

# **Resurssitehokas tietomallintaminen**

**rakentamishankkeiden luonnos- ja toteutussuunnitteluvaiheessa**

**RAPS 36**

**Tutkielma**

**Viivi Snellman**

**Arkkitehtitoimisto Stefan Ahlman oy**

**19.10.2014**

**Aalto University Professional Development – Aalto PRO**

## **Tiivistelmä**

Tutkielman aihe on tietomallinnuksen tehokas käyttäminen talonrakennushankkeiden luonnos- ja toteutussuunnitteluvaiheissa. Hanke- ja toteutumallinnusvaiheiden tarkemman tarkastelun rajaan tutkielman ulkopuolelle.

Tietomallilla tarkoitetaan suunnittelusovelluksen avulla jäsennehtyä ja kootua informaatiota. Tietomalli on ensisijaisesti rakentamishankkeen eri osapuolten välisen tiedonvaihtamisen apukeino. Mallintaminen ei ole itseisarvo vaan se on parhaimmillaan väline, joka konkretisoi asetettavia tavoitteita ja helpottaa niiden toteutumisen seuranta.

Tietomallinnushankkeen onnistuminen varmistetaan, kun eri ammattialoja ja tehtäväkokonaisuuksia edustavat suunnittelijat toimivat yhteistyössä ja toistensa työtavat huomioiden. Kaikkien osapuolten toimiminen yhdessä hankkeen parhaaksi vaatii resurssitehokkaan tietomallintamisen vaatimusten huomioimisen jo hankkeen valmisteluvaiheessa ja projektin koordinoimisessa.

## Sisältö

1	Johdanto .....	1
1.1	Työn rakenne .....	1
1.2	Mikä on tietomalli? .....	2
1.2.1	Tietomallintamisen keskeinen sanasto.....	3
1.3	Tämänhetkiset mallintamisen tilaajaohjeet.....	4
1.3.1	YTV2012 .....	4
1.3.2	Tietomallihankkeen tilaajaohje v1.3.....	4
2	Tietomallinnus ja sen tavoitteet .....	6
2.1	Tietomallinnuksen rooli rakennushankkeen eri vaiheissa .....	6
2.1.1	Rakennusprojektin johtaminen .....	6
2.1.2	Tilaohjelma ja vaatimusmalli.....	7
2.1.3	Suunnittelun ohjaaminen .....	8
2.1.4	Rakentamishankkeen toteutusmuoto .....	9
2.1.5	Simulaatiot .....	9
2.2	Hankekohtaiset mallinnustavoitteet.....	10
2.2.1	Tietomallin sisällön määrittäminen .....	10
2.2.2	Laadunvarmistus.....	11
2.3	Tietomallinnuksen visio.....	12
3	Mallintavan suunnittelun resurssit.....	14
3.1	Tilaajan tietomalliosaaminen.....	15
3.2	Tietomallintamisen roolit.....	16
3.2.1	Tietomallipohjaisen projektin johtaminen .....	16
3.2.2	Pääsuunnittelija.....	16
3.2.3	Tietomallikoordinaattori .....	17
3.2.4	Suunnittelijat.....	17
3.3	Rakentamisen valmistelu .....	19
3.4	Työmaa .....	20
3.5	Käyttäjä ja rakennuksen ylläpito.....	21
3.6	Tietomallit viranomaisvalvonnassa .....	22
3.7	Tietomallintamisen taloudelliset resurssit .....	23
3.8	Resurssivaatimukset ohjelmistoille ja tiedonsiirrolle .....	24
4	Onnistunut tietomalliprojekti.....	25
4.1	Edellytysten luominen: sopimukset.....	25
4.2	Yhteistyön merkitys.....	25
4.3	Vaikutukset aikatauluun .....	26
4.4	Tietomallinnus suunnittelutyön sujuvuuden apukeinona .....	26
5	Lähteet .....	27

# 1 Johdanto

Tutkielmatyössä kuvataan tietomallintamisen käytön keskeiset valinnat ja saatavat hyödyt, valintojen ajankohdat hankkeessa ja tarvittavat resurssit erityisesti hankkeeseen ryhtyvien kannalta.

