



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JESSE MARTTILA

Tietomallin tietosisällön lisäarvon tuottaminen elinkaarihankkeen tar- jousvaiheessa

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN KOULUTUS-
OHJELMA
2021

Tekijä(t) Marttila, Jesse	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Toukokuu 2021
	Sivumäärä 48 + 4 liitesivua	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Tietomallin tietosisällön lisäarvon tuottaminen elinkaarihankkeen tarjousvaiheessa		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma, Rakennesuunnittelu		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, kuinka tilaajaorganisaatio voisi parantaa elinkaarihankkeen tarjousvaiheessa tuottamaansa palvelua. Tämä opinnäytetyö tehtiin A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n tilaamana.</p> <p>Tilaajaorganisaatio testasi uutta tarjousvaiheen palvelumallia pilottihankkeessa. Tässä uudessa palvelumallissa tilaajaorganisaatio tuotti tietomallin elinkaarihankkeen tarjousvaiheen aikana. Tässä tutkimuksessa keskityttiin erityisesti tähän tilaajaorganisaation tuottamaan tietomalliin sekä sen tietosisältöön. Tutkimuksessa pyrittiin tutkimaan, toiko sen tuottaminen asiakkaalle lisäarvoa perinteiseen tarjousvaiheen laskenta-aineistoon verrattuna. Lisäksi tutkittiin, miten tietomallin tietosisältöä voitaisiin vielä kehittää, jotta se tuottaisi asiakkaalle vielä suuremman lisäarvon.</p> <p>Tiedon hankkimiseksi tutkimuksessa perehdyttiin aihealueen ajankohtaiseen kirjallisuuteen, minkä lisäksi haastateltiin tilaaja- sekä asiakasorganisaation asiantuntijoita. Tilaajaorganisaation haastattelu toteutettiin teemahaastatteluna, jotta saataisiin mahdollisimman kattavasti tietoa sekä pilottihankkeesta että elinkaarihankkeen erityispiirteistä palveluntuottajan näkökulmasta. Asiakasorganisaation haastattelu toteutettiin lomakehaastatteluna, jotta saataisiin mahdollisimman kattavaa sekä tarkkaa tietoa valituista aihealueista.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena voitiin todeta, että tarjousvaiheen tietomallin tietosisältö toi asiakkaalle lisäarvoa perinteiseen tarjousvaiheen laskenta-aineistoon verrattuna. Haastatteluiden perusteella voitiin myös todeta, että tietomallin tuottaminen elinkaarihankkeen tarjousvaiheessa on tilaajaorganisaatiolle suositeltava palvelumuoto. Lisäksi tutkimuksessa saatiin selvitettyä, mihin suuntaan tarjousvaiheen tietomallia kannattaa seuraavaksi lähteä kehittämään.</p>		
<u>Asiasanat</u> Tietomallit, lisäarvo, elinkaarimallit, rakennesuunnittelu		

Author(s) Marttila, Jesse	Type of Publication Bachelor's thesis	May 2021
	Number of pages 48 + 4 appendix pages	Language of publication: Finnish
Title of publication Generating added value of the data content of the building information model in the bidding phase of a public-private partnership project		
Degree program Construction and civil engineering, Structural design		
Abstract <p>The aim of the thesis was to study how the client organization could improve the service it provided in the bidding phase of the public-partner partnership project. This thesis was commissioned by A-Insinöörit Suunnittelu Oy.</p> <p>The contracting organization tested a new bidding phase service model in a pilot project. In this new service model, the client organization produced building information model during the bidding phase of the public-partner partnership project. This study focused especially on the building information model produced by the client organization and its data content. The aim of the study was to examine whether its production brought added value to the customer compared to the traditional bidding phase calculation material. In addition, it was investigated how the data content of the building information model could be further developed to provide even greater added value to the customer.</p> <p>In order to obtain information, the research examined the current literature in the field, in addition to which experts from the client and customer organizations were interviewed. The interview with the client organization was conducted as a thematic interview in order to obtain as comprehensive information as possible about both the pilot project and the specific features of the public-private partnership project from the service provider's point of view. The interview with the customer organization was conducted as a form interview in order to obtain as comprehensive and accurate information as possible on the selected topics.</p> <p>As a result of the study, it could be stated that the data content of the bidding phase building information model brought added value to the customer compared to the traditional bidding phase calculation material. Based on the interviews, it could also be stated that the production of an information model in the tender phase of a public-partner partnership project is a recommended form of service for the contracting organization. In addition, the study found out in which direction the bidding phase data model should be developed next.</p>		
<u>Key words</u> Data models, added value, public-private partnership models (PPP), structural design		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	5
1.1 Työn taustaa.....	5
1.2 Työn rajausta, menetelmät ja tavoitteet	7
1.3 Työn toteutus ja rakenne	7
2 TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT.....	9
2.1 BIM, eli rakennuksen tietomalli	9
2.1.1 Tietomallin tuottamisprosessin peruseriaatteen	11
2.1.2 Tarjousvaiheessa tuotettavan tietomallin tietosisältö	15
2.2 Elinkaarimalli hankkeen toteutusmuotona	19
2.2.1 Elinkaarinhankkeen suunnittelu- ja hankintavaihe	21
3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT	26
3.1 Tutkimuksen tavoitteet	26
3.2 Tiedonhankintamenetelmät.....	26
3.3 Tutkimuksen eettisyys, pätevyys sekä luotettavuus.....	28
4 HAASTATTELUIDEN SEKÄ NIIDEN TULOSTEN ESITTELY	29
4.1 Asiakasorganisaation haastattelu	29
4.1.1 Haastattelun kohderyhmä	29
4.1.2 Haastattelukysymykset	30
4.1.3 Haastattelun tulosten yhteenveto.....	31
4.2 Tilaajaorganisaation teemahaastattelu.....	34
4.2.1 Haastattelun kohderyhmä	34
4.2.2 Haastattelun teemat	35
4.2.3 Haastattelun tulosten yhteenveto.....	36
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	40
5.1 Tavoitteiden saavuttamisen arviointi	40
5.2 Jatkoimenpiteet	43
6 YHTEENVETO.....	45
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä pyritään selvittämään, kuinka tilaajaorganisaation elinkaarihankkeen tarjousvaiheessa tuottamaa tietomallia voitaisiin kehittää tietosisällön osalta niin, että se tuottaisi asiakkaalle enemmän lisäarvoa. Tutkimuksessa kartoitetaan yleisiä vaatimuksia tarjousvaiheessa toteutettavalle tietomallille, käsitellään elinkaarihankkeen ominaispiirteiden vaikutusta tietomallin tietosisältöön sekä kerätään pilotti-hankkeen käyttäjäkokemuksia haastattelun avulla. Lisäksi toteutetaan teemahaastattelu, jolla hankitaan tilaajaorganisaation asiantuntijoilta tietoa elinkaarihankkeen tarjousvaiheen ominaispiirteistä suunnittelu- ja konsultointiyrityksen näkökulmasta.

Työn tilaajaorganisaationa toimii A-Insinöörit Suunnittelu Oy, joka on yksi kotimaisen kiinteistö- ja rakennusalan suunnittelu- ja konsultointiyhtiön Ains Group Oy:n tytäryhtiöistä. Ains Group Oy työllistää Suomessa 12 eri paikkakunnalla yli 800 asiantuntijaa ja tarjoaa palveluitaan globaalisti. (A-Insinöörit Oy, 2021.)

1.1 Työn taustaa

Rakennusalan digitalisoitumisen yhteydessä erityisesti tietomallintamisen mahdollisuudet on alettu näkemään laajemmin kaikkien rakennushankkeen osapuolten kesken. Tietomallintamisen yleistymisen rakennushankkeissa on lisännyt tarvetta myös tietomallin tietosisällön sekä sen tuottamisprosessin kehittämiseksi. Rakennusala onkin tällä hetkellä kulkemassa vahvasti suuntaan, jossa tietomallia hyödynnetään kokonaisvaltaisemmin koko rakennuksen elinkaaren ajan. (Kempainen, 2021.) Kun puhutaan rakennusalan kehittymisestä sekä digitalisoitumisesta, nousee suureen rooliin tietomallintaminen, jossa on huomattavaa kehityspotentiaalia. Tietomallinnuksen avulla on mahdollista toteuttaa entistä luovempia sekä innovatiivisempia rakennushankkeita. Järjestelmällisellä sekä kurinalaisella tietomallintamisella voidaan myös parantaa tiedonhallintaa kaikissa rakennushankkeen vaiheissa. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 10.)

Tietomallin mahdollisuuksien monipuolisella hyödyntämisellä sekä laadukkaalla toteutuksella on mahdollista saavuttaa muun muassa tarkempaa työmaa-aikataulusta, taloudellisia säästöjä sekä tukea rakentamisen aikaisten prosessien tehostamiseksi. Tietomallin avulla voidaan myös analysoida laajasti hankkeen kustannuksia ja tehdä erilaisia elinkaarianalyyskejä. Näiden lisäksi tietomallin avulla kyetään havainnollistamaan erilaisia suunnitteluratkaisuja kaikille osapuolille ja samalla saadaan tukea suunnitteluun sekä eri alojen suunnitelmien yhteensovittamiseen. Lopputuotteena tilaajalle luovutettava tietomalli toimii hyvänä työkaluna rakennuksen koko elinkaaren aikaisen käytön sekä ylläpidon tukena. (RT 10-11066, 2012, s. 2.) Tietomallinnuksen laaja-alainen hyödyntämien on toimiva esimerkki siitä, mihin rakennusalan digitaalisilla ratkaisuilla on mahdollista päästä. Rakennusosalalla on jo nyt käytössä muitakin erilaisia digitaalisia sovelluksia, kuten lisätty todellisuus, erilaiset tekoälyratkaisut sekä rakennusten digitaaliset kaksoset. Näiden eri digitaalisten sovellusten kehittäminen ja mahdollinen integroiminen keskenään on iso haaste, mutta myös iso mahdollisuus. (Van Halteren, 2021.)

Suomessa toteutettavissa rakennushankkeissa elinkaarimalli hankkeen toteutusmuotona on aiemmin ollut käytössä vain valtion rata- ja väylähankkeissa, mutta vuonna 2018 elinkeinotulon verottamista koskevia lakeja muutettiin niin, että ne mahdollistavat elinkaarimallin sujuvamman käytön hankkeen toteutusmuotona myös hankkeissa, joissa rakentamisen kohteena on rakennus tai muu pysyvä rakennelma (HE 155/2017 vp, luku 1.3).

Elinkaarimallin käyttö on Suomessa ollut tasaisessa kasvussa toimitilarakentamisessa vuodesta 2009 lähtien onnistuneiden hankkeiden myötä ja käynnissä olevia elinkaarihankkeita seurataan mielenkiinnolla niin urakoitsijoiden, kuin asiakkaidenkin taholta. Elinkaarimallilla toteutettavassa hankkeessa asiakkaan riski on alhaisempi, koska toteuttaja on vastuussa rakennuksen ylläpidosta yleensä vielä n. 20 vuotta käyttöönoton jälkeen. Elinkaarimallilla toteutettava hanke haastaa hankkeen urakoitsijan lisäksi myös suunnittelijat ajattelemaan kohdetta pitkällä aikavälillä hieman eri lähtökohdista, kuin perinteiset urakkamuodot. (Soikkeli, 2020.)

1.2 Työn rajaus, menetelmät ja tavoitteet

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan rakennesuunnittelijan toteuttaman tietomallin tietosisällön tuomaa lisäarvoa asiakkaalle rakennushankkeen urakkakilpailun tarjousvaiheessa. Tätä lisäarvoa verrataan tässä työssä perinteiseen 2D-suunnittelulla tuotettuun tarjousvaiheen laskenta-aineistoon. Työssä rajataan rakennushankkeen toteutusmuodoksi elinkaarihanke ja nostetaan esiin tämän hankemuodon sellaisia erityispiirteitä, jotka asettavat tietomallille tietosisällöllisiä lisävaatimuksia. Tutkimuksessa keskitytään tarjousvaiheen tietomallin tuottamiseksi kehitetyn pilottikäytössä olevan tuottamisprosessin käsittelemisen sijasta prosessin lopputuotteeseen, eli tietomalliin itseensä. Rakennushankkeen tarjousvaiheessa tuotetun tietomallin käsittelyn lisäksi tutkitaan tämän tuotteen asiakaskokemuksia käynnissä olevassa toimitilahankkeessa, joka toteutetaan elinkaarihankkeena. Toimitilahankkeissa elinkaarimallin käyttäminen hankkeen toteutusmuotona on rakennusalalla varsin tuore toimintamalli. Lisäksi tietomallin tuottaminen tällaisen hankekokonaisuuden tarjousvaiheessa on rakennusalalla uutta. Kirjallisuudessa ei vielä esitetä tällaisen yhdistelmän tarjousvaiheen toimintaa kovin tarkasti, minkä johdosta tutkimuksessa tukeudutaan myös tilaajaorganisaation konsulttien ensi käden tietoon, joka hankitaan teemahaastattelun avulla.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on parantaa tilaajaorganisaation tuottaman tarjousvaiheen suunnittelun lisäarvoa asiakkaalle. Rakennushankkeiden tarjouskilpailuissa eri toimijoiden tarjousten välillä on yleisesti tiedetysti pienet marginaalit suhteessa hankkeen kokonaisarvoon, joten on tärkeää, että tarjousta tekevällä urakoitsijalla on käytössään mahdollisimman kattavat tiedot tarjouslaskentansa tueksi. Hankkeen taloudellisen onnistumisen kannalta on kriittistä, että tarjousvaiheessa lasketut kustannukset vastaavat mahdollisimman tarkasti hankkeen toteutuneita kustannuksia. Tutkimuksen tavoitteena on myös selvittää, kuinka tilaajaorganisaatio voisi kehittää tuotettaan niin, että se tarjoaisi asiakkaalleen enemmän ja laadukkaampaa tietoa verrattain hektisessä aikataulussa, joka tarjousvaiheessa on rakennesuunnittelijalla käytössään.

1.3 Työn toteutus ja rakenne

Tämän työn pääasiallisina tutkimusmenetelminä käytetään kirjallisuusanalyysiä sekä haastattelututkimuksia, joiden toteuttamisperiaatteita käsitellään luvussa kolme.

Tämän opinnäytetyön luvun kaksi teoriaosuudessa tutustutaan tietomallin tuottamiseen rakennusalan urakkakilpailun tarjousvaiheessa, kun kyseessä on elinkaarimallilla toteutettava toimitilahanke. Tietomallintamisen peruseriaatteiden tutkimisessa tukeudutaan erityisesti Yleiset tietomallivaatimukset 2012 – ohjesarjaan sekä muutamiin Rakennustieto Oy:n julkaisemiin aihealueen teoksiin. Tämän lisäksi luvussa kaksi esitellään elinkaarimallin peruseriaatteet sekä ne elinkaarimallille tyypilliset erityispiirteet, jotka vaikuttavat tietomallin tuottamiseen urakkakilpailun tarjousvaiheessa. Toimitilan tuottamisen ominaispiirteitä nostetaan myös esiin ja verrataan toimitilahankeetta asuinrakentamishankkeeseen rakennesuunnittelijan näkökulmasta.

Työn kolmannessa luvussa keskitytään tutkimuskysymyksiin ja -menetelmiin sekä avataan tavoitteita, jotka tällä tutkimuksella pyritään saavuttamaan. Tutkimuskysymysten ja työn tavoitteiden esittelyn jälkeen käsitellään haastattelututkimusten toteuttamista tässä tutkimuksessa. Neljännessä luvussa esitellään haastateltavien valintaperusteet, haastateltaville esitetyt haastattelukysymykset sekä niiden valintaperusteet ja lisäksi esitetään haastattelututkimuksen tulokset.

Viidennessä luvussa keskitytään haastattelututkimuksen tulosten analysointiin ja tämän lisäksi esitetään vastaukset tutkimuskysymyksiin sekä pohditaan mahdollisia jatkotutkimustoimenpiteitä. Luvussa kuusi muodostetaan tutkimuksen yhteenveto, jossa pohditaan, kuinka tutkimus onnistui ja tiivistetään tutkimuksen tulokset.

2 TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT

2.1 BIM, eli rakennuksen tietomalli

BIM-tekniikan avulla rakennuksesta tai muusta kohteesta voidaan luoda yksi tai useampi virtuaalinen moniulotteinen malli, joka vastaa kohteen todellisia mittoja ja jossa on esitetty kohteen rakenteelliset ratkaisut todenmukaisesti. Luotujen mallien avulla saadaan tukea rakentamisen suunnitteluun, itse rakentamiseen sekä ylläpidon tehtäviin koko kohteen elinkaaren ajalle. Tietomallien avulla pystytään analysoimaan ja hallitsemaan rakentamisen eri prosesseja tehokkaammin, kuin perinteisillä manuaalisilla prosesseilla. Kun digitaalinen tietomalli on luotu tarkasti todellisuutta vastaavaksi ja se sisältää kaikki rakentamiseen tarvittavat todelliset tiedot, tietomallin avulla pystytään rakentamaan kohde, tuottamaan kaikki tarvittavat rakennuskomponentit sekä hallinnoimaan näiden komponenttien tilauksia sekä aikataulua perinteistä toimintatapaa tehokkaammin. Laadukkaasti toteutetun tietomallin avulla kokonaisvaltainen suunnittelu on helpompaa ja näin ollen suunnittelu-aikataulu on nopeampi, toteutus edullisempi ja myös projektin lopputulos laadukkaampi. (Eastman ym., 2011, s. 1.)

Kun rakennushankkeen suunnittelun ja toteutuksen aikana syntyvää tietoa varastoidaan tietomalliin jatkuvasti kohdetta mallinnettaessa, rakennushankkeen suunnittelu-, toteuttamis- sekä käyttö- ja ylläpitovaiheessa tiedon käsittely on helpompaa ja tehokkaampaa, kuin perinteisellä tavalla, jossa tieto on jakautunut useaan eri paikkaan 2D-piirustusten muodossa. Tämän lisäksi tietomalli mahdollistaa myös tietokoneohjelmien ja tietojärjestelmien käytön tiedonhallinnassa sekä tiedon tulkitsemisessä, jolloin aikaa ei kulu tietojen manuaaliseen keräämiseen suunnitelmista ja vastaavasti tietojen syöttämiseen toisaalle. Samalla saadaan hyödynnettyä tietokoneohjelmien analysointikapasiteettia tehokkaasti. (Penttilä ym., 2006, luku s. 8-9.)

Tietomallin käyttö hyödyttää monella tavalla sekä hankkeessa työskenteleviä henkilöitä että hankkeen tilaajaa. Tietomallin avulla pystytään vähentämään suunnitteluvirheitä, edistämään erikoissuunnittelijoiden välistä yhteistyötä sekä nopeuttamaan suunnitelmien yhteensovitusprosessia. Kun tieto kootaan jo projektin alkuvaiheesta alkaen yhteen paikkaan ja sovitetaan eri suunnittelualojen tietomallit yhteen, saadaan

visualisoitua kohde kaikille hankkeen osapuolille selkeästi jo ennen rakentamisen aloittamista. Aikaisen yhteensovittamisen avulla havaittuja virheitä voidaan korjata ennen kuin ne toteutetaan todellisuudessa. Tietomallien käyttö mahdollistaa myös tietojen seulonnan kulloisenkin tarpeen mukaan hyvin tarkasti, jolloin ylimääräistä aikaa ei kulu relevantin tiedon poimimiseen suunnitelmista manuaalisin keinoin. Tietomalliin on mahdollista liittää uusia osapuolia myös myöhemmässä vaiheessa projektia, mikä mahdollistaa esimerkiksi tuotantolaitoksen osallistumisen tiedonvälitykseen tietomallin avulla. Jatkuvasti edistyneemmät tietoliikenneyhteydet sekä ohjelmistot tarjoavat mahdollisuuden yhä kehittyneempien lisäarvoa tuottavien ominaisuuksien kehittämiseksi. (Penttilä ym., 2006, s. 11.)

Eri suunnittelualojen tuottamista tietomalleista muodostettavaa koko rakennuksen tietomallia voidaan hyödyntää usealla eri tavalla rakennushankkeen eri vaiheiden aikana. Keskityttäessä tarjousvaiheessa tapahtuvaan suunnitteluun, tietomallia voi hyödyntää esimerkiksi

- tarjousvaiheen tiedonhaussa sekä tarjousvaiheen määrälaskennan apuna
- rakennuksen rakenteiden sijaintitietojen koordinointiin
- rakentamisen aikaiseen työmaa-alueen käytön suunnitteluun
- kohteeseen perehtymisessä sekä hankintojen ja työmaatoteutukseen liittyvien tehtävien suunnittelun tukena. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 8.)

Tietomallin laaja-alainen hyödyntäminen hankkeen käyttö- ja ylläpitovaiheessa esimerkiksi huoltokirja- ja kiinteistönhallintajärjestelmissä edellyttää, että asia päätetään jo rakennushankkeen alkuvaiheessa, jotta tämä osataan ottaa huomioon koko hankkeen ajan. Suunnittelujärjestelmien tiedostot voivat vanhentua teknisesti ja jopa tuhoutua fyysisesti ajan kuluessa. Tämän vuoksi onkin tärkeää, että käyttöönoton jälkeenkin tietomallin tietosisältö pidetään ajantasaisessa järjestelmien vaatimassa tiedostomuodossa ja näitä tiedostomuotoja päivitetään aina, kun ohjelmistotkin päivittyvät. Myös useampaan eri tiedostomuotoon tallentamista suositaan, erityisesti sellaisen tietosisällön kohdalla, jonka oletetaan olevan relevanttia vielä pitkän ajan kuluttuakin. Aina päivityksen yhteydessä on tärkeää tarkistaa, ettei tiedoston päivittämisprosessissa ole kadonnut tietoa. (RT 10-10992, 2010, s. 5.)

2.1.1 Tietomallin tuottamisprosessin peruseriaatteen

Tietomallinnuksella tavoitellaan kehitystä perinteiseen suunnittelutapaan verrattuna erityisesti rakennuksen suunnittelussa sekä rakentamisen laadussa, yleisessä tehokkuudessa sekä kestävästä kehitystä mukailevassa koko rakennuksen elinkaaren aikaisessa prosessissa. Jotta tietomallinnus onnistuu, on jokaisessa hankkeessa asetettava itse tietomalleille sekä niiden hyödyntämiselle painotettavat osa-alueet sekä tavoitteet hankkekohtaisesti. Yleisiä tavoitteita, joita mallinnukselle asetetaan, ovat esimerkiksi

- päätöksentekoprosessin tukeminen sekä hankkeen osapuolien sitouttaminen
- erilaisten suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen sekä eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovitus
- rakentamisen aikaisten prosessien sekä turvallisuusnäkökulmien huomioimisen tehostaminen sekä lopullisen tuotteen yleisen laadun parantaminen
- rakennushankkeen kustannusten arvioinnin sekä erilaisten analyysien tuottamisen tukeminen
- rakennusosien sekä järjestelmien tietojen siirtäminen käytön ja ylläpidon aikana käytettäväksi tiedonhallinnan parantamiseksi. (RT 10-11066, 2012, s. 2.)

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa suunnittelun painopiste on selkeästi etupainotteisempi, kuin perinteisessä suunnittelussa. Jo projektin alkuvaiheessa määritellään tarkasti suunnittelun tavoitteet sekä tehtävien määrittelyt. Lähtötietojen käsittelystä sovietaan mahdollisimman aikaisin kaikkien erikoissuunnittelijoiden kanssa, jotta tietomallista saadaan paras mahdollinen hyöty irti jo vaihtoehto- ja ennakkotarkasteluja tehtäessä. Rakennesuunnittelija pyritään nykyään sisällyttämään hankkeen parissa työskentelevään kokonaisuuteen jo projektin alussa, jotta päästään tarkastelemaan myös rakennuksen rakennusteknistä toimivuutta. Parhaassa tilanteessa tietomallin tuottaminen aloitetaan kaikkien suunnittelualojen kesken samanaikaisesti, jotta kaikki mallintavan suunnittelun tuomia etuja saataisiin hyödynnettyä mahdollisimman laajasti. (Valjus ym., 2007, s. 12-13.) Varhaisessa vaiheessa tuotetun luonnoksen omaisen tietomallin avulla voidaan arvioida eri suunnitteluvaihtoehtoja tarkemmin, kuin perinteisten 2D-suunnitelmien avulla. Erilaisten analysointi- ja simulointityökalujen avulla voidaan rakennukselle tehdä erilaisia simuloitteja sekä tarkastella rakennuksen

toiminnallisuuksille ja kestävyydelle asetettujen vaatimusten toteutumista käytännössä. Samalla valmiin rakennuksen kokonaislaatu paranee. (Eastman ym., 2011, s. 17.)

Tietomallinnettavassa hankkeessa on tiedon hallinnan ja käytön kannalta merkittävä ero perinteiseen toimintatapaan. Siinä, missä perinteisessä rakennushankkeessa hankkeen vaiheet yleensä vaiheistetaan tarkasti ja edellinen vaihe päätetään ennen seuraavan vaiheen aloittamista, tietomallinnettavissa hankkeissa hankkeen eri vaiheet ovat toisiinsa nähden enemmän limitettyjä eivätkä niin tarkasti rajattuja. Perinteisessä rakennushankkeessa vaiheesta toiseen siirryttäessä tietoa karsitaan ja vain sillä hetkellä hyödylliseksi koettu tieto siirtyy suunnitelmien mukana seuraavaan hankevaiheeseen. Tietomallinnettavissa hankkeissa pyritään siihen, että kerran digitaaliseen muotoon luotu tieto on pysyvää ja helposti käytettävissä sekä muokattavissa koko rakennuksen elinkaaren ajan, tällöin tietoa ei katoa samalla tavalla hankkeen eri vaiheiden välillä. (RT 10-10992, 2010, s. 2-3.)

Rakennushankkeessa, jossa suurin osa suunnitelmista toteutetaan tietomallinnusta käyttäen, eri suunnittelijoiden on linjattava suunnitteluprosessinsa tarkasti projektin prosessien kanssa yhteensopiviksi. Tällä pyritään välttämään ylimääräistä työtä sekä realisoimaan tietomallinnuksesta saatavissa olevat edut. Jokaiseen tietomallinnettavaan rakennushankkeeseen sisältyy tietomallinnuksen aloituskokous, jonka järjestää rakennuttaja, projektinjohto tai pääsuunnittelija. Tämän kokouksen tarkoituksena on käsitellä rakennushankekohtaisia tietomallinnuksen periaatteita. Tämä on yksi keino sitouttaa projektin osapuolia projektiin ja samalla tuoda esiin hankekohtaisia erityis-ehdoja. Aloituspalaverissa sovitaan muun muassa

- mitä tietomalleja kukin suunnitteluala tuottaa missäkin vaiheessa projektia ja mihin kyseisiä tietomalleja käytetään
- tietomallinnuksesta vastaavat henkilöt suunnittelualoittain
- aikataulullisista asioista, kuten suunnittelu-aikataulusta, suunnitelmien päivitystahdista, sekä päivitykseen ja laadunvarmistukseen liittyvistä käytännöistä
- mallinnustarkkuudesta sekä tietomalliselostuksen sisältöön sekä käyttöön liittyvistä hankekohtaisista asioista. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 17.)

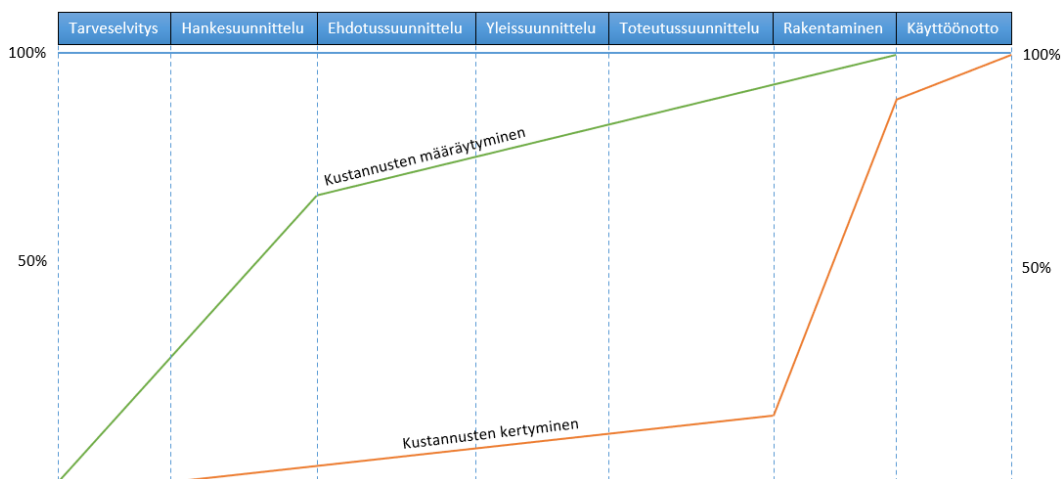
Suunnittelu painottuu tietomallinnettavassa rakennushankkeessa perinteisiä hankkeita varhaisempaan ajankohtaan. Suunnittelun etupainotteisuuden lisäksi eri vaiheiden liittämisen luo painetta projektin alkuvaiheessa tapahtuvalle suunnittelulle. Tietomallinnettavassa kohteessa onkin erityisen tärkeää, että mallintamisen organisointi sekä johtaminen toteutetaan laadukkaasti ja kaikki osapuolet sitoutetaan tietomallintamiseen yhteisesti sovittujen projektitoimintaohjeiden mukaisesti. Osana tietomallinnettavassa hankkeen organisointia hankkeissa käytetään yleensä erikseen nimettyä tietomallinkoordinaattoria, jonka tehtävänä on ohjata hankkeen osapuolien yhteistoimintaa ja huolehtia eri suunnittelualojen tietomallien teknisestä yhdistämisestä sekä mahdollisten epäkohtien esille tuomisesta. Tietomallintamisen organisointi sekä johtamistoimet ovat aikaa vieviä toimia, mutta tietomallintamisen laadun takaamiseksi välttämättömiä. Hankkeen organisointiin liittyen rakennuttajan vastuulla on järjestää rakennushankkeen asiakirjojen säilyttäminen. Tämä toteutetaan nykyään pääosin selainpohjaisten projektipankkipalveluiden avulla. Eri suunnittelijoiden tuottamia piirustuksia, tietomalleja, selostuksia ym. asiakirjoja säilytetään projektipankissa, jossa ne ovat tarvittaessa kaikkien hankkeen osapuolien saatavilla. (RT 10-10992, 2010, s. 4.)

Tietomallinnettavassa hankkeessa kaikki suunnitteludokumentteja ei yleisnimeämisestään huolimatta tuoteta mallintamalla, vaan mallintamisen ohessa tuotetaan suunnitteludokumentteja myös perinteisellä tavalla 2D-ohjelmien avulla. Sekä tietomallin avulla tuotettujen että 2D-ohjelmilla tuotettujen suunnitelmien osalta rakennushankkeen aikaisessa tiedonsiirrossa noudatetaan hankkeessa määritettyjä tiedonsiirto-ohjeita. (RT 10-11066, 2012, s. 2.) Mallinnettavan rakennushankkeen aikaisen tiedonsiirron toimivuuden varmistamiseksi rakennushankkeen alussa eri suunnittelijoiden käyttämien suunnitteluohjelmistojen yhteensopivuus varmistetaan, sekä sovitaan yhteisesti tiedonsiirrossa käytettävistä tiedostomuodoista (RT 10-10992, 2010, s. 5).

Lähtökohtaisesti tietomallinnuksessa käytettäville suunnitteluohjelmille ei ole asetettu yleisiä rajoituksia. Kuitenkin tiedonsiirron kannalta sekä yhdistelmämallien luomiseksi on tärkeää, että kaikki suunnittelijat pystyvät tuottamaan käyttämillään ohjelmilla samaa versioita olevat IFC-tiedostot. (RT 10-11066, 2012, s. 2.) Eri suunnittelualojen tietomalleista saatavat tiedostot ovat IFC-muodossa (Industry Foundation Classes), millä tarkoitetaan avointa tiedonsiirtomuotoa, jolla eri suunnittelijoiden tuottamia malleja voidaan siirtää yhdestä ohjelmasta toiseen (Jäväjä & Lehtoviita, s. 23.).

Yleensä projektin alkuvaiheessa sovitaan, mitkä ovat projektissa käytettävät IFC-versiot ja tämä ohjaa suunnittelijoita käyttämään tiettyjä suunnitteluohjelmistoja ja niiden tiettyjä versioita. Yksityisen sektorin hankkeissa käytössä voi olla myös jokin muu tiedonsiirrossa käytettävä tiedonsiirtomuoto, mutta julkisissa hankkeissa käytetään ainoastaan vähintään IFC 2x3 sertifioituja mallinnusohjelmia. Myös tiedonsiirron toimivuus pitää testata hankkeen alussa, jotta varsinaiseen suunnitteluun siirryttäessä yhteensovittaminen ei enää tuota ongelmia, jotka aiheuttaisivat aikatauluviivästyksiä. (RT 10-11066, 2012, s. 2.)

Rakennushankkeissa kustannusten määräytyminen keskittyy eniten rakennushankkeen alkuvaiheeseen, ja kustannukset realisoituvat pääosin vasta rakennushankkeen rakennusvaiheessa kuvaajan 1 osoittamalla tavalla (RT 10-11226, 2016, s. 1). Tietomallinnettavassa hankkeessa kustannuksia hankkeen alkuvaiheessa kasvattaa itse suunnittelutyön lisääntymisen lisäksi myös ohjelmistohankinnat, kouluttautuminen sekä tietomallinnukseen liittyvät uudet työtehtävät. Kun suunnittelua viedään totuttua pidemmälle jo projektin alkuvaiheessa esimerkiksi työstämällä luonnossuunnitelmia, rakennuksen toimivuutta voidaan arvioida kattavasti jo ennen rakentamispäätöksen tekemistä. (Valjus ym., 2007, s. 12-13.) Tietomallin avulla hankkeen suunnitelmista saadaan koostettua erilaisia määräluetteloita missä vaiheessa suunnittelua tahansa. On kuitenkin tärkeää tehdä osapuolille aina selväksi, minkä tasoisten suunnitelmien pohjalta tietomallin määräluettelot on laadittu. Suunnittelun sekä itse tietomallin tarkentuksessa lopullisen kustannusarvion tuottaminen tietomallista saatujen määräluetteloiden perusteella on tarkempaa, kuin vastaavien perinteisten 2D-suunnitelmien avulla. (Eastman ym., 2011, s. 18.)



Kuvaaja 1. Rakennushankkeen kustannusten kertyminen. (RT 10-11226, 2016, s. 1).

2.1.2 Tarjousvaiheessa tuotettavan tietomallin tietosisältö

Tietomalleja käytetään urakoitsijoiden toimesta hankkeen eri vaiheissa esimerkiksi rakennuskohteen esittelemiseen sekä suunnittelijoiden laatimiin suunnitelmiin tutustumiseen. Rakennuksen muodon lisäksi esimerkiksi rakennuksen sijoittuminen ympäristöön, olemassa olevien rakennusten ja rakenteiden sijainnit sekä mahdollisten purettavien rakenteiden sekä rakennusten sijainnit ovat tärkeää tietoa urakoitsijalle. Näitä tietoja urakoitsija tarvitsee esimerkiksi aluesuunnitelman sekä työmaan perussuunnittelun tueksi ja lisäksi muun muassa riskien arvioinnin apuvälineeksi. Tietomallin avulla edellä mainitut asiat saadaan havainnollistettua perinteisiä 2D-suunnitelmia paremmin, mikä helpottaa esimerkiksi työmaan toteutusteknistä suunnittelua sekä erityisten riskipaikkojen tunnistamista. Näiden seikkojen lisäksi rakennesuunnittelijan mallista tarkastellaan rakennuksen runkojärjestelmää sekä sen toteutustapaa. Rakennesuunnittelijan mallissa on esitetty myös rakennuksen perustukset sekä paikallavalu- ja elementtirakenteet. Kaikissa rakennushankkeessa tuotettavissa tietomalleissa noudatetaan projektin alussa sovittua lohko- ja kerrosjakoa. Tämän osittelun avulla eri rakennusosien sijaintia, asennusta sekä mahdollisia nostotöitä voidaan suunnitella vaivattomammin. Näiden perusasioiden avulla urakoitsija kykenee suunnittelemaan rakennuksen toteutusteknisiä asioita sekä määrittämään toimenpiteiden toteutusjärjestyksen. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 59-60.)

Rakennuksen muodon sekä rakenneosien koko- ja sijaintitietojen lisäksi tietomallia käytetään urakoitsijan kustannus- ja määrälaskennan apuvälineenä. Rakennesuunnittelijan tietomallista saadaan kerättyä määrä- ja kustannuslaskentaa varten tarvittavia määrä- ja materiaalitietoja huomattavasti nopeammin sekä tarkemmin, kuin perinteisistä 2D-suunnitelmista. Suurin yksittäinen epävarmuustekijä tietomallin avulla tehtävässä määrälaskennassa on tietomallintajan tarkkuus. Tietomallipohjaisen määrälaskennan yksi hyvä puoli on kuitenkin se, että jokaisella määrätiedolla on olemassa lähde, josta voi tarvittaessa tarkistaa, mikäli määrätiedon luotettavuus epäilyttää. Lisäksi aina tietomallin päivityksen jälkeen määrätiedot saadaan vaivattomasti kerättyä uudelleen ilman, että tietomallia päivittäessä tarvitsisi kirjata ylös pienetkin muutokset ja tämän jälkeen laskea muutosten vaikutus määräin käsityönä. Oikeiden määrälaskentatietojen saamiseksi on tiedettävä, että mitä tietoa suunnittelijan halutaan tuottavan ja miten suunnitelmia on mallinnettava. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 62-63.)

Tietomallien käyttö siis mahdollistaa laajasti erilaisten haku-, luettelointi-, sekä yhteenvedo-ominaisuuksien hyödyntämisen hankkeen aikana. Näiden ominaisuuksien hyödyntämisen lisääminen lisää olennaisesti myös mallinnushankkeen aikana osapuolilta toisille liikkuvan tiedon määrää. (RT 10-10992, 2012, s. 1.) Yksi rakennesuunnittelijoiden eniten käyttämistä tietomallinnusohjelmista on Tekla Structures, jonka avulla edellä mainittujen ominaisuuksien hyödyntäminen rakennushankkeen eri vaiheissa on tehokasta (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 39-40).

Rakennesuunnittelijan tuottaman tietomallin tarkkuustasosta sekä tietomallin sisällöstä on aina sovittava hankekohtaisesti. Projektin alussa määritellään kunkin suunnitteluvaiheen tietomallivaatimukset, mutta kuitenkin niin, että tietomallinnuksessa noudatetaan projektikohtaisten vaatimusten lisäksi aina myös yleisiä suunnitteluohjeita. Tietomallinnuksessa on tärkeää, että hankkeen aikana kaikki osapuolet mallintavat objekteja sovitulla tavalla. Esimerkkinä voidaan mainita esimerkiksi pilari, jonka voi mallintaa monella eri tavalla. On kuitenkin tärkeää, että pilarit mallinnetaan pilarityökalun avulla, eikä esimerkiksi palkkityökalun avulla. Mikäli joudutaan poikkeamaan projektin sovitusta mallinnustavoista, on siitä ilmoitettava hankkeen muille osapuolille väärinymmärryksiä välttämiseksi. (Valjus ym., 2007, s. 28-29.) Virheelliset mallinnustavat voivat aiheuttaa virheitä myös erilaisiin mallista tuotettaviin raportteihin tai määrätietoihin ja siten myös kustannusarvioiden paikkansa pitävyyteen.

Tarjousvaiheessa tuotettava tietomalli toteutetaan hankintoja palvelevan suunnittelun tietosisältövaatimuksia mukaillen. Tarjousvaiheen suunnittelun tarkoituksena on tuottaa tietomalli, jonka perusteella tarjousvaiheen hankintakyselyt voidaan toteuttaa. Tässä hankevaiheessa tuotettava tietomalli pitää sisällään esimerkiksi kantavat sekä ei-kantavat betonirakenteet niin, että niiden, koko laajuus, määrät ja eksakti sijainti selviää tietomallista. (RT 10-11070, 2012, s. 5.) Seuraavassa taulukossa (Taulukko 1.) on esitetty tarkemmin tietomallin tietosisältövaatimuksia rakennushankkeen tarjousvaiheessa tuotettavalle mallille. Myös pilottihankkeessa tuotettu tarjousvaiheen tietomalli toteutettiin tämän taulukon tietosisältövaatimuksia noudattaen. Taulukon tietosisältövaatimuksen perustuvat vaatimuksiin, jotka on esitetty Yleisten tietomallivaatimusten osassa 5.

Taulukko 1. Hankintoja palvelevaa suunnittelua tukevan tietomallin tietosisältövaatimukset (BuildingSMART Finland, 2012a, s. 21-24).

Rakenne	Tarkkuus	Rakennusosa
Perustukset	<i>Mahdolliset tyyppiobjektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein, liittyminen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. Muut objektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein niin, että törmäyksiä ei synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</i>	<i>Anturat, perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit.</i>
	<i>Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</i>	<i>Lämmöneristeet (sovitaan hankekohtaisesti).</i>
	<i>Mallinnetaan suunnittelun mukaisesti oikeaan paikkaan ja pituuteen.</i>	<i>Paalutukset.</i>
Alapohjat	<i>Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</i>	<i>Alapohjalaatat, alapohjanaalit ja erityiset alapohjat.</i>
	<i>Mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein niin, että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</i>	<i>Lämmöneristeet (sovitaan hankekohtaisesti).</i>
Runko	<i>Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</i>	<i>VSS ja erityiset runkorakenteet (erityiset runkorakenteet sovitaan hankekohtaisesti).</i>
	<i>Mahdolliset tyyppiobjektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein, liittyminen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. Muut objektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein niin, että törmäyksiä ei synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</i>	<i>Kantavat seinät, välipohjat ja yläpohja.</i>
	<i>Mahdolliset tyyppiobjektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein, liittyminen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. Muut objektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein niin, että törmäyksiä ei synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista. Teräskokoonpanoista tehdään betonielementtejä vastaavat mallikokoonpanot liitoksineen.</i>	<i>Pilarit ja palkit.</i>
Julkisivut	<i>Mahdolliset tyyppiobjektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein, liittyminen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. Muut objektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein niin, että törmäyksiä ei synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</i>	<i>Ulkoseinät.</i>
	<i>Kevyiden sekä erityisten julkisivurakenteiden mallintaminen päätetään hankekohtaisesti - voidaan mallintaa esimerkiksi yhtenäisenä seinä objektina määrien takia.</i>	<i>Kevyet sekä erityiset julkisivurakenteet (sovitaan hankekohtaisesti).</i>
Ulkotasot	<i>Mahdolliset tyyppiobjektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein, liittyminen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. Muut objektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein niin, että törmäyksiä ei synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</i>	<i>Parvekkeet.</i>
	<i>Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</i>	<i>Katokset ja erityiset ulkotasot.</i>

(Jatkuu.)

Taulukko 1. (Jatkuu.)

Vesikatot	<i>Mallinnetaan niin, että talotekniikkasuunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan.</i>	<i>Vesikattorakenteet. (Räystäsrakenteista sovitaan hankekohtaisesti.)</i>
	<i>Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</i>	<i>Lasikattorakenteet.</i>
Tilan jako-osat	<i>Mahdolliset tyyppiobjektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muut objektit mallinnetaan perusgeometrian sekä sijainnin osalta oikein niin, että törmäyksiä ei synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</i>	<i>Ei-kantavat betoniset väliseinät.</i>
Muut tilaosat	<i>Mallinnetaan niin, että TATE näkee mallista käytettävissä olevan tilan.</i>	<i>Rakenteisiin kuuluvat tilaa vievät osat.</i>
	-	<i>Hoitotasot ja kulkureitit (sovitaan hankekohtaisesti).</i>

Jotta rakennesuunnittelija kykenee tuottamaan tietomallin, joka vastaa edellä esitettyjä vaatimuksia, tarvitsee hän suunnittelunsa tueksi lähtötietoja. Rakennesuunnittelijan tarvitsemia lähtötietoja tarvitaan tilaajalta ja käyttäjältä kuin myös urakoitsijalta sekä muiden suunnittelualojen suunnittelijoilta. (Valjus ym., 2007, s. 16-17.) Pääasialliset lähtötiedot, joita rakennesuunnittelija tarjousvaiheen suunnittelua tehdessään tarvitsee, ovat arkkitehdin sekä talotekniikkasuunnittelijoiden tuottamat tietomallit sekä hankekohtaisesti sovitut 2D-piirustukset. Myös arkkitehdit sekä talotekniikkasuunnittelijat tuottavat tietomallinsa niin, että se vastaa hankintoja palvelevan suunnittelun kriteerejä, jotka löytyvät tarkemmin YTV (Yleiset tietomallivaatimukset) 2012:n osista 3 ja 4. (BuildingSMART Finland, 2012a, s. 13.)

Hankkeen eri osapuolten suunnittelutehtävät ja vastualueet määritellään tarkemmin hankekohtaisessa tarjouspyynnössä. Yleensä pyritään siihen, että hankkeen tietomallinnuksen tavoitteen eri hankevaiheissa olisi päätetty jo ennen kuin projektiin valitaan suunnittelijat. Tämän toimintatavan taustalla on se, ettei valittujen palveluntuottajien osaamistasolla olisi liian suurta vaikutusta tietomallien laatuun sekä niiden tuottamismenetelmiin. (RT 10-11066, 2012, s. 2.) Tällaisten valintojen lisäksi rakennushankkeessa valvotaan jatkuvasti suunnitelmien laatua yhteistyössä kaikkien osapuolten kesken. Yhteistyöllä suoritettava laadunvarmistus ei silti poista yksittäisten suunnittelijoiden vastuuta tuottamiensa tietomallien laadusta sekä tietosisällön oikeellisuudesta. (BuildingSMART Finland, 2012b, s. 2-4.)

2.2 Elinkaarimalli hankkeen toteutusmuotona

Elinkaarimallilla toteutettavassa hankkeessa yksi yksityinen palveluntuottaja on vastuussa hankkeesta yhdellä sopimuksella, johon sisällytetään sopimukset suunnittelusta, toteutuksesta sekä ylläpidon toteuttamisesta. Elinkaarihankkeessa urakoitsija siis sitoutuu hankkeeseen koko sovitun ylläpitokauden ajaksi. Tällainen toteutusmuoto luo olosuhteet, jossa tilaajan ja urakoitsijan yhteistyö nousee merkittävään rooliin, sillä molemmat osapuolet omaavat yhteneväiset intressit pitkän aikavälin tavoitteiden saavuttamiseen. Elinkaarihankkeen onnistumisen kannalta perusteellinen esiselvitys tilaajan tarpeista ennen hankkeen käynnistämistä on erityisen tärkeää. Molemmilla osapuolilla yhteisenä päätavoitteena on toteuttaa hanke kokonaistaloudellisesti niin edullisesti, kuin mahdollista. Tämän tavoitteen saavuttaminen vaatii osapuolten välistä avoimuutta, vahvaa luottamusta sekä kumppanuuden omaista toimintaa. (RT 103164, 2020, s. 1-2.)

Tiivis kumppanuus on elinkaarihankkeen yksi avaintekijöistä, kun puhutaan onnistuneesta elinkaarihankkeesta. Toimiva kumppanuus heijastuu suoraan hankkeeseen esimerkiksi toiminnan kehittymisen sekä avoimen keskustelukulttuurin muodossa. Luottamuksella sekä sujuvalla yhteistyöllä kyetään tuottamaan parannusta myös kilpailukykyyn. Onnistuneessa hankkeessa myös tavoitteellisuus, tehokas ongelman ratkaisu sekä jatkuva oppiminen ovat ratkaisevia tekijöitä. Kun hankkeen osapuolet huolehtivat omista ydinosaamisalueensa tehtävistään niin, että päätökset tehdään ”parasta hankkeelle” -mentaliteetilla, on menestyksekkäs hankkeen läpivienti mahdollista. (RT 103164, 2020, s. 4.)

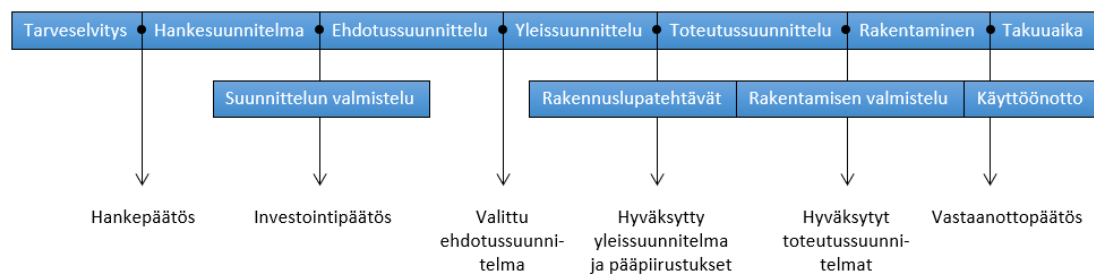
Elinkaarihankkeen toteutusmuotoa voisi kuvailla SR-urakaksi, johon on lisätty rakentajan vastuu kohteen ylläpidosta sopimuksessa määrätyksi ajaksi, joka on yleensä n. 20 vuotta. Eli elinkaarimallin mukaisesti urakoitsijan vastuualueisiin kuuluu suunnittelu, rakentaminen sekä käyttöönoton jälkeinen ylläpito. Tarkemmin urakoitsijan ylläpítovastuista sovitaan aina hankekohtaisesti. Yleensä ylläpito pitää sisällään kiinteistön teknisen toimivuuden varmistamisen sekä erikseen neuvotellut kiinteistöhuollolliset palvelut. Elinkaarimallia on vielä toistaiseksi käytetty enemmän julkisen puolen hankkeissa, mutta viime aikoina elinkaarihankkeita on toteutettu sovelletusti myös yksityisellä sektorilla. (Salminen, 2020, s. 15-17.)

Edellä jo mainittiin, että elinkaarimuotoinen urakka on urakan laajuuden ja vastuualueiden osalta hieman kuin päivitetty versio SR-urakasta. Molemmissa toteutusmuodoissa tilaaja asettaa hankkeelle tavoitteet ja tarjoaa rakennuttajalle tarvittavat lähtötiedot hankkeen toteuttamiseen. Sekä elinkaari- että SR-urakassa urakoitsija vastaa hankkeen suunnittelutehtävistä sekä suunnitelmien toteutuksesta ja toteuttaa ne joko itse, tai hankkii työt alihankintana. Vastuualueiden eroavaisuus syntyy elinkaarimallin sisältämästä rakennuttajan ylläpitovastuusta, jota SR-urakka ei sisällä. (Salminen, 2020, s. 25-29.) Kokonaisuutta, johon kuuluu sekä rakentaminen että rakennuksen ylläpito, kutsutaan investointijaksoksi. Rakentaminen tapahtuu SR-urakan tavoin, mutta tämän lisäksi investointijaksoon kuuluu käyttö- ja ylläpitojakso, johon voidaan sisällyttää esimerkiksi siivous, ulkoalueiden ylläpito, tilojen toimivuus sekä rakennuksen yleisen hallinnan vaatimat tehtävät. (SRV Yhtiöt Oyj, 2021.)

Kaupallisesta näkökulmasta elinkaarimalli eroaa perinteisistä hankkeen toteutusmuodoista hieman monimutkaisemmilla maksuperusteillaan. Yleisesti elinkaarihankkeissa sovitaan kiinteä kokonaishinta, joka maksetaan sovituissa erissä urakoitsijan vastuulla olevan ylläpitojakson aikana. Tämän kiinteän kokonaishinnan lisäksi elinkaarihankkeesta syntyy tilaajalle usein indeksiin sidottuja kulueriä, kuten energiakulut ja osa rakennuttajan tuottamista palveluista. Urakoitsijan vastuulla oleville ylläpitopalveluille on yleensä sovittu tietyt vähimmäistasot, joiden alittaminen aiheuttaa urakoitsijalle sanktioita. (Salminen, 2020, s. 25-29.) Näin varmistetaan, että urakoitsijan motivaatio rakennuksen ylläpidon suhteen säilyy myös pitkällä aikavälillä, mikä luo tilaajalle turvaa hankkeen alkuvaiheessa (Salminen, 2020, s. 37). Hankkeen alussa suoritettava urakoitsijan valintaprosessi ja siinä huomioitavat kriteerit ovat yleensä monimuotoisemmat, kuin perinteisissä toteutusmuodoissa ja niitä voidaan myös muokata ja täydentää neuvotteluiden aikana (Salminen, 2020, s. 25-29). Yleensä elinkaarihankkeen tarjousvaiheen valintakriteerinä ei käytetä pelkästään edullisinta hintaa, vaan pyritään valitsemaan pitkällä aikajänteellä edullisin vaihtoehto (SRV Yhtiöt Oyj, 2021). Tarjousvaiheessa suoritettavaa kilpailutusprosessia ja siihen liittyviä valintakriteereitä käsitellään tarkemmin seuraavassa luvussa.

2.2.1 Elinkaarihankkeen suunnittelu- ja hankintavaihe

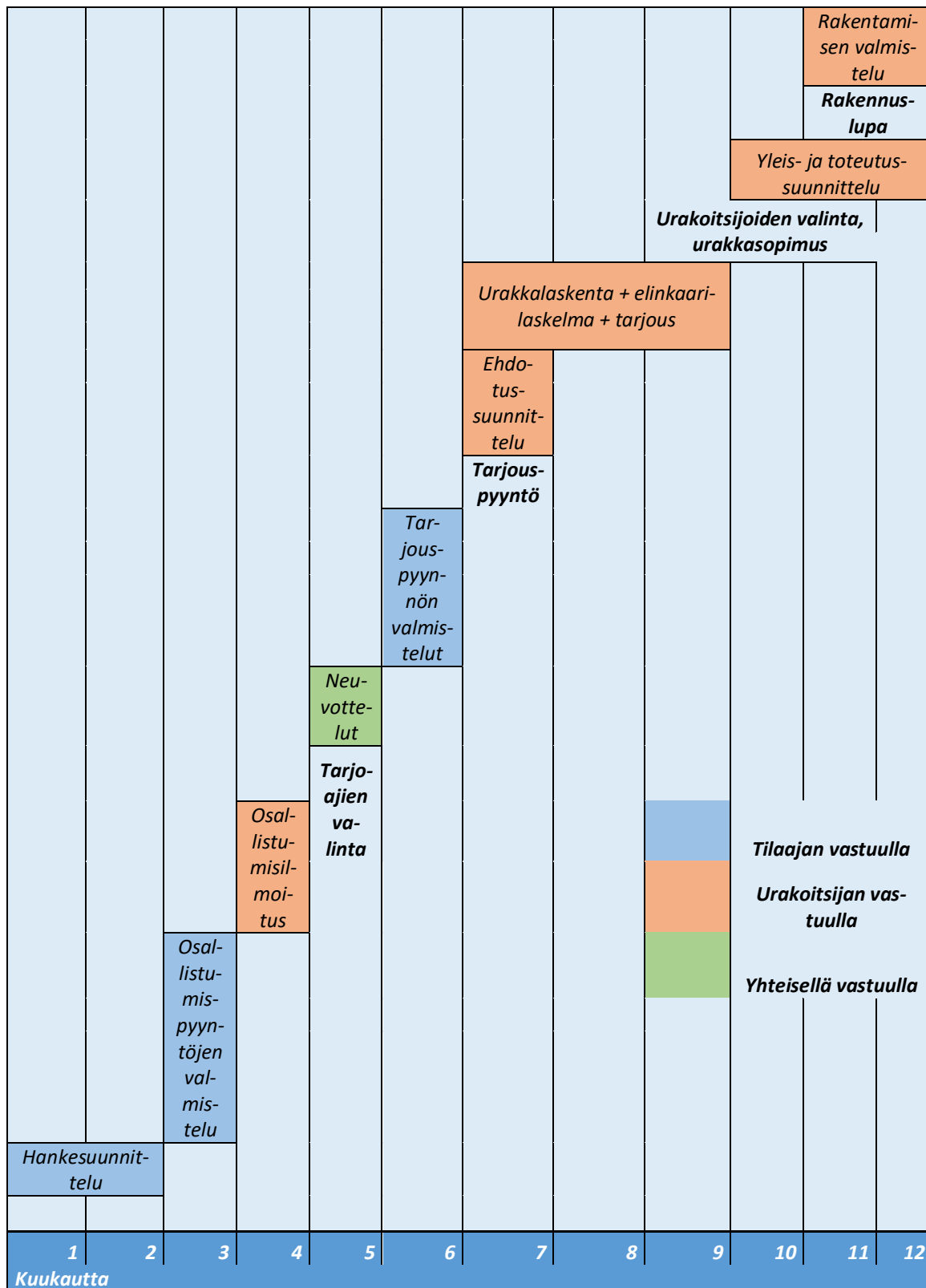
Rakennushanke ositellaan aina pienempiin kokonaisuuksiin, jotta hankkeen johtaminen sekä ohjaus olisi helpommin hallittavissa. Rakennushankkeiden osittelu voidaan toteuttaa usealla eri tavalla. Jokaisessa rakennushankkeessa on pohdittava, miten hanke ositellaan, jotta osittelu palvelee hanketta ja projekti etenee johdonmukaisesti. Hankkeen ominaispiirteillä on suuri vaikutus osittelumenetelmän valintaan. Laajoissa ja monitasoisissa hankkeissa on järkevää suorittaa osittelu esimerkiksi avoimen rakentamisen mukaan tai ositella hanke suunnittelupakettien mukaisesti. (RT 10-11224, 2016, s. 1). Kuvaajassa 2 esitetään yksi osittelumenetelmä.



Kuvaaja 2. Kuva talonrakennushankkeen vaiheista. (RT 10-11224, 2016, s. 1).

Elinkaarihankkeen suunnittelu- ja hankintavaihe sijoittuu kuvan 2 mukaisessa vaiheistuksessa hankesuunnitteluvaiheesta aina toteutussuunnitteluun asti. Elinkaarihankkeen tarjousvaiheesta puhuttaessa taas puhutaan yllä olevan vaiheistuksen mukaan hankesekä ehdotussuunnitteluvaiheesta. Tarjousvaihe on luonteeltaan perinteisistä hankemuodoista poikkeava lähinnä tarjousmenettelyn kaksivaiheisuuden sekä pitkän keston vuoksi. Varsinaisten alustavien hankesuunnitelmien tuottamisen jälkeen valitaan ensin tarjouskilpailuun osallistuvat palveluntarjoajat ilmoitusmenettelyllä ja tämän jälkeen toisessa vaiheessa järjestetään varsinainen kilpailutus näiden toimijoiden kesken. Tarjousvaiheeseen on varattava runsaasti aikaa, jotta tarjouskilpailuun osallistuvat tahot ehtivät suorittamaan tarvittavat laskelmat. Lisätyönä perinteisen hankkeen tarjousvaiheen laskennan lisäksi, palveluntarjoajat joutuvat tuottamaan erilaisia elinkaarilaskelmia sekä arvioimaan ylläpitovastuusta aiheutuvia kustannuksia. Tämän lisäksi tarjousvaiheen aikana käydään vuoropuhelua tilaajan sekä urakoitsijan välillä. Yleensä tilaaja täydentää hankinta- sekä toteutusmalliin ja teknisiin sekä juridisiin seikkoihin liittyviä asioita, mutta on tilaajan edun mukaista, että tilaaja kuulee myös urakoitsijoiden palautetta hankkeen suunnitteluun sekä toteutukseen liittyen. Koko

elinkaarihankkeen tarjousprosessiin kuluu aikaa yleensä muutamasta kuukaudesta jopa kokonaiseen vuoteen. (Salminen, 2020, s. 77-79.) Kuvaajassa 3 havainnollistetaan elinkaarihankkeen hankinta- ja suunnitteluvaiheen kokonaisuutta tarkemmin.



Kuvaaja 3. Elinkaarihankkeen hankinta- ja suunnitteluvaihe. (Salminen, 2020, s.77).

Tällä tavoin toteutettavan verrattain raskastekoisen tarjousvaiheen läpivieminen tähtää hankkeen kokonaistaloudelliseen edullisuuteen. Avoimen neuvottelumenettelyn sisältävä tarjouskilpailu on omiaan luomaan laadukasta suunnittelua sekä uusia innovaatioita. Tilaajan pyrkimyksenä on, että hankkeen lopputuotteena saadaan kokonaistaloudellisesti edullisin mahdollinen toimitilaratkaisu. Kokonaistaloudelliselle edullisuudelle voidaan asettaa varsin monimuotoisia arviointikriteereitä, kuten esimerkiksi

- rakennushankkeen hinta sekä käytön aikaiset ylläpitokustannukset
- rakennushankkeen valmistumisen ajankohta sekä käyttöönottoaika
- tekniset innovaatiot sekä rakennuksen toiminnalliset attribuutit
- suunniteltujen tilaratkaisujen modulaarisuus sekä tehokkuus
- erilaiset ylläpitopalvelujen sisältöön liittyvät kriteerit. (RT 103164, 2020, s. 2.)

Tilaajan lähettämässä tarjouskirjeessä tulee ilmoittaa arviointikriteerit yksiselitteisen selvästi, jotta niiden osalta ei tarjoaville osapuolille synny epäselvyyksiä. Liian yksityiskohtainen kriteerien määrittely voi taas olla haitaksi, sillä silloin tarjouksen tekijälle ei jää niin sanotusti pelivaraa omien toimintamalliensa tai ratkaisuehdotustensa hyödyntämiseen. Onnistuneessa tarjouspyynnössä kerrotaan kattavasti, mitä tilaaja pyytämiltään palveluilta haluaa, mutta jätetään niiden tuottaminen tarjoavien osapuolten vastuulle. (Salminen, 2020, s. 81.) Taulukossa 2 esitetään yksi esimerkki elinkaarihankkeen tarjouskilpailun arviointikriteereistä.

Elinkaarihankkeessa arviointikriteerien lisäksi tilaaja toimittaa palveluntuottajille kustannuslaskelmat, jotta tarjoukset olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia. Tällaisessa toimintamallissa on myös riski, että innovatiivisimmat palvelun tuottamismallit jäävät toteuttamatta. Tällä kuitenkin varmistetaan, että tarjouksen tekijöiltä ei jää mitään olennaista pois tarjouksestaan. Tarjouspyynnön sisällöllä on iso vaikutus saatavien tarjousten laatuun, siksi tarjouspyynnön tekeminen onkin tilaajan kannalta yksi projektin tärkeimmistä vastuutehtävistä. (Salminen, 2020, s. 82-83.) Tilaajilla on myös mahdollisuus kilpailuttaa hankkeen suunnittelijasopimukset niin, että tilaaja toimittaa omat suunnitelmansa. Tällaisessa tilaajavetoisessa suunnittelussa on riski, että suunnittelijoiden osaamista ei saada hyödynnettyä parhaalla mahdollisella tavalla. (RIL 216-2013, 2013, s. 172-173.)

Taulukko 2. Esimerkki elinkaarihankkeen tarjouskilpailun arviointikriteereistä (Salminen, 2020, s. 82).

Arvioinnin osa-alue	Arviointi-kohte	Osoittaminen	Kriteerit	Painoarvo	Arvio
Kustannus	Rakennuskustannukset	Kiinteä hinta	Yhteen lasketut kustannukset nykyarvossa	50	Halvin=50, kallein=0, loput interpoloidaan
	Kiinteistöpalveluiden kustannukset	Kiinteä hinta nykyarvossa	Hinta sidotaan ylläpitokustannusindeksiin		
	Kunnossapidon-kustannukset (PTS)	Kiinteä hinta nykyarvossa	Hinta sidotaan rakennuskustannusindeksiin		
	Energiakustannukset	Kiinteä hinta nykyarvossa	Hinta sidotaan energian kustannuskehitykseen		
Suunnitelma	Suunnitteluratkaisut	Toiminta neuvotteluissa	Käyttäjän tavoitteiden toteutuminen, toiminnallisuus, muunneltavuus jne.	20	Arvioidaan asteikolla 0-10 ja suhteutetaan maksimipistemäärään.
	Kunnossapitosuunnitelma	Toiminta neuvotteluissa	Kunnossapidon sisällöllinen kattavuus		
Laatu	Projektinhallinta	Projektisuunnitelma	Tarjoajan toimintamalli hankkeen toteutuksen palveluissa	20	Arvioidaan asteikolla 0-10 ja suhteutetaan maksimipistemäärään.
	Ylläpidon ohjaus	Ylläpitosuunnitelma	Tarjoajan toimintamalli käytön aikana		
Innovatiivisuus	Tarjoajien ehdotukset haluttujen ominaisuuksien parantamiseksi	Ideat ja ehdotukset	Tuottavat käyttäjälle arvoa, parantavat elinkaari tehokkuutta, tuottavat energiasäästöjä, lisäävät ekologisuutta	10	Arvioidaan asteikolla 0-10 ja suhteutetaan maksimipistemäärään.
Yhteensä				100	

Elinkaarihankkeessa tarjousvaiheen jälkeen valitut palveluntuottajan kanssa solmitaan sopimus, joka sisältää kaksi osa-aluetta, jotka pitää sovittaa yhteen. Nämä kaksi osa-aluetta ovat elinkaarihankkeen puitesopimus ja palvelusopimus, joista ensimmäinen koskee rakentamisen aikaisia palveluita ja jälkimmäinen käyttöönoton jälkeisiä palveluita. Tilaajan on varmistuttava, että hänellä on käytössään riittävän osaamisen omaavat tahot, jotta sopimukset saadaan limitettyä saumattomasti yhteen. (RT 130165,

2020, s. 1.) Lisäksi elinkaarihankkeen sopimuksessa sovitaan useista yleisistä seikoista, kuten maksamisen pääperiaatteista, laadun ohjaus- sekä valvontajärjestelyistä sekä hankkeen vastuunjaosta. Elinkaarihankkeen sopimuksen yksi tärkeimmistä yksittäisistä asiakirjoista on pitkän tähtäimen korjaussuunnitelma. Rakennuksen teknisen kunnan seuraaminen ylläpitojakson aikana kuuluu palveluntuottajan vastuualueeseen. (Kivioja, 2015.)

Kun hankkeen sopimustekniset asiat on saatu osapuolten välillä sovittua, aletaan kehittämään hankkeen asettamissa raameissa palveluntarjoajan johdolla lopullista toteutuskelpoista suunnitelmaa. Tarjousvaiheen jälkeiset suunnittelupaketit hyväksytetään tilaajalla hankkeen jokaisessa suunnitteluvaiheessa, sillä tilaajalla on viime kädessä paras tieto hankkeelle asetetuista laadullisista sekä toiminnallisista tavoitteista. Hankkeelle määriteltyjen vaatimusten mukaisesta toteutuksesta vastaa kuitenkin aina hankkeen palveluntuottaja. (RT 103164, 2020, s. 3.)

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, mitä lisäarvoa rakennushankkeen tarjousvaiheessa tuotettava tietomalli luo asiakkaalle elinkaarihankkeessa. Tutkimuksen taustalla on pilottihanke, jossa tilaajaorganisaatio toimi suunnittelu- sekä konsultointitehtävissä. Kysyessä on siis tapaustutkimus, joka toteutettiin laadullisten tutkimusmenetelmien avulla.

3.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen päätavoitteena oli parantaa elinkaarihankkeen tarjousvaiheeseen kohdistetun tilaajaorganisaation tuottaman tuotteen laatua saamalla vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Mitä lisäarvoa rakennesuunnittelijan tuottama tietomalli toi asiakkaalle elinkaarihankkeen tarjousvaiheessa 2D-suunnitteluun verrattuna?
- Kuinka hyvin pilottihankkeen tietomalli vastasi tietosisällöltään asiakkaan tarpeita ja miten tietomallia ja sen tietosisältöä voitaisiin edelleen kehittää niin, että se tuottaisi asiakkaalle nykyistä enemmän lisäarvoa?
- Kuinka laajasti tarjousvaiheen tietomallin potentiaaliset hyödyt saavutettiin?

Näihin kysymyksiin pyrittiin selvittämään vastaukset haastattelemalla sekä asiakasta että tilaajaorganisaation asiantuntijoita ja perehtymällä aihealuetta koskevaan ajankohtaiseen kirjallisuuteen. Ensisijainen tiedonhankintalähde oli asiakasorganisaatiolle toteutettava haastattelu, jonka vastausten analysoinnin tukena käytettiin tilaajaorganisaation asiantuntijoiden kommentteja sekä ajankohtaista kirjallisuutta.

3.2 Tiedonhankintamenetelmät

Pääasiallisena tiedonhankintamenetelmänä tässä tutkimuksessa käytettiin haastatteluja, joiden avulla pyrittiin saamaan vastaukset edellä kappaleessa 3.1 esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksessa haastateltiin asiakasorganisaation henkilöstöä sekä

tilaajaorganisaatioissa työskenteleviä asiantuntijoita erillisillä haastatteluilla. Asiakasorganisaation henkilöstölle toteutettu haastattelu toteutettiin strukturoituna lomakehaastatteluna etäyhteydellä Microsoft Teams-sovelluksen avulla. Kyseinen lomakehaastattelu sisälsi suljettuja sekä avoimia kysymyksiä. Tilaajaorganisaation asiantuntijoille toteutettiin haastattelututkimus puolistrukturoituna haastatteluna, toisin sanoen teemahaastatteluna. Myös tilaajaorganisaation henkilöstölle tehty haastattelu toteutettiin etäyhteydellä Microsoft Teams-sovelluksen avulla. Tässä haastattelussa haastattelutavat antoivat kommentteja ennalta valittuihin aihealueisiin liittyen omasta subjektiivisesta näkökulmastaan. Teemahaastattelu oli kaksiosainen, jotta haastateltavat saivat hetken aikaa pohtia haastattelun teemoja ja toisessa osiossa täydentää antamiaan kommenttejaan tarvittaessa. Haastattelut valikoituivat tutkimusmenetelmiksi, koska haastatteluiden avulla voidaan tehokkaasti selvittää kohderyhmän näkemykset tarkoin rajatusta kokonaisuudesta. (Hirsjärvi ja Hurme, 2008, luvut 3 ja 4.)

Asiakasorganisaation haastattelumenetelmäksi valittiin strukturoitu lomakehaastattelu, sillä jo etukäteen haastattelijalla oli tarkasti tiedossa, minkälaista tietoa asiakasorganisaation henkilöstö voi antaa ja mistä aihealueista tietoa voidaan saada. Haastattelu sisälsi aihealueittain suljettujen kysymysten lisäksi myös avoimia kysymyksiä, joiden avulla haastateltavat kykenivät nostamaan esiin tutkimuksen kannalta tärkeitä huomioita, joiden selvittämiseksi suljetut kysymykset eivät erittäin tarkan rajauksensa vuoksi sovellu. Tilaajaorganisaation haastattelun muodoksi taas valittiin teemahaastattelu, jotta saatiin mahdollisimman laajasti ajankohtaista tietoa elinkaarimallilla toteutettavan toimitilahankkeen tarjousvaiheesta. Tällainen hankemuoto on alalla varsin uusi ja tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi kirjallisuuden tueksi haluttiin saada tuorein mahdollinen tieto suoraan työelämän ammattilaisilta hankittuna. Tämän lisäksi tilaajaorganisaation ammattilaisten näkemys toteutetusta pilottihankkeesta haluttiin tuoda tutkimuksessa esiin, jotta asiakkaan sekä tuotteen tarjoajan näkemyksiä pystyttiin vertailemaan myös keskenään. Harkiten valitut haastattelun teemat mahdollistivat tiedonhankinnan kohdentamisen haastattelijan haluamalla tavalla. Näitä teemoja ja niiden valintaperusteita käsitellään tarkemmin luvussa 4.2.2. (Hirsjärvi ja Hurme, 2008, luvut 3 ja 4.)

3.3 Tutkimuksen eettisyys, pätevyys sekä luotettavuus

Molempien haastatteluiden haastattelutilaisuuksissa jokaiselle haastateltavalle ilmoitettiin sekä kirjallisesti että suullisesti, miten heidän vastauksiaan tullaan tutkimuksessa hyödyntämään. Tässä tutkimuksessa käsitellään pilottikohteen sekä asiakasorganisaation tavoin myös kaikkia haastattelutuloksia nimettömästi, kuten tutkimuksen alussa on tutkimukseen osallistuvien osapuolten välillä sovittu.

Molemmissa haastatteluissa kaikille haastattelutilaisuuksille oli varattu runsaasti aikaa, jotta kiireinen aikataulu ei vaikuttaisi haastatteluista saataviin tuloksiin. Haastattelut jouduttiin toteuttamaan etäyhteydellä Microsoft Teams-sovelluksella, sillä tutkimusentekohetkellä COVID-19 pandemiasta aiheutuneet olosuhteet edellyttivät etäyhteydellä toimimista. Normaalioloissa haastattelut olisi toteutettu niin, että haastattelija sekä haastateltavat ovat samassa tilassa kasvokkain. Erityisesti tilaajaorganisaation henkilöstölle toteutettu teemahaastattelu on sellainen, joka suositellaan yleisesti toteutettavaksi kasvotusten haastateltavien kanssa. Teemahaastattelussa haastateltavien kommentit kirjattiin ylös reaaliajassa yhdessä haastateltavien kanssa niin, että kommenttien muotoilu sekä asiasisältö muodostuivat sellaiseksi, kuin haastateltavat toivoivat.

Koska kyseessä on tapaustutkimus, jonka tutkimuksen keskiössä on pilottihanke, on tutkimuksen ajankohta ainutlaatuinen, eikä se niiltä osin ole toistettavissa eksaktisti samoissa olosuhteissa. Pilottihankkeessa on aina jatkuvan kehityksen prosessi, joten ajan kuluessa sekä lisäkokemusten kertyessä myös haastateltavien vastaukset sekä kommentit voivat muuttua. Tämän vuoksi haastattelut toteutettiin kaikille haastateltaville samassa pilottihankkeen vaiheessa, jotta kaikilla vastaajilla niin asiakas- kuin tilaajaorganisaatiossa olisi haastattelutilanteessa käytössään pilottihankkeen osalta yhteneväiset lähtötiedot. Näin haastattelujen tulosten keskinäinen vertailukelpoisuus kyettiin varmistamaan.

4 HAASTATTELUIDEN SEKÄ NIIDEN TULOSTEN ESITTELY

Tutkimuksessa toteutettiin kaksi haastattelua, joista toinen toteutettiin asiakasorganisaation ja toinen tutkimuksen tilaajaorganisaation henkilöstölle. Haastatteluiden avulla hankittiin tietoa pilottihankkeesta sekä elinkaarihankkeen tarjousvaiheesta yleisellä tasolla. Haastattelun teemat sekä kysymykset valittiin kuitenkin niin, että elinkaarihankkeen tarjousvaiheessa tuotettava tietomalli oli molempien haastatteluiden keskiössä.

4.1 Asiakasorganisaation haastattelu

Asiakasorganisaation haastatteluun osallistui neljä henkilöä, jotka ovat joko työskennelleet pilottihankkeen parissa tai tarkkailleet hankkeen kulkua ja sen parissa tapahtuvaa kehitystyötä. Asiakasorganisaation haastattelu toteutettiin lomakehaastatteluna.

4.1.1 Haastattelun kohderyhmä

Asiakasorganisaation työntekijöille toteutetun haastattelun haastateltavavalinnat tehtiin yhteistyössä tämän tutkimuksen tilaaja- sekä asiakasorganisaation kanssa. Haastateltaviksi valikoitui asiakasorganisaatiosta pilottihankkeen työpäällikkö, pilottihankkeen laskentatehtävissä työskennellyt laskentainsinööri sekä kaksi asiakasorganisaation hankekehityspäällikköä. Taulukossa 3 esitellään haastateltavien nykyiset sekä aiemmat työtehtävät.

Taulukko 3. Asiakasorganisaation haastateltavien esittelyt.

Haastateltava	Nykyiset työtehtävät	Aiemmat työtehtävät
<i>Työpäällikkö</i>	<i>Työpäällikön tehtävät tuotannon osa-alueeseen liittyen.</i>	<i>Työturvallisuus- sekä tuotantopäällikön työtehtävät.</i>
<i>Hankekehityspäällikkö 1</i>	<i>Elinkaarihankkeen tarjousvaiheen hankekehitystehtävät sekä jatko-suunnitteluvaiheen suunnitelmien hyväksyttäminen tilaajalla sekä loppukäyttäjällä.</i>	<i>Projektinjohtotehtävät kansainvälisissä hankkeissa sekä muita erilaisia alan työtehtäviä.</i>
<i>Laskentainsinööri</i>	<i>Tarjouslaskenta, tarjoushintojen määrittely sekä vertailulaskelmin tuottaminen.</i>	<i>Työmaainsinöörin tehtävät sekä aiemmin toiminut rakennesuunnittelijaharjoittelijana.</i>
<i>Hankekehityspäällikkö 2</i>	<i>Elinkaarihankkeiden talotekniikan ohjaus-, kehitys- sekä valvontatehtävät.</i>	-

4.1.2 Haastattelukysymykset

Haastattelun teemat sekä haastattelukysymykset on muodostettu tutkijan hankkiman taustatiedon pohjalta ja tarkistutettu myös tilaajaorganisaatiolla. Tällä varmistettiin, että tilaajaorganisaation lomakehaastattelulle asettamat tavoitteet saavutettiin. Haastattelun teema-alueiksi valittiin seuraavat teemat:

- määrä- ja kustannuslaskenta
- aikataulutus
- elinkaari- ja ympäristönäkökulma
- yleiset kysymykset.

Haastattelun teema-alueet valittiin niin, että haastattelulla saataisiin kattavasti tietoa elinkaarihankkeen tarjousvaiheesta asiakasorganisaation näkökulmasta. Ensimmäisenä teemana haastattelussa käsiteltiin määrä- ja kustannuslaskentaa. Tässä osiossa haluttiin selvittää, toiko tarjousvaiheen tietomalli asiakkaalle lisäarvoa määrä- ja kustannuslaskennan osalta. Tässä haastattelun osiossa haluttiin myös selvittää merkittävimmät hankintanimikkeet sekä saada asiakkaalta tietomallin tietosisällön parannusehdotuksia.

Toisessa haastattelun osiossa käsiteltiin aikataulutukseen liittyviä asioita. Aikataulutus on rakennushankkeessa merkittävässä roolissa, joten näiltäkin osin tilaajaorganisaation tietomallista pyritään saamaan suurin mahdollinen hyöty irti. Asiakasorganisaation henkilöstöltä kysyttiin myös tietomallin toteutuksen aikataulusta tarjousvaiheen aikana. Jotta tietomallin tuottamisen ajankohta olisi rakennushankkeessa optimaalinen ja rakennesuunnittelija saa kaiken mahdollisen ajan ja lähtötiedot käyttöönsä, pitää tietomallin tuottamisen ajankohta pyrkiä optimoimaan.

Kolmantena teemana haastattelussa nostettiin esiin elinkaari- sekä ympäristönäkökulma. Esimerkiksi hiilijalanjälki, energiatehokkuus sekä ylläpitovaiheen kunnostustoimenpiteet olivat aiheita, joista tässä osiossa haluttiin haastateltavilta kysyä. Ympäristönäkökulma on jo tälläkin hetkellä tärkeässä roolissa myös rakennusalalla. Kuitenkin lähitulevaisuudessa ympäristönäkökulma tulee vielä korostumaan entisestään

myös rakennusalalla. Tämän vuoksi haastattelun avulla pyrittiin keräämään tietoa tietomallin kehittämiseksi myös tällä osa-alueella.

Viimeisenä aiheena haastattelussa käsiteltiin yleisiä asioita, jotka eivät kuulu edellä käsiteltyihin aihealueisiin. Pääasiassa osiossa kysyttiin koko tietomallia koskevia kysymyksiä, joissa kysyttiin muun muassa tietomallin muista käyttötavoista, hyödyistä verrattuna perinteiseen laskentamateriaaliin sekä yleisistä kehitysehdotuksista. Haastattelulomake löytyy kokonaisuudessaan liitteistä (Liite 1).

4.1.3 Haastattelun tulosten yhteenveto

Tässä yhteenvedossa esitetään haastattelun tulokset teema-alueittain nostaten samalla esiin merkittävimmät huomiot. Myöhemmin luvussa viisi analysoidaan tämän haastattelun tuloksia tarkemmin.

Haastattelun ensimmäinen teema-alue käsitteli tarjousvaiheen määrä- ja kustannuslaskentaa. Tällä osa-alueella asiakasorganisaation henkilöstö oli hyvin yhteneväisellä linjalla keskenään. Tarjousvaiheen määrä- ja kustannuslaskentaa pidettiin ajallisesti tehokkaampana, kuin perinteisillä tarjouslaskentamateriaaleilla. Kaikki haastateltavat totesivat myös, että tietomallin avulla asiakas sai paremmin hahmoteltavissa olevan kokonaisuuden, jonka avulla kustannuksia kyettiin laskemaan tarkemmin sekä luotettavammin. Tämän lisäksi tietomallin tietosisällön laajuus sekä tarkkuus olivat haastateltavien mielestä riittävällä tasolla, jotta tarjousvaiheessa tärkeimpien hankintanimikkeiden määrät sekä kustannukset saatiin arvioitua. Näihin tärkeimpiin hankintanimikkeisiin lukeutuu haastateltavien mukaan seuraavat nimikkeet: maanrakennuksen massat, perustukset sekä runkorakenteet (sisältää useamman hankintanimikkeen). Myös paalut, julkisivut, alakatot, vesikattorakenteet, lasirakenteet sekä talotekniikka nostettiin joidenkin haastattelijoiden osalta tärkeimpien hankintanimikkeiden joukkoon. Asiakkaan tarjouslaskentaprosessi erosi haastattelijoiden mukaan joltain osin perinteisestä hankkeesta. Tietomalli tehosti ja tarkensi laskentaprosessia, minkä lisäksi kriitisten kohtien tarkastelu oli havainnollisempaa, mikä auttoi riskien arvioinnissa. Rakennesuunnittelijan tuottamaa tietomallia ei lähetetty tarjousvaiheessa aliurakoitsijoille heidän laskentansa tueksi. Haastateltavilta kysyttiin myös sitä, millaisen

tietosisällön avulla tietomallia voitaisiin hyödyntää vielä nykyistä monipuolisemmin määrä- ja kustannuslaskennan tukena. Vastauksista nousi esiin mm. seuraavia ajatuksia:

- Maaperän massojen sekä maaperän olemassa olevien rakenteiden (runkove-silinjat, kaukolämpöputket, kaapeloinnit yms.) tuominen mukaan tietomalliin. Näin kyettäisiin arvioimaan esimerkiksi kaivuu-, louhinta- sekä täyttötöitä aiempaa tarkemmin.
- Talotekniikan pääreittien sekä IV-konehuoneiden tuominen jo tarjousvaiheen tietomalliin mukaan.
- Haastattelu herätti vastaajissa myös ajatuksia tarjousvaiheen tietomallintamisen kehittämistä yleisellä tasolla yli suunnittelualojen rajapintojen eikä pelkäs-tään rakennesuunnittelijan tuottaman tietomallin osalta.

Toisessa aihealueessa keskityttiin aikatauluteknisiin asioihin. Puolet haastateltavista kokivat, että tietomalli tehosti sekä hankkeen aikataulutusta että aikataulun havainnollistamista. Toinen puolisko haastateltavista taas koki, että tämän osa-alueen osalta ei tapahtunut muutosta suuntaan tai toiseen perinteiseen tarjousvaiheen laskentamateriaaliin verrattuna. Rakennesuunnittelijan tuottaman tietomallin toteutusajankohtaan liittyen kysyttiin kahden kysymyksen avulla, milloin tietomallin tuottaminen tulisi aloittaa ja milloin valmiin tietomallin tulisi olla asiakasorganisaation käytettävissä. Esiin nousi ajatus kaksivaiheisesta tietomallin tuottamisesta, jossa ensin luonnosvaiheessa tuotettaisiin karkea tietomalli ja päivitetty malli tarjousvaiheen myöhemmässä vaiheessa, kun suunnitelmat täydentyvät. Tällaista pilottihanketta vastaavassa hankkeessa lopullisen tarjousvaiheen tietomallin tulee haastattelujen perusteella olla asiakasorganisaation käytössä n. 6-8 viikkoa ennen sovittua tarjouksenjättöpäivää. Tarjouksen jättämisen aikataulu vastaa siis saman kokoluokan perinteisen rakennushankkeen tarjouksen jättämisen aikataulua. Myös aikataulun osalta tietosisällölle esitettiin edellisen teeman mukaisia parannusehdotuksia.

Haastattelun kolmantena teemana oli elinkaari- ja ympäristönäkökulma. Ensimmäiseksi käsiteltiin huolto- ja ylläpitosopimuksen aikaisten kunnostustoimenpiteiden sekä niiden aiheuttamien kustannusten arvioinnin tehostumista. Haastattelijoiden arvioiden mukaan tämä ei tietomallin avulla muuttunut, vaan säilyi samana. Yksi

vastaajista kuitenkin mainitsi, että tämä olisi tehostunut. Rakennuksen energiatehokkuuden sekä elinkaaripäästöjen arvioinnin tehostumiseen liittyvä kysymys jakoi jälleen haastateltavat kahtia. Puolet vastasivat tämän säilyneen samalla tasolla kuin aiemmin ja puolet vastaajista kertoivat arvioinnin näiltä osin tehostuneen. Hiilijalanjäljen laskennan tuottaminen tietomallipohjaisesti jo tässä vaiheessa hanketta sai haastattelijoiden joukossa täyden kannatuksen. Enemmistö haastatteliijoista koki, että tietomallin tietosisältö oli rakennuksen elinkaaripäästöjen sekä energiatehokkuuden arvioimiseksi riittävällä tasolla. Tietomallin tietosisällön kehittämistä koskevassa kysymyksessä haastateltavat nostivat esiin jälleen talotekniikan mallintamisen. Tämän lisäksi myös ehdotus vaihtoehtoisten rakenneratkaisujen tuottamisesta nostettiin esiin.

Viimeisessä teema-alueessa käsiteltiin muita yleisiä kysymyksiä. Ensimmäiseksi haastateltavilta tiedusteltiin, että olisiko talotekniikka- ja rakennemallin yhteensovittaminen jo tarjousvaiheessa kannattavaa. Tämä jakoi haastateltavat kahteen ryhmään. Kaksi vastaajaa vastasi ”kyllä” ja kaksi vastasi ”ei”. Merkittävimmiksi rakennesuunnittelijan tuottaman tietomallin hyödyiksi perinteiseen laskenta-aineistoon verrattuna haastateltavat nostivat esiin seuraavia asioita:

- Määrälaskenta tarkentui sekä tehostui. Niinpä tarjousvaiheen laskennan määräriski pienentyi ja jäljelle jäi enimmäkseen hinnoitteluriskiä.
- Laskentaprosessin sekä muutosten hallinnan koettiin nopeutuneen.
- Rakennuksen yleisen ”vaikeustason” hahmottaminen koettiin helpommaksi, kun käytössä oli arkkitehdin tietomallin lisäksi rakennesuunnittelijan tuottama rakennemalli.
- Käsitys tiloista sekä rakennuksen rungosta parantui ja tämän johdosta osapuolten oli myös helpompi käsitellä mahdollisia vaihtoehtoisia ratkaisuja.

Haastateltavilta kysyttiin myös siitä, miten muuten he käyttivät tietomallia tarjousvaiheen aikana. Tämän kysymyksen tarkoituksena oli kartoittaa niitä käyttötarkoituksia, joita haastateltava ei välttämättä ole osannut huomioida tai ne ovat kokonaisuutta ajatellen vain marginaalisessa osassa. Haastateltavat nostivat esiin muun muassa työmaan aikataulutukseen liittyviä asioita, kuten eri rakennusten lohkojen aikataulun laatimisen sekä betonielementtien nostojen suunnittelun. Myös tietomallin sisällöstä kysyttiin

haastatteliijoilta vielä avoimen kysymyksen muodossa. Haastattelijat nostivat esiin aiempien kommenttien lisäksi seuraavia ajatuksia tietosisällön rikastamiseen liittyen:

- Eri rakennevaihtojen simulointi hiilidioksidipäästöjen laskennan helpottamiseksi.
- Ns. poikkeavat kustannukset nostettiin terminä esiin. Tällaisten poikkeavuuksien huomioiminen tarjousvaiheen laskennassa on erittäin tärkeää. Haastateltava esitti ehdotuksen tällaisen tiedon tuomisesta tietomalliin.

Myös kysymys tarjousvaiheen kustannuslaskennassa huomioitavasta riskivarauksesta jakoi haastateltavat kahteen osaan. Puolet vastasivat, että riskivaraus pieneni, kun käytössä oli rakennesuunnittelijan tuottama tietomalli ja puolet taas vastasi, että riskivaraus ei pienentynyt. Viimeisenä kohtana lomakehaastattelussa annettiin haastateltaville mahdollisuus vapaaseen palautteeseen koskien rakennesuunnittelijan tuottamaa tietomallia. Tähän kohtaan saatiin vain yksi vastaus. Haastateltava toivoi, että tällainen toimintamalli olisi se, johon tulevaisuudessa enenevässä määrin siirryttäisiin.

4.2 Tilaajaorganisaation teemahaastattelu

Tilaajaorganisaation henkilöstön haastatteluun osallistui viisi henkilöä, jotka ovat olleet mukana tarjousvaiheen tietomallin tuottamisessa sekä kehityksessä tai muuten tarkkailemassa kehitystyön kulkua aktiivisesti. Haastattelu toteutettiin teemahaastatteluna kaksiosaisena niin, että jälkimmäisellä kerralla haastattelijat pääsivät varmistamaan omien kommenttiansa kirjaamisen paikkansa pitävyyden ja samalla halutessaan täydentämään aiempia lausuntojaan.

4.2.1 Haastattelun kohderyhmä

Tutkimuksen tilaajaorganisaatiossa työskenteleville asiantuntijoille järjestettiin teemahaastattelu, jonka tarkoituksena oli saada pilottihankkeen parissa työskenteleviltä asiantuntijoilta kommentteja hankkeeseen liittyen. Teemahaastattelun tavoitteena oli myös kerätä asiantuntijoilta ensi käden informaatiota niiltä osin, jolta sitä ei vielä kirjallisuudesta löydy. Teemahaastatteluun osallistujat valittiin yhteistyössä

tilaajaorganisaation kanssa. Haastateltaviksi valittiin pilottihankkeeseen osallistuneet projektipäälliköt sekä rakennesuunnittelijat ja näiden lisäksi haastateltiin tietomalliasiantuntijaa, joka ei osallistunut kyseiseen pilottihankkeen toteutukseen, mutta on seurannut tuotekehitystä sivusta. Tietomalliasiantuntijan laaja kokemus tietomallintamisesta yleensä toi teemahaastatteluun hieman erilaista näkökulmaa. Taulukossa 4 esitellään haastateltavien nykyiset sekä aiemmat työtehtävät.

Taulukko 4. Tilaajaorganisaation haastateltavien esittelyt.

Haastateltava	Nykyiset työtehtävät	Aiemmat työtehtävät
<i>Projektipäällikkö 1</i>	<i>Projektinjohto- sekä rakennesuunnittelutehtävät.</i>	<i>Rakennesuunnittelijan tehtävät.</i>
<i>Projektipäällikkö 2</i>	<i>Projektinjohto- sekä rakennesuunnittelutehtävät.</i>	<i>Rakennesuunnittelijan tehtävät.</i>
<i>Rakennesuunnittelija 1</i>	<i>Rakennesuunnittelijan tehtävät.</i>	-
<i>Rakennesuunnittelija 2</i>	<i>Rakennesuunnittelijan tehtävät.</i>	-
<i>Tietomalliasiantuntija</i>	<i>Tietomalliasiantuntijan tehtävät.</i>	-

4.2.2 Haastattelun teemat

Teemahaastattelun aihealueiden valinnat pyrittiin muodostamaan niin, että kaikki haastateltavat saadaan tehokkaasti aktivoitua pohtimaan sitä, miten elinkaarihankkeen tarjousvaihe eroaa perinteisen hankkeen tarjousvaiheesta ja mikä vaikutus näillä eroavaisuuksilla on tietomalliin ja sen tuottamiseen. Teemahaastattelussa käsiteltiin seuraavia aiheita:

- tarjouslaskennan vaiheet elinkaarihankkeessa
- tarjouslaskennan vaiheet perinteisessä rakennushankkeessa
- tarjouslaskentavaiheiden merkittävimmät keskinäiset eroavaisuudet
- tarjouslaskentavaiheen tietomallintamisen haasteet elinkaarihankkeessa
- pilottihankkeen tarjouslaskentavaiheen erityisainninnat.

Teemavalintojen tarkoituksena oli ensin aktivoida haastateltavat pohtimaan perinteisen hankkeen sekä elinkaarihankkeen tarjouslaskentavaiheita erikseen, jonka jälkeen haastateltavien oli luontevampaa lähteä keskustelemaan näiden kahden merkittävimmistä eroavaisuuksista. Yleisen tason eroavaisuuksista siirryttiin elinkaarihankkeen

tarjousvaiheessa tehtävään tietomallintamiseen, jonka jälkeen käsiteltiin viimeistä teemaa, joka käsitteli pelkästään tutkimuksen keskiössä olevaa pilottihanketta. Näin saatiin haastateltavat pohtimaan aihetta ensin osissa ja tämän jälkeen luontevammin nostamaan esiin omia ajatuksiaan pilottihankkeen tarjouslaskentavaiheesta eri näkökulmista. Tämän teemahaastattelun tuloksia hyödynnetään myöhemmin tässä työssä analysoinnin tukena.

4.2.3 Haastattelun tulosten yhteenveto

Teemahaastattelussa saatiin kattavasti kommentteja valituista aihealueista. Tässä yhteenvedossa käsitellään saadut tulokset teema-alueittain nostaten esiin merkittävimmät huomiot. Varsinainen tulosten analysointi löytyy luvusta viisi.

Ensimmäisenä teema-alueena haastattelutilaisuudessa käsiteltiin tarjouslaskennan vaiheita elinkaarihankkeessa. Haastateltavat kommentoivat aihetta mm. seuraavasti:

- Talotekniikan ratkaisut huomioidaan elinkaarihankkeessa aikaisemmassa vaiheessa projektia. Näiden huollettavuuden helppous sekä kustannustehokkuus korostuvat elinkaarihankkeessa.
- Tarjousvaihe kestää kokonaisuudessaan tavanomaisesti muutamasta kuukaudesta jopa vuoteen.
- Rakennesuunnittelijoiden monipuolinen kokemus aiemmista kohteista on eduksi. Lisäksi rakennesuunnittelijan tietotaito muiden suunnittelualojen teknisten toteutusten vaatimuksista korostuu.
- Elinkaarihanke on teknisesti perinteisiä hankkeita vaativampi ja mahdollisten virheiden seuraukset ovat kriittisempiä. Elinkaarihankkeessa myös osaluonnosten suunnittelu-aika on normaalia hektisempi ja hankemuoto vaatiikin tarjousvaiheessa rakennesuunnittelijalta nopeaa reagointia.
- Tarjousvaiheen alussa tilaajalta suunnittelun tueksi saadut lähtötiedot ovat suppeammat, kuin perinteisessä hankkeessa. Tilaajan lähtötiedot päivittyvät useasti tarjousvaiheen aikana ja muutokset ovat usein merkittäviä.

Toisena aihealueena haastattelussa keskusteltiin perinteisen rakennushankkeen tarjouslaskennan vaiheista. Tästä aiheesta keskustellessa haastateltavat nostivat esiin seuraavia asioita:

- Elinkaarihankkeisiin kuuluva ylläpitovaihe ei rasita suunnittelua perinteisessä hankkeessa.
- Hiililaskennan vaikutus on vasta lisääntymässä perinteisissä rakennushankkeissa.
- Elinkaarihankkeissa tarjousvaiheen pisteytys on perinteistä rakennushanketta monimuotoisempi. Perinteisessä rakennushankkeessa hinta on usein se kriteeri, jota painotetaan eniten. Usein hinta voi olla jopa ainoa tarjouskilpailun pisteytyskriteeri.
- Tarjousvaihe kestää perinteisessä rakennushankkeessa tavanomaisesti muutamasta päivästä muutamaan kuukauteen.
- Hankkeen kaikilla osapuolilla on runsaampi vertailupohja aikaisemmista hankkeista verrattuna elinkaarihankkeisiin.
- Tilaajan kommentointi tarjousvaiheen edetessä vähenee ja kommentointi painottuu erityisesti tarjousvaiheen alkuun.

Kolmantena aiheena siirryttiin kahden alustuksen omaisen aihealueen jälkeen keskustelemaan perinteisen rakennushankkeen ja elinkaarihankkeen tarjousvaiheiden merkittävimmistä eroavaisuuksista. Edellisten teemojen pohjalta haastateltavat mainitsivat muun muassa seuraavia eroavaisuuksia:

- Käytön ja ylläpidon aikaisiin ratkaisuihin kiinnitetään perinteisessä hankkeessa vähemmän huomiota. Elinkaarihankkeena toteutettu hanke onkin tilaajalle ylläpitovaiheen kustannusten kannalta riskittävämpi vaihtoehto.
- Elinkaarihankkeessa saatetaan päätyä rakentamisvaiheessa laadukkaampiin ratkaisuihin, jotka maksavat rakentamisvaiheessa enemmän, mutta vähentävät ylläpitovaiheen kustannuksia.
- Useimmiten koko suunnitteluryhmä on alusta asti kattavammin mukana, kun kyseessä on elinkaarihanke.

- Elinkaarihankkeessa tarjouskilpailun pisteytys ohjaa suunnittelua erittäin vahvasti. Pisteytys on kattavampi sekä monipuolisempi, kuin perinteisessä hankkeessa. Pisteytyskriteerit myös vaihtelevat hankkeesta toiseen.
- Innovatiivisuutta vaaditaan useimmiten elinkaarihankkeessa enemmän ja myös tällä on vaikutus tarjouksen pisteytykseen.

Teemahaastattelun neljäntenä aiheena keskusteltiin tietomallintamiseen liittyvistä haasteista elinkaarihankkeen tarjousvaiheessa yleisellä tasolla. Haasteiden lisäksi haastateltavat nostivat esiin myös kehitysehdotuksia. Haastattelussa nousi esiin seuraavia huomioita:

- Rakennesuunnittelijalla on oltava erilainen suhtautuminen suunnitteluun perinteiseen rakennushankkeeseen verrattuna, koska elinkaarihankkeessa vaaditaan rakennesuunnittelijaltakin luonnostelua perinteistä hanketta enemmän.
- Tavallisesta hankkeesta poiketen tietomallimassaa tuotetaan tarjousvaiheen alussa enemmän ja suunnittelu on suurpiirteisempää. Tarkkuus tietomalliin tulee perinteisestä poiketen vasta jälkikäteen. Esimerkkinä betonin mahdollisen laatutiedon lisääminen tietomallin betoniobjekteihin. Tämä voi muuttua vielä myöhemmin, mikä vaikuttaa merkittävästi kustannuksiin. Perinteisissä rakennushankkeissa tietomallinnus perustuu valmiisiin rakennesuunnitelmiin.
- Tarjousvaiheen tietomallissa on tärkeää havainnollistaa kohdetta myös elementtimassan ulkopuolelta. Esimerkiksi olemassa olevan kallioperän sekä sen louhinnan yhdistäminen malliin auttaisi työmaan määrä- ja aikataulusuunnittelua. Mahdollisesti myös jo olemassa olevien rakenteiden mallintamista voitaisiin tarjota asiakkaalle, esim. kaukolämpöverkot, kaasuputket sekä runkove-silinjat.
- Tekla-mallista saatavat määräluettelot olisi hyvä lähettää asiakkaalle IFC-mallin mukana vertailuaineistoksi, jonka avulla merkittävimmät määrävirheet urakoitsijan päässä paljastuvat.
- Hankkeen eri osapuolien vastuualueiden rajapinnat tietosisällön tuottamisen osalta eivät ole yhtä tarkat kuin perinteisessä rakennushankkeessa. Tämä vaatii osapuolilta joustavuutta.

Viimeisenä aiheen käsiteltiin pilottihankkeen tarjouslaskentavaihetta. Tässä haastattelun osiossa haastateltavat nostivat esiin osin jo edellä mainittuja yleispäteviä huomioita. Suoraan pilottihankkeeseen liittyen haastateltavat antoivat seuraavia kommentteja:

- Rakennuksen tekninen toteutettavuus sekä kustannustehokkuus saatiin toteutettua ajallisesti sekä teknisesti tehokkaasti.
- Pilottihankkeen tarjousvaiheen suunnittelussa saavutettiin loppukäyttäjille laadukkaammat sekä pitkäkestoisemmat ratkaisut.
- Rakennesuunnittelijan tarvitsemien lähtötietojen koordinointi korostui. Lähtötietotarpeet vaiheistettiin myös tarkkuustason suhteen, jotta määräävimmat lähtötiedot saatiin suunnittelijoille ajoissa.
- Tarjousvaiheen aikana pohdinnan aiheeksi nousi se, että kuinka suurien muutosten kohdalla vanhaa mallia kannattaa vielä muokata ns. käsityönä ja milloin mallinnetaan kokonaan uudelleen.
- Normaalista hankkeesta poiketen karkeaakin lähtötietoa arkkitehdilta otetaan elinkaarihankkeissa mielellään vastaan. Tällaisen karkean lähtötiedon varassa työskentelemisessä korostuu rakennesuunnittelijan kokemus.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Seuraavissa kappaleissa esitetään arvio tutkimuksen tavoitteiden saavuttamisesta sekä esitetään ehdotuksia tämän tutkimuksen jälkeisistä jatkotoimenpiteistä. Tavoitteiden saavuttamista arvioidaan sekä asiakas- että tilaajaorganisaation henkilöstöille toteutettujen haastattelutulosten sekä kirjallisuuteen perustuvan tiedon avulla. Jatkotoimenpiteiden osalta esitetään tutkijan jatkotoimenpide-ehdotukset pilotoinnin kohteena olevan elinkaarihankkeen tarjousvaiheen tietomallin kehittämiseksi sekä yleisesti tarjousvaiheen tietomallintamiseen liittyvät kehitysehdotukset.

5.1 Tavoitteiden saavuttamisen arviointi

Tämän tutkimuksen päätavoitteena oli parantaa tilaajaorganisaation palvelun laatua selvittämällä, loiko pilottihankkeessa tuotettu tarjousvaiheen tietomalli asiakkaalle lisäarvoa perinteisiin 2D-suunnitelmiin verrattuna. Lisäksi tavoitteena oli tutkia, millaista lisäarvoa tietomalli asiakkaalle loi ja millä tavalla tarjousvaiheen tietomallia ja sen tietosisältöä voitaisiin vielä kehittää. Tietomallintamisella saavutettuja hyötyjä oli tarkoitus verrata kirjallisuuslähteissä mainittuihin tietomallinnuksesta saataviin hyötyihin ja pohtia, saavutettiin näitä hyötyjä pilottihankkeen tarjousvaiheen tietomallin avulla. Samalla oli tavoitteena kartoittaa, että löytyisikö kirjallisuudesta tietoa tarjousvaiheen tietomallin kehityksen tueksi. Kirjallisuuden lisäksi tarjousvaiheen tietomallin ja sen tietosisällön tutkimisessa hyödynnettiin asiakas- sekä tilaajaorganisaation henkilöstöjen haastatteluja, joiden avulla kerättiin tietoa hankkeeseen osallistuneilta ja sitä seuranneilta asiantuntijoilta.

Yleisesti tutkimuksen aikana syntyi käsitys, että elinkaarihankkeen tarjousvaiheessa tuotettu tietomalli tuotti asiakkaalle lisäarvoa perinteiseen tarjousvaiheen laskenta-aineistoon verrattuna. Sekä tilaaja- että asiakasorganisaation henkilöstö pitivät tietomallin tuottamista tässä vaiheessa elinkaarihanketta positiivisena tarjousvaiheen palvelun kehityksenä. Molemmissa organisaatioissa haastateltavat olivat yleisesti sitä mieltä, että tietomalli on tällaisen hankkeen tarjousvaiheeseen soveltuva palvelumuoto ja tällaisen palvelun toimintamallin toivotaan myös yleistyvän.

Asiakasorganisaation haastattelun perusteella tarjousvaiheen tietomallin tietosisältö täytti asiakasorganisaation laskentamateriaalille asettamat tavoitteet ja toi useilla osalualueilla myös lisäarvoa aiempaan toimintamalliin verrattuna. Tämän perusteella tarjousvaiheen tietomallin tuottamisessa kannattaa jatkossakin käyttää ohjeellisena tietosisältönä YTV 2012:n (BuildingSMART Finland, 2012a, s. 21-24) mukaista hankintoja palvelevan suunnittelun tietosisältöä. Haastattelujen perusteella tietomallin tuottaminen tehosti määrä- ja kustannuslaskentaa ajallisesti ja samalla tarkensi asiakkaan tarjousvaiheen laskentaprosessia. Tämän lisäksi rakennushankkeen aikataulutuksen ja sen havainnollistamisen koettiin jossain määrin tehostuneen. Tietomalli paransi myös asiakasorganisaation työntekijöiden yleistä käsitystä rakennuksesta ja sen toteutusvaihtoehdoista. Tämä taas auttoi asiakasorganisaation henkilöstöä muutosten hallinnassa.

Tilajaorganisaation haastattelussa nostettiin esiin tietomallin tietosisällön priorisoinnin merkitys tarjousvaiheen hektisessä aikataulussa. Tässä haastattelussa nousi esiin myös rakennesuunnittelijan sekä tilaajan yhteistyön merkityksen korostuminen. Otaen huomioon asiakasorganisaation haastattelun tulokset koskien tietomallin tuomaa lisäarvoa, voidaan todeta, että tietomalli vastasi tietosisällöltään odotuksia ja toi lisäarvoa asiakkaalle. Tutkimuksen perusteella tärkeimmiksi tekijöiksi elinkaarihankkeen tarjousvaiheen tietomallin tuottamisen onnistumiseksi voidaan nostaa:

- Rakennesuunnittelijan sekä asiakkaan välinen tiivis yhteistyö.
- Lähtötietotarpeiden tarkka koordinointi kaikissa tarjousvaiheen eri vaiheissa.
- Rakennesuunnittelijan aiempi kokemus sekä kyky karkeaan suunnitteluun ilman totutun tarkkoja lähtötietoja.

Myös aiemmin käsitellyissä kirjallisuuslähteissä nostetaan hankkeen osapuolten välinen yhteistyö merkittävään rooliin hankkeen onnistumisen kannalta. Kuten rakennustiedon tietokortissa Elinkaarimalli hankkeen toteutusmuotona (RT 103164, 2020, s. 4.) todetaan, tiivis kumppanuus on yksi elinkaarihankkeen avaintekijöistä. Tämä todettiin myös pilottihankkeen aikana. Elinkaarihankkeelle tyypillisenä piirteenä nostettiin tilajaorganisaation haastattelussa tilaajan lähtötietojen päivittyvän useasti tarjousvaiheen aikana. Onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi rakennesuunnittelijan on omattava valmiudet nopeaan reagointiin lähtötietojen päivittyessä.

Tilajaorganisaation tuottama tarjousvaiheen tietomalli oli tämän tutkimuksen mukaan lupaava kehitysaskel tarjousvaiheen palvelun kehittämässä. Pilottihankkeessa tietomallin avulla luotiin selvästi lisäarvoa asiakkaalle aiemmin tuotettuun materiaaliin verrattuna, mutta sekä asiakas- että tilajaorganisaation haastatteluiden perusteella löydettiin myös kehitysehdotuksia tarjousvaiheen tietomallille. Molemmissa organisaatioissa nostettiin esiin suurimmalta osin kehitysideoita samoihin aihealueisiin liittyen. Haastatteluissa ehdotettiin muun muassa, että

- maamassat ja olemassa olevat rakenteet, kuten kaukolämpöverkot, runkove-silinjat ja kaasuputket tuotaisiin mukaan tarjousvaiheen tietomalliin. Tämä aut-taisi asiakasorganisaatiota määrä- ja kustannuslaskennassa.
- myös talotekniikka mallinnettaisiin tarjousvaiheessa ainakin pääreittien osalta.
- vaihtoehtoisia rakenneratkaisuja saataisiin tuotua tarjousvaiheen tietomalliin.
- yli suunnittelualojen rajojen kehitettäisiin yhteistyössä tarjousvaiheen tieto-mallintamisen prosessia, jotta tätäkin kautta saataisiin hyödynnettyä hankkeen osapuolten osaaminen mahdollisimman tehokkaalla tavalla.

Tarjousvaiheen tietomallilla saavutettiin sille asetetut tavoitteet, mutta tämän tutki-muksen perusteella potentiaalista lisäarvoa on kuitenkin vielä lunastettavissa osin pie-nilläkin kehitysaskelilla. Haastatteluiden perusteella esimerkiksi edellä mainituista ehdotuksista ensimmäinen, joka koski maamassoja sekä olemassa olevia rakenteita, olisi yksinkertaisesti toteutettavissa. Kuten tilajaorganisaation haastattelutilaisuudessa nousi esiin, yhteistyön ja osapuolten välisen vuoropuhelun merkitystä ei voi lii-aksi korostaa. Talotekniikan sekä vaihtoehtoisten rakenneratkaisujen mallintamisen osalta tarvitaan vielä tarkempaa tutkimusta. Suunnittelualojen yli käytävä keskustelu tarjousvaiheen tietomallinnuksen kehitystyöstä lienee erittäin arvokasta tarjousvai-heen palvelun kehittämisen kannalta.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan tilajaorganisaation tuottamaa tarjousvaiheen tietomallia onnistuttiin hyödyntämään pilottihankkeessa asiakasorganisaation toi-mesta varsin tehokkaasti. Tietomallia oli käytetty laajasti ja sen tietosisältö koettiin pääasiassa riittäväksi. Tietomallia oli käytetty hyödyksi esimerkiksi aiemmin kuvattu-jen käyttöesimerkkien (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 8.) mukaisella tavalla.

5.2 Jatkotoimenpiteet

Edellä kappaleessa 5.1 nostettiin esiin haastatteluissa ilmenneitä jatkokehitysehdotuksia. Näiden nostettujen ehdotusten jatkojalostaminen ja mahdollisten jatkotutkimusten tekeminen lienee kannattavaa, sillä tieto on saatu suoraan palvelun tuottajalta ja sen asiakkaalta. Osin jo haastatteluiden aikana käsiteltiin esiin nousseita ehdotuksia. Aiemmin mainituista talotekniikan mallintaminen ainakin pääreittien osalta oli ehdotus, jonka suurin osa haastateltavista nosti esiin. Talotekniikan mallintaminen tarjousvaiheessa koetaan elinkaarihankkeessa haastavaksi, mutta haastatteluissa heränneen suuren mielenkiinnon takia talotekniikan mallintamisen mahdollisuutta lienee syytä tarkastella. Talotekniikan mallintamisen tarkastelussa tulee huomioida hyvin pitkälti samoja asioita, kuin rakennesuunnittelijan tuottaman tietomallin tarkastelussakin. Talotekniikan mallintamisen tuoman lisäarvon sekä mallintamisesta aiheutuvien kustannusten suhdetta tulee myös tutkia ennen talotekniikan mallintamisen toteuttamista.

Rakennusalalla ympäristöön liittyvät asiat, kuten hiililaskenta, rakennusten energiatehokkuus ja elinkaarilaskelmat ovat viime aikoina nousseet merkittävämpään rooliin samalla tavalla, kuin muillakin aloilla. Asiakasorganisaation haastattelussakin haastateltavat nostivat esiin ympäristönäkökulmaan liittyvän tietosisällön. Yksi mahdollinen kehityssuunta tilaajaorganisaation tarjousvaiheen palvelulle voisi olla tietomallipohjaisen hiilijalanjälkilaskennan tarjoaminen, josta myös asiakasorganisaation haastateltavat olivat kiinnostuneita. On myös syytä tutkia, kuinka tarjousvaiheen tietomallia voitaisiin viedä entisestään eteenpäin myös ympäristönäkökulmasta.

Molemmissa haastatteluissa nostettiin esiin tarjousvaiheen tietomallin toteuttaminen kaksivaiheisena, kun puhuttiin tietomallin tuottamisen aikataulusta tarjousvaiheen aikana. Alustavasti haastatteluissa pohdittiin, että tarjousvaiheen aikana tuotettaisiin ensimmäinen karkea tietomalli ja tarjousvaiheen loppupuolella toinen, lopullinen tarjousvaiheen tietomalli. Lienee syytä tutkia, olisiko kaksivaiheinen tietomallin tuottaminen joltain osin standardoitavissa oleva tarjousvaiheen tietomallin tuottamistapa. Tätä tarkastelua varten pitänee ottaa huomioon ainakin rakennushankkeen kokoluokan, haastavuusasteen sekä aikataulun vaikutus toimintamalliin.

Tietomallintamisen tuottamisesta puhuttaessa tilaajaorganisaation haastateltavat nostivat esiin pilottihankkeen aikana nousseen pohdinnan aiheen: Milloin tarjousvaiheen aikana muutos on niin suuri, että tietomalli kannattaa tehdä uudelleen, eikä muokata muutosta olemassa olevaan malliin? Samassa yhteydessä kaksivaiheisen toteutuksen tutkimisen kanssa kannattanee ottaa tarkasteluun myös tämä esiin noussut pohdinnan aihe. Tietomallin tuottamisprosessia kannattanee siis tarkastella monesta eri näkökulmasta, jotta jatkotutkimuksista saadaan paras hyöty irti. Olisi myös mahdollisesti kannattavaa tutkia, miten tarjousvaiheen tietomallia voidaan hyödyntää tarjousvaiheen jälkeen. Tähän liittyen tutkittavia asioita ovat muun muassa se, miten tarjousvaiheen tietomallia voisi kehittää tukemaan tarjousvaiheen jälkeistä suunnittelua ja se, että voisiko tarjousvaiheen tietomallilla jopa jatkaa suoraan tarjousvaiheen jälkeisessä suunnittelussa ilman uuden tietomallin tuottamista.

6 YHTEENVETO

Sekä pilottihanke että tämä sen seurauksena teetetty tutkimus herättivät paljon keskustelua niin tilaaja- kuin asiakasorganisaatiossakin. Tutkimusta varten käydyt keskustelut sekä haastattelutilaisuudet poikivat paljon positiivista aktiivisuutta aihealueen ympärillä. Tämän tutkimuksen avulla saatiin kartoitettua osapuolten välisiä mielipiteitä hankkeesta sekä siitä, miten tämän toimintamallin kanssa tulisi jatkossa edetä. Pilottihankkeessa tuotettu tarjousvaiheen tietomalli oli molempien osapuolten mielestä onnistunut. Tietomallista löydettiin myös mahdollisia kehityskohteita, joihin lienee syytä keskittyä tämän tutkimuksen jälkeen tarkemmin. Tietomallin kehitystyössä on kuitenkin huomioitava rakennushankkeiden ainutlaatuisuus, mikä hankaloittaa tarjousvaiheen tietomallin tuottamisprosessin kehittämistä standardinomaiseen suuntaan.

Elinkaarihankkeen tarjousvaiheen tietomallin kehittämisen ohella elinkaarihankkeissa tapahtuvalla kehitystyöllä on mahdollista viedä koko tilaajaorganisaation tietomallien tuotantoprosessia eteenpäin. Erityisesti suunnittelualojen yli tapahtuva keskustelu ja yhteistyö ovat kehityksen kannalta hedelmällisiä. Elinkaarihankkeissa korostuva yhteistyö ja sitoutuneisuus lisäävät osapuolten motivaatiota kehittää toimintatapoja yhdessä muiden hankkeen osapuolten kanssa. Osin tiiviin yhteistyön ja sitoutuneisuuden johdosta elinkaarihankkeet ovatkin hankkeita, joissa syntyy koko yhteiskuntaa hyödyttäviä alaa eteenpäin vieviä innovaatioita. Tietomallintamisen toimintamallien kehittäminen kuuluu vahvasti siihen osa-alueeseen, jonka kehitystyö hyödyttää koko rakennusalaan ja on näin ollen erittäin tärkeässä roolissa alan tulevaisuutta silmällä pitäen.

LÄHTEET

- A-Insinöörit Oy. (2021). A-Insinöörien tarina. Haettu 11.2.2021 osoitteesta <https://www.ains.fi/yritys/tarina>
- A-Insinöörit Oy. (2021). A-Insinöörit. Haettu 11.2.2021 osoitteesta <https://www.ains.fi/yritys>
- BuildingSMART Finland. (2012a). Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 5. Rakennesuunnittelu. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_5_rak.pdf
- BuildingSMART Finland. (2012b). Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 6. Laadunvarmistus. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_6_laadunvarmistus.pdf
- Eastman. C., Teicholz. P., Sacks. R. & Liston. (2011). K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. John Wiley & Sons, Inc.
- HE 155/2017 vp, Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi elinkeinotulon verottamisesta annetun lain 19 a ja 27 c §:n sekä arvonlisäverolain 15 ja 29 §:n muuttamisesta. <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2017/20170155.pdf>
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2008). Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Gaudeamus Helsinki University Press Oy.
- Jäväjä, P. & Lehtoviita, T. (2016). Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Rakennustieto Oy.
- Kivioja, H. (4.2.2015). Elinkaarimallihankkeet. Rakennusteollisuus RT ry. <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/toimialat/talonrakennus/aluetoimistot/ita-suomi/koulutusaineistot-2015/2015-02-04-elinkaarihankkeet-asiamies-karrikivioja-talonrakennusteollisuus.pdf>
- Kemppainen J. (15.1.2021). Kehitys kehittyy ja jännitys tiivistyy – onko rakentamisen tietomallintaminen vihdoinkin läpimurron kynnyksellä? Haettu 3.2.2021 osoitteesta <https://rakennusteollisuus.wordpress.com/2021/01/15/kehitys-kehittyy-ja-jannitys-tiivistyy-onko-rakentamisen-tietomallintaminen-vihdoinkin-lapimurron-kynnyksella/#more-1852>
- Penttilä. H., Nissinen. S. & Niemioja. S. (2006). Tuotemallintaminen rakennushankkeessa. Rakennustieto Oy.
- RIL 216-2013. (2013). Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry.
- RT 10-10992, Tietomallinnettava rakennushanke. Ohjeita rakennuttajalle. (2010). Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-10992>

RT 10-11066, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 1. Yleinen osuus. (2012). Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11066>

RT 10-11209, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 5. Rakennesuunnittelu. Tilaa-
jan ohje. Mallinnustarkkuus. (2016). Rakennustieto Oy. [https://kortistot.rakennus-
tieto.fi/kortit/RT%2010-11209](https://kortistot.rakennus-
tieto.fi/kortit/RT%2010-11209)

RT 10-11224, Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu.
(2016). Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11224>

RT 10-11226, Talonrakennushankkeen kulku. Kustannusten muodostuminen ja oh-
jaus. (2016). Rakennustieto Oy. [https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-
11226](https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-
11226)

RT 103164, Elinkaarimalli hankkeen toteutusmuotona. (2020). Rakennustieto Oy.
<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103164>

RT 103165, Elinkaarihankkeen puitesopimuksen laatiminen. (2020). Rakennustieto
Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103165>

Salminen, J. (2020). Rakennushankkeen uusiutuvat toteutusmuodot (2. uudistettu
painos). Rakennustieto Oy.

Soikkeli H. (5.5.2020). Elinkaarimalli yleistyy toimitilahankkeissa - miksi? Haettu
3.2.2021 osoitteesta [https://www.yit.fi/ytimessa/elinkaarimalli-hollolassa-ja-por-
voossa](https://www.yit.fi/ytimessa/elinkaarimalli-hollolassa-ja-por-
voossa)

SRV Yhtiöt Oyj. (2021). 5 kysymystä elinkaarihankkeista. Haettu 29.4.2021 osoit-
teesta <https://www.srv.fi/stories/5-kysymysta-elinkaarihankkeista/>

Valjus, J., Varis, M., Penttilä, H., & Nissinen, S. (2007). Tuotemallintaminen raken-
nesuunnittelussa. Rakennustieto Oy.

Van Halteren, M. (31.3.2021). Byggföretagen riskerar att inte se skogen för alla träd.
Haettu 28.4.2021 osoitteesta [https://www.byggindustrin.se/alla-nyheter/debatt/bygg-
foretagen-riskerar-att-inte-se-skogen-for-alla-trad/](https://www.byggindustrin.se/alla-nyheter/debatt/bygg-
foretagen-riskerar-att-inte-se-skogen-for-alla-trad/)

Lomakehaastattelu

Määrä- ja kustannuslaskenta

1. Tarjousvaiheen määrä- ja kustannuslaskenta oli tietomallin avulla ajallisesti tehokkaampaa, kuin perinteisillä tarjousvaiheen materiaaleilla.

Kyllä [] **Säilyi samana** [] **Ei** []

2. Lähetettiinkö rakennesuunnittelijan tuottamaa tietomallia myös aliurakoitsijoille laskennan tueksi?

Kyllä [] **Ei** []

3. Tietomallin avulla saatiin tarjousvaiheen laskentaa varten paremmin hahmoteltavissa oleva kokonaisuus, jonka avulla kustannuksia kyettiin laskemaan tarkemmin sekä luotettavammin.

Kyllä [] **Säilyi samana** [] **Heikkeni** []

4. Erosiko määrä- ja kustannuslaskentaprosessi jotenkin aikaisemmasta, kun käytössä oli rakennesuunnittelijan tuottama tietomalli?

Kyllä [] **Ei** []

5. (Jos vastasit edelliseen kohtaan ”Ei”, voit siirtyä kysymykseen 6.)

Miten kustannuslaskentaprosessi erosi aiemmasta?

Vastaus:

6. Mitkä ovat tärkeimmät hankintanimikkeet, joiden määriä ja kustannuksia tarjousvaiheessa lasketaan?

Vastaus:

7. Koetteko, että tietomallin tietosisällön laajuus sekä tietomallin geometrinen tarkkuus olivat riittävällä tasolla näiden tärkeimpien hankintanimikkeiden määrien sekä kustannusten arvioimiseksi?

Kyllä [] **Ei** []

8. (Jos vastasit edelliseen kohtaan ”Kyllä”, voit siirtyä kysymykseen 9.) Mitentietomallia voidaan näiltä osin parantaa?

Vastaus:

9. Millaisen tietosisällön avulla voitaisiin jatkossa hyödyntää tietomallia vielä aiempaa monipuolisemmin tarjousvaiheen määrä- ja kustannuslaskennassa?

Vastaus:

Aikataulutus

10. Rakennushankkeen aikataulutuksen ja aikataulun havainnollistaminen onnistui aiempaa tehokkaammin, kun käytössä oli tietomalli jo tarjousvaiheessa.

Kyllä [] **Säilyi samana** [] **Heikkeni** []

11. Missä kohdassa tarjousvaiheen aikana tietomallin tuottaminen tulisi aloittaa, jotta saisitte siitä parhaan mahdollisen hyödyn irti?

Vastaus:

12. Kuinka kauan ennen varsinaisen urakkatarjouksen lähettämistä valmis tietomalli tulisi olla käytettävissä, jotta siitä ehditään saamaan kaikki mahdollinen hyöty irti?

Vastaus:

13. Kuinka tietomallin tietosisältöä voitaisiin vielä kehittää, jotta se tukisi paremmin rakennushankkeen aikataulusuunnittelua tarjousvaiheessa?

Vastaus:

Elinkaari- ja ympäristönäkökulma

14. Tietomallin pohjalta huolto- ja ylläpitosopimuksen aikaisten kunnostustoimenpiteiden sekä niiden muodostamien kustannusten arviointi tehostui.

Kyllä [] **Säilyi samana** [] **Heikkeni** []

15. Rakennuksen energiatehokkuuden sekä elinkaaripäästöjen arviointi tarjousvaiheessa oli tehokkaampaa tietomallin avulla.

Kyllä [] **Säilyi samana** [] **Heikkeni** []

16. Koetteko, että myös tietomallipohjainen hiilijalanjäljen laskenta olisi jo tarjousvaiheessa hyödyllistä sekä kannattavaa?

Kyllä [] **Ei** []

17. Tietomallin tietosisältö oli rakennuksen energiatehokkuuden sekä elinkaaripäästöjen arvioimiseksi riittävällä tasolla.

Kyllä [] **Ei** []

18. Kuinka tietomallin tietosisältöä voitaisiin vielä kehittää, jotta se tukisi paremmin elinkaarikustannusten laskentaa?

Vastaus:

Yleiset kysymykset

19. Koetteko, että jo tarjousvaiheessa olisi kannattavaa yhteensovittaa talotekniikan tietomalli rakennesuunnittelijan tietomallin kanssa?

Kyllä [] **Ei** []

20. Millä muulla tavalla hyödynsitte tarjousvaiheen tietomallia tarjousvaiheen aikana?

Vastaus:

21. Mitkä olivat tarjousvaiheen tietomallin tuomat merkittävimmät hyödyt verrattuna perinteiseen laskenta-aineistoon?

Vastaus:

22. Millaista tietosisältöä tietomalliin vielä tarvittaisiin lisää muista, kuin edellä mainituista näkökulmista?

Vastaus:

23. Tarjousvaiheen kustannuslaskennassa huomioitava riskivaraus pieneni, kun käytössä oli rakennesuunnittelijan tuottama tietomalli.

Kyllä [] Ei []

24. Vapaa palaute rakennesuunnittelijan tuottamaan tarjousvaiheen tietomalliin liittyen.

Vastaus: