisältöön tulee tutustuttua enemmän.

Ongelma/kehitysehdotus 2

Haastatteluista selvisi, ettei nykyisestä rakennekirjastosta tarvitse karsia rakenteita. Rakennekirjastoa nykymuodossa pidetään hyvänä pohjana, josta löytyy perusrakennetyypit. Yhden laskijan tämän hetkisellem toimitilakohteelle ei löytynyt sopivaa ulkoseinätyyppiä ja vesikattotyyppejä rakennekirjastoista. Ne voisi lisätä rakennekirjastoon. Rakennekirjastoihin myös ehdotettiin lisättäväksi asuntokohteiden kalusteita ja varusteita, kuten keittiöitä, makuuhuoneen kalusteita, verkkokomeroita, polkupyörävarusteiden telineitä, kylpyhuoneen sekä jätehuollon varusteita (molokkeja). Lisäksi on ehdotettu sisällyttää rakenteiden väliset liitokset rakenteen sisälle.

Ongelma/kehitysehdotus 3

Rakennekirjastoille on myös toivottu ylläpitoa. Ylläpito tarkoittaa rakennekirjastojen rakenteiden tarkistamista ja niiden hintojen päivittämistä. Jos rakennekirjastoja ylläpidetään, rakenteet pysyvät hyvinä ja käyttökelpoisina. Ylläpitoaikaväliksi on ehdotettu yhtä vuotta. On toivottu myös, että rakennekirjaston käyttäjät korjaisivat virheet välittömästi, jos huomaavat sellaisia, jotta muutkin laskijat käyttäisivät jatkossa oikeaa arvoa.

Ongelma/kehitysehdotus 4

Haastatteluissa toivottiin rakennekirjastolle yhdenmukaisuutta. Otsikoiden on hyvä olla samalla tyyllillä kirjoitettuja. Sisältökin olisi hyvä yhdenmukaistaa. Koska rakennekirjastolla oli monta tekijää ja jokainen laskija on laittanut rakenteet niin kuin itse on tottunut, rakennekirjastosta tuli aika monen näköinen. Jos rakennekirjasto olisi tehty samalla tyyllillä, laskijoiden olisi helpompaa ottaa rakennekirjasto käyttöön. On myös toivottu, että

rakennenäkymän luokat muokattaisiin noudattamaan Talo-80:stä. Yhden laskijan mukaan osa rakenteiden luokista noudattaa Talo-80:stä ja osa ei.

Ongelma/kehitysehdotus 5

Yksi laskijoista toivoi uutta ominaisuutta kustannuslaskentaohjelmaan. Toivottu ominaisuus on sellainen, että kustannuslaskentaohjelmassa haluttaessa voisi tarkistaa standardivalikon rakenteen sisältämiä suoritteita ilman, että rakenne pitäisi nostaa hankkeeseen. Tämä nopeuttaisi laskentaa, sillä laskija saisi nostettua heti haluamansa rakenteen eikä tarvitsisi nostella ja poistella tarkistettavia rakenteita.

Ongelma/kehitysehdotus 6

Lisäksi yksi laskija ehdotti, että rakennekirjaston rakenteet sisältäisivät kaikki rakennekerrokset pinnasta viimeisempään pintaan asti; esimerkiksi välipohjassa parketista alakattolevyyn. Seinärakenteessa myös pintarakenteet olisivat seinärakenteen sisällä suoritteena. Tällöin rakennekirjastoa voisi käyttää pikahinnoittelutyökaluna.

5.2 Ratkaisut rakennekirjastossa havaituille ongelmille

Ratkaisu 1

Haastatteluissa oli puhetta, kokevatko haastateltavat hyödylliseksi rakennekirjaston rakenteisiin tutustumista ryhmässä esimerkiksi palaverin yhteydessä tai sopivan testikohteen avulla. Laskijat eivät pitäneet sitä tarpeellisena. Mielekkäimpänä kirjaston sisältöön tutustumistapana pidettiin oikeiden kohteiden laskeminen, kun niitä tulee laskentaan. Yksi laskijoista kertoi, että on tärkeää, että olisi aikaa rakenteisiin tutustumiseen.

Laskija 2: ”*Ei niitä voi ulkoa opetella, aina sinun pitää ne tapauskohtaisesti katsoa. Mitä itse loi sinne, ne ovat tuttuja. Se mitä toiset tekivät, en niitä ole tutkinut. Eikä niitä oikein pysty sillain. Sitten, kun sinulla laskentakohteessa on joku rakenne, sitten otat sen ja käyt läpi, onko siinä sinun mielestä kaikki, onko mahdollisesti hinta oikein. Vasta sitten perusteellisesti tulee käytyä läpi.*”

Laskija 6: ”*Tiedän, että yläpohjat löytyy, ulkoseinät löytyy, väliseinät löytyy, välipohjat löytyy ... Sellaisia osaan lähteä hakemaan, mutta sisältöä en muista ulkoa.*”