Tavoitteena on tarjota välineitä mallintavan suunnittelun valjastamiseen projektin tieto-, taito-, talous- ja aikaresurssien tehokkaaseen hyödyntämiseen sekä mallintamisen käyttämiseen laadunvarmennuksen apuvälineenä.

Arkkitehtitoimiston pääsuunnittelijana kohtaa tässä tutkielmassa kuvattavat tietomallinnushankkeiden haasteet projektista toiseen. Vuonna 2010 laadittiin organisaatiomme arkkitehtuurisuunnittelun tietomallintamisen täsmällinen ohjeistus Senaattikiinteistöjen ja ProIT-tietomalli -ohjeistusten pohjalta, mihin ostettiin konsulttipalveluita Tietoa Finland Oy:lta. Ohjeistuksemme sisältää sekä yleisten käytettävien mallintamismenetelmien määrittelyt sekä pohjan kaikille mallinnettaville hankkeille laadittavasta yksilöidystä tietomalliselostuksesta, jossa määritellään kunkin hankkeen reunaehdot ja toimintatavat.

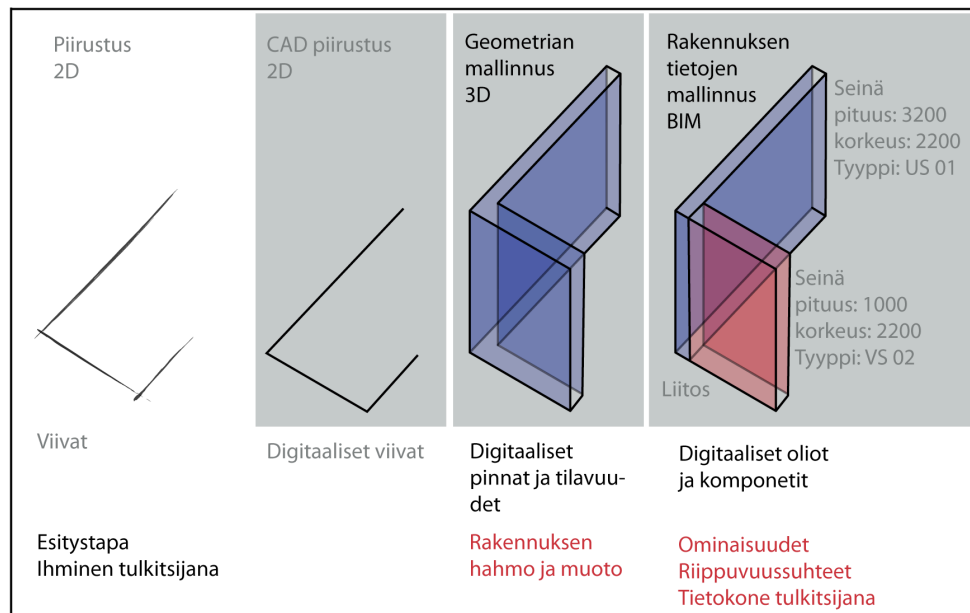
## 1.1 Työn rakenne

Tutkielma koostuu johdanto-osuuden lisäksi kolmesta osasta. Luvussa kaksi luodaan katsaus rakentamishankkeen luonnos- ja toteutussuunnitteluvaiheen toimintaympäristöön sekä projektin tavoitteiden asettamisen lainalaisuuksiin resurssitehokkaan tietomallintamisen näkökulmasta. Luvussa tutustutaan myös tietomallintamisen keskeiseen sisältöön sekä sen hyödyntämismahdollisuuksia rakentamisprojektin tavoitteiden määrittelemisessä ja saavuttamisessa. Luvussa kolme tarkastellaan projektin resurssivaatimuksia rakennushankkeelle etenkin teknisten, taidollisten ja taloudellisten resurssien näkökulmasta sekä sitä, kuinka näitä resursseja hallitaan tehokkaasti. Tutkielman neljännessä ja viimeisessä luvussa esitetään tiivistetysti sellaiset toimintata-

vat, joilla tietomallipohjaisen rakennushankkeen hallitseminen on mahdollisimman resurssitehokasta ja sujuvaa.

## 1.2 Mikä on tietomalli?

Tietomallilla tarkoitetaan suunnittelusovelluksen avulla jäsenneityä ja koottua informaatiota. Rakennuksesta tehty kolmiulotteinen malli on yksinkertaisimmillaan puhdas geometriamalli. Tällaista mallia voidaan käyttää tilojen ja massojen havainnollistamiseen sekä visualisointiaineiston tuottamiseen. Vasta kun geometriamalliin lisätään esimerkiksi eri osien paloteknisiä, rakenteellisia tai muita ominaisuusvaatimuksia, voidaan puhua tietomallista. Kun yleisiä ominaisuusvaatimuksia esittävät rakennusosat muutetaan tuoteobjekteiksi, on kyseessä tuotemalli.

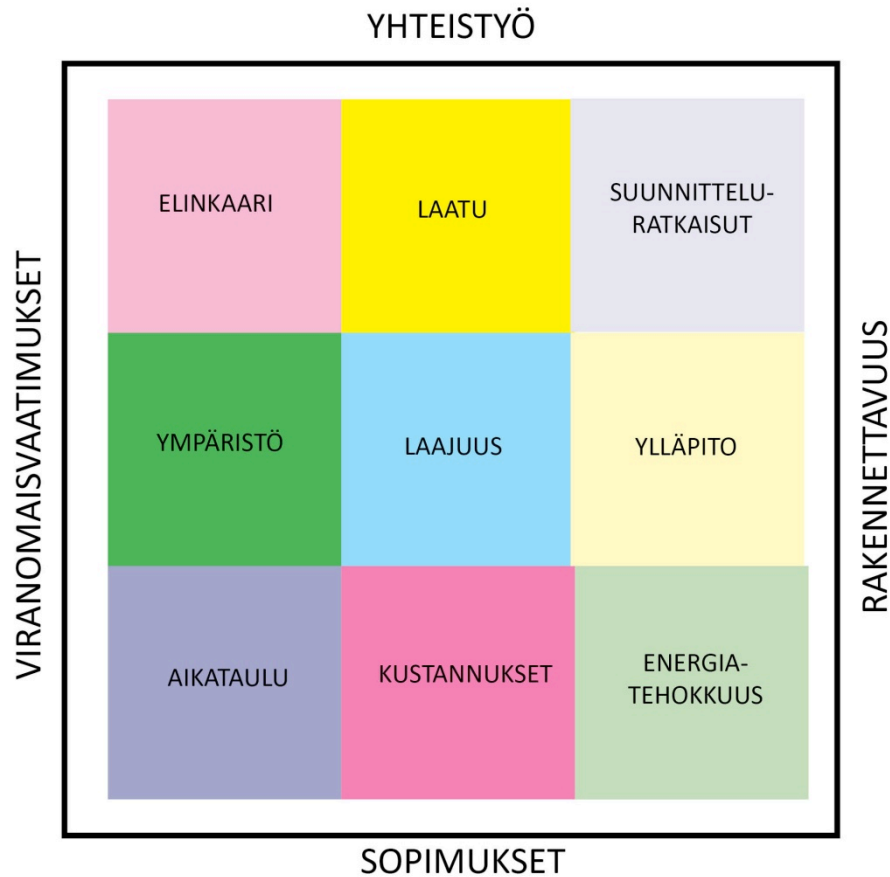


**Kuva 1** Rakennuksen tietomallissa mallinnettujen rakennusosien ja tietojen merkitys on ohjelmiston ”ymmärrettävissä”, Lemponen (2011)

Tietomalli on ensisijaisesti tiedonvaihdamisen apukeino. Mallintaminen ei ole itseisarvo vaan se on parhaimmillaan väline, joka konkretisoi asetettavia tavoitteita ja helpottaa niiden toteutumisen seuranta.

Tietomallin tavoitteiden määrittelemisessä on oleellista jäsentää, millainen tieto on kulloisellekin hankkeelle oleellista ja missä vaiheessa ja millaisella tarkkuudella tietoa tarvitaan. Tietomallintamisen mahdolliset käyttötavat on kuvattu kattavasti aina rakennushankkeen käynnistämisestä rakennuksen vastaanottoon asti Yleiset tietomallivaatimukset 2012 –julkaisusarjan osassa 1 Yleinen osuus. Tietomallintamisen onnistuminen varmistetaan määritte-

lemällä yksiselitteisesti ensinnäkin, kuka ja millä laajuudella ratkaisut mallinnetaan projektin eri vaiheissa. Toisekseen on määriteltävä tavat, joilla tehtyjen ratkaisujen tavoitteiden mukaisuus ja yhteensopivuus varmenneetaan.



**Kuva 2** Tietomallinnuksen liitännät.

### 1.2.1 Tietomallintamisen keskeinen sanasto

BIM on yleisesti käytössä oleva lyhenne, jolla tarkoitetaan rakennusten tietomallintamista (Building Information Model). Tietomalli-käsitteen sisältö ei ole vielä täysin vakiintunut. Sillä voidaan tarkoittaa rakennusosamallia, tuotemallia (product model) tai tuotetietomallia (project data model). Tietomallintamisesta puhuttaessa tulee varmistaa, että keskusteluun osallistuvat puhuvat samasta mallinnettavien rakennusosien, käytettyjen tuotteiden ja tietojen sisältötasosta.

Lähde: <http://www.arksystems.fi/tietomallimain.htm>

IFC (Industry Foundation Classes) on rakennusalan kansainvälinen tietosivallön määrittelystandardi, joka on YTV2012:ssa asetettu suomalaisten, julkisten hankkeiden tietomallistandardiksi. IFC -malleja käytetään eri suunnitteluohjelmistojen välisenä tulkkaus- ja yhteensovittamismuotona.

### **1.3 Tämänhetkiset mallintamisen tilaajaohjeet**

#### **1.3.1 YTV2012**

Tietomallintamisen tilaamisen edelläkävijänä on Suomessa toiminut Senaatti-kiinteistöt. Se laati vuonna 2007 omat tietomallivaatimuksensa, jotka ovat toimineet pohjana monille sen jälkeen laadituille ohjeille. Vuosina 2011 - 2012 toteutettiin COBIM-hanke, jossa Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimukset päivitettiin ja laadittiin julkaisusarja Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV 2012). Hankkeen rahoittajina toimi Senaatti-kiinteistöjen lisäksi suuri määrä muita rakennusalan toimijoita kuten rakennuttajia, kiinteistöjen omistajia ja ohjelmistotaloja.

Yleiset tietomallivaatimukset käsittävät 14 osaa. Yhdeksän ensimmäistä osaa pohjautuvat Senaatti-kiinteistön aiempaan ohjeistoon. Niissä käsitellään tietomallintamisen yleisiä perusteita, lähtötilanteen mallintamista, eri suunnittelualojen mallintamiskäytäntöjä sekä mallintamisen mahdollisuuksia laadunvarmistuksen, määrälaskennan ja havainnollistamisen apuna samoin kuin mallien käyttämistä talotekniikan analyyseissä. YTV 2012 – kokonaisuudessa ovat uusia osat 10 – 14, jotka kuvaavat tietomallintamisen tarjoamia mahdollisuuksia energia-analyyseissä, tietomallipohjaisen projektin johtamisessa, rakennusten elinkaaren aikana kattaen sekä rakentamisajan että käytön ja ylläpidon sekä tietomallintamisen hyödyntämismahdollisuuksia valvontaviranomaisten näkökulmasta.

Yleisen vaatimuskokonaisuuden tavoitteena on vakiinnuttaa rakennuslalle yleiset ja yhteiset tietomallintamisen toimintatavat. Ohjeistot löytyvät hankkeessa mukana olleen BuildingSMART:in nettisivuilta (<http://buildingsmart.fi/8>).

#### **1.3.2 Tietomallihankkeen tilaajaohje v1.3**

Pääkaupungin suuret tilaajaorganisaatiot Senaatti-kiinteistöt, HUS sekä Helsingin, Espoon ja Vantaan tilakeskukset ovat tehneet yhteistyötä tilaajaosa-

puolen tietomallikäytäntöjen yhtenäistämiseksi vuonna 2009 perustetussa Tietomallihankkeen tilaajaohje -ryhmässä.

Vuonna 2013 BuildingSMART -foorumin alle perustettiin laajempi tilaaja-puolen toimiala-alaryhmä, joka on laatinut vuonna 2014 julkaistun ohjeistuksen Tietomallihankkeen tilaajaohje v. 1.3 (Tilaajaohje 1.3). Tähän ryhmään voivat osallistua myös muut julkisen ja yksityisen sektorin tilaajatahot. Hankkeen tavoitteina on kehittää tilaajien tietomalliosaamista ja laatia tiivis ”sisäänajopaketti” laajempiin YTV-201-ohjeisiin (Rantala 2014).

Tilaajaohje on kolmiosainen ja se sisältää lähtötilanteen kartoitusta, suunnittelijoiden hankintaa ja tilaajan suunnitteluvaihekohtaisia tavoitteita koskevat osiot. Kukin osio sisältää perusosan, jossa annetaan tilaajalle ohjeita projekti-kohtaisten tavoitteiden määrittämiseen, ja ohjeosan, johon on koottu viittaukset YTV2012:n vastaaviin osioihin. Näiden lisäksi ohjeisto sisältää suunnittelualakohtaiset (YTV2012) tietomallivaatimusten sisältöluettelot.



## 2 Tietomallinnus ja sen tavoitteet

### 2.1 Tietomallinnuksen rooli rakennushankkeen eri vaiheissa

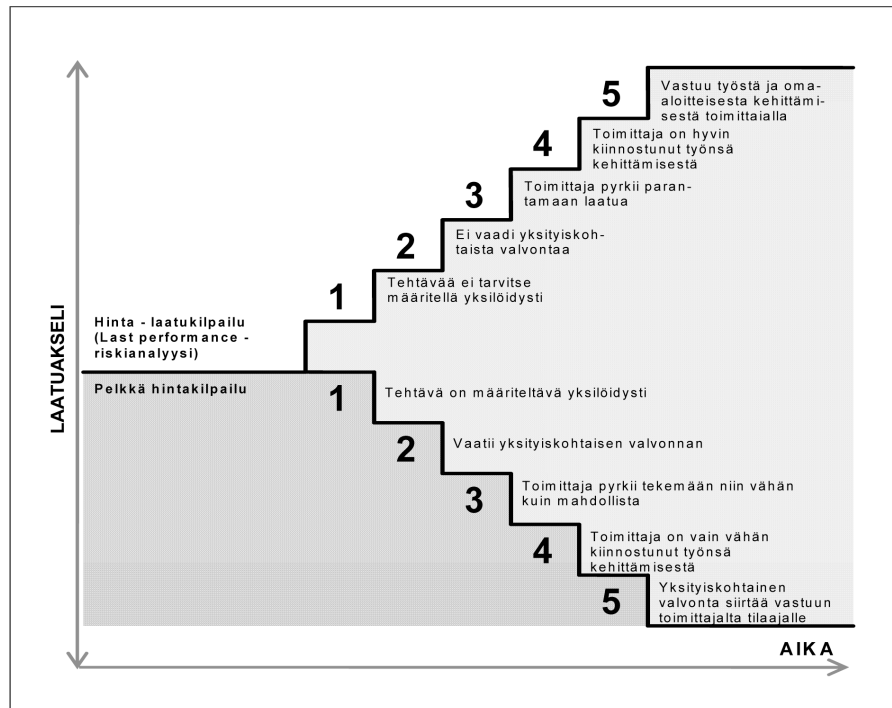
Rakennushankkeeseen ryhtyvän tavoitteet ja tarpeet täyttävän rakennuksen ja sen laadun tulee olla lähtökohtana rakennushankkeen kaikissa vaiheissa. Mallintaminen tarjoaa välineitä rakennuksen laatutavoitteiden toteutumisen seurantaan sekä työmaan toiminnan koordinoimiseen. Mallintamalla voidaan nostaa sekä suunnittelun että rakentamisen laatua parantamalla tiedonvälittämistä ja tarjoamalla uusia välineitä virheiden varhaiseen tunnistamiseen.

Rakennuksen käyttäjälle tietomallintaminen tarjoaa välineitä esimerkiksi energiatehokkuuden ja eri toimijoiden käytettävyyksivaatimusten toteutumisen arvioimisessa koko rakennushankkeen elinkaaren aikana aina suunnittelun valmistelusta rakennuksen ylläpitoon asti. Kolmiulotteista mallia voidaan hyödyntää myös eri ratkaisutapojen ja tilaratkaisujen havainnollistamisessa tilaajalle.

#### 2.1.1 Rakennusprojektin johtaminen

Tietomallinnuksessa korostuu sekä hankkeen tuoteosaamisen että prosessiosaamisen hallinta. Tilaajan tulee hallita rakentamisprosessi ja osata asettaa vaatimukset oikea-aikaisesti sekä muodostaa projektinjohto, joka kykenee valvomaan vaatimusten toteutumista ja luomaan projektin tavoitteita tukevan organisaation. Projektin johdon tulee kyetä ohjaamaan hanketta siten, että projektille asetetut ajalliset ja taloudelliset resurssit pitävät. Tämä edellyttää ennen kaikkea suunnittelujohtamisaamista, jossa huomioidaan kohdetyypin hankkeelle asettamat vaatimukset. Talousosaamisen tulee kattaa koko rakennuksen elinkaari jo suunnitteluratkaisuja ohjattaessa. Valintojen tulee aina pohjautua hankkeelle asetettuihin kokonaistavoitteisiin, sillä esimerkiksi kilpailutusmuodolla on merkittävä vaikutus siihen, miten paljon tilaajan on panostettava laadun valvontaan hankkeen eri vaiheissa (ks. kuva

3). Sopimuskumppaneiden valintakriteereiden tulee olla sopuoinnussa hankkeelle asetettujen tavoitteiden kanssa. Lopputuotteiden tavoitteiden pitäminen varmistetaan määrittelemällä laatuksiteerit hankkeen kannalta tarkoituksenmukaisella tasolla ja yksiselitteisesti.



Kuva 6: Hinta- laatu kilpailun jatkuva laadun kehittyminen ja puhtaan hintakilpailun laadun heikkeneminen

### Kuva 3 Rakennushankkeen laadun muodostuminen eri kilpailumuodoissa (Kruus & Kiiras)

#### 2.1.2 Tilaohjelma ja vaatimusmalli

Rakennushankkeen tavoitteiden on oltava realistisia ja toteutuskelpoisia. Tavoitteiden mahtuminen hankkeen budjettiin tulee varmistaa ennen suunnittelun ja mallintamisen käynnistämistä laatimalla riittävän perusteellinen hankkeen tarveselvitys sekä kokoamalla oleelliset lähtötiedot riittävän kattavasti. Myös hankkeen laajuuden realistisuus sekä käytettävyyden että talouden näkökulmasta tulee varmistaa ennen varsinaisen hankesuunnitelman laatimista. Tietomallia käytetään vielä toistaiseksi varsin vähän projektin valmisteluvaiheessa. Sen tarjoama mahdollisuus analysoida ja simuloida erilaisia suunnitteluratkaisuja perinteisiä menetelmiä tehokkaammin jääkin vielä nykyään pitkälti käyttämättä.

Tietomallisanastossa käytetään usein termiä vaatimusmalli. Vaatimusmalliin kootaan kaikki oleellinen tieto hankkeen tavoitteista ja lähtökohdista. Mi-

nimissään vaatimusmallilla tarkoitetaan taulukkomuotoista tilaohjelmaa, joka mahdollistaa tilaohjelman ja suunnitelmaratkaisujen vertailun. Vaatimusmalliin kootaan tilaohjelman tila- ja tilaryhmäkohtaiset laajuustiedot täydennettynä käyttäjän tiloille asettamalla erityisvaatimuksilla ja tavoitteilla esimerkiksi energiatalouden tai jäähdytystarpeen suhteen.

YTV2012 mukaan tilaohjelmassa esitettäviä vaatimuksia ovat (Osa 1, Yleinen osuus):

- Tilan nettoalatarve ja tarvittaessa mittoihin ja muotoihin liittyviä vaatimuksia
- Tilan käyttö ja käyttäjät, keskeiset yhteydet ja vaikutukset muihin tiloihin.
- Sisäilman olosuhteet, ääneneritys, valaistus, kuormitus, kestävyys, turvallisuus ja laatutaso.
- LVI-järjestelmät, sähköjärjestelmät, kalusteet, varusteet, laitteet, tilan jako-osat, sisäpuoliset pintarakenteet.

Vaatimukset muuttuvat usein projektin aikana. Vaatimusmalli tulee päivittää ja muutosten taloudellinen vaikutus tulee aina varmistaa tavoitteiden tarkentuessa, jotta mallia voidaan hyödyntää täysimääräisesti. Kun vaatimukset kirjataan sellaisella tavalla ja tasolla, että niiden toteutumisen seuranta on mahdollista, voi vaatimusmalli olla väline myös hankkeen kustannusten hallitsemiseen.

### **2.1.3 Suunnittelun ohjaaminen**

Suunnittelun ohjaamisessa on kiinnitettävä huomiota rakentamisprojektin tavoitteiden täyttymiseen niin käyttäjän, talouden, rakennettavuuden kuin ympäristön kannalta unohtamatta rakennukselle asetettuja laadullisia kriteereitä. Projektikohtaisesti arvioidaan, millaisia tietomallintamistavoitteita hankkeelle asetetaan ja kuinka ne tukevat hankekohtaisten tavoitteiden asettamista ja toteutumista. Parhaimmillaan mallintaminen edesauttaa kokonaisuuden kannalta optimaalisten ratkaisujen löytymistä ja sitä kautta parantaa rakentamishankkeen kokonaisarvoa.

Asetettujen tavoitteiden toteutumisen seuraamiseksi on laadittava työtapo, jolla tavoitteiden saavuttamisaste on arvioitavissa. Tavoitteiden pitämiseksi suunnittelijoita ohjataan innovatiivisuuteen aiempien hankkeiden toimivienkin ratkaisumallien mekaanisen toistamisen sijaan. Suunnittelun ohjaaminen on ensisijaisesti ihmisten ohjaamista. Tavoitteiden tulee olla suunnittelijoi-

den tunnistettavissa ja tilatun työmäärän tulee olla realistinen suhteessa hankkeen haastavuuteen.

Suunnittelijaresurssien tehokas käyttö edellyttää yhteistyötä työskentelytapojen optimoimisessa ja aikatauluttamisessa. Tehokkaassa ja mielekkäässä ryhmätyössä on minimoitava päällekkäinen tai vääräaikainen suunnittelu- ja mallintamistyö.

#### **2.1.4 Rakentamishankkeen toteutusmuoto**

Rakentamisessa käytettävä projektimuoto ja sen vaikutus suunnitteluajakauluun ja –tapaan on huomioitava myös tietomallintamista suunniteltaessa. Perinteisessä, kiinteään kokonaishintaan tähtäävissä urakkamuodoissa suunnittelu- ja rakentamisvaiheet ovat peräkkäisiä. Urakkahinnan määrittämistä varten suunnitelmien tulee olla suhteellisen valmiit jo ennen rakentamisen aloittamista. Uusissa projektinjohtourakkamuodoissa sovelletaan peräkkäisyyden sijaan täsmentävää suunnittelua, jolloin suunnittelu- ja rakentamisvaihe voivat limittyä. Suunnitelmista kootaan tällaisessa tilanteessa kutakin hankkeen vaihetta tukevia suunnitelmapaketteja ns. urakka-asiakirjojen muodostaman kokonaispaketin sijaan. Juhani Kiiras (2014) korostaa, että siirryttäessä suunnitteluvaiheesta toiseen on aina todennettava tavoitteiden pitäminen: onko asetetut tavoitteet saavutettu ja millaisia toimenpiteitä vaaditaan, jotta voidaan varmentaa ja vahvistaa tavoitteiden toteutuminen seuraavassakin vaiheessa.

#### **2.1.5 Simulaatiot**

Tietomallin avulla voidaan laatia erilaisia simulaatioita tavoitteiden asettamiseen ja niiden toteutumisen seuraamiseen tueksi. Simulaatioita voidaan käyttää esimerkiksi seuraaviin tarkoituksiin (Lemponen 2011, s. 20):

- Olosuhdesimulointi
- Energiasimulointi
- Talotekniikan elinkaarikustannusten analyysi
- Virtaussimulointi
- Ympäristövaikutustarkastelu
- Talotekniikan sopeutuminen arkkitehtuurin osaksi
- Valaistusvisualisointi ja -simulointi
- Valaistuslaskenta

## 2.2 Hankekohtaiset mallinnustavoitteet

Suunnitteluohjelmistot mahdollistavat laajan ja yksikohtaisen ratkaisujen mallintamisen. Projektikohtaisesti on määriteltävä, missä määrin tietomallintaminen on suunnitelmien mallintamista ja kuinka pitkälti malli pyritään saattamaan vastaamaan valmista rakennusta (toteumamalli). Mallintamista-paa ja –tarkkuutta määriteltäessä tulee valmistella myös tietomallin ohjaaminen ja valvonta.

Yleisiä mallinnukselle asetettuja tavoitteita ovat esimerkiksi (YTV2012, Osa 11: Tietomallipohjaisen projektin johtaminen):

- Tukea hankkeen päätöksentekoprosesseja
- Sitouttaa osapuolet hankkeen tavoitteisiin mallin avulla
- Havainnollistaa suunnitteluratkaisuja
- Auttaa suunnittelua ja suunnitelmien yhteensovittamista
- Nostaa ja varmistaa rakennusprosessin ja lopputuotteen laatua
- Tehostaa rakentamisaikaisia prosesseja
- Parantaa turvallisuutta rakentamisen aikana ja elinkaarella
- Tukea hankkeen kustannus ja elinkaarianalyysijä
- Tukea hankkeen tietojen siirtämistä käytönaikaiseen tiedonhallintaan

### 2.2.1 Tietomallin sisällön määrittäminen

Jotta tietomallintamisesta saadaan irti kohdekohtaisten tavoitteiden mukainen hyöty, tulee mallintamisen sisältö ja tarkkuustaso määrittellä sekä varmistaa käytettävien ohjelmistojen yhteensopivuus jo suunnitteluryhmää muodostettaessa. Kaikilla projektin osapuolilla tulee olla tieto projektikohtaisista tavoitteista sekä edellytykset niiden täyttämiseen. Eri suunnittelualojen tietomallien sisältövaatimusten tulee olla sopuinnussa keskenään ja tukea sekä kunkin suunnittelualan erillisiä että koko projektin yhteisiä sisältötavoitteita.

Peruskorjauskohteissa on mallintamisen laajuutta arvioitaessa huomioitava myös mallintamistarkkuuden vaikutus lähtötietojen laajuuteen, sisältöön ja muotoon. Suunnitteluratkaisujen toimivuus ja toteutuksen onnistumisen edellytyksenä ovat riittävän tarkat ja oikeat lähtötiedot. Laserkeilauksen käyttäminen kohteen tarkemittauksessa antaa kattavimman ja tehokkaimmin kolmiulotteisesti hyödynnettävää mittaustietoa. Tarkemittauksen ajoittamisessa tulee kuitenkin huomioida, missä laajuudessa rakenteita on kohteesta tarkoitus purkaa ja ajoittaa mittaaminen sen mukaan.

## LIITE 1: Mallien yleinen sisältö ja käyttötarkoitus

ARK	RAK	TATE	
<b>Vaativuusmalli</b>	<b>Vaativuusmalli</b>	<b>Vaativuusmalli</b>	
Taulukkomuotoinen tilaohjelma, tilaajan ja käyttäjän vaatimukset	Tilakohtaiset kuormat ja muut mahdolliset rakenteelliset vaatimukset	Tilojen talotekniset vaatimukset (sisäilmasto, valaistus, järjestelmä-tarpeet jne.)	- tilantarpeiden ja muiden vaatimusten dokumentointi strukturoidussa muodossa
<b>Tontin malli</b>			
Tontin rajat, korkeusasemat, tarvittavat liittymät ympäristöön ja tekniisiin järjestelmiin			- tontin käytön suunnittelu - rakennuksen/rakennusten sijainti tontilla
<b>Inventointimalli</b>	<b>Inventointimalli</b>	<b>Inventointimalli</b>	
Olemassa olevan rakennuksen tilat ja rakennusosat. Mallin voi laatia mittaaja, arkkitehti tai joku muu taho.	Kantavat rakenteet, sisältyvät useinmiten samaan malliin arkkitehtiosion kanssa	Erytystapauksissa mallinnetaan talotekniset järjestelmät tarvittavassa laajuudessa	- korjausrakentamisen lähtötilanteen dokumentