

# Tietomallipohjainen suunnittelun ja tuotannon ohjaus



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

kevät 2023

Lauri Harju

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

Tekijä Lauri Harju

Työn nimi Tietomallipohjainen suunnittelun ja tuotannon ohjaus

Ohjaaja Kalle Rohola

Tiivistelmä

Vuosi 2023

---

Tämän opinnäytetyön aiheena on tietomallipohjainen suunnittelun ja tuotannon ohjaus. Tyypiltään kyseessä on toiminnallinen opinnäytetyö, jonka on tilannut Arkance Systems Finland Oy. Toiminnallisen osuuden tavoitteena on ollut kehittää tilaajan käyttöön dokumentaatiota kiinteistö- ja rakentamisalan keskeisistä termeistä, rakennushankkeen vaiheista, rakennushankkeen osapuolista ja tietomallista rakennushankkeesta.

Kaiken lähtökohdaksi on rakentamislakiin vuonna 2025 tulevat muutokset, jotka tuovat tietomallin nykyistä tärkeämpään rooliin rakennushankkeessa ja rakentamisluvassa. Opinnäytetyön tilaaja toimii rakennusalan ohjelmistojen jälleenmyyjänä ja heidän tavoitteenaan on olla asiakkaidensa paras kumppani rakentamisen digitaalisessa muutoksessa.

Toiminnallisen osuuden tärkeimpänä tuotoksena on kehitetty tilaajan käyttöön rakennushankkeesta prosessinkuvauskaavio, johon on yhdistetty rakennushankkeen vaiheet, osapuolet ja tilaajan jälleenmyymät rakennusalan ohjelmistot.

Avainsanat Tietomalli, rakennussuunnittelu, rakennushanke, rakentamislaki, rakentamishankkeen osapuolet

Sivut 43 sivua ja liitteitä 1 sivu

The subject of this thesis is a building information model in construction design and production. It is a functional thesis commissioned by Arkance Systems Finland Oy. The aim of the functional part is to develop documentation for the client on the key terms of real estate and construction, the phases of a construction project, the parties involved in a construction project, and the use of building information model in a construction project.

The background of the thesis is in the changes to the Land Use and Building Act that will take effect in 2025, which will make building information model more important in construction projects and building permits. The thesis client operates as a reseller of software for the construction industry, and their goal is to be their customers' best partner in the digital transformation of construction.

The most important output of the functional part is the process flowchart of a construction project developed for the client, which combines the phases of a construction project, the parties involved, and the construction software sold by the client.

Keywords Building information model, construction design, construction project, Land Use and Building Act

Pages 43 pages and appendices 1 page

## Sisälllys

1	Johdanto .....	1
2	Rakentamislain tulevat muutokset.....	2
3	Rakennushankkeen vaiheet.....	4
3.1	Tarveselvitys sekä hanke- ja ehdotussuunnittelu .....	5
3.2	Yleis- ja toteutussuunnittelu .....	6
3.3	Rakentaminen, käyttöönotto ja takuu aika .....	8
4	Rakennushankkeen osapuolet .....	10
4.1	Omistaja, rakennushankkeeseen ryhtyvä ja käyttäjät.....	11
4.2	Suunnittelijat.....	13
4.3	Rakennustyön toteuttajat .....	15
4.4	Materiaalitoimittajat ja viranomaiset.....	16
5	Tietomalli rakennushankkeessa .....	17
5.1	Tietomallit ja niiden mahdollisuudet .....	18
5.2	Tietomallipohjainen rakennushanke .....	19
5.3	Yleiset tietomallivaatimukset YTV 2012.....	21
5.4	Tietomallipohjainen suunnittelun ohjaus .....	24
5.5	Tietomallipohjainen tuotannon ohjaus .....	26
6	Rakennuksen elinkaari.....	29
7	Tilaajan jälleenmyymät tietomallipohjaiset ohjelmistot.....	33
7.1	Tilaajan tuotteiden jaottelu .....	34
7.2	Jaottelu rakennushankkeen vaiheitten mukaan.....	35
7.3	Jaottelu rakennushankkeen osapuolten mukaan.....	37
7.4	Jaottelu rakennuksen elinkaaren mukaan .....	39
7.5	Ohjelmistojen soveltuvuus tietomallipohjaiseen rakennushankkeeseen .....	40
8	Pohdinta ja johtopäätös .....	41
	Lähteet.....	44

## **Kuvat, taulukot ja kaavat**

Kuva 1. Talonrakennushankkeen vaiheet .....	4
Kuva 2. Rakennushankkeen osapuolet .....	11
Kuva 3. Rakennuksen elinkaaren tyypilliset vaiheet .....	30
Kuva 4. Tuotteen elinkaaren ympäristövaikutukset .....	31
Kuva 5. Rakennuksen elinkaaren vaiheet standardin EN 15978 mukaan .....	32
Kuva 6. Ote tilaajalle kehitetystä prosessinkuvauskaaviosta .....	38

## **Liitteet**

Liite 1.	Esimerkki tietomallisuunnittelun aikataulusta
----------	---

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on tietomallipohjainen suunnittelun ja tuotannon ohjaus. Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä yhteen tietoa rakennushankkeesta sen vaiheineen ja siihen osallistuvine osapuolineen. Opinnäytetyön pohjalta on tarkoitus laatia ohjedokumentti sen tilaajan Arkance Systems Finland Oy:n käyttöön, jonka avulla he pystyvät kehittämään osaamistaan ja toimintaansa KIRA-alan ohjelmisto- ja palveluntarjoajana.

Tietomalli ja rakennuksen elinkaari ovat myös tärkeä osa tässä opinnäytetyössä käsiteltävää aihetta. Rakentamislakiin vuonna 2025 tulevat muutokset tulevat vaikuttamaan myös rakennusalan ohjelmistojälleenmyyjiä. Tulevaisuudessa asiakkaat tarvitsevat yhä osaavampaa palvelua liittyen rakennuksen tietomalliin ja rakennuksen elinkaareen. Opinnäytetyön tilaaja haluaa olla jatkossakin asiakkailleen paras mahdollinen kumppani rakentamisen digitaalisessa siirtymässä.

Tämän opinnäytetyön sisältö koostuu tietoperustasta ja toiminnallisesta osuudesta. Tietoperustana on kerätty yhteen teoriaa rakennushankkeen vaiheista ja osapuolista, tietomallintamisesta rakennushankkeessa ja sen hyödyntämisestä suunnittelun ja tuotannon ohjauksessa sekä rakennuksen elinkaaresta. Opinnäytetyön on tilannut Arkance Systems Finland Oy, joka jälleenmyy Suomessa rakennusalan ohjelmistoja ja niihin liittyviä palveluja, kuten koulutusta ja tukea. Yritys on osa eurooppalaista konsernia, johon kuuluu yrityksiä yli 12 eri maasta. Arkance Systems Finland Oy:n jälleenmyymiä tuotteita ovat esimerkiksi Autodeskin ja Trimblen suunnitteluohjelmistot ja niille kehitetyt omat lisäosat tuotteet.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää rakennuksen tietomallin tuomat hyödyt rakennushankkeelle ja rakennukselle koko sen elinkaaren ajalta. Tämän perusteella pyritään pohtimaan erilaisten rakennusalan tietomallipohjaisten ohjelmistojen sijoittumista rakennushankkeen eri vaiheille ja samalla selvittämään opinnäytetyön tilaajan jälleenmyymien ohjelmistojen jakautuminen rakennuksen elinkaarelle.

## 2 Rakentamislain tulevat muutokset

Uusi rakentamislaki, jonka eduskunta hyväksyi 1. maaliskuuta 2023, astuu voimaan 1. tammikuuta 2025. Tämä laki merkitsee merkittävää kehitystä ilmastonmuutoksen torjunnassa rakentamisen lainsäädännössä. Ammattirakentamiseen liittyvät tärkeimmät muutokset koskevat ympäristöystävällistä rakentamista ja tietomalleja. Uudistuksen myötä on tärkeää pystyä todentamaan rakennuksen vähähiilisyys. (Kortelainen & Lyytinen, 2023)

Uuden lain nojalla myöhemmin annettavilla asetuksilla säädetään käytännön toimenpiteistä. Nämä asetukset koskevat rakennuksen ilmastaselvitystä, materiaaliselostetta ja hiilijalanjäljen raja-arvoja, ja ne tullaan sisällyttämään Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Laki ohjaa rakentamista vähähiilisyyden periaatteen mukaisesti, mikä tarkoittaa, että rakentamisen aikana ja koko rakennuksen elinkaaren aikana tulee ottaa huomioon syntyvät ilmastohaitat ja -hyödyt. (Kortelainen & Lyytinen, 2023)

Tämä lähestymistapa kannustaa rakentajia ja suunnittelijoita ottamaan käyttöön ympäristöystävällisiä rakennusmateriaaleja ja -menetelmiä, jotka vähentävät hiilijalanjälkeä ja yleistä ympäristövaikutusta. Lisäksi se edistää tietoisuutta rakennusten elinkaaren aikaisista vaikutuksista ilmastonmuutoksen torjunnassa. Näin varmistetaan kestävämpi ja vastuullisempi lähestymistapa rakentamiseen Suomessa. (Ympäristöministeriö, 2023)

Uudessa rakentamislaisissa nykyiset rakennuslupaa ja toimenpidelupaa koskevat menettelyt korvataan yhdellä lupamuodolla, joka tunnetaan nimellä rakentamislupa. Tämä yksinkertaistaa lupamenettelyjä ja selkeyttää lupien myöntämistä. Lisäksi uudessa laissa määritellään selkeästi päävastuullinen toteuttaja, jolle kokonaisvastuu rakennushankkeen toteutuksesta säädetään. Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi valita, nimetäänkö päävastuullinen toteuttaja hankkeeseen vai ottaako hän itse tämän roolin. Päävastuullisella toteuttajalla on keskeinen vastuu hankkeen suunnittelusta, valvonnasta ja toteutuksesta. Tämä järjestely edistää vastuullisuutta ja tehokasta projektinhallintaa rakennusalalla. (Ympäristöministeriö, 2023)

Lisäksi uusi laki velvoittaa rakennushankkeen osapuolet tekemään tiivistä yhteistyötä ja vaihtamaan tietoja keskenään. Tämän tavoitteena on varmistaa hyvä laatu rakennusprosessin aikana. Tietojen jakamisen ja yhteistyön avulla voidaan ehkäistä mahdollisia virheitä, varmistaa turvallisuusnäkökohtien huomioon ottaminen ja varmistaa rakennuksen lopputuloksen laatu. Näiden toimenpiteiden avulla uusi rakentamislaki pyrkii edistämään rakennusalan ammattilaisten välistä yhteistyötä, vastuullisuutta ja laadukasta rakentamista Suomessa. (Ympäristöministeriö, 2023)

Uusi rakentamislaki antaa vahvan perustan rakennetun ympäristön digitalisaatiolle, mikä tuo mukanaan merkittäviä muutoksia. Digitalisaation odotetaan tehostavan prosesseja, tukemaan rakennusten korjaamista ja ylläpitoa sekä helpottamaan ilmastovaikutusten laskentaa ja materiaalien seuranta. Tulevaisuudessa rakentamislupa ja alueidenkäytön suunnitelmat laaditaan yhteen toimivaan tietomalliin perustuen, joka on koneluettavassa muodossa. (Kortelainen & Lyytinen, 2023)

Suomen ympäristökeskus Syken uusi rakennetun ympäristön tietojärjestelmä on tarkoitus ottaa käyttöön 1. tammikuuta 2024. Tämä tietojärjestelmä toimii keskeisenä alustana tiedonhallinnassa ja mahdollistaa rakennetun ympäristön digitalisaation toteuttamisen käytännössä. Se helpottaa tiedon vaihtoa eri toimijoiden välillä ja parantaa tiedon saatavuutta ja läpinäkyvyyttä. Tämä digitalisaatioon perustuva muutos tarjoaa mahdollisuuksia tehokkaammalle suunnittelulle, rakentamiselle ja ympäristön hallinnalle. Se voi myös edistää kestävä kehitystä rakennusallalla, kun ilmastovaikutuksia ja materiaalien seuranta voidaan tehostaa ja tarkkailla entistä paremmin. Yhteenvedona voidaan todeta, että rakennetun ympäristön digitalisaatioon liittyvät toimenpiteet ovat keskeinen osa uutta rakentamislakia ja ne edistävät rakennusallaa kohti entistä tehokkaampaa, kestävämpää ja älykkäämpää tulevaisuutta. (Ympäristöministeriö, 2023)

Rakentamislakiin tulevat muutokset nostavat tietomallien roolin entistä suuremmaksi rakennushankkeissa. Tästä syystä tämän opinnäytetyön tilaaja haluaa kehittää omaa tietämystään talonrakennusallasta ja siinä tarvittavista ohjelmistoratkaisuista. Ennen kuin tilaaja pystyy tarjoamaan tuotteitaan ja palveluitaan kohdistetusti oikeille rakennusallan käyttäjärühmille, on selvitettävä teoriassa rakennushankkeeseen osallistuvat osapuolet ja

rakennushankkeen vaiheet. Lisäksi on tarpeen selvittää se, miten tietomalleja voidaan hyödyntää tällä hetkellä rakentamisen suunnittelussa ja tuotannossa.

### 3 Rakennushankkeen vaiheet

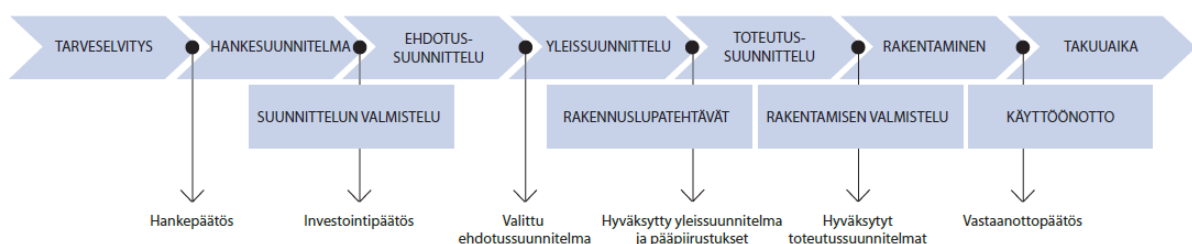
Yksittäisen rakennushankkeen keskeisenä tarkoituksena on vastata tilan käyttäjän muuttuneeseen tilantarpeeseen tai luoda rakenne tai verkosto, joka tukee yhteiskunnan tai yrityksen toimintaa. Rakennushanke käynnistyy silloin, kun päätetään rakentaa uusi tila tai korjata jo olemassa olevaa rakennetta. (Junnonen & Kankainen, 2020, s. 10)

Muuttuneet tarpeet voivat liittyä esimerkiksi tilan lisäämiseen, toiminnan tehostamiseen, palveluiden parantamiseen tai uusien vaatimusten täyttämiseen. Tällaiset tarpeet voivat syntyä esimerkiksi väestönkasvun, organisaation laajentumisen, teknologisten muutosten tai lainsäädännöllisten vaatimusten seurauksena.

Rakennushanke voi olla uuden tilan rakentaminen tyhjästä tai olemassa olevan rakennuksen laajentaminen. Se voi myös sisältää vanhan rakennuksen korjaamisen, kunnostamisen tai päivittämisen vastaamaan nykyisiä tarpeita ja vaatimuksia.

Rakennushankkeen käynnistämässä on tärkeää ottaa huomioon tilan käyttäjien tarpeet, toiminnan vaatimukset, taloudelliset resurssit, tekniset ratkaisut ja lainsäädännölliset määräykset. Kokonaisvaltainen suunnittelu ja projektinhallinta ovat keskeisiä tekijöitä varmistamaan onnistunut rakennushanke, joka täyttää käyttäjien tarpeet ja tavoitteet. Rakennushanke jaetaan eri vaiheisiin hallinnan ja ohjaamisen sekä tehtävien päätösten selkeyttämisen kannalta ja ne on eritelty Kuva 1.

Kuva 1. Talonrakennushankkeen vaiheet (RT 10-11224, 2016, s. 1)



Tässä luvussa on käyty läpi rakennushankkeen vaiheet. Näiden vaiheiden lisäksi voi olla myös muita erillisiä vaihekokonaisuuksia.

### **3.1 Tarveselvitys sekä hanke- ja ehdotussuunnittelu**

Tarveselvitys on tärkeä vaihe rakennushankkeen suunnittelussa. Siinä perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja asetetaan niihin liittyvät vaatimukset. Lisäksi tarveselvityksessä tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet ja arvioidaan eri ratkaisujen edullisuus.

Tarveselvityksen tarkoituksena on ensinnäkin perustella tilahankinnan tai tilan muutostarpeen syyt ja tarpeen kiireellisyys. Selvityksessä käsitellään esimerkiksi toiminnallisia muutoksia, kasvavia tilatarpeita tai tilojen nykyisten puutteiden korjaamista. Tarveselvityksen avulla saadaan kokonaiskuva tilahankinnan tai muutostarpeen taustasta, tarpeisiin vastaavista ratkaisuvaihtoehdoista ja niiden edullisuudesta. Tämä toimii perustana jatkosuunnittelulle ja päätöksenteolle rakennushankkeen edetessä. (RT 10-11284, 2017, s. 1) Tarveselvityksen pohjalta tehdään hankepäättös ja päästään hankesuunnitteluvaiheeseen.

Hankesuunnittelu on tärkeä vaihe rakennushankkeen kehittämisessä. Sen avulla asetetaan tarkat tavoitteet rakennushankkeen laajuudelle, toimivuudelle, laadulle, kustannuksille, ajoitukselle ja ylläpidolle. Hankesuunnittelun tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka koostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta. Valmisteluun kuuluu myös tarvittavien selvitysten tekeminen ja toteutusmuodon alustava määrittäminen. Hankesuunnittelun aikana tarkennetaan ja syvennetään aiempia tarveselvityksiä ja käynnistetään tarvittavat tutkimukset ja selvitykset. Näihin voi kuulua esimerkiksi tontin tai alueen ominaisuuksien tutkiminen, tekniset selvitykset, rakennettavuuden arviointi, ympäristövaikutusten arviointi ja taloudelliset analyysit. Hankesuunnittelun lopputuloksena syntyvä hankesuunnitelma toimii pohjana jatkosuunnittelulle, päätöksenteolle ja hankkeen etenemiselle. Se sisältää kokonaisvaltaisen kuvauksen hankkeesta, sen tavoitteista, vaatimuksista ja suunnittelun lähtökohdista. (RT 10-11284, 2017, s. 1) Hankesuunnittelun pohjalta voidaan tehdä investointipäättös, jonka pohjalta päästään suunnittelun valmistelu ja ehdotussuunnittelu vaiheeseen.

Suunnittelun valmisteluvaiheessa toteutetaan erilaisia toimenpiteitä ja järjestelyjä, joiden tarkoituksena on valmistella suunnittelutyö ja varmistaa sen sujuva eteneminen. Näihin toimenpiteisiin kuuluu muun muassa suunnittelun organisointi, suunnittelukilpailujen järjestäminen tarvittaessa, neuvottelut, suunnittelijoiden valinta ja suunnittelusopimusten tekeminen. Lisäksi ehdotussuunnitteluvaiheessa laaditaan erilaisia vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja, jotka täyttävät asetetut tavoitteet. (RT 10-11284, 2017, s. 1) Tämän vaiheen perusteella valitaan ehdotussuunnitelma, jonka pohjalta siirrytään yleissuunnitteluvaiheeseen.

### **3.2 Yleis- ja toteutussuunnittelu**

Yleissuunnitteluvaiheessa ehdotussuunnitelma kehitetään edelleen toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Tämä tarkoittaa sitä, että ehdotussuunnitelman ideoita ja konsepteja jalostetaan ja muokataan konkreettisemmiksi ja teknisesti toteuttamiskelpoisiksi ratkaisuksi. Yleissuunnitelma kattaa sekä rakennuksen kiinteän perusosan että muuntuvien tila-alueiden suunnittelun. Kiinteä perusosa viittaa rakennuksen perusrakenteisiin ja -järjestelmiin, kuten runkoon, julkisivuihin, kantaviin rakenteisiin ja perustuksiin. Muuntuvien tila-alueiden suunnittelu puolestaan koskee tilojen joustavaa käyttöä ja muunneltavuutta eri tarpeisiin ja toimintoihin. (RT 10-11284, 2017, s. 1)

Yleissuunnitelma voi sisältää erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuksi. Tämä tarkoittaa, että suunnittelijat harkitsevat ja esittävät erilaisia vaihtoehtoisia tilajärjestelyitä ja tilaratkaisuja, jotka vastaavat tilaajan tarpeita ja tavoitteita. Vaihtoehdot voivat sisältää esimerkiksi erilaisia pohjaratkaisuja, tilankäyttötapoja, sisätilojen järjestelyjä ja tilojen mitoitusta.

Yleissuunnittelussa pyritään ottamaan huomioon muun muassa tilankäytön tehokkuus, ergonomia, esteettömyys, turvallisuusnäkökulmat ja toiminnalliset vaatimukset. Suunnittelussa voidaan myös huomioida energiatehokkuus, kestävä kehitys ja ympäristövaikutukset. Yleissuunnitelman tavoitteena on luoda kokonaisvaltainen näkemys rakennuksen suunnittelusta ja toiminnasta. Se toimii pohjana jatkosuunnittelulle, kuten tarkempien suunnitelmien, rakennesuunnittelun ja järjestelmäsuunnittelun laatimiselle. Yleissuunnitelma auttaa myös tilaajaa hahmottamaan rakennuksen tulevaa ilmettä ja

toimivuutta. (RT 10-11284, 2017, s. 1) Yleissuunnittelun pohjalta hyväksytään yleissuunnitelma ja pääpiirustukset, joita käytetään rakennuslupatehtävissä.

Rakennuslupatehtävissä keskitytään selvittämään hankkeen edellyttämät lupamenettelyt ja varmistamaan, että suunnittelijat täyttävät kelpoisuusvaatimukset ja että pääpiirustukset ovat hyväksyttäviä. Tämän lisäksi tehtäviin kuuluu lupahakemuksen laatiminen tarvittavine asiakirjoineen. Selvitystyö lupamenettelyistä on tärkeä osa rakennuslupatehtäviä. Tämä sisältää tutkimisen ja selvittämisen, mitä lupia, ilmoituksia tai muita viranomaisvaatimuksia hankkeen toteuttaminen edellyttää. Tavoitteena on varmistaa, että rakennusprosessi noudattaa kaikkia sovellettavia säännöksiä ja määräyksiä. (RT 10-11284, 2017, s. 1)

Pääpiirustusten hyväksyttävyys on tärkeä tarkistusvaihe rakennuslupatehtävissä. Pääpiirustukset ovat keskeinen osa lupahakemusta, ja niiden tulee vastata sovellettavia rakennusmääräyksiä ja -normeja sekä kuvata hankkeen toteuttamista riittävällä tarkkuudella. Lopuksi rakennuslupatehtävissä laaditaan lupahakemus tarvittavine asiakirjoineen. Tämä sisältää keräämisen, kokoamisen ja järjestämisen kaikista tarvittavista asiakirjoista ja tiedoista, kuten suunnitelmista, selvityksistä, laskelmista, sopimuksista ja muista dokumenteista. Lupahakemus toimitetaan asianmukaiselle viranomaiselle, joka käsittelee hakemuksen ja myöntää tarvittavat luvat, jos kaikki vaatimukset täyttyvät.

Rakennuslupatehtävät ovat tärkeä vaihe rakennushankkeessa, jossa varmistetaan kaikki lupamenettelyihin, suunnittelijoiden pätevyyteen ja asiakirjojen laatimiseen liittyvät vaatimukset, jotta hankkeen toteuttaminen voi edetä asianmukaisesti ja laillisesti. (RT 10-11284, 2017, s. 1). Vaiheen pohjalta hankkeelle saadaan rakennuslupa ja voidaan siirtyä hankkeen toteutussuunnitteluun.

Toteutussuunnitteluvaiheessa yleissuunnitelma kehitetään tarkemmiksi ja mitoitetuiksi suunnitelmiksi, jotka vastaavat rakentamisen ja hankinnan edellyttämiä tarpeita. Tämä tarkoittaa sitä, että suunnitelmat konkretisoidaan ja täsmennetään rakentamisen ja toteutuksen kannalta. Toteutussuunnittelussa keskitytään suunnittelemaan ja määrittelemään tuotteita, järjestelmiä ja osakokonaisuuksia, jotka muodostavat rakennusprojektin toteuttamisen perustan. Tämä voi sisältää tarkemmat

rakennesuunnitelmat, tekniset järjestelmäsuunnitelmat, sisustussuunnitelmat, sähkösuunnitelmat, LVIS-suunnitelmat ja muut tarvittavat suunnitelmat ja määrittelyt. (RT 10-11284, 2017, s. 1)

Toteutussuunnittelussa varmistetaan, että suunnitelmat ovat mitoitukseltaan oikein ja täyttävät rakentamisen aikana ja käytön aikana asetetut vaatimukset. Tarkkuus ja yksityiskohtaisuus lisääntyvät yleissuunnitelman pohjalta, ja suunnitelmat valmistellaan sellaiseen muotoon, että niiden pohjalta voidaan tehdä toteutuksen kannalta tarvittavia päätöksiä.

Toteutussuunnittelu mahdollistaa yksityiskohtaisten suunnitelmien luomisen, jotka toimivat ohjeina ja pohjana rakennusvaiheelle. Suunnitelmat auttavat eri toimijoita ymmärtämään ja toteuttamaan rakennushankkeen vaatimukset ja tavoitteet. Toteutussuunnittelun tuloksena saadaan valmiit suunnitelmat ja määrittelyt, jotka ovat tarvittavia lähtökohtia rakennustyön käynnistämiseksi ja toteuttamiseksi. (RT 10-11284, 2017, s. 1) Kun hyväksytyt toteutussuunnitelmat on saatu valmiiksi, voidaan siirtyä hankkeen rakentamisen valmistelun vaiheeseen.

### **3.3 Rakentaminen, käyttöönotto ja takuu aika**

Rakentamisen valmisteluvaiheessa keskitytään järjestämään ja organisoimaan itse rakentamistyö sekä toteutettavat toimenpiteet ennen varsinaisen rakentamisen aloittamista. Tässä vaiheessa kilpailutetaan rakentamistehtävät, käydään sopimusneuvottelut ja solmitaan urakka- ja hankintasopimukset. Rakentamisen valmistelussa tavoitteena on varmistaa, että rakennustyöt voidaan aloittaa sujuvasti ja että kaikki tarvittavat järjestelyt ja sopimukset ovat kunnossa. Organisointi, kilpailutus, sopimusneuvottelut ja sopimusten tekeminen ovat keskeisiä toimenpiteitä, joilla varmistetaan rakentamisen sujuva eteneminen ja osapuolten yhteistyö hankkeen toteuttamiseksi. (RT 10-11284, 2017, s. 1). Näiden pohjalta tehdään rakentamispäätös ja päästään rakennusvaiheeseen.

Rakentamisen aikana keskitytään varmistamaan, että rakennustyö toteutetaan sovitun sopimuksen mukaisesti. Tämä tarkoittaa, että urakan tai hankkeen toteutus tapahtuu suunnitelmien, aikataulujen ja muiden sopimusasiakirjojen mukaisesti. Tavoitteena on myös saavuttaa sovitut tavoitteet ja luoda lopputulos, joka täyttää tilaajan asettamat vaatimukset. Rakentamisessa pyritään toteuttamaan rakennus siten, että se vastaa toiminnallisia, teknisiä, esteettisiä ja muita tilaajan tavoitteita. Laatuun ja vaatimustenmukaisuuteen kiinnitetään erityistä huomiota. (RT 10-11284, 2017, s. 1)

Rakentamisen aikana on myös tärkeää huomioida tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa otetaan huomioon esimerkiksi energiatehokkuus, käyttäjien turvallisuus, esteettömyys ja kestävän kehityksen periaatteet. Rakennuksen tulee olla käyttäjilleen toimiva ja turvallinen, ja sen ylläpitoon on otettava huomioon asianmukaiset ratkaisut.

Rakennuksen valmistuminen todetaan vastaanotossa. Vastaanotto tarkoittaa sitä, että tilaaja ottaa vastaan rakennuksen ja todentaa sen valmistumisen. Vastaanotossa arvioidaan, että rakennus on rakennusvaiheessa toteutettu sovitun mukaisesti ja että se täyttää tilaajan asettamat vaatimukset. Tarvittaessa tehdään vielä viimeisiä korjauksia ja tarkistuksia ennen kuin rakennus voidaan ottaa käyttöön.

Rakentamisessa keskeistä on siis varmistaa sopimuksenmukainen toteutus, tavoitteiden täyttävä lopputulos sekä rakennuksen tarvitsemat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Vastaanotto on merkittävä vaihe, jossa varmistetaan, että rakennus on valmis käyttöönottamiseen ja että se täyttää kaikki sovitut vaatimukset. (RT 10-11284, 2017, s. 1) Vastaanoton pohjalta tehdään vastaanottopäätös ja rakennus otetaan käyttöön.

Käyttöönotossa ensisijaisena tavoitteena on varmistaa, että rakennuksen järjestelmät toimivat asianmukaisesti ja odotetulla tavalla. Tähän kuuluu testaaminen, säätäminen ja tarkistaminen eri järjestelmien osalta, kuten sähkö-, ilmanvaihto-, lämmitys-, ja vesijärjestelmät. Tarkistetaan myös esimerkiksi hissien ja turvajärjestelmien toimivuus. Mahdolliset viat, puutteet tai virheet havaitaan ja korjataan ennen varsinaista käyttöönottamista. (RT 10-11284, 2017, s. 1)

Lisäksi käyttöönotossa annetaan käytön opastus ja koulutus rakennuksen käyttäjille. Tämä voi sisältää esimerkiksi opastusta teknisten järjestelmien käytössä, turvallisuusohjeiden läpikäymistä, rakennuksen huolto- ja ylläpitotarpeisiin perehdyttämistä sekä tarvittavia koulutuksia esimerkiksi laitteiden tai erikoisjärjestelmien käytössä. Tarkoituksena on varmistaa, että käyttäjät ymmärtävät rakennuksen toiminnan ja osaavat hyödyntää sen tarjoamia ominaisuuksia oikein ja turvallisesti. (RT 10-11284, 2017, s. 1)

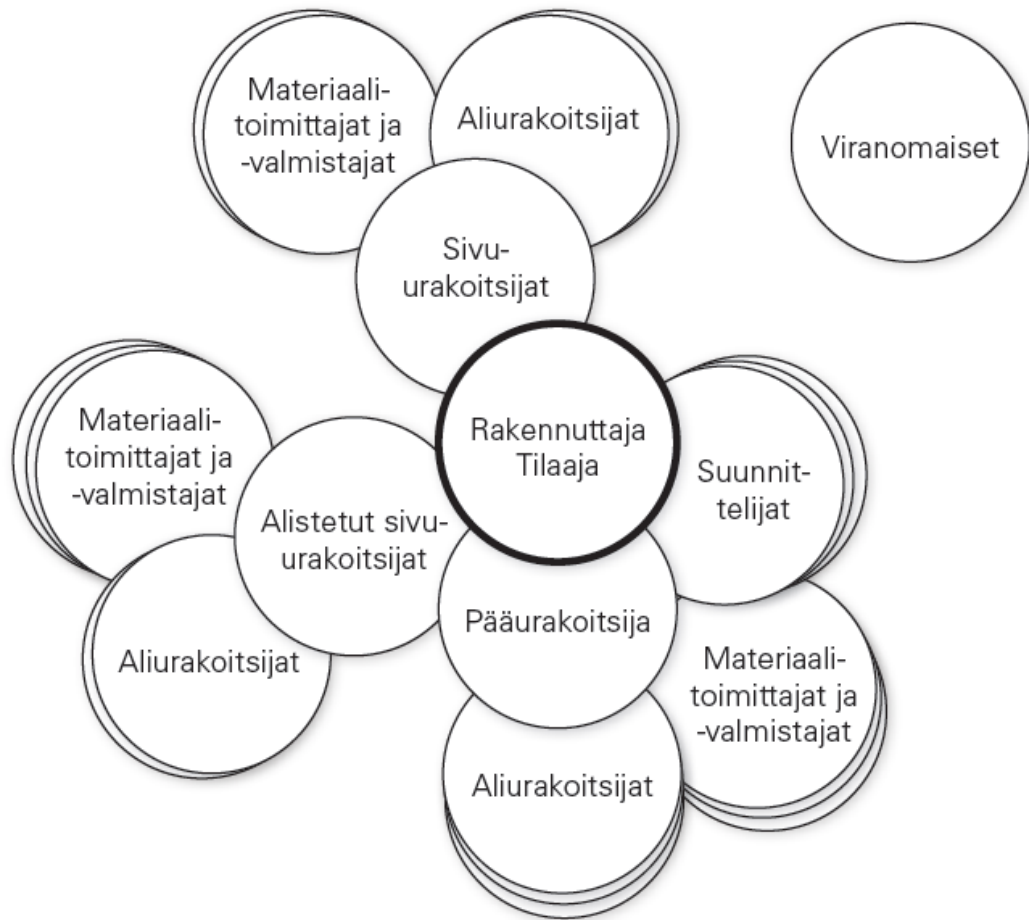
Käyttöönotto voi sisältää myös esimerkiksi lopputarkastuksen ja viranomaisten hyväksynnän saamisen. Näiden avulla varmistetaan, että rakennus täyttää kaikki rakennusluvan, määräysten ja säädösten asettamat vaatimukset ennen varsinaista käyttöönottoa. (RT 10-11284, 2017, s. 1) Käyttöönotosta siirrytään rakennuksen takuuajaksi.

Takuuajaksi seurataan rakennuksen toimivuutta ja suoritetaan tarvittavat tarkastukset. Tarkoituksena on havaita mahdolliset viat, puutteet tai muut ongelmat rakennuksen toiminnassa. Tarkastukset voivat kattaa esimerkiksi rakenteiden, järjestelmien, pintamateriaalien, vesieristysten ja muiden olennaisten osa-alueiden tarkastelun. Takuuajaksi myös tehdään tarvittavat takuuajan säädöt. Tämä tarkoittaa, että havaittujen vikojen tai puutteiden korjaamiseksi suoritetaan tarvittavat säädöt ja korjaukset. Urakoitsija tai rakentaja vastaa takuuajan kuluessa tällaisten korjausten tekemisestä ja varmistaa, että rakennus täyttää sovitut vaatimukset ja toimii asianmukaisesti. (RT 10-11284, 2017, s. 1)

#### **4 Rakennushankkeen osapuolet**

Rakennushankkeeseen osallistuu useita osapuolia, kuten omistaja, rakennushankkeeseen ryhtyvä, käyttäjä, rakennuttaja, suunnittelijat, urakoitsijat, rakennustuote- ja materiaalityöntekijät sekä viranomaiset. Sama osapuoli voi hoitaa hankkeessa useita tehtäviä ja tästä esimerkkinä on rakennushankkeeseen ryhtyvä, joka voi olla myös tilojen käyttäjä tai ammattitaitonsa ja -osaamisensa puitteissa suunnittelija tai rakentaja. (Junnonen & Kankainen, 2020, s. 13) Rakennushankkeen osapuolet on esitetty Kuva 2.

Kuva 2. Rakennushankkeen osapuolet (Junnonen & Kankainen, 2020, s. 4)



#### 4.1 Omistaja, rakennushankkeeseen ryhtyvä ja käyttäjät

Omistajalla tarkoitetaan rakennuksia tai maa- ja vesirakenteita omistavia organisaatioita tai yksityishenkilöitä. Rakennusten omistajana voi olla osakeyhtiö, kiinteistöyhtiö, asunto-osakeyhtiö tai yksityishenkilö. (Junnonen & Kankainen, 2020, s. 13)

Rakennushankkeeseen ryhtyväksi kutsutaan henkilöä tai organisaatiota, joka toimii viranomaisten näkökulmasta rakennushankkeen päävastuullisena tahona.

Rakennushankkeeseen ryhtyvä on termi, jota käytetään maankäyttö- ja rakennuslaissa 132/1999. Tämä taho hakee tarvittavat luvat ja vastaa rakennushankkeen toteuttamisesta noudattaen voimassa olevia rakentamista koskevia lakeja ja määräyksiä.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän rooli on keskeinen, sillä heillä on velvollisuus varmistaa, että

rakentaminen tapahtuu asianmukaisesti ja lupien ehtojen mukaisesti. He vastaavat lupahakemusten jättämisestä ja tarvittavien asiakirjojen toimittamisesta viranomaisille. Lisäksi he huolehtivat rakennushankkeen etenemisen valvonnasta ja koordinoinnista, jotta rakentaminen tapahtuu sääntöjen mukaisesti. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132)

Rakennushankkeeseen ryhtyvän rooli on tärkeä osa rakentamisprosessia, ja heidän vastuullaan on varmistaa, että rakennushanke toteutetaan luvalliseksi ja turvallisesti. Viranomaisten näkökulmasta rakennushankkeeseen ryhtyvä toimii keskeisenä yhteyshenkilönä ja vastuuhenkilönä koko rakennushankkeen aikana. (RT 10-11222, 2016, s. 1)

Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on vastuu varmistaa, että rakennushankkeessa työskentelevillä suunnittelijoilla ja työnjohtajilla on tarvittavat kelpoisuusvaatimukset. Lisäksi muiden rakennushankkeessa toimivien tahojen on oltava päteviä ja heillä on oltava tarvittava ammattitaito ja asiantuntemus tehtäviensä suorittamiseen. Arkipuheessa ja rakennusalan sopimusasiakirjoissa rakennushankkeeseen ryhtyvää kutsutaan usein rakennuttajaksi tai rakennuskohteen tilaajaksi. Rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla on varmistaa, että suunnittelijat ja työnjohtajat, jotka osallistuvat rakennushankkeeseen, täyttävät vaaditut pätevyysvaatimukset. Näin varmistetaan, että heillä on tarvittava ammattitaito ja osaaminen tehtäviensä suorittamiseen rakennushankkeessa. Tämä auttaa varmistamaan rakennuksen laadun ja turvallisuuden.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän rooliin kuuluu myös huolehtia siitä, että muutkin rakennushankkeessa toimivat tahot, kuten aliurakoitsijat ja muut urakoitsijat, omaavat riittävän ammattitaidon ja asiantuntemuksen kyseisiin tehtäviin. Näin varmistetaan, että kaikki hankkeessa toimivat osapuolet kykenevät suorittamaan tehtävänsä asianmukaisesti ja turvallisesti. (Junnonen & Kankainen, 2020)

Rakennushanke käynnistetään usein tilanteessa, missä kaikki käyttäjät eivät ole vielä sitoutuneet hankkeeseen ja uusia käyttäjiä tulee suunnittelun ja rakennustöiden aikana. Käyttäjiä voivat olla mm. erilaiset asukas-, henkilöstö- ja asiakasryhmät. Kaikki käyttäjäryhmät eivät välttämättä varsinaisesti osallistu rakennushankkeeseen, mutta

tällaisilla ryhmillä voi olla rakennushankkeessa yhteyshenkilö, joka tiedottaa käyttäjäryhmän tarpeista hankkeen rakennuttajaorganisaatiolle. Usein käyttäjä ja omistaja ovat eri tahot, eikä käyttäjän organisaatio välttämättä vastaa rakennuksen hoidon ja ylläpidon järjestämisestä. (RT 10-11222, 2016, s. 3)

## 4.2 Suunnittelijat

Suunnittelijat ovat eri suunnittelualojen ammattilaisia, jotka työskentelevät yhdessä muodostaen suunnitteluryhmän. Suunnitteluryhmän tarkoituksena on toteuttaa rakennushankkeen suunnittelutehtävät monialaisella osaamisella ja yhteistyöllä. Suunnitteluryhmän toiminnasta ja suunnittelun kokonaisuudesta vastaa pääsuunnittelija (Junnonen & Kankainen, 2020, s. 15)

Rakennushankkeessa on oltava nimitetty pääsuunnittelija, jonka vastuulla on huolehtia siitä, että rakennussuunnitelmat ja erityissuunnitelmat muodostavat yhtenäisen ja toimivan kokonaisuuden. Pääsuunnittelijan tehtävänä on varmistaa, että suunnitelmat täyttävät rakentamista koskevat säännökset, määräykset ja hyvän rakennustavan vaatimukset. Pääsuunnittelija johtaa suunnittelutyötä ja varmistaa suunnittelun laadun ja toimivuuden. Pääsuunnittelija vastaa siitä, että suunnitelmat ovat teknisesti oikein, turvallisia ja toteuttamiskelpoisia. Pääsuunnittelija myös varmistaa, että suunnitelmat ovat yhteensopivia ja että ne täyttävät hankkeen tavoitteet ja vaatimukset.

Pääsuunnittelijalla on keskeinen rooli myös yhteistyössä muiden hankkeeseen osallistuvien tahojen kanssa, kuten tilaajan, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja viranomaisten kanssa. He toimivat yhteyspisteenä eri osapuolten välillä ja varmistavat tiedonkulun sujuvuuden. Pääsuunnittelijan vastuulla on myös seurata suunnittelutyön etenemistä, tarvittaessa tehdä muutoksia ja korjauksia sekä varmistaa, että suunnitelmat ovat ajan tasalla ja päivitettyinä rakennushankkeen edetessä. (RT 10-11222, 2016, s. 3)

Rakennussuunnittelijan eli arkkitehdin tehtävänä on kehittää rakennushankkeen tavoitteiden perusteella arkkitehtoninen kokonaisratkaisu lopputuotteelle. Tämä kokonaisratkaisu pyrkii yhdistämään toiminnallisuuden, tekniset vaatimukset, taiteellisen

ilmaisun sekä taloudelliset näkökohdat. Arkkitehti ottaa huomioon rakennuksen käyttötarkoituksen ja tilaajan tarpeet suunnittelutyön lähtökohtana. He tutkivat ja kehittävät suunnitteluratkaisuja, jotka ottavat huomioon tilan toimivuuden, esteettiset ja visuaaliset näkökohdat sekä tilan käyttäjien tarpeet. Arkkitehti pyrkii luomaan rakennukseen arkkitehtonisen identiteetin ja visuaalisen ilmeen, joka heijastelee tilaajan toiveita ja hankkeen kontekstia. (RT 10-11222, 2016, s. 4)

Lisäksi arkkitehti huomioi suunnittelussa tekniset vaatimukset ja rakentamisen toteutettavuuden. He työskentelevät yhteistyössä muiden suunnittelijoiden kanssa, kuten rakennesuunnittelijoiden ja LVIA-suunnittelijoiden, varmistaakseen, että suunnitelmat ovat yhteensovitetut ja että rakennus täyttää kaikki tarvittavat tekniset standardit ja vaatimukset. Taloudellinen näkökulma on myös tärkeä arkkitehdin työssä. He pyrkivät kehittämään suunnitteluratkaisuja, jotka ovat kustannustehokkaita ja järkeviä hankkeen budjetin puitteissa. Arkkitehti tekee yhteistyötä tilaajan, urakoitsijoiden ja muiden osapuolten kanssa varmistaakseen, että suunnitelmat ovat toteutettavissa suunnittelussa aikataulussa ja budjetissa. (RT 10-11222, 2016, s. 4)

Rakennushankkeessa erityissuunnittelua toteutetaan eri aloilla, kuten rakenteiden ja talotekniikan suunnittelussa. Rakennesuunnittelija on vastuussa rakennuksen rakennusteknisistä suunnittelutehtävistä. Pienemmissä rakennushankkeissa nämä suunnittelutehtävät voivat olla saman asiantuntijan vastuulla, kun taas suuremmissa ja vaativammissa hankkeissa tehtävät saattavat eriytyä useille suunnittelijoille. Rakennesuunnittelijan tehtäviin kuuluu perustus-, runko- ja rakenneratkaisujen kehittäminen. He huolehtivat rakenteiden mitoituksesta ja varmistavat, että ne täyttävät voimassa olevat standardit ja rakentamismääräykset. Lisäksi rakennesuunnittelijan vastuulla on huolehtia rakennuksen toteutettavuudesta sekä rakennusteknisestä ja rakennusfysikaalisesta toimivuudesta. He tekevät yhteistyötä muiden suunnittelijoiden kanssa varmistaakseen suunnitelmien yhteensopivuuden ja kokonaisvaltaisen toimivuuden. (RT 10-11222, 2016, s. 4)

Rakennesuunnittelijat voivat myös osallistua elementtiasennusten suunnitteluun ja tilapäisrakenteiden suunnitteluun, jotka liittyvät työturvallisuuteen. He varmistavat, että

asennustyöt sujuvat turvallisesti ja että väliaikaiset rakenteet täyttävät tarvittavat turvallisuusvaatimukset. Rakennesuunnittelijoiden tehtävät vaihtelevat hankkeen laajuuden ja vaativuuden mukaan. He työskentelevät yhteistyössä tilaajan, pääsuunnittelijan, urakoitsijoiden ja muiden osapuolten kanssa varmistaakseen rakennusprojektin sujuvan etenemisen ja tavoitteiden saavuttamisen. (RT 10-11222, 2016, s. 4)

Talotekninen suunnittelu kattaa rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, sähkö- sekä vesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelun. Nämä järjestelmät muodostavat keskeisen osan rakennuksen toimivuutta ja mukavuutta, ja ne esiintyvät eri muodoissa kaikissa rakennushankkeissa. Taloteknisen suunnittelun tavoitteena on luoda toimiva, energia- ja resurssitehokas sekä käyttäjien tarpeita vastaava järjestelmäkokonaisuus. Suunnittelussa otetaan huomioon rakennuksen ominaisuudet, tavoitteet, budjetti ja mahdolliset erityisvaatimukset. Talotekninen suunnittelu toteutetaan yhteistyössä muiden suunnittelijoiden ja rakennusprojektin osapuolten kanssa varmistaen järjestelmien integraation ja toimivuuden osana kokonaisvaltaista rakennushanketta. (RT 10-11222, 2016, s. 4)

### **4.3 Rakennustyön toteuttajat**

Rakennustyön toteuttajat ovat keskeisiä osapuolia rakennushankkeessa ja he vastaavat konkreettisen lopputuotteen toteuttamisesta. Toteuttajina voi toimia joko rakennuttava organisaatio, joka suorittaa rakennustyöt itse omana työnään, tai erillinen rakennusurakoitsija. Toteuttajat voivat vaihdella riippuen siitä, toteutetaanko hanke urakkamäärittelyä käyttäen tai yhdellä urakoitsijalla. Jos rakennushanke toteutetaan urakkamäärittelyn perusteella, rakennuttaja tilaa rakennussuorituksen urakoitsijalta. Tällöin rakennuttaja määrittelee hankkeen vaatimukset, tavoitteet sekä aikataulun ja urakoitsija vastaa lopputuotteen rakentamisesta näiden vaatimusten mukaisesti. Urakoitsija voi olla esimerkiksi rakennusyritys, joka erikoistuu rakennusprojektien toteuttamiseen. (Junnonen & Kankainen, 2020, s. 15)

Toisessa tapauksessa, jossa hanke teetetään yhdellä urakoitsijalla, kyseistä urakoitsijaa kutsutaan pääurakoitsijaksi. Pääurakoitsija vastaa koko rakennushankkeen toteuttamisesta ja koordinoi tarvittaessa muita aliurakoitsijoita.

Päätoteuttaja puolestaan on termi, joka määritellään rakentamista koskevassa lainsäädännössä. Se tarkoittaa työnantajaa, joka käyttää pääasiallista määräysvaltaa yhteisellä rakennustyömaalla. Rakennushankkeeseen ryhtyvän eli rakennuttajan on nimettävä yhteiselle rakennustyömaalle päätoteuttaja. (RT 10-11222, 2016, s. 5)

On tärkeää, että rakennustyön toteuttajilla on tarvittava ammattitaito ja kokemus, jotta rakennushanke voidaan toteuttaa laadukkaasti ja turvallisesti. Toteuttajat vastaavat rakennussuunnitelmien käytännön toteutuksesta, valvovat työn etenemistä ja varmistavat työn laadun, aikataulun ja budjetin puitteissa. He työskentelevät yhteistyössä suunnittelijoiden, valvojien, rakennuttajan ja muiden osapuolten kanssa varmistaakseen sujuvan rakennusprosessin ja tavoitteiden saavuttamisen. (RT 10-11222, 2016, s. 5)

#### **4.4 Materiaalitoimittajat ja viranomaiset**

Materiaalitoimittajat ovat yrityksiä, jotka myyvät rakennustarvikkeita ja -materiaaleja. Heidän tehtävänä on toimittaa tarvittavat rakennusmateriaalit ja -tarvikkeet rakennushankkeeseen. Materiaalitoimittajat voivat tarjota laajan valikoiman erilaisia rakennustarvikkeita, kuten betonia, tiiliä, putkistoja, eristeitä, maaleja ja muita tarvittavia materiaaleja. Materiaalihankintojen tekijä, eli rakennusmateriaalin ostaja, voi olla esimerkiksi urakoitsija tai rakennuttaja. Urakoitsija voi olla vastuussa tarvittavien rakennusmateriaalien hankinnasta ja valinnasta, jotta rakennustyöt voidaan suorittaa suunnitelmien mukaisesti. Rakennuttaja puolestaan voi hankkia materiaalit itse tai tehdä sopimuksen urakoitsijan kanssa, joka vastaa materiaalien hankinnasta. (Junnonen & Kankainen, 2020, s. 15)

Viranomaisten tehtävä on asettaa yhteiskunnan näkökulmasta vaatimuksia rakennushankkeelle sekä rakennuksen turvallisuudelle ja terveellisyydelle. Viranomainen

valvoo ja ohjaa suunnittelua ja rakentamista lakien, asetusten, eriasteisten kaavojen ja paikallisten määräysten, ohjeiden ja normien avulla. (Junnonen & Kankainen, 2020, s. 15)

Rakennusvalvonnassa kiinnitetään huomiota rakennuksen arkkitehtuuriin, tekniseen toimivuuteen, ympäristöön sopivuuteen, turvallisuuteen ja terveellisyyteen sekä itse rakennustyönsuorittamiseen. Rakennusvalvontaan sisältyvät suunnittelijoiden ja työnjohtajien kelpoisuuden valvonta, suunnitelmien ennakkokatselmukset sekä rakennuspaikalla pidetyt katselmukset ja tarkastukset. Viranomaisvalvonnan laajuus ja laatu ovat osittain riippuvaisia hankkeen luonteesta ja rakennuttajan oman valvonnan tasosta. Myös mm. terveys-, palo-, ja työsuojeluviranomaiset sekä rakennus- ja ympäristönsuojeluviranomaiset osallistuvat omaan vastuualueeseensa liittyvään valvontaan. (RT 10-11222, 2016, s. 5)

## 5 Tietomalli rakennushankkeessa

Tietomallit ovat tätä nykyä jo arkipäivää talonrakennusalalla ja varsinkin suurissa rakennuskohteissa käytössä lähes poikkeuksetta. Vaikka tietomallia ei olisi tilaajan puolesta vaadittukaan rakennushankkeessa on se silti lähes aina käytössä suunnittelutyössä siitä saatavien hyötyjen takia. Piirustuksia ja muita perinteisiä tulostettavia dokumentteja käytetään yhä, mutta tietomallien ansiosta nekin ovat kehittyneet sisältämään tarkempaa ja paremmin yhteensovitettua tietoa. Suomessa 2000 luvulla tietomallintamisen etenemistä on vauhdittanut muun muassa Yleisten tietomallivaatimusten julkaiseminen vuonna 2012 (YTV 2012). Nämä vaatimukset ja niihin liittyvät ohjeistukset esittävät käytännössä sen toimintatavan talonrakennusalalla, jolla tietomallinnusta kannattaa käyttää hankkeissa tarveselvityksestä ylläpitoon asti. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 8)

Rakennuksen tietomallista käytetään lyhennettä BIM (Building Information Model). BIM-käsite on muuttunut ajan kuluessa entistä laajemmaksi eli sillä tarkoitetaan nykyisin rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta digitaalisessa muodossa. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 15)

## 5.1 Tietomallit ja niiden mahdollisuudet

Ennen tietomallintamista rakennuksista on tehty kolmiulotteisia pienoismalleja käsityönä. Pienoismalleja voidaan yhä tänäkin päivänä tehdä havainnollistamaan rakennusprojektin lopputulosta, mutta tietomalli on oleellinen osa koko rakennushankkeen läpivientiä. Rakennuksen tietomalli eroaa oleellisesti pienoismallista, sillä se sisältää geometriatiedon lisäksi muuta informaatiota ja tietomallissa tieto on digitaalisessa muodossa, jolloin sitä voidaan käsitellä ja tarkastella tietokoneen avulla. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 12)

Tietomalli koostuu objekteista, niiden ominaisuuksista sekä niiden välisistä yhteyksistä. Kolmiulotteisen geometriatiedon lisäksi tietomallin oleellisena osana on rakennusosien ominaisuustieto eli mallin tietosisältö, jota voidaan tarvittaessa soveltaa eri käyttötarkoituksiin. Tietomallin avulla voidaan jakaa informaatiota hankkeen eri osapuolten välillä. Tällaista informaatiota voi olla esimerkiksi rakennuksen tietomallista saatavat piirustukset ja dokumentit tai tietomallista saatava määrätieto, jota voidaan hyödyntää suoraan kustannuslaskentaohjelmissa. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 14)

Tietomallit ovat keskeinen työkalu rakennuksen elinkaaren aikaisessa suunnittelussa, rakentamisessa, käytössä ja ylläpidossa. Ne mahdollistavat monia hyödyllisiä toimintoja ja parantavat tiedonkulun ja yhteistyön tehokkuutta eri osapuolten välillä. Suunnittelun alkuvaiheessa tietomallit auttavat vertailemaan erilaisia ratkaisuja ja tekemään investointipäätöksiä. Niiden avulla voidaan arvioida eri suunnitelmien toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia, mikä auttaa suunnittelijoita ja sidosryhmiä tekemään perusteltuja päätöksiä rakennushankkeen suunnan ja toteutuksen suhteen. (RT 10-11066, 2012, s. 2)

Tietomallit ovat tehokas tapa havainnollistaa suunnitelmia. Ne tarjoavat visuaalisen esityksen rakennuksen eri osista ja niiden suhteista, mikä helpottaa suunnittelijoiden ja sidosryhmien ymmärtämistä. Tietomallien avulla voidaan analysoida rakennettavuutta ja tarkastella eri osien toimivuutta ja yhteensopivuutta ennen varsinaisen rakentamisen aloittamista.

Tietomallit tukevat myös laadunvarmistusta ja tiedonsiirtoa rakennusprosessin eri vaiheissa. Ne mahdollistavat tarkkojen tietojen tallentamisen ja jakamisen eri osapuolten välillä, mikä vähentää virheiden mahdollisuutta ja varmistaa, että kaikki tarvittavat tiedot ovat saatavilla asianmukaisesti. Tietomallien avulla tiedonsiirto sujuu saumattomasti suunnittelun, rakentamisen, käytön ja ylläpidon välillä, mikä parantaa projektin tehokkuutta ja vähentää aikaa ja resursseja vieviä manuaalisia prosesseja. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 14)

Kaiken kaikkiaan tietomallit ovat voimakas työkalu, joka tehostaa suunnittelua, parantaa tiedonkulun laatua ja nopeuttaa rakennusprosessia. Niiden hyödyntäminen koko rakennuksen elinkaaren ajan mahdollistaa paremman suunnittelun, tehokkaamman rakentamisen, laadukkaamman käytön ja ylläpidon sekä lopulta paremman kokonaisvaltaisen rakennushankkeen toteutuksen.

## **5.2 Tietomallipohjainen rakennushanke**

Tietomallipohjaiseen rakennushankkeeseen siirryttäessä on ensiarvoisen tärkeää ymmärtää tietomallin tuomat hyödyt ja mahdollisuudet kaikille rakennushankkeen osapuolille sekä hankkeelle kokonaisuutena. Tilaaja, joka on rakennushankkeeseen ryhtyvä osapuoli, on avainasemassa ja hänen tulisi edellyttää tietomallipohjaista toimintatapaa kaikilta rakennushankkeen osapuolilta. Tietomallipohjaisen hankkeen onnistumisen kannalta on keskeistä, että tilaaja nimeää mahdollisimman varhaisessa vaiheessa hankkeelle tietomallikoordinaattorin. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 25)

Tietomallikoordinaattorin tehtävänä on varmistaa sujuva ja laadukas tietomallipohjainen työskentely hankkeen aikana. Tilaajan johdolla ja tietomallikoordinaattorin avustuksella asetetaan tietomallintamisen tavoitteet ja laaditaan tietomallintamissuunnitelma, joka ohjaa tietomallien kehittämistä ja käyttöä hankkeen eri vaiheissa. Tietomallipohjainen rakennushanke edellyttää myös useita eri malleja hankkeen aikana. Näitä ovat esimerkiksi tontin malli, joka perustuu hankkeen vaatimukseen ja sisältää tontin topografiset tiedot, inventointimalli, joka kuvaa olemassa olevan tilanteen ja rakenteiden tiedot, tilamalli, joka kuvaa rakennuksen tilojen sijainnit ja mitoitukset, rakennusosamalli, joka sisältää rakennusosien geometrian ja tekniset tiedot, toteumamalli, joka tallentaa rakennuksen

toteutuksen tiedot ja ylläpitomalli, joka sisältää tiedot rakennuksen ylläpidon ja huollon kannalta. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 26)

Tietomallipohjainen lähestymistapa rakennushankkeessa mahdollistaa tiedon tehokkaan jakamisen ja yhteistyön osapuolten välillä. Se parantaa tiedonkulun laatua, vähentää virheiden ja ristiriitojen riskiä sekä tehostaa suunnittelua, rakentamista ja ylläpitoa. Tietomallipohjaisen hankkeen onnistuminen edellyttää kuitenkin kaikkien osapuolten sitoutumista ja yhteistyötä tietomallien luomisessa, päivittämisessä ja hyödyntämisessä koko hankkeen elinkaaren ajan. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 26)

Suunnitelmien ytimen muodostavat arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja talotekniikkasuunnittelijoiden luomat suunnittelumallit. Näiden suunnittelumallien yhteensopivuus ja ristiriidattomuus tulee varmistaa jatkuvasti tietomallikoordinaattorin johdolla. Tätä varten käytetään IFC-malleja, joilla muodostetaan yhdistelmämallitarkasteluja. Yhdistelmämallitarkastelut tarkoittavat eri suunnittelualojen mallien yhdistämistä ja tarkastelua yhdessä, jotta havaitaan mahdolliset ristiriidat ja yhteensopimattomuudet. Tämä mahdollistaa virheiden varhaisen havaitsemisen ja korjaamisen suunnitteluvaiheessa, mikä parantaa suunnittelun laatua ja vähentää ongelmien esiintymistä rakentamisen aikana. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 26)

Kun suunnittelutyö lähestyy loppuvaihetta, suunnittelijat päivittävät suunnittelumallinsa toteumamalleiksi. Toteumamallit kuvaavat rakennuksen todellista toteutusta ja sisältävät tiedot rakenteista, materiaaleista, järjestelmistä ja muista rakennuksen ominaisuuksista. Nämä toteumamallit ovat olennainen osa rakennuksen ylläpitomallia, joka tarjoaa tietoa rakennuksen ylläpidon, huollon ja mahdollisten tulevien muutostöiden tarpeisiin. Tietomallipohjaisella lähestymistavalla varmistetaan suunnitelmien yhteensovittaminen ja tiedonkulku eri osapuolten välillä. IFC-mallit, yhdistelmämallitarkastelut ja toteumamallit ovat keskeisiä työkaluja, joiden avulla varmistetaan suunnittelumallien ristiriidattomuus ja yhteensopivuus rakennushankkeen eri vaiheissa. Tämä mahdollistaa sujuvan rakentamisprosessin. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 26) Liitteessä 1 on esitetty esimerkki tietomallipohjaisen rakennushankkeen suunnittelun aikataulusta. Esimerkissä käy ilmi se,

kuinka rakennushankkeeseen ryhtyvän tekemät päätökset, tietomallien yhteensovittamiset ja suunnitelmien laadunvarmistukset rytmittävät koko hankkeen aikataulua.

Jotta tietomallipohjainen hanke voi saavuttaa sille asetetut tavoitteet, on eri osapuolten toimittava hankkeessa sovittujen pelisääntöjen mukaan ja ymmärrettävä niiden sisältö ja merkitys. Tietomallipohjaisessa talonrakennushankkeessa pelisääntöintä voidaan käyttää Yleisiä tietomallivaatimuksia 2012 (YTV 2012). (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 34)

### **5.3 Yleiset tietomallivaatimukset YTV 2012**

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV 2012) ovat 14-osainen ohjeistus, joka tarjoaa suuntaviivoja eri suunnittelualojen tietomallintamiseen. Ne syntyivät Cobim-kehittämishankkeen tuloksena vuonna 2012, ja osa 14 julkaistiin maaliskuussa 2014. Lisäksi osat 3, 4 ja 5 on täydennetty liitteillä, joissa tarkennetaan tietomallien sisältöä ja tarkkuutta hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 toimivat käytännössä talonrakennushankkeiden tietomallinnuksen epävirallisena standardina. Niiden tavoitteena on vastata peruskysymyksiin, kuten miksi mallinnetaan, miten mallinnetaan, mitä mallinnetaan eri vaiheissa ja miten mallia hyödynnetään. YTV 2012 tarjoaa suuntaviivoja tietomallintamisen toteuttamiseen ja sen sisältöön liittyen. Se määrittelee muun muassa mallinnuksen tarkoituksen, vastuut ja vaatimukset eri suunnittelualoille. Ohjeistus auttaa selkeyttämään tietomallintamisen prosesseja ja parantamaan tiedonkulun tehokkuutta rakennushankkeen eri osapuolten välillä. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 34)

Vaikka YTV 2012 ei ole virallinen standardi, se on saavuttanut laajan hyväksynnän ja sitä käytetään laajasti talonrakennushankkeiden tietomallintamisen ohjeistuksena. Se tarjoaa perustan ja yhteisen ymmärryksen siitä, miten tietomallit luodaan ja hyödynnetään rakennushankkeen eri vaiheissa. Jokaisen tietomallihankkeen osapuolen on tutustuttava oman alansa vaatimusten lisäksi ainakin yleiseen osuuteen (osa 1) ja laadunvarmistuksen periaatteisiin (osa 6). Projektia tai projektin tiedonhallintaa johtavan henkilön on hallittava tietomallivaatimusten periaatteet kokonaisuutena. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 34)

Yleiset tietomallivaatimukset asettavat tietyt edellytykset tietomallintamisessa käytettäville ohjelmistoille. Julkisissa hankkeissa on käytettävä vähintään IFC 2x3 sertifioituja mallinnusohjelmia, mutta hankekohtaisesti voidaan asettaa erityisvaatimuksia käytettävän IFC version tai erityisominaisuuksien suhteen. Suunnittelijoiden on tarjouksissaan mainittava käyttämänsä mallinnusohjelma, sen versio sekä sen tukeman IFC-muotoisen tiedoston versio. Osapuolien on yhdessä sovittava ohjelmistojen ja niiden versioiden vaihtaminen projektin aikana. (RT 10-11066, 2012, s. 2)

Tietomallinnuksen avoimen periaatteen (Open BIM) käyttö talonrakennusalalla edistää tietomallien laajempaa käyttöä hankkeessa. Avoimessa BIM-ympäristössä eri osapuolten tuottamia tietomalleja siirretään toisten käytettäväksi tiedonsiirtotavalla, joka ei ole riippuvainen tietyn ohjelmiston käytöstä. Talonrakennusalalla avoimen tiedonsiirron toteuttamiseen käytetään IFC-standardia (Industry Foundation Classes) ja IFC-tiedostoja. IFC-standardi on kansainvälisesti hyväksytty avoin tiedonsiirtostandardi, joka mahdollistaa tietomallien yhteensopivuuden eri ohjelmistojen välillä. IFC-tiedostot sisältävät rakennuksen mallintamisen kannalta oleelliset tiedot, kuten rakenteet, materiaalit, ominaisuudet ja geometrian. IFC-tiedostoja voidaan käyttää tiedonsiirrossa eri suunnittelualueiden välillä, mikä mahdollistaa sujuvan yhteistyön ja tiedonjakamisen eri osapuolten välillä. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 37)

Avoimen tietomallinnuksen periaate ja IFC-standardi edistävät tietomallien avoimuutta, yhteen toimivuutta ja tiedonsiirrettävyyttä rakennushankkeessa. Ne mahdollistavat eri osapuolten tietomallien yhdistämisen, analysoinnin ja yhteistyön ilman rajoituksia tietyille ohjelmistolle. Tämä parantaa tiedonkulun tehokkuutta, vähentää tiedon menetystä ja virheitä tiedonsiirrossa sekä helpottaa eri osapuolten yhteistyötä rakennushankkeen eri vaiheissa. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 37)

Tietomallipohjaisessa hankkeessa tarvitaan useita erilaisia tietokoneohjelmia, jotka tukevat tietomallien luomista, käsittelyä, tarkastelua, hallintaa ja analysointia. Näitä ohjelmia käytetään eri vaiheissa ja eri tarkoituksiin rakennushankkeen aikana. Esimerkiksi Autodesk Revit ja Tekla Structures ovat tietomallipohjaisia suunnitteluohjelmistoja, jotka mahdollistavat rakennusten suunnittelun kolmiulotteisessa ympäristössä. Ne tarjoavat

työkaluja arkkitehtuurin, rakennesuunnittelun ja talotekniikkasuunnittelun toteuttamiseen tietomallipohjaisesti. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 39)

Ohjelmistot kuten Autodesk Navisworks ja Solibri Anywhere mahdollistavat tietomallien katselun, tarkastelun ja yhteismitallisuuden tarkistamisen. Niiden avulla eri osapuolet voivat tarkastella ja tarkistaa tietomallien sisältöä, havaita ristiriitaisuuksia ja yhteensopivuusongelmia sekä tehdä yhteistyötä mallien pohjalta.

Projektinhallintaohjelmistot kuten Autodesk Construction Cloud ja Trimble Connect tukevat tietomallipohjaista hankkeenhallintaa. Ne mahdollistavat tiedon jakamisen, yhteistyön ja tiedonsiirron eri osapuolten välillä tietomallien avulla. Ne tarjoavat myös työkaluja aikataulutuksen, kustannusten hallinnan ja resurssien seurannan tueksi.

Analysointi- ja simulointiohjelmistot Autodesk Robot Structural Analysis ja Trimble Structural Designer ovat esimerkkejä ohjelmistoista, joita käytetään tietomallien pohjalta tehtäviin rakennusalan analysointeihin ja simulointeihin. Ne mahdollistavat rakenteiden laskennan, kuormitustestauksen, jäykkyyksianalyysin ja muiden rakennusfysikaalisten ominaisuuksien simuloinnin.

Suunnittelijoiden tuottamista tietomalleista luodaan IFC-tiedostojen avulla yhdistelmämalli, joka mahdollistaa törmäystarkastelut eri suunnittelualojen välillä, kuten LVIS-mallien ja rakennemallien välillä. Tämä yhdistelmämalli on koostettu tietomallikoordinaattorin toimesta, joka vastaa mallien yhteensovittamisesta ja virheiden raportoinnista pääsuunnittelijalle ja muille suunnittelijoille. Pääsuunnittelijan vastuulla on päivittää ja yhteensovittaa eri suunnittelualojen mallit sekä valvoa muutostilanteita, varmistaen suunnitelmien yhtenäisyys ja yhteensopivuus. Tällä tavoin pääsuunnittelija johtaa suunnitteluprosessia ja varmistaa sujuvan yhteistyön eri suunnittelijoiden välillä tietomallipohjaisessa hankkeessa. (RT 10-11066, 2012, s. 4)

Tietomalliselostus on tärkeä osa tietomallin käyttöä rakennushankkeessa. Se on kunkin suunnittelualan ylläpitämä dokumentti, joka kuvaa tietomallin sisältöä, käytettyjä mallinnustapoja sekä mahdollisia poikkeamia yleisistä vaatimuksista tai mallinnustavoista. Tietomalliselostus määrittelee, mihin tarkoitukseen tietomalli on julkaistu ja mikä on sen

tarkkuusaste. Se tarjoaa muille hankkeen osapuolille tietoa mallin valmiusasteesta, järjestelmien ja rakennusosien nimikäytännöistä sekä mallin yleisestä rakenteesta.

Tietomalliselostus päivitetään aina, kun malli julkaistaan muiden osapuolten käyttöön, oli kyseessä sitten työmalli tai tietomalli urakkalaskentaa varten. Tietomalliselostus toimii viestintävälineenä tietomallin käytön yhtenäisyyden varmistamiseksi ja auttaa eri osapuolia ymmärtämään mallin sisältöä ja tarkoitusta. (RT 10-11066, 2012, s. 4)

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 asettaa tietomallien laadunvalvonnalle vaatimuksia. Suunnitteluvaiheen työmalleista vastaavat suunnittelijat ja niiden laadunvalvontaa valvoo tietomallikoordinaattori. Koska työmallit ovat yleensä keskeneräisiä, törmäykset ja virheet ovat osa normaalia suunnitteluprosessia. Suunnittelijoiden tulee kuitenkin valvoa oman mallinsa teknistä laatua ja varmistaa, että mallit eivät sisällä muita virheitä kuin ne, jotka liittyvät suunnittelun keskeneräisyyteen. Tietomallien laadunvalvonta on tärkeää, jotta varmistetaan tietomallien luotettavuus ja yhteensopivuus eri suunnittelualojen välillä. Tietomallikoordinaattori avustaa suunnittelijoita havaittujen virheiden korjaamisessa ja raportoi niistä tarvittaessa muille suunnittelijoille ja pääsuunnittelijalle. Lisäksi se parantaa rakentamisen aikataulun ja kustannusten ennustettavuutta, helpottaa rakentamisvaihetta, vähentää tarvetta muutossuunnitteluun ja muutostöihin työmaan aikana sekä luo lopputuloksena toimivan ja tavoitteiden mukaisen laadukkaan rakennuksen. (RT 10-11066, 2012, s. 5)

#### **5.4 Tietomallipohjainen suunnittelun ohjaus**

Tietomallien käyttö rakennussuunnittelussa auttaa erityisesti rakennushankkeen tilaajaa päätöksenteossa. Nämä digitaaliset työkalut mahdollistavat merkittävien suunnitteluristiriitojen havaitsemisen ja korjaamisen jo etukäteen, mikä tuo merkittäviä hyötyjä myöhemmin rakennusvaiheessa. Tietomallien avulla voidaan havainnollistaa ja verrata useita suunnittelu- ja tilavaihtoehtoja, jolloin tilaaja ja käyttäjät voivat tehdä perustellumpia päätöksiä koskien esimerkiksi rakennuksen ulkonäköä, laatua, toiminnallisuutta, taloudellisia tekijöitä ja ympäristövaikutuksia. (RT 10-11076, 2012, s. 7)

Suunnittelun ohjaus sisältää useita askeleita, joiden tarkoituksena on varmistaa, että rakennushankkeen tavoitteet saavutetaan johdonmukaisesti ja tehokkaasti. Tähän prosessiin kuuluu hankkeen suunnittelutavoitteiden analysointi ja niiden vertaaminen tarvittaviin vaatimusmalleihin kaikissa suunnitteluvaiheissa, olipa kyseessä sitten ehdotus-, yleissuunnittelu- tai toteutussuunnitteluvaihe. Suunnittelun ohjauksen keskeisenä tehtävänä on varmistaa, että suunnitteluratkaisut vastaavat määriteltyjä tavoitteita ja ovat yhteensopivia keskenään. Tämä prosessi on kriittinen, jotta voidaan taata, että lopullinen rakennus vastaa asetettuja odotuksia ja täyttää kaikki tarvittavat vaatimukset. (RT 10-11076, 2012, s. 7)

Yleiset tietomallivaatimukset osassa 11 suunnittelun ohjaus on jaettu useisiin osiin, joista yksi on ehdotussuunnittelun vaihe. Tässä vaiheessa arkkitehdin tilamallien avulla tutkitaan erilaisia perusratkaisuvaihtoehtoja, jotka voivat auttaa hankkeen suunnittelua ja toteutusta. Tilamallin avulla voidaan tarkastella tilaohjelmaa ja havainnollistaa rakennuskohdetta. Se auttaa myös varmistamaan, että erilaiset toiminnalliset tavoitteet ja tehokkuusvaatimukset täyttyvät. Tämän vaiheen ohjauksen tuloksena saadaan suunnitteluratkaisu, joka toimii perustana yleissuunnittelulle. Tämä on ensiarvoisen tärkeää, sillä se varmistaa, että jokainen seuraava suunnitteluvaihe perustuu luotettavaan ja hyvin määriteltyyn ehdotukseen. (RT 10-11076, 2012, s. 8)

Yleissuunnitteluvaiheessa suunnittelun ohjaus ottaa käyttöön edellisten tietomallien lisäksi alustavia arkkitehti-, rakenne- ja taloteknisiä tietomalleja. Tässä vaiheessa valittua ehdotussuunnitelmaa kehitetään edelleen suunnittelutiimissä, jotta se muuttuu toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnitteluvaiheen päätteeksi saadut mallit sisältävät jo suurimman osan tiedoista, jotka ovat välttämättömiä toteutussuunnitteluvaiheessa. Tämä tarkoittaa, että ne tarjoavat kattavan ja yksityiskohtaisen kuvauksen rakennushankkeesta, mikä auttaa varmistamaan, että toteutussuunnittelu on tarkka, tehokas ja vastaa hankkeen tavoitteita. (RT 10-11076, 2012, s. 8)

Rakennuslupaprosessissa varmistetaan suunnittelijoiden pätevyys ja yleissuunnitelman hyväksyttävyyys. Tämän lisäksi pääpiirustukset kootaan, tarvittavat lupa-asiakirjat ja

tietomallit laaditaan, ja ne jätetään viranomaisten tarkasteltaviksi. Projektinjohtajien olisi hyvä aloittaa neuvottelut viranomaisten kanssa jo suunnittelun alkuvaiheessa mahdollisesta tietomallien käytöstä rakennuslupavaiheessa. Viranomaiset voivat tulevaisuudessa hyödyntää tietomalleja esimerkiksi rakennuslupahakemusten yhteydessä.

Rakennuslupavaiheessa tietomallien avulla voidaan varmistaa, että kaikki viranomaismääräykset täyttyvät. Tämän vaiheen tietomallit dokumentoidaan ja ne toimitetaan säilytettäväksi rakennusvalvontaviranomaisille. Tämä prosessi auttaa paitsi tehostamaan rakennuslupamenettelyä, myös varmistamaan, että kaikkia rakennusmääräyksiä ja -standardeja noudatetaan, mikä puolestaan parantaa rakennuksen turvallisuutta ja laatua. (RT 10-11076, 2012, s. 9)

Toteutussuunnitteluvaiheessa suunnitelma muokataan rakentamista varten eli suunnitelmat mitoitetaan ja luodaan tuotemäärittelyt. Tietomallit kehitetään tässä vaiheessa sellaiselle tarkkuustasolle, että ne pystyvät palvelemaan tarjouslaskentavaihetta. Tässä vaiheessa tuotetaan useita erilaisia malleja ja dokumentteja, jotka tukevat rakennusprosessia. Esimerkiksi rakennusosamalleja sekä rakennemalleja kehitetään ja niiden avulla rakentajat voivat ymmärtää paremmin, miten eri osat sopivat yhteen ja miten rakennuksen tulisi olla rakennettu. Reikävarausten mallinnus auttaa suunnittelemaan putkien, kaapelien ja muiden läpivientien sijoittelua rakenteissa. Tietomallipohjaiset määräluettelot antavat tarkan kuvan tarvittavista materiaaleista ja niiden määrästä, mikä auttaa materiaalien hankintaa ja kustannusten hallintaa. Tarkennettu kustannusarvio perustuu näihin tietoihin ja antaa tarkan kuvan projektin taloudellisista vaatimuksista. Lisäksi energia- ja elinkaarikustannusanalyysit tuottavat tietoa rakennuksen energiatehokkuudesta ja kokonaiskustannuksista sen koko elinkaaren ajan. Nämä analyysit auttavat arvioimaan rakennuksen ympäristövaikutuksia ja taloudellisia seurauksia pitkällä aikavälillä. (RT 10-11076, 2012, s. 9)

## **5.5 Tietomallipohjainen tuotannon ohjaus**

Rakentamisen valmisteluvaihe on keskeinen osa rakennusprosessia, jossa valitaan urakoitsijat ja järjestetään rakennustyöt. Tässä vaiheessa urakoitsijoille voidaan toimittaa tietomalleja tai niistä johdettuja määräluetteloita urakkalaskentaa varten. Nämä tiedot toimitetaan yleensä IFC-formaatissa, joka mahdollistaa tietojen jakamisen eri ohjelmistojen

ja organisaatioiden välillä edistään tehokasta yhteistyötä ja kommunikointia rakennusprojektissa.

IFC-muotoiset tietomallit antavat urakoitsijoille yksityiskohtaisen kuvan suunnitellusta rakennuksesta, ja ne voivat sisältää erilaisia tietoja, kuten geometrisia tietoja, materiaalitietoja, aikataulutietoja ja kustannustietoja. Määräluettelot antavat puolestaan tarkan yleiskuvan tarvittavista materiaaleista ja niiden määristä. Tämä tieto auttaa urakoitsijoita tekemään tarkkoja tarjouksia ja suunnittelemaan työnsä tehokkaasti. Lisäksi se auttaa tilaajaa vertailemaan eri urakoitsijoiden tarjouksia ja valitsemaan sopivimman urakoitsijan rakennusprojektiin. (RT 10-11076, 2012, s. 9)

Rakennusprosessin aikana rakennus toteutetaan dokumenttien ja tietomallien määrittelemällä tavalla, ottaen huomioon rakennustyön aikana tehtävät muutokset. Rakentamisen ohjauksen myötä tietomallinnuksen käytännöt ja yhteistyö koordinoidaan, jotta voidaan varmistaa sopimuksen mukainen toteutus, rakennusaikaisten tietomallinnustehtävien suoritus, tavoitteiden mukainen lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. (RT 10-11076, 2012, s. 9)

Rakennuksen valmistuminen suunnitelmien mukaisesti vahvistetaan vastaanottotarkastuksessa. Tässä vaiheessa tietomallikoordinaattori varmistaa, että kaikki vastuulliset tahot ovat toimittaneet sopimuksissa vaaditut toteumatiedot. Tämä tarkoittaa, että kaikki rakennushankkeeseen osallistuneet tahot, kuten suunnittelijat, urakoitsijat ja alihankkijat, ovat toimittaneet tarvittavat tiedot ja dokumentit rakennuksen toteutuksesta. (RT 10-11076, 2012, s. 9)

Tietomallien avulla voidaan varmistaa, että rakennusprosessi sujuu suunnitelmien mukaisesti ja että lopputulos täyttää asetetut tavoitteet. Tietomallit mahdollistavat myös tehokkaan kommunikoinnin ja yhteistyön rakennushankkeen eri osapuolien välillä, mikä voi johtaa parempaan laatuun, tehokkuuteen ja kustannussäästöihin. Lisäksi tietomallit voivat olla arvokas työkalu rakennuksen käyttö- ja ylläpitovaiheessa, sillä ne tarjoavat tarkkaa ja yksityiskohtaista tietoa rakennuksen rakenteesta, materiaaleista ja laitteista. (RT 10-11076, 2012, s. 10)

Tietomallit tarjoavat merkittäviä etuja rakennustyömaan prosessien tehostamisessa. Ne auttavat hahmottamaan rakennusprojektin kokonaiskuvan sekä tilankäytön, mikä puolestaan auttaa koordinoinnissa ja suunnittelussa. Tämä voi olla erityisen hyödyllistä aloituspalavereissa, joissa keskustellaan tulevista työvaiheista ja tehtävistä. Lisäksi tietomalleja voidaan käyttää hankintaprosessissa ja määrälaskennassa. Ne tarjoavat tarkan ja yksityiskohtaisen kuvan rakennuksen rakenteesta, materiaaleista ja laitteista, mikä voi auttaa arvioimaan tarvittavien materiaalien määrää ja kustannuksia.

Työmaa-alueen käytön suunnittelussa tietomalleja voidaan käyttää visualisoimaan rakennustyömaan tilankäyttöä ja liikennereittejä, mikä voi parantaa turvallisuutta ja tehokkuutta. Elementtituotannossa tietomallit tarjoavat tarkan ja yksityiskohtaisen kuvan rakennusosista, mikä voi helpottaa niiden valmistusta ja asennusta.

Työturvallisuussuunnittelussa tietomallit voivat auttaa tunnistamaan mahdollisia riskejä ja vaaratilanteita, jolloin niihin voidaan varautua paremmin. Viimeisenä, muttei vähäisimpänä, 4D-aikatauluhallinta hyödyntää tietomalleja ajan ja resurssien tehokkaassa hallinnassa. (RT 10-11076, 2012, s. 10)

Tietomallinnuksen hyödyntäminen rakennusprojekteissa jo ennen rakennustöiden käynnistämistä tarjoaa huomattavia etuja. Tällainen ennakoiva lähestymistapa auttaa minimoimaan rakennusvaiheen virheiden ja ongelmien riskiä, mahdollistaa paremman ja tarkemman suunnittelun sekä aikataulutuksen ja tehostaa työnjohtoa sekä resurssien hallintaa. Käyttämällä tietomallia rakentamisen suunnittelussa, voidaan tehostaa koko rakennusprosessia. Tämä johtaa sujuvampaan toteutukseen ja korkeampiin laatustandardeihin, sillä potentiaaliset ongelmat voidaan tunnistaa ja ratkaista ennen kuin ne muodostuvat merkittäviksi esteiksi. Lisäksi, koska tietomalli mahdollistaa ongelmien ennakoivan havaitsemisen, se voi tuoda merkittäviä säästöjä ajan ja kustannusten suhteen. Näin ollen tietomallin käyttö rakennushankkeessa on investointi, joka maksaa itsensä takaisin sekä taloudellisesti että laadullisesti.

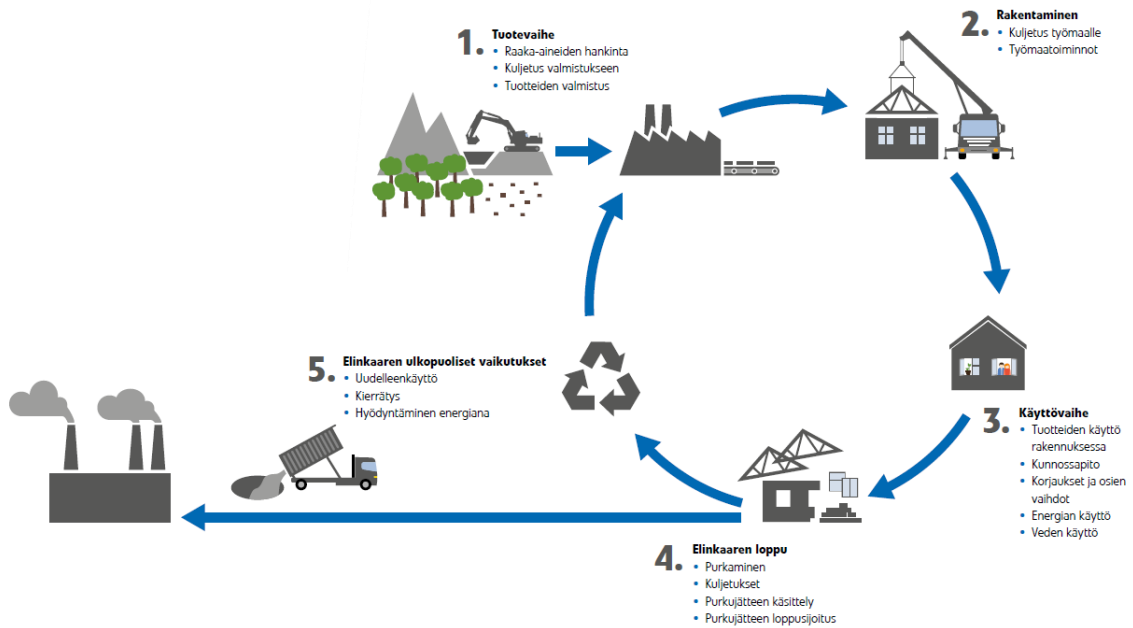
## 6 Rakennuksen elinkaari

Elinkaariarviointi eli LCA (lyhenne sanoista Life Cycle Assessment) on menetelmä, jolla arvioidaan tuotteiden ja palveluiden ympäristövaikutuksia ja luonnonvarojen kulutusta. Rakennusalalla elinkaariarvioinnissa kiinnitetään huomiota rakennuksen koko elinkaareen eikä vain valmiiseen rakennukseen liittyviin tekijöihin. Elinkaariarviointi sisältyy myös moniin kestävän rakentamisen sertifiointijärjestelmiin, ja on Suomen maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistuksen yksi keskeinen uusi asiakokonaisuus. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 4)

Rakennuksen elinkaari jaetaan viiteen vaiheeseen: tuotevaiheeseen, johon kuuluvat rakennuksessa käytettävien rakennustuotteiden valmistukseen liittyvät prosessit, rakennusvaiheeseen, jossa rakennustuotteet tuodaan työmaalle ja asennetaan rakennukseen, käyttövaiheeseen, jonka prosesseja ovat huollot, vaihdot, ja korjaukset sekä rakennuksen käytön aikaiset energian- ja vedenkulutukseen liittyvät prosessit. Elinkaaren loppuvaiheen elinkaariarviointi tutkii sitä, mitä rakennukselle tapahtuu, kun se puretaan ja rakennustuotteet valmistellaan kierrätystä tai loppusijoitusta varten. Rakennuksen elinkaaren viides vaihe koskee rakennuksen ulkopuolisia vaikutuksia eli sitä, miten kierrätettävät materiaalit tai uudelleenkäytettävät rakennustuotteet voivat pienentää seuraavan rakennuksen valmistuksen ympäristövaikutuksia. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 5)

Rakennuksen elinkaaren tyypilliset vaiheet on esitetty Kuva 3.

Kuva 3. Rakennuksen elinkaaren tyypilliset vaiheet (Ympäristöministeriö, 2019, s. 6)

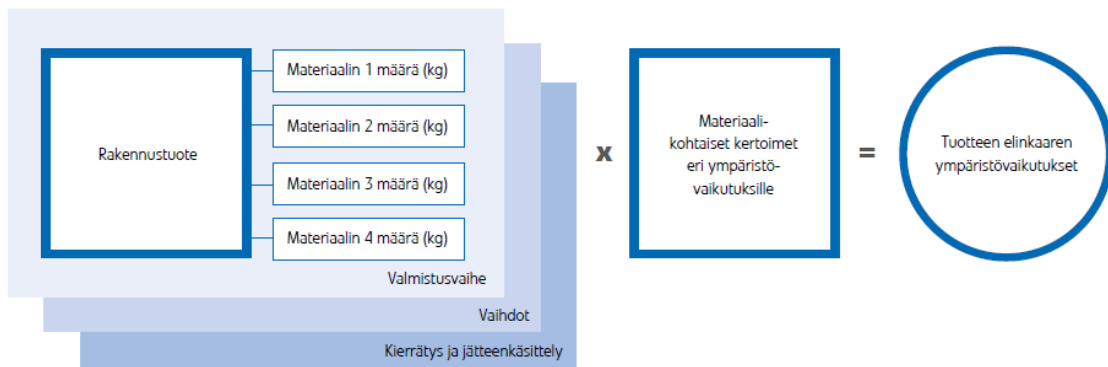


Elinkariarvioinnissa voidaan tarkastella kaikkia rakennuksen elinkaaren liittyviä panoksia ja tuotoksia ja elinkaariarvioinnin tulokset voidaan laskea tiettyjen mitattavien indikaattorien perusteella. Rakennusten elinkaariarvioinnissa käytetään useimmin indikaattorina hiilijalanjälkeä eli ilmaston lämpenemispotentiaalia GWP (Ympäristöministeriö, 2019, s. 7). Elinkaariarvioinnin perusteella saadaan yleiskäsitys rakennuksen elinkaaren eri vaiheiden ympäristövaikutuksista ja sen avulla voidaan tehdä tietoon perustuvaa optimointia ja arvioida yksittäisiä prosesseja suhteessa rakennuksen koko elinkaareen. Esimerkiksi: Millaisia ovat materiaalien vaikutukset käytönaikaisen energiankulutuksen vaikutuksiin nähden? Kuinka suuri vaikutus eri rakennusosilla on kokonaisuuteen? Miten materiaalivalintoja voidaan optimoida ympäristövaikutusten vähentämiseksi? (Ympäristöministeriö, 2019, s. 8)

Rakennuksen elinkaariarvioinnissa tulee huomioida kaikkien käytettyjen materiaalien määrät. Rakennushankkeen varhaisessa vaiheessa tapahtuvassa arvioinnissa laskelmat voidaan mahdollisesti tehdä pelkästään rakennuksen päämateriaaleista. Suunnitelmien tarkentuessa arviointiin voidaan lisätä enemmän tietoa, esimerkiksi tarkempi erittely käytetyistä materiaaleista. Materiaalien kulutuksen tietojen kerääminen on yleensä elinkaariarvioinnin suuritöisin vaihe, jossa voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi rakennuksen

tietomalleja. Materiaalien ympäristövaikutukset lasketaan kertomalla kunkin materiaalin paino materiaalikohtaisilla ympäristövaikutuskertoimilla, joka on esitetty Kuva 4. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 11)

Kuva 4. Tuotteen elinkaaren ympäristövaikutukset (Ympäristöministeriö, 2019, s. 14)



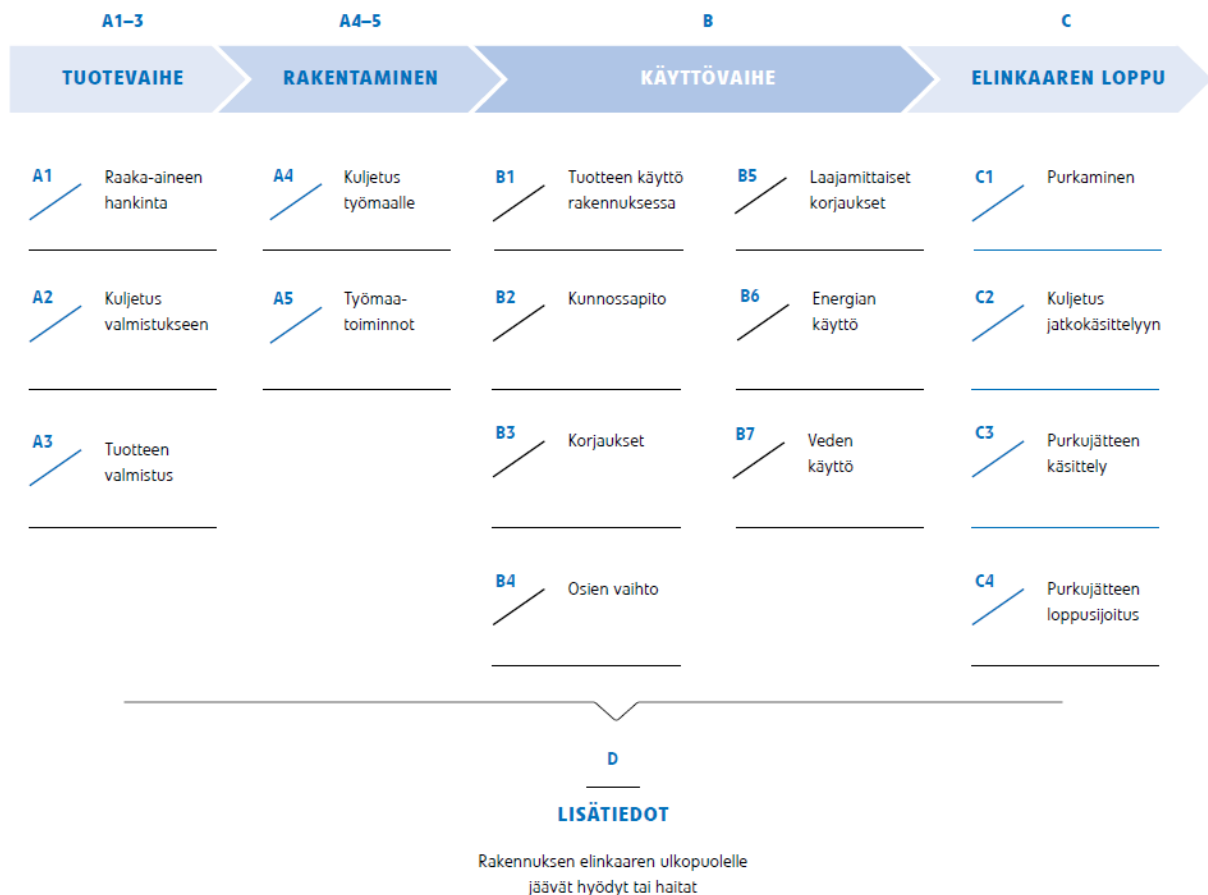
Elinkaariarviointi tehdään sellaiselle ajanjaksolle, jonka ajalle voidaan kohtuullisella tarkkuudella arvioida rakennuksen ylläpitoon ja korjauksiin liittyvät toimet. Lähtökohtaisesti on suositeltavaa valita tarkastelukaudeksi rakennukselta edellytettävä käyttöikä. Rakennuksen elinkaariarvioinnin tulokset jaetaan koko tarkasteluajanjaksolle, jotta niitä voidaan vertailla muiden rakennusten tuloksiin riippumatta vertailtavien rakennusten käyttöikäen mahdollisista eroista. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 12)

Eri rakennusten elinkaariarviointien tulosten vertailu edellyttää tulosten laskemista samoilla yksiköillä. Yleensä rakennusten ympäristövaikutukset ilmoitetaan neliometriä kohden vuodessa. Rakennuspinta-alan vertailussa käytetään rakennuksen lämmitettyä nettoalaa. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 13)

Elinkaariarvioinnin tulosten varsinaiset laskelmat voidaan tehdä, kun kaikkien materiaalien määrät ovat tiedossa ja kaikkien materiaalien prosessien ympäristövaikutukset ovat käytettävissä. Laskelmat voidaan tehdä joko tavallisella taulukkolaskentaohjelmalla tai huomattavasti laskentaa helpottavalla tähän tarkoitukseen suunnitellulla ohjelmistotyökalulla. Ympäristöministeriö on julkaissut yksinkertaisen taulukkotyökalun, jolla rakennuksen hiilijalanjälki voidaan laskea. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 16)

Elinkaariarvioinnissa on tärkeää määritellä selvästi, mitä arvioidaan ja mitä jätetään arvioinnin ulkopuolelle. Eurooppalaisessa EN 15978 -standardissa on rakennuksen elinkaaren vaiheet määritelty Kuva 5 mukaisesti.

Kuva 5. Rakennuksen elinkaaren vaiheet standardin EN 15978 mukaan (Ympäristöministeriö, 2019, s. 16)



Rakennuksen elinkaariarviointiin ei useinkaan sisällytetä kaikkia standardin edellyttämiä vaiheita ja prosesseja. Syynä voi olla taustatietojen puutteellisuus tai elinkaariarvioinnin käyttötarkoitukseen nähden mielekäs yksinkertaistaminen. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 16)

Rakennuksen elinkaari ja sen vaiheet ovat tämän opinnäytetyön aiheen osalta tärkeitä, sillä elinkaariajattelu on taustalla rakentamislain muutoksessa ja sen myötä rakentamisen

suunnittelussa. Opinnäytetyön tilaajan kannalta tilanne on myös mielenkiintoinen, sillä elinkaariajattelu ja elinkaariarviointi voivat olla sille tulevaisuudessa mahdollisuuksia tarjota projekti- ja palveluosaamistaan rakennusalan toimijoille.

## **7 Tilaajan jälleenmyymät tietomallipohjaiset ohjelmistot**

Tietoperustan pohjalta on pyritty selvittämään rakennuksen tietomallin tuomia hyötyjä koko rakennushankkeelle ja rakennuksen elinkaarelle. Luvussa 5 on käyty läpi tietomallia rakennushankkeessa ja kyseisen luvun pohjalta voidaan tehdä se johtopäätös, että tietomallipohjainen rakennushanke alkaa jo tarveselvitysvaiheessa, jolloin rakennushankkeeseen ryhtyvän tulisi tehdä päätös tietomallintamisesta. Tietomalleja hyödynnetään jo laajasti rakennusten suunnitelmien tekemisessä ja esimerkiksi arkkitehdit, rakenne- ja TATE-suunnittelijat ovat hyödyntäneet tietomallipohjaisten suunnitteluohjelmistojen tarjoamia hyötyjä jo pitkään. Tietomalleja voidaan kuitenkin hyödyntää rakennushankkeessa myös sen muiden vaiheiden osalta ja esimerkiksi rakentamisen suunnittelu ja toteutus voisivat saada merkittäviä hyötyjä siitä, jos rakennushanke olisi alusta asti toteutettu tietomallipohjaisena.

Tietomallien hyödyntämistä rakennushankkeessa rajoittaa vaikeudet erilaisten ohjelmistojen käyttöönotossa ja hyödyntämisessä osana prosessia. Syynä voivat olla esimerkiksi käytettävä kieli tai uudet työtavat, jotka pitäisi kouluttaa ohjelmistoja käyttävälle henkilöstölle. Tietomallintamiseen siirtymisen investointeja voidaan myös pitää kohtuuttomina, kun sen tuomat hyödyt eivät ole aina tarpeeksi selviä ja erilaiset ohjelmistot usein kalliita. Myös vakioinnin puute tietomallien tietosisällöissä rajoittaa niiden hyödyntämistä koko rakennushankkeen ajalla, sillä eri toimijoiden tuottama tieto ei ole yhtenevää eikä sitä voida aina suoraan hyödyntää.

Opinnäytetyön tilaajan kannalta tämä on samaan aikaan suuri haaste ja mahdollisuus. Ensinnäkin on ymmärrettävä jälleenmyytävien tuotteiden tarjoamat ominaisuudet ja hyödyt niiden käyttäjille. Tämän jälkeen on pyrittävä kohdentamaan kyseiset tuotteet oikein rakennushankkeen eri vaiheiden ja osapuolten osalta. Tätä kautta pystytään paremmin

tuomaan ilmi tietomallintamisen osuutta rakennushankkeessa ja sitä kautta sen tuomia hyötyjä ohjelmistoja käyttäville asiakkaille.

## **7.1 Tilaajan tuotteiden jaottelu**

Opinnäytetyön tilaajan Arkance Systems Finland Oy:n tarpeena on selvittää oman tuotetarjontansa eri rakennushankkeen vaiheille, eri rakennushankkeeseen osallistuville ja rakennuksen elinkaaren eri vaiheille. Tämän opinnäytetyön pohjalta on kehitetty tilaajalle käyttöön jäävä ohjedokumentti, jossa kyseinen tuotteiden läpikäynti on tehty.

Ennen ohjeen kehittämistä tilaajan kanssa on yhdessä sovittu rajat sille, mitä tuotteita otetaan huomioon. Tarkoituksena on keskittyä tilaajan myymiin kiinteistö- ja rakentamisan ohjelmistoihin ja niihin tarjottaviin lisäpalveluihin. Arkance Systems Finland Oy myy muun muassa päämiestensä Autodeskin ja Trimblen tuotteita sekä itse kehittämäänsä työkaluja, jotka toimivat päämiesten tuotteiden päällä. Tässä luvussa Arkance Systems Finland Oy:n on viitattu termillä tilaaja.

Tilaajan myymät tuotteet on jaettu sisäisessä ohjeessa kolmen eri osion avulla erilaisiin tuoteryhmiin. Nämä osiot ovat rakennushankkeen vaiheet, rakennushankkeen osapuolet ja rakennuksen elinkaari. Rakennushankkeiden vaiheet on jaettu tarveselvitys-, hankesuunnitelma- ja ehdotussuunnitteluvaiheisiin, yleissuunnittelu- ja toteutussuunnitteluvaiheisiin sekä rakentamisen- ja takuuajan vaiheisiin. Tuotteiden jaossa eri vaiheiden välille on otettu huomioon eri tuotteiden käyttötarkoitus ja tilaajan tuotteille tarjoamat lisäpalvelut, kuten projektit tai konsultointi.

Rakennushankkeen osapuolet on jaettu ohjeessa neljään osaan: rakennushankkeeseen ryhtyvä tai tilaaja, eri alojen suunnittelijat ja asiantuntijat, rakennushankkeen toteuttajat, viranomaiset ja materiaalintoimittajat sekä käyttäjät ja omistajat. Myös tässä jaottelussa on pyritty ottamaan huomioon kaikkien tilaajan myymien tuotteiden osalta niiden käyttötarkoitus ja tuotteille tarjotut lisäpalvelut. Rakennuksen elinkaaren osalta jaottelu on tehty neljään osaan, jotka ovat tuotevaihe, rakentaminen, käyttövaihe ja elinkaaren loppu.

## 7.2 Jaottelu rakennushankkeen vaiheitten mukaan

Tilaaajan myymien tuotteiden ja palveluiden jaottelu rakennushankkeen vaiheitten mukaan on tärkeää, jotta voidaan ymmärtää niin olemassa olevien tuotteiden arvo kuin myös se onko jotain sellaista vaihetta, johon ei vielä ole tarjolla tuotetta tai palvelua. Rakennushanke on jaettu vaiheisiin luvussa 3 esitettyjen rakennushankkeen vaiheiden mukaisesti. Dokumentin visuaalisen selkeyden takaamiseksi vaiheet on vielä jaoteltu kolmeen ryhmään.

Ensimmäisenä haluttiin selvittää mitkä tilaaajan tuotteet sopivat parhaiten rakennushankkeen alkupään vaiheisiin eli tarveselvitykseen, hankesuunnitteluun ja ehdotussuunnitteluun. Näissä hankkeen vaiheissa pyritään selvittämään hankkeen tarpeellisuus ja tekemään sekä hanke- että investointipäätös. Varsinkin ehdotussuunnitteluvaihe on tilaaajan tuotteiden kannalta oleellisin, sillä siinä vaiheessa pyritään luomaan erilaisia ehdotuksia suunnitelmille ja erilaisten ratkaisujen vertailu on tärkeässä osassa. Lisäksi rakennushankkeen alkuvaiheessa päätetään tietomallintamisesta ja hankkeen tiedonhallinnasta. Tilaaja myy näihin vaiheisiin hyvin soveltuvia ohjelmistoja, joilla voidaan tehdä muun muassa rakennuksen ehdotussuunnittelua ja vertailla erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja sekä luoda rakennushankkeen seuraavassa vaiheessa eli yleissuunnittelussa tarpeellinen ehdotussuunnitelma. Tällaisia ohjelmistoja ovat esimerkiksi Autodesk Forma, joka yhdistää aluesuunnittelua ja rakennusten ulkomuotojen suunnittelua. Alustavat suunnitelmat voidaan viedä tietomallipohjaiseen Autodesk Revit suunnitteluohjelmistoon, jolla voidaan tuottaa eri suunnittelualojen tietomalleja usealla eri tarkkuustasolla.

Lisäksi tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheessa tärkeä tiedonhallinta onnistuu tilaaajan myymillä tuotteilla ja tilaajalla on myös paljon kokemusta erilaisten infrarakennushankkeiden tiedonhallinnan käyttöönotosta asiakkailleen. Hyvä esimerkki tietomallipohjaisen rakennushankkeen tiedonhallintaan on Autodesk Construction Cloud, joka toimii projektin yhteiskäyttöalustana. Alustalle voidaan muun muassa viedä eri suunnittelualojen tietomalleja ja tarkastella niiden yhteensopivuutta, siellä voidaan luoda ja tallentaa erilaisia projektin asiakirjoja, joilla voidaan varmistaa projektin eteneminen ja esimerkiksi rakennustöiden seuranta. Lisäksi tilaaajan myymillä tuotteilla onnistuu esimerkiksi

suunnitelmien graafinen visualisointi, jota voidaan hyödyntää rakennuksen ehdotussuunnitelmien esittelyssä rakennushankkeen eri osapuolille.

Alkupään vaiheiden jälkeen päästään yleissuunnittelun ja toteutussuunnittelun vaiheisiin, joissa tärkeään rooliin nousee tilaajan myymät suunnittelun ja tietomallintamisen työkalut. Yleis- ja toteutussuunnittelun tietomallintamisen ohjelmisto on Autodesk Revit ja sen päälle kehitetyt tilaajan omat lisäosat, joilla voidaan tehdä esimerkiksi rakennesuunnittelua. Toteutussuunnittelussa on huomioitu myös erilaiset rakennesuunnittelun ja -mallintamisen työkalut sekä määrälaskentaan suunnittelut ohjelmistot. Myös näissä rakennushankkeen vaiheissa on nostettu esiin tilaajan tarjoamat tiedonhallinnan tuotteet ja niihin liittyvät palvelut. Yleissuunnittelun pohjalta luodaan rakennuksen lupakuvat ja muu rakennuslupatehtäviin kuuluva aineisto. Toteutussuunnittelun pohjalta päästään rakentamisen vaiheeseen, kun toteutuskelpoiset rakennus- ja rakennesuunnitelmat ovat valmiina.

Rakentamisen valmistelun ja hyväksytyjen toteutussuunnitelmien pohjalta päästään rakentamisen vaiheeseen, jossa entistä tärkeämmäksi nousee se, miten hankkeen tiedonhallinta on hoidettu sekä se, että suunnitelmat on tuotettu mahdollisimman laadukkaasti. Tiedonhallinnan osalta tärkeään rooliin nousevat yhteiskäyttöalustat, joiden avulla rakennushankkeen eri vaiheissa toimivat suunnittelijat ja muut osapuolet voivat käydä tiedonvaihtoa ja jakaa suunnitelmiaan. Yhteiskäyttöalustoilla onnistuu myös muun muassa erilaiset törmäystarkastelut tai työmaan aikataulujen suunnittelu ja hallinta. Työmaalla suunnitteluaineistoon ja tietomalliin on mahdollista päästä käsiksi esimerkiksi mobiililaitteiden, kuten tablettien avulla. Lisäksi työmaalla pystytään visualisoimaan suunnitelmia lisätyn todellisuuden sovellusten kautta.

Rakentamisvaiheen ja rakennuksen luovutuksen jälkeen alkavalla takuuajalla halutaan taata se, että suunnitelmat ja tietomallit säilytetään oikein ja että ne ovat käytettävissä mahdollisten takuukorjausten sekä ylläpidon yhteydessä.

### 7.3 Jaottelu rakennushankkeen osapuolten mukaan

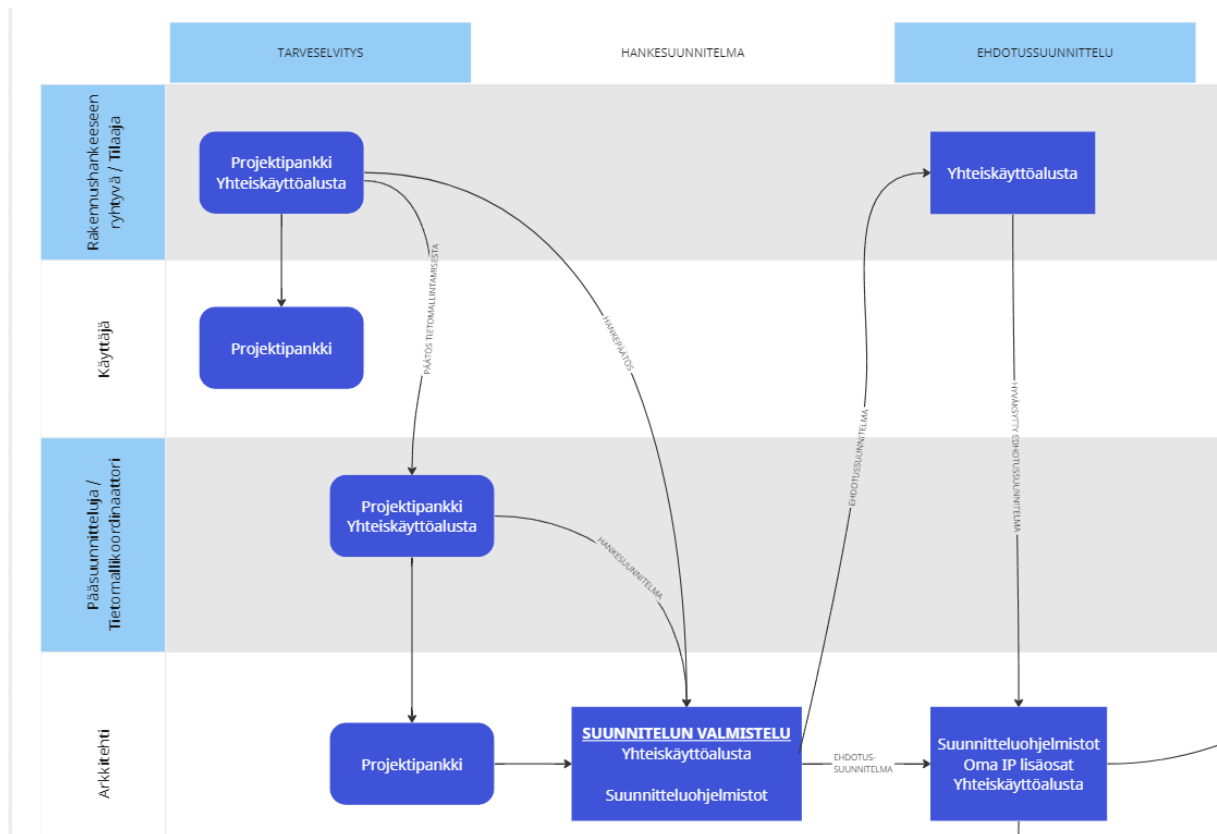
Rakennushankkeen osapuolten mukainen tilaajan myymien tuotteiden jaottelun avuksi kehitettiin tilaajan käyttöön prosessinkuvauskaavio. Kaavion avulla pystytään paremmin visualisoimaan rakennushankkeen vaiheet ja eri vaiheissa hankkeeseen osallistuvat osapuolet. Kaavion vaaka-akselilla on rakennushankkeen vaiheet alkaen tarveselvityksestä ja hankesuunnitelmasta päätyen ehdotus-, yleis- ja toteutussuunnittelun kautta rakentamiseen ja takuu-aikaan. Kaavion pystyakselilla on esitetty rakennushankkeen osapuolet omilla riveillään. Osapuolina ovat rakennushankkeeseen ryhtyvä eli tilaaja, käyttäjä, pääsuunnittelija tai tietomallikoordinaattori, eri suunnittelualojen osapuolet, urakoitsijat ja materiaalintoimittajat.

Tilaajalle on tärkeää saada parempi kuva siitä, missä eri rakennushankkeen vaiheissa sen myymiä ohjelmistoja voidaan käyttää. Kaavion avulla pystytään osoittamaan tämä visuaalisesti. Esimerkiksi rakennushankkeen alkuvaiheessa tarvitaan erilaisia tiedonhallinta- tai projektipankkityyppisiä sovelluksia, joissa erilaiset rakennushankkeen lähtömateriaalit ja esimerkiksi sopimusasiakirjat voidaan hankkeen aikana säilöä. Projektipankkiin voidaan sen perustamisen jälkeen kutsua rakennushankkeen aikana eri osapuolia sitä mukaan, kun heillä on siihen tarvetta. Toinen esimerkki on rakennushankkeessa käytettävät tietomallinnohjelmit, joiden tarve tulee tuoda esiin rakennushankkeen alkuvaiheessa, mutta joita käytetään yleensä vasta ehdotussuunnitteluvaiheessa päättyen rakennushankkeen toteutussuunnitteluun. Eri alojen suunnittelijoiden yhteistyötä pystytään helpottamaan tilaajan tarjoamalla tiedonhallinta- sekä yhteiskäyttöalustoilla.

Projektipankkiin ja rakennushankkeen yhteiskäyttöalustalle voidaan rakennushankkeen edetessä kutsua myös rakennustyön toteuttajat eli urakoitsijat. Tietomallikoordinaattorin tehtäväksi jää hankkeen suunnitelmien yhteensovitus, joka voidaan myös hoitaa yhteiskäyttöalustalla. Tietomallipohjaisessa rakennushankkeessa kaikilla osapuolilla tulisi olla pääsy reaaliaikaiseen suunnittelutietoon ja projektipankin sekä yhteiskäyttöalustan ja niihin yhdistetty tietomallinnohjelmit mahdollistaa sen.

Prosessinkuvauskaavioon on sijoitettu tilaajaan myymiä tuotteita käyttäjärhmittäin vaakariveille. Sama tuote voi sijaita usealla eri rivillä ja useassa eri rakennushankkeen vaiheessa. Yhdessä rakennushankkeen vaiheessa sama rakennushankkeen osapuoli voi myös käyttää useampaa tilaajan myymää tuotetta samanaikaisesti. Tuotteiden ja eri osapuolten välille on kaaviossa piirretty prosessin etenemistä kuvaavat nuolet, jotka on nimetty rakennushankkeen eri vaiheissa muodostuvien tuotosten mukaisesti. Esimerkiksi tarveselvitysvaiheesta edetään hankesuunnitelmien ja hankepäätöksen kautta hankesuunnitteluvaiheeseen, jossa lopputuloksena syntyy ehdotussuunnitelma, joka johtaa rakennushankkeen suunnitteluvaiheeseen. Kuva 6 on ote tilaajalle kehitetystä rakennushankkeen prosessinkuvauskaaviosta.

Kuva 6. Ote tilaajalle kehitetystä prosessinkuvauskaaviosta



Kaavion kehitystyön aikana kävi nopeasti selväksi, että tällainen visuaalinen esitystapa oli tilaajan mielestä erittäin hyvä kuvaamaan samalla rakennushankkeen vaiheita, rakennushankkeen osapuolia, sekä sen myymien eri tuotteiden mahdollisuuksia näiden

perusteella. Kaavio koettiin myös erittäin potentiaaliseksi jatkokehityskohteeksi ja tätä aihetta käsitellään lisää tämän opinnäytetyön lopussa.

#### **7.4 Jaottelu rakennuksen elinkaaren mukaan**

Kolmannessa jaottelussa tilaajan myymiä tuotteita haluttiin vielä jakaa laveammin rakennuksen elinkaaren vaiheiden mukaisesti. Jaottelua suoritettiin tämän opinnäytetyön kappaleessa 6 olevan Kuvassa 5. esitetyn EN 15978 standardin mukaisen taulukon ja siinä esitettyjen rakennuksen elinkaaren vaiheiden mukaisesti. Kyseisen standardin mukaan esitetyt rakennuksen elinkaaren vaiheet ovat tuotevaihe, rakentaminen, käyttövaihe ja elinkaaren loppu. Lisäksi rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt ja haitat lasketaan osaksi rakennuksen elinkaarta, mutta ne jätettiin tämän selvityksen ulkopuolelle, koska tilaajan myymät tuotteet eivät suoraan liity niihin.

Tuotevaihe on standardissa EN 15978 jaettu kolmeen alavaiheeseen eli raaka-aineen hankinta, kuljetus valmistukseen ja tuotteen valmistus. Näistä vaiheista osuvin tämän opinnäytetyön aiheen kannalta on tuotteen valmistusvaihe, johon voidaan hyödyntää sekä tiedonhallinnan sovelluksia kuin suunnitteluohjelmistoja. Rakentamisen vaihe on jaettu kahteen alavaiheeseen, eli kuljetus työmaalle ja työmaatoiminnot. Rakentamisen vaiheessa huomioitiin tietomallipohjaiset sovellukset, kuten määrälaskennan, työmaasuunnittelun tuotteet ja rakentamisen yhteiskäyttöalustat.

Rakennuksen elinkaaren kolmannessa vaiheessa eli käyttövaiheessa seurataan tuotteiden käyttöä rakennuksessa, rakennuksen kunnossapitoa, korjauksia ja sen osien vaihtoa sekä rakennuksen energian ja veden käyttöä. Tilaajan myymien tuotteiden kannalta tärkeimmäksi tuotteeksi rakennuksen käyttövaiheessa nousi rakennuksen digitaalinen huoltokirja. Digitaalisen huoltokirjan avulla pystytään seuraamaan rakennuksen käyttöä ja kaikkia edellä mainittuja asioita, kuten kunnossapidon ja korjausten tarvetta. Digitaalinen huoltokirja pystytään myös yhdistämään rakennuksen tietomalliin, jolloin huolto- ja korjaustoimenpiteissä voidaan hyödyntää siitä saatavaa tietoa ja visuaalisuutta.

Rakennuksen elinkaareen kuuluu myös sen elinkaaren loppu, johon kuuluu rakennuksen purkaminen, kuljetukset, purkujätteen käsittely ja purkujätteen loppusijoitus. Rakennuksen purkaminen voidaan nähdä saman tyylisenä prosessina kuin sen rakentaminen, jolloin tarvitaan sekä tiedonhallintaa että tietomallipohjaista purun suunnittelua. Rakennuksen purussa pystytään siis hyödyntämään rakennuksen tietomallia, josta saadaan rakentamislain tulevien muutosten myötä yhä enemmän tietoa muun muassa rakentamiseen käytetyistä materiaaleista. Koska tämä tieto on osana rakennuksen tietomallia, purkuprosessi ja purkujätteen käsittely sekä loppusijoitus voidaan suunnitella etukäteen. Tämä edellyttää tietysti sitä, että rakennuksen tietomalli on tallennettu rakennuksen luovutuksen yhteydessä siten, että se on hyödynnettävissä vielä vuosikymmenten jälkeen rakennuksen elinkaaren lopussa.

## **7.5 Ohjelmistojen soveltuvuus tietomallipohjaiseen rakennushankkeeseen**

Opinnäytetyön toiminnallisen osuuden lopputuloksena on kehitetty opinnäytetyön tilaajan Arkance Systems Finland Oy:n käyttöön materiaali, johon kuuluu dokumentaationa rakennushankkeen vaiheiden ja osapuolten sekä rakennuksen elinkaaren pohjalta tehty tilaajan myymien tuotteiden jaottelu. Lisäksi tilaajan käyttöön on kehitetty visuaalinen prosessinkuvaus, jossa esitetty rakennushankkeen vaiheet, osapuolet ja tuotteet. Kaaviolla pystytään kuvaamaan rakennushankkeen vaiheita ja niihin liittyviä prosesseja sekä tiedon siirtymistä eri käyttäjäryhmien välillä. Kaavion avulla pystytään nopeasti havainnollistamaan eri käyttäjäryhmiä ja heidän käyttämiään tuotteita. Tämän avulla tilaaja pystyy kehittämään omaa kommunikaatiotaan asiakkaidensa kanssa ja sisäistämään talonrakennushankkeen prosessin.

Jaottelulla ja rakennushankkeen prosessinkuvauskaaviolla saavutettu ymmärrys tilaajan jälleenmyymien ohjelmistojen sijoittumisesta rakennushankkeen vaiheille vastaa opinnäytetyön johdannossa esitettyyn ongelmaan tietomallien hyödyntämisestä. Kaikki Arkance Systems Finland Oy:n myymät ohjelmistot toimivat ainakin jollain tasolla tietomallipohjaisesti tai ne toimivat osana tietomallipohjaista suunnittelua. Tilaajalta saadun palautteen perusteella selvityksestä on ollut hyötyä, kun sen KIRA-alan toimintaa kehitetään. Jatkokehitystä kuitenkin tarvitaan ja yksi osa-alue, jolle tulisi jatkossa keskittyä on

tietomallintamisen hyötyjen esiin nostaminen asiakkaille. Tietomallista saatavat hyödyt ovat varmasti selviä suunnittelua tekeville osapuolille, jotka ovat jo vuosia hyödyntäneet tietomallipohjaisia ohjelmistoja. Jotta tietomallit saataisiin tulevaisuudessa entistä isompaan rooliin rakennushankkeissa, tulisi Arkance Systems Finland Oy:n kaltaisten ohjelmistoasiantuntijoiden tarjota palveluita, jotka helpottaisivat sekä tietomallien käyttöönottoa että niiden hyödyntämistä rakennuksen elinkaaren aikana.

Tämän opinnäytetyön tuotokset jäävät tilaajan jatkokehittettäviksi ja niitä on hyödynnetty tilaajan osalta jo opinnäytetyöprosessin aikana kehittämään KIRA-alan palveluita.

## **8 Pohdinta ja johtopäätös**

Tämän opinnäytetyön prosessi alkoi sen tilaajan eli Arkance Systems Finland Oy:n tarpeesta kehittää toimintaansa KIRA-alalla. Tavoitteena oli selvittää yrityksen jälleenmyymien tuotteiden soveltuvuutta kiinteistö- ja rakennusalalle ja samalla parantaa rakennushankkeen ymmärtämistä ja siihen liittyviä prosesseja. Opinnäytetyössä on käsitelty rakennushankkeen vaiheita, rakennushankkeen osapuolia, tietomallia rakennushankkeessa sekä rakennuksen elinkaarta. Kaiken perustana on rakentamislakiin vuonna 2025 tulevat muutokset, jotka nostavat tietomallin entistä tärkeämpään rooliin kaikissa rakennushankkeissa.

Rakentamislaki lisää myös rakennuksen elinkaariajattelun osuutta rakennushankkeessa ja sen suunnittelussa. Nämä asiat on pyritty ottamaan huomioon opinnäytetyön perusteella kehitetyn tilaajan käyttöön jäävän materiaalin kehityksessä.

Opinnäytetyön tilaajalle kehitetty materiaali on tehty lähtökohtaisesti raameiksi, joiden avulla voidaan jatkossa kehittää KIRA-alan toimintaa. Tilaaja on jo opinnäytetyöprosessin aikana ottanut käyttöön selvitystyön perusteella kehitettyjä materiaaleja oman toimintansa kehittämiseen ja materiaalia on hyödynnetty muun muassa sisäisten tuotekorttien kehityksessä. Kyseisillä tuotekorteilla tilaaja on pystynyt keräämään yhteen juuri sellaisen tiedon, jota he pystyvät käyttämään jälleenmyymiensä KIRA-alan tuotteiden ja palveluiden myynnissä. Tilaajalta saatu palaute opinnäytetyön tuotoksista on ollut positiivista ja sen aihe on ollut erittäin ajankohtainen tilaajan tarpeisiin nähden.

Opinnäytetyössä kerätty tietoperusta on suurimmilta osin kerätty Rakennustiedon RT-kortistosta käyttäen RT Tietoväylää. Aiheesta löytyi paljon hyödyllistä lähdemateriaalia, jonka yhteensovittaminen tämän opinnäytetyön aihetta varten sujui mutkattomasti. RT-kortiston lisäksi lähteenä on käytetty Juha-Matti Junnosen ja Jouko Kankaisen kirjoittamaa kirjaa Rakennuttaminen (2020), sekä Päivi Jäväjän ja Timo Lehtoviidan kirjoittamaa Tietomallintaminen rakennustyömaalla (2016) kirjaa. Tietomallintamisessa on tapahtunut vuoden 2016 jälkeen varmasti paljon kehitystä ja kirjan julkaisun jälkeen tietomallien hyödyntäminen rakennushankkeessa on yleistynyt. Lisäksi tuleva rakentamislain muutos ja siitä seuraava tietomallipohjainen rakentamislupa tulevat lisäämään tietomallien käyttöä tulevaisuudessa. Lähdemateriaali on silti ajankohtaista, sillä tietomallintamisen peruseriaatteen ja kirjan lähteenään käyttämät Yleiset tietomallivaatimukset YTV 2012 eivät ole päivittyneet kirjan julkaisun jälkeen. Nähtäväksi jää se, miten rakentamislain tulevat muutokset tulevat vaikuttamaan tietomallien hyödyntämiseen tulevaisuudessa rakennushankkeen suunnittelun ja tuotannon ohjauksessa, ja tässä digitaalisessa muutoksessa opinnäytetyön tilaaja Arkance Systems Finland Oy haluaa olla mukana asiakkaidensa kanssa.

Opinnäytetyö oli tilaajan kannalta erittäin ajankohtainen ja koko opinnäytetyöprosessin ajan siinä kerättyä tietoa on hyödynnetty tilaajan käytössä ja KIRA-alan toiminnan kehittämisessä. Opinnäytetyön toiminnallisessa osuudessa kehitettyjen materiaalien sisältö ja tarpeet vaihtelivat myös prosessin aikana ja esimerkiksi rakennushankkeen prosessinkuvauskaavio, joka toimi aluksi lähinnä tietoperustan havainnollistamistyökaluna itselleni, päättyi nopeasti tilaajan käyttöön. Kyseinen kaavio tulee vaatimaan jatkokehitystä ja mielestäni siinä on potentiaalia opinnäytetyön tilaajan kannalta tulevaisuudessa. Kaaviolla voidaan visuaalisesti osoittamaan eri rakennushankkeen vaiheiden ja niihin osallistuvien osapuolten yhteys siten, että tilaajan jälleenmyymät KIRA-alan tuotteet ovat kaavion keskiössä. Lisäksi rakennushankkeen prosessinkuvauskaaviota voi laajentaa melkein loputtomasti ja avata eri rakennushankkeen vaiheita tarkempiin osiin ja käyttäjäryhmiin.

Tilaaajalta saatu palaute opinnäytetyön tuotoksista on ollut positiivista ja jatkovaiheista on jo alustavasti sovittu. Opinnäytetyön pohjalta tullaan pitämään tilaajan sisäinen koulutus, jossa tuodaan esiin KIRA-alan rakennushankkeen vaiheet, osapuolet ja miten tietomalleja voidaan

hyödyntää osana näitä prosesseja. Lisäksi kehitettävää on sen osalta, mitä tilaaja tarjoaa jälleenmyymiensä ohjelmistojen lisäksi. Rakennuksen koko elinkaaren aikaisen tietomallin hyödyntäminen tulee olemaan rakennusalan ammattilaisille tulevaisuudessa suuri haaste ja samalla Arkance Systems Finland Oy:n kaltaisille ohjelmisto- ja palveluntarjoajille suuri mahdollisuus matkalla kohti rakentamisen digitaalista muutosta.

## Lähteet

Jäväjä, P.;& Lehtoviita, T. (2016). *Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla*.

Rakennustieto Oy.

Junnonen, J.-M.;& Kankainen, J. (2020). *Rakennuttaminen*. Rakennustieto Oy.

Kortelainen, M.;& Lyytinen, J. (2023). ”Mitään katastrofia ei ole lakimuutoksen myötä näköpiirissä” – Katso, mitkä ovat uuden rakentamislain tärkeimmät muutokset.

Rakennuslehti. <https://www.rakennuslehti.fi/2023/03/mitaan-katastrofia-ei-ole-lakimuutoksen-myota-nakopiirissa-katso-mitka-ovat-uuden-rakentamislain-tarkeimmat-muutokset/>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Haettu 6.6.2023 osoitteesta

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

RT 10-11066. (2012). Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 1. Yleinen osuus. Rakennustieto

Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11066>

RT 10-11071. (2012). Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6. Laadunvarmistus.

Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11071>

RT 10-11076. (2012). Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. Rakennustieto Oy.

<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11076>

RT 10-11222. (2016). Talonrakennushankkeen kulku, Rakennushankkeen osapuolet.

Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11222>

RT 10-11224. (2016). Talonrakennushankkeen kulku, Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu.

Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11224>

RT 10-11284. (2017). Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18.

Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11284>

Ympäristöministeriö. (2019). *Johdatus rakennusten elinkaariarviointiin*. Elinkaarilaskenta.fi:

[https://elinkaarilaskenta.fi/wp-content/uploads/sites/6/2019/08/johdatus\\_rakennusten\\_elinkaariarviointiin.pdf](https://elinkaarilaskenta.fi/wp-content/uploads/sites/6/2019/08/johdatus_rakennusten_elinkaariarviointiin.pdf)

Ympäristöministeriö. (2023). *Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait*. <https://ym.fi/-/eduskunta-hyvakysi-rakentamisen-paastoja-pienentavat-ja-digitalisaatiota-edistavat-lait>

## Liite 1. Esimerkki tietomallisuunnittelun aikataulusta (RT 10-11076, 2012)