Ratkaisu 2

Puuttuva ulkoseinätyyppi ja vesikattotyypin voidaan lisätä LP3 rakennetyyppeihin. Voidaan myös lisätä toivotut asuntokohteiden kalusteet ja varusteet LP1 rakennekirjastoihin. Laskijat kertoivat, ettei lisärakenteet ainakaan haittaa. Tälläkin hetkellä rakennekirjastoissa on rakenteita, jotka ovat toisessa yksikössä päivittäisessä käytössä, mutta eivät so-

vellu toisen yksikön käyttöön. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla enimmäkseen rakennetaan elementeistä, kun taas Seinäjoella enimmäkseen käytetään paikallavalurakenteita. Liitoksetkin voidaan lisätä rakennekirjaston rakenteisiin, jos suuri osa laskijoista pitää sitä tarpeellisena. Haastatteluista tuli ilmi, että laskijoiden laskentatavat eroavat jonkin verran toisistaan. Esimerkiksi laskija 6 kertoi, ettei laske liitoksia välttämättä kappaleina tai metreinä, vaan se voi olla summakin, mitä saa tuotannosta toteumatietona.

Ratkaisu 3

Rakennekirjasto voidaan päivittää vuosittain. Jokainen päivittäisi hintoja niille rakenteille, mitä itse on luonut rakennekirjastoon. Näin hinnat pysyisivät ajan tasalla. Rakennesuunnittelija voisi vuosittain tarkistaa rakennekirjaston rakennetyyppejä. Tarkistaa, onko rakenteet toimivia ja vastaako rakenteet rakennusmääräyksiä. Rakennesuunnittelijan kommenttien mukaiset korjaukset laskijat voisivat syöttää kustannuslaskentaohjelmaan hintojen päivittämisen yhteydessä. Jokaisen rakennekirjaston käyttäjän toivotaan korjaavaan virheen rakennekirjastoista, jos sellaiseen törmää.

Laskija 2: ” *Muutenkin, jos joku löytää jonkun virheen, esimerkiksi joku menekki väärin, ettei kaikki käytä väärää.* ”

Laskija 6: ” *Jos Helsingissä on tehty yksi kirjasto, jokainen ottaa siitä itselleen kopion ja muokkaa sen, sitten se alkuperäinen kirjasto ei kehity mihinkään. Se kehittyy vain jokaisen omassa hankkeessa. Se on ehkä sellainen ongelma, miten alkulähdettä saadaan muokattua ja päivitettyä tarvittaessa hintoja. Ylläpito on sellainen, minkä näkisin kaikkien isoimpana haasteena.* ”

Ratkaisu 4

Laskijat voisivat palaverissa sopia yhdenmukaisen tavan, millä nimetään rakenteet ja muokata rakenteiden otsikot hyväksi todetulla tavalla. Rakennenäköymän luokat voidaan tarkistaa ja muokata koodit vastaamaan Talo-80 nimikkeistöä. Rakenteiden sisällön muokkaaminen on varsin työlästä. Laskijoiden on keskusteltava, minkälaiseksi rakennekirjastoa halutaan muokata. Jos ryhmä päättyy sopuun, voidaan toteuttaa sovitut muokkaukset.

Ratkaisu 5

Esimerkiksi kustannuslaskentaohjelma voisi näyttää standardivalikon rakenteen suoritteita painamalla riviä hiirellä tai viemällä hiiri halutun rakenteen rivin päälle. Koska tällainen korjaus on tuskin mahdollinen tai ei ainakaan riipu kohdeyrityksen toiminnasta, laskija ehdotti vaihtoehdoisen ratkaisun tälle ongelmalle. Hän ehdotti, että rakennekirjaston rakenteille annettaisiin nimet, joihin on laitettu rakenteen sisältö. Nimistä tulisi pitkiä,

mutta se ei haittaisi, koska näkymää pystyy venyttämään. Koska rakenteiden ja suoritteiden nimien muokkausta ehdotetaan jo ratkaisussa 4, ehdotusta pitkistä nimistä rakenteille käsitellään toimenpide-ehdotuksessa 4.

Ratkaisu 6

Ideasta kannattaisi keskustella laskijaryhmässä. Jos muutkin laskijat pitävät ideasta, rakenteiden suoritteisiin voidaan lisätä pintakerrokset kaikkine vaihtoehtoineen.

5.3 BIM liitântä

Haastatteluista saatujen tietojen mukaan rakennekirjastoihin ei tarvitse tehdä muutoksia, jotta rakennekirjastoja voidaan käyttää tietomallipohjaisessa laskennassa. BIM asiantuntijan mukaan rakennekirjaston rakenteita voidaan hyödyntää tietomallipohjaisessa laskennassa ryhmittelysääntötiedoston avulla.

Tutkimuksen aikana selvisi, että yrityksen suosimia rakenteita sisältävä ryhmittelysääntötiedosto luodaan Tocoman BIM:llä, ja siihen tiedostoon tallentuu BIM objektin ryhmätieto ja siihen liittyvä kustannuslaskennan rakenteen koodi. Esimerkiksi jos suunnittelija mallinsi US1 ulkoseinän ja ryhmittelysääntötiedostossa on US1 seinän tiedot, niin laskijan ei tarvitse merkata, että kyseiset rakenteet kuuluvat yhteen. Ohjelma antaa tällöin automaattisesti ulkoseinälle US1 BIM määrän, ja koska kyseessä on valmiiksi hinnoiteltu rakennekirjaston rakenne, sitä ei tarvitse erikseen hinnoitellakaan.

Sääntötiedostossa ei kuitenkaan voida järkevästi määrittää, että ohjelma jättäisi jonkun suoritteen rakenteen sisältä tarkoituksella laskematta. Esimerkiksi rakennekirjaston rakenne VP1 sisältää suoriterivin sekä parketille että matolle. Sääntötiedostoon ei pysty määrittämään, että se osaa hakea oikeaa lattiapäällystettä (suoritetta) välipohjaan. Toisin sanoen rakennekirjaston rakenteita, joissa on vaihtoehtoisia rakennekerroksia, tulee muokata vaihtoehtoisia rakennekerroksia sisältämättömiksi.

Asiantuntija suosittelee myös laskemaan rakenteen rungon omana rakenteena ja pinnat omanaan. Nykyisessä rakennekirjastossa välipohjat sisältävät pintarakenteita. Jotta sääntötiedoston avulla laskeminen onnistuisi mahdollisimman sujuvasti, pintarakenteet on erotettava omiksi rakenteiksi. Ryhmittelysääntötiedoston avulla oikeiden määrien saamista varten, on huolehdittava, etteivät rakennekirjaston rakenteet sisällä vaihtoehtoisia rakennekerroksia.

Ryhmittelysääntötiedoston luomista ei ole testattu tutkimuksen aikana. Tutkimustulokset ryhmittelysääntötiedostoon liittyen perustuvat BIM asiantuntijan sähköpostitse pidettyyn haastatteluun.

6. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Tässä luvussa on esitetty toimenpide-ehdotukset, joiden avulla pyritään tutkimuksen edessä rakennekirjaston ongelmat ratkaista ja rakennekirjastoon liittyvät kehitysehdotukset toteuttaa. Kaikista toimenpiteistä keskustellaan kohdeyrityksen järjestämissä Laskenta ja hankinta -päivillä vuoden 2018 helmikuun alussa.

6.1 Toimenpide-ehdotus 1

Ongelman ratkaisu ei vaadi toimenpiteitä. Rakennekirjaston rakenteista tulee tutumpia käytössä. Toisin sanoen, kun sopivia käyttökohteita tulee laskentaan.

6.2 Toimenpide-ehdotus 2

Laskija 2 lisää tällä hetkellä laskennassa olevan toimitilakohteen ulkoseinätyypin ja vesikattotyyppin LP3 rakennekirjastoon. Ehdotetaan asuntokohteiden kalusteiden ja varusteiden, kuten keittiöiden, makuuhuoneen kalusteiden, verkkokomeroitten, polkupyörävarusteiden telineiden, kylpyhuoneen sekä jätehuollon varusteiden (molokkeja) lisäämistä LP1 rakennekirjastoon. Sekä liitosten lisäämistä LP1 ja LP3 rakenteisiin, jos laskijat pitävät sitä tarpeellisena.

6.3 Toimenpide-ehdotus 3

Ehdotetaan rakennekirjastojen hintojen vuosittaista päivittämistä. Jokainen laskijaryhmä voisi päivittää hintoja niille rakenteille, mitä itse on luonut rakennekirjastoon. Ehdotetaan, että rakennesuunnittelija suorittaa rakennekirjaston rakennetyyppien tarkistusta pari kuukautta ennen hintojen päivittämistä. Tarkastus voitaisiin tehdä kerran vuodessa tai kahdessa johdon päätöksen mukaisesti tai tarkastuksen ajankohta voi määräytyä lakimuu-
tosten seurauksena. Rakennesuunnittelijan kommenttien mukaiset korjaukset laskenta voisi syöttää kustannuslaskentaohjelmaan hintojen päivittämisen yhteydessä. Lisäksi jokainen rakennekirjaston käyttäjä korjaisi virheen rakennekirjastoista, jos sellaiseen törmää (esimerkiksi virhe menekeissä). Näin rakennekirjasto pysyisi käyttökuntoisena jatkuvasti.

6.4 Toimenpide-ehdotus 4

Ehdotetaan, että laskijat sopivat palaverissa yhdenmukaisen tavan, millä nimetään rakennekirjastojen rakenteet ja tuotteet. Yhtenä vaihtoehtoista voi olla rakenteen sisällön

laittaminen rakenteiden nimiin. Näin rakenteiden otsikoista tulisi pitkiä, mutta se ei haittaisi, koska näkymää pystyy venyttämään. Kun otsikoiden muokkaamistapa on päätetty, muokataan rakenteiden ja suoritteiden otsikot sovitulla tavalla.

Rakennenäkymän luokat voitaisiin tarkistaa ja muokata koodit vastaamaan Talo-80 nimikkeistöä. Rakenteiden sisällön muokkaaminen on varsin työlästä. Laskijat voisivat keskustella, minkälaiseksi rakennekirjaston sisältöä halutaan muokata. Jos ryhmä päättyy sopuun, voidaan toteuttaa sovitut muokkaukset.

6.5 Toimenpide-ehdotus 5

Esitetään Tocomanille kehitysehdotus, jossa ideana on, että kustannuslaskentaohjelma voisi näyttää standardivalikon rakenteen suoritteita painamalla riviä hiirellä tai viemällä hiiri halutun rakenteen rivin päälle.

6.6 Toimenpide-ehdotus 6

Laskijat voisivat keskustella, onko rakenteiden suoritteisiin pintakerrosten lisääminen kaikkine vaihtoehtoineen hyödyllistä. Jos laskijat pitävät muutosta hyödyllisenä, voidaan lisätä rakennekirjaston rakenteisiin pintakerroksia sisältäviä suoritteita.

Ryhmittelysääntötiedoston toimivuuden kannalta pinnat kannattaa olla omina rakennekirjaston rakenteina. Jos kohdeyritys haluaa ottaa käyttöön luvussa 4.4.5 esitettyä tietomallipohjaista laskentatapaa, niin pintarakenteet kannattaa poistaa rakennekirjaston rakenteista.

7. YHTEENVETO

Tässä diplomityössä pyrittiin selvittämään kohdeyrityksen kustannuslaskennassa käytetävän rakennekirjaston ongelmakohdat ja löytää keinot ongelmakohtien korjaamiseksi. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, miten rakennekirjastoa on kehitettävä, jotta sitä voisi hyödyntää tietomallista laskettujen määrien hinnoittelussa.

Aluksi käsiteltiin rakennushankkeen kustannuslaskentaa omaperustaisessa tuotannossa kirjallisuustutkimusmenetelmää käyttäen. Kirjallisuustutkimus perustui suomenkieliseen kirjallisuuteen. Kirjallisuustutkimuksen luotettavuutta jonkin verran mahdollisesti laskee tutkimuksessa käytetyn aineiston suhteellisen korkea ikä. Kirjallisuustutkimuksen päälähteenä on käytetty Enkovaaran kirjoittamaa Rakennushankkeen kustannushallinta -teosta, jota on päivitetty viimeksi vuonna 1995. Kirjallisuustutkimuksen avulla saatua aineistoa täydennettiin kohdeyrityksen tiedoilla, jotta saataisiin luotettavampi kuva nykyisestä hanketason kustannuslaskennasta. Näin myös tuotiin esille kohdeyrityksen toimintatapoja kustannuslaskennan eri vaiheissa. Kirjallisuusosuutta käsittelee luku 2.

Tutkimuksessa käytetty puolistrukturoitu haastattelumenetelmä soveltui hyvin tämän diplomityön tavoitteiden tavoittelua varten. Teemahaastattelujen avulla saatujen tutkimustulosten perusteella selvisi, että rakennekirjaston käyttö kohdeyrityksessä on vielä vähäistä. Kustannuslaskijat käyttävät laskennassa mieluummin valmiita rakennusosien tietoja, kuin rakentavat rakennusosan sisältöä tyhjästä. Ensisijaisesti tiedot rakenteille haetaan samankaltaisista aiemmin lasketuista kohteista ja itse kehittämistä rakennekirjastoista. Kaikilla haastateltavilla on pitkä laskentakokemus takana, jonka aikana on muodostunut vain omassa käytössä olevia tietokantoja. Jos rakennetta ei löydy sopivista viitekohteista tai omasta rakennekirjastosta, rakennetta etsitään yrityksen yhteisistä rakennekirjastoista. Toisin sanoen rakennekirjasto toimii kustannuslaskennan taustatyökaluna omaperustaisen kohteiden kustannusarviota laskettaessa.

Suurimpana rakennekirjaston haasteena nousi esille, ettei rakennekirjasto ole yhdenmukainen. Rakennekirjastojen luomisvaiheessa rakenteet jaettiin laskijaryhmille, jotka muodostivat rakenteiden sisällön parhaansa mukaan. Jokaisella laskijalla on kuitenkin oma tapansa muodostaa rakenteen suoritteet ja panokset. Osa haastateltavista väitti, ettei sen takia ole vielä jaksanut tai ehtinyt tutustua toisten laskijoiden tekemiin rakenteisiin. Rakennekirjastojen yhdenmukaistaminen pienentäisi kynnystä rakennekirjaston käyttöönottoon sekä parantaisi käyttökokemusta.

Tutkimustulosten perusteella rakennekirjastoa voidaan parantaa monella tavalla. Kehitystoiveet ja rakennekirjaston ongelmat ovat esitetty taulukon 8 ensimmäisessä sarakkeessa. Toisessa sarakkeessa on kuvattu, kuinka voidaan ratkaista kyseinen ongelma tai toteuttaa kehitystoive. Näiden tutkimustulosten perusteella tutkija kehitti toimenpide-ehdotuksia,

joiden avulla pyritään toteuttamaan laskijoiden toiveet. Koska tutkijalla ei ole käytännön kokemusta kustannusarviolaskennassa, toimenpide-ehdotuksissa painotetaan ehdotetun muutoksen käsittelyä rakennekirjaston käyttäjien kanssa.

Taulukko 8. Haastattelututkimuksen tulosten perusteella kehitetyt rakennekirjaston käytettävyyttä parantavat toimenpiteet

	ONGELMA/ KEHITYS- TOIVE	RATKAISU	TOIMENPIDE
1	Rakennekirjaston sisältöön perehtymisen puute	Oikeiden kohteiden laskeminen, kun niitä tulee laskentaan	Ei vaadi toimenpiteitä
2	Rakenteiden lisääminen	<p>Ei rakenteiden karsimista.</p> <p>Lisätään puuttuva ulkoseinätyyppi ja vesikattotyyppi.</p> <p>Lisätään asuntokohteiden kalusteita ja varusteita.</p> <p>Lisätään liitokset.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laskija 2 lisää lokakuussa 2017 laskennassa olleen toimitilakohteen ulkoseinätyypin ja vesikattotyyppin LP3 rakennekirjastoon 2. Lisätään LP1 rakennekirjastoon asuntokohteiden kalusteita ja varusteita, kuten keittiöitä, makuuhuoneen kalusteita, verkkokomeroita, polkupyörävarusteiden telineitä, kylpyhuoneen sekä jätehuollon varusteita (molokkeja) 3. Lisätään liitokset LP1 ja LP3 rakenteisiin, jos laskijat pitävät sitä tarpeellisena.
3	Ylläpito	<p>Rakennekirjasto voidaan päivittää vuosittain</p> <p>Rakennesuunnittelija voisi vuosittain tarkistaa rakennekirjaston</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Päivitetään rakennekirjaston hinnat vuosittain. Jokainen laskijaryhmä päivittää hintoja niille rakenteille, mitä itse on luonut rakennekirjastoon.

		<p>rakennetyyppejä. Tarkistaa, onko rakenteet toimivia ja vastaako rakenteet rakennusmääräyksiä.</p> <p>Rakennesuunnittelijan kommenttien mukaiset korjaukset voisi syöttää kustannuslaskentaohjelmaan.</p> <p>Jokaisen rakennekirjaston käyttäjän toivotaan korjaavaan virheen rakennekirjastoista, jos sellaiseen törmää.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Pari kuukautta ennen hintojen päivittämistä kokenut rakennesuunnittelija ja vastaava työnjohtaja (tuotannon näkökulma) katsovat rakenteet ja detaljit. Tarkastus tehdään kerran vuodessa tai kahdessa johdon päätöksen mukaisesti. Rakennesuunnittelijan kommenttien mukaiset korjaukset laskenta syöttää kustannuslaskentaohjelmaan hintojen päivittämisen yhteydessä. 3. Jokainen rakennekirjaston käyttäjä korjaa virheen rakennekirjastoista, jos sellaiseen törmää (esimerkiksi virhe menekeissä).
4	Yhdenmukaisuus	<p>Laskijat voisivat palaverissa sopia yhdenmukaisen tavan, millä nimetään rakenteet ja muokataan rakenteiden otsikot hyväksi todetulla tavalla.</p> <p>Esimerkiksi otsikot voidaan muokata niin, että nimet sisältäisivät rakenteen sisältöä, kuten US1: 100 mm betonia, 150 mm eristettä ja 300 mm betonia. Nimitystä tulisi pitkiä, mutta se ei haittaisi, koska näkymää pystyy venyttämään.</p> <p>Rakennenäkymän luokat voidaan tarkistaa ja</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muokataan rakenteiden ja suoritteiden otsikot sovitulla tavalla. Yhtenä vaihtoehtona ehdotetaan rakennekirjaston rakenteille nimet, joihin on laitettu rakenteen sisältö. 2. Rakennenäkymän luokat tarkistetaan ja muokataan koodit vastaamaan talo-80 nimikkeistöä. 3. Laskijat keskustelevat, minäkälaiseksi rakennekirjaston sisältöä halutaan muokata. Jos ryhmä päättyy sopuun, toteutetaan sovitut muokkaukset.

		<p>muokata koodit vastaamaan talo-80 nimikkeistöä.</p> <p>Rakenteiden sisällön muokkaaminen on varsin työlästä. Laskijoiden on keskusteltava, minkälaiseksi rakennekirjastoa halutaan muokata.</p>	
5	Uusi ominaisuus kustannuslaskentaohjelmaan	Ehdotus Tocoman Oy:lle uudesta ominaisuudesta kustannuslaskentaohjelmaa.	<ol style="list-style-type: none"> Otetaan yhteyttä Tocoman Oy:öön ja esitetään kehitysehdotus, jossa ideana on, että kustannuslaskentaohjelma voisi näyttää standardivalikon rakenteen suoritteita painamalla riviä hiirellä tai viemällä hiiri halutun rakenteen rivin päälle.
6	Sisältö rakenteelle: pinnasta valmiiseen pintaan	Rakenteiden suoritteisiin voidaan lisätä pintakerrokset kaikkine vaihtoehtoineen.	<ol style="list-style-type: none"> Jos laskijat pitävät muutosta hyödyllisenä, lisätään rakennekirjaston rakenteisiin pintakerrokset sisältävät suoritteet. <p>HUOM! Jos halutaan käyttää jatkossa tietomallipohjaisessa laskennassa ryhmittelysääntötiedostoa, pintarakenteet kannattaa poistaa rakenteista. Tässä tapauksessa ehdotetaan pintarakenteiden siirtämistä omiksi rakenteiksi välipohjissa.</p>

Lisäksi tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, mitä muutoksia rakennekirjastoon pitäisi tehdä, jotta rakennekirjaston hintatietoja voidaan käyttää tietomallipohjaisessa lasken-

nassa. Tutkimuksessa selvisi kaksi toimivaa tapaa hyödyntää rakennekirjaston hintoja tietomallipohjaisessa laskennassa. Molemmista tapauksista suunnittelijan/arkkitehdin on käytettävä rakennekirjaston rakenteita mallintaessa tietomallia. Ensimmäisessä tavassa suoritetaan tietomallipohjainen määrälaskenta ilman, että huomioidaan millään tavalla, ovatko rakenteet rakennekirjaston rakenteita vai muita rakenteita. Kustannuslaskentaohjelmassa luodaan uusi hanke, johon siirretään hankkeeseen sopivia hinnoiteltuja viitekohteiden ja rakennekirjaston rakennusosia. Tämän jälkeen syötetään tietomallista saadun määräluettelon määrät kustannuslaskentaohjelmaan käsin. Näin saadaan rakennekirjaston rakenteita sisältävä kustannusarvio. Ensimmäinen laskentatapa ei vaadi muutoksia olemassa olevaan rakennekirjastoon.

Toinen tapa hyödyntää rakennekirjastoja tietomallipohjaisessa laskennassa on ainakin teoriassa tehokkaampi. Toisessa tavassa luodaan BIM -ohjelmassa rakennekirjaston rakenteisiin perustuva ryhmittelysääntötiedosto (tlx). Tämä tiedosto ladataan Tocoman BIM -ohjelmaan aloitettaessa määrälaskenta. Ryhmittelysääntötiedoston avulla rakennekirjaston rakenteita ei tarvitse ryhmitellä eikä hinnoitella. Toinen laskentatapa vaatii pieniä muokkauksia rakennekirjastoon. Tilanteessa, jossa rakenne sisältää kaksi vaihtoehtoista suoritetta, sääntötiedosto ei pysty järkevästi määrittämään kyseistä erittelyä automaattisesti. Esimerkiksi, jos rakenne sisältää kahta eripaksuista laattaa, joista on tarkoitus valita vain toinen, ohjelma ei osaa valita oikeata suoritetta, vaan laskee määrän molemmille laatoille. Yhtenä BIM:in haasteena on pintojen määrien laskeminen, sillä pintoja ei yleensä mallinneta. Rakennekirjastossa on muutamia rakenteita, jotka sisältävät pintarakenteita. BIM määrälaskennan kannalta pintarakenteet olisi hyvä erottaa rungosta ja laskea omina rakenteinaan. Rakennekirjaston rakenteiden hintoja voidaan hyödyntää tietomallipohjaisessa laskennassa ilman, että rakennekirjastoon tarvitsisi tehdä muutoksia tai pienin muutoksin, jos halutaan käyttää ryhmittelysääntötiedostoa.

Kaikki tutkimuksen haastattelut nauhoitettiin, mikä lisää tutkimustulosten luotettavuutta. Haastattelut on pidetty kasvotusten, mikä paransi haastattelutulosten laatua ja vähensi todennäköisyyttä, että tutkija tekisi vääriä tulkintoja tutkimusaineistosta. Toisaalta tutkijan käytännön kustannuslaskennan kokemuksen puute laskee jonkin verran tutkimustulosten luotettavuutta. Esimerkiksi tutkija ei välttämättä osannut laatia kattavia haastattelukysymyksiä ja näin jokin asia saattoi jäädä käsittelemättä. Virhelähteinä voivat olla tutkijan mahdollisesti tekemät virheelliset tulkinnat haastatteluvastauksista. Tietomallipohjaiseen laskentaan tutkija on tutustunut vain pintapuolisesti ja sen tarkoituksena olikin selvittää, mitä rakennekirjastolle pitäisi tehdä, jotta rakennekirjaston hintoja saataisiin hyödynnettyä. BIM -asiantuntijaa haastateltiin sähköpostitse. Tämä ehdottomasti vaikutti BIM laskentaan liittyviin tulosten suppeuteen, mikä osaltaan laskee tulosten luotettavuutta.

Työn tuloksena saatiin toimenpide-ehdotuksia, joilla pyritään parantamaan rakennekirjaston käytettävyyttä. Tutkimuksen loppupuolella selvisi, että tietomallipohjainen laskenta nopeutuisi rakennekirjaston rakenteita hyödyntämällä ryhmittelysääntötiedostoa, jonka käyttö vaatisi pieniä muokkauksia rakennekirjastoon. Ryhmittelysääntötiedoston

luominen ei kuulu enää tämän diplomityön piiriin. Jatkotutkimukseksi suosittelen tutkimusta rakennekirjaston käyttöönotosta tietomallipohjaisessa laskennassa kohdeyrityksessä. Tutkimus voisi käsitellä ryhmittelysääntötiedoston luomista. Tutkimuksen tavoitteena voisi olla kohdeyrityksen laskijoiden kouluttamiseen soveltuvan ryhmittelysääntötiedoston käyttöä käsittelevän opetusmateriaalin luominen.

LÄHTEET

Enkovaara, E., Haveri, H. & Jeskanen, P. (2006). Rakennushankkeen kustannushallinta, 4.muuttumaton painos ed. Rakennustieto Oy, Helsinki, 266 sivua

Eramo, O., Hynynen, T. & Kiiras, J. (1978). Rakennustyö: valmistelu, suunnittelu, ohjaus, hallinto, Rakentajain Kustannus Oy, Hki, 298 sivua

Haahtela, Y. & Kiiras, J. (2014). Talonrakennuksen kustannustieto, Haahtela-kehitys Oy, Helsinki, 390 sivua

Himberg, R., Lahti, P., Oksanen, A., Rudanko, M., Sipilä, K., Tammivuori, J., Toppola, M. & Lahti, J. (1986). Perustajaurakointi, Insinöörijärjestöjen Koulutuskeskus, Hki, 117 sivua

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2008). Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö, Gaudeamus Helsinki University Press Oy, Helsinki, 213 sivua

Kivistö, J. (2016). RAK-52000 Rakennusalan kustannuslaskenta luentokalvot, Lujatalo Oy, 275 sivua

Lindholm, M. (2009). Kustannushallinta rakennushankkeessa, Suomen Rakennusmedia Oy, Helsinki, 56 sivua

Marjasalo, A. & Linnamaa, H. (2017). Kustannushallintakoulutus 2, Peab Oy, Yrityksen sisäinen materiaali, 43 sivua

Peab Oy. (2014). Markkinointistrategian laatiminen Malli, Yrityksen sisäinen materiaali, 3 sivua

Peab Oy. (2016). Laskenta L0-Toimintajärjestelmä, Yrityksen sisäinen materiaali, 22 sivua

Peab Oy. (2016). Laskentaryhmä 12 10 2016 muistio, Peab Oy, Yrityksen sisäinen materiaali, 5 sivua

Peab Oy. (2017). LaHa-päivät-Rakennekirjasto-ryhmätyö 02-02-2017, Peab Oy, Yrityksen sisäinen materiaali, 3 sivua

Taiponen, T. (2014). Tocoman Ratkaisu Koulutusaineisto, Tocoman Laskenta TCM Pro 1 pv koulutus 2014, 36 sivua

Talo 90 -ryhmä (1994). Talo 90. Rakennuskustannusten laskentaohje: rakennustekniset työt, Rakennustieto Oy, Helsinki, 101 sivua

Talo-80 -ryhmä (1982). Määrälaskentaohje Talo-80 nimikkeistöjärjestelmän mukaan, Rakentajain Kustannus Oy, Hki, 147 sivua

Talo-80 -ryhmä (1984). Yleisseloste Talo-80 nimikkeistöjärjestelmän mukaan, 3. p. ed. Rakentajain Kustannus Oy, Hki, 120 sivua

Tocoman ratkaisu. web page. Saatavilla (viitattu 27.09.2017): <http://tocoman.fi/ratkaisu/>.

(2016). Tukiprosessin katselmus ja toimintasuunnitelma - Laskenta 20.04.2016, Peab Oy, Yrityksen sisäinen materiaali, 7 sivua

Vuorela, K., Urpola, J. & Kankainen, J. (2001). Johdatus rakentamistalouteen, 3. uud. p. ed. Jasur Oy, Espoo, 164 sivua

Ylisaukko-Oja, K. (2017). Kustannushallinnan luotettavuuden parantaminen urakkaliiketoiminnassa, Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos, Tampere, 98 sivua

LIITE A: HAASTATTELURUNKO

1. Haastateltavan henkilön tausta

- Nimi
- Kuinka pitkään olet ollut töissä kohdeyrityksessä?
- Kuinka pitkään olet tehnyt laskentatyötä?
- Minkälaisia kohteita lasket? Urakkakilpailukohteet, omaperustaisia asunto/toimitilakohteita?
- Olet ollut osana laskentapienryhmää, joka oli karsimassa rakenteita nykyistä rakennekirjastoa varten. Tavoitteena oli omien asunto- ja neuvottelukohteiden yleisemmin käytettyjen rakenteiden määrittäminen yhteistyössä suunnittelunohjauksen kanssa sekä rakennekirjaston kehittäminen/päivittäminen Tocomanin vanhan kirjaston pohjalta.
 - a. Kerro lyhyesti omin sanoen tästä projektista.
 - b. Oletko käyttänyt vanhoja (ennen vuoden 2016 käynnistynyttä rakennekirjastojen kehittämisprojektia) Peabin rakennekirjastoja? Onko nykyinen rakennekirjasto parempi? Millä tavalla?

2. Rakennekirjaston nykytila

- Käytätkö laskennassa rakennekirjastoja? Miksi?
- Vastaako se mielestäsi kustannuslaskennan tarpeita? (Vastaako rakennekirjastot tarpeita juuri sinun laskentatyössäsi?)
- Käytätkö rakennekirjastojen lisäksi vanhojen kohteiden määräluetteloita? Kumpaa käytät enemmän: rakennekirjastoja vai vanhojen kohteiden määrärivejä? Miksi?
- Onko rakennekirjastoista hyötyä? Mitä hyötyjä?
- Mikä on tärkein hyöty rakennekirjastoissa sinulle? Miksi?
- Kelpaako yleensä asuntorakentamiskohteissa rakennekirjastojen valmiit rakennetyypit suoritteineen ja panoksineen? Entä toimitilakohteissa? Vai joutuuko yleensä muokkaamaan itse rakennettakin? Koetko hankalaksi muokkaamista?
- ->Onko siis luontevampaa luoda uusi rakennetyyppi vai käyttää rakennekirjaston rakennetta ja muokata sitä tarvittaessa?
- Oletko hyötynyt rakennekirjastojen rakenteiden tarjoamista hinnoista? Oletko käyttänyt rakennekirjaston hintoja suoraan sellaisinaan vai onko ne enemmänkin suunta-antavia? Miksi?
- Onko mielestäsi rakennekirjastoissa tarpeeksi rakenteita eli puuttuuko jokin, mitä haluaisit sinne?
- Onko mielestäsi rakennekirjastoissa liikaa rakennetyyppejä? Pitääkö karsia rakenteita lisää? Mitkä rivit ovat sinulla aktiivisessa käytössä? Mitä rakennekirjaston määrärivejä ei tule käytettyä juuri ikinä?
- Tunnetko hyvin, mitä rakennetyyppejä löytyy rakennekirjastoista?

LISÄKYSYMYKSET: Jos henkilö ei käytä rakennekirjastoja

- Miksi et käytä rakennekirjastoja?
- Mikä on sinun tapa laskea kohdetta? Käytätkö jotain valmista tietoa määrälaskentaan? Entä hinnoitteluun? (vaihtoehtoinen rakennekirjasto esim. oma Excel tiedosto tai kaikki tiedot muistissa/luonnollisempaa kirjoittaa aina suoritteet ja panokset aina uudestaan)
- Koetko, että rakennekirjastoista sinulle voisi olla hyötyä, jos niihin tehdään muutoksia? Mitä muutoksia?

3. Rakennekirjaston kehittäminen

- Minkälaiset toimet voisivat ratkaista (keskustelussa ilmi tulleet) ongelmat?
- Toivotko lisää määrärivejä kirjastoon vai pitääkö karsia rakenteita?
- Mitä pitäisi tehdä rakennekirjastoille, että sinä hyötyisit kirjastoista enemmän?
- Onko jokin ominaisuus rakennekirjastoissa, joka saa sinut olla käyttämättä rakennekirjastoja? Mikä?
- **Kaipaatko jonkun uuden ominaisuuden rakennekirjastoihin? Minkä?**
- Koetko, että hyötyisit rakennekirjastoista enemmän, jos tuntisit rakennekirjastojen sisällön paremmin? Koetko hyödylliseksi tutustua rakennekirjastojen sisältöön ryhmässä esim. palaverissa tai jonkun toiminnallisen tehtävän parissa esim. testikohteen avulla?

4. BIM näkökulma

Yhtenä työn tutkimuskysymyksenä on, miten rakennekirjastoa pitäisi kehittää, että sitä voisi hyödyntää tietomallista laskettujen määrien hinnoittelussa.

- Onko sinulla kokemusta BIM:in käytöstä laskennassa? Jos on, kertoisitko tarkemmin?
- Mitä mieltä olet, pystyisikö rakennekirjastoja hyödyntämään tietomallipohjaisessa määrälaskennassa ELI pystyisikö ottaa tietomallista saaduille määriille hintoja rakennekirjastosta? Miten?
- Olisiko hintojen ottaminen rakennekirjastosta hyödyllistä? Käyttäisitkö itse?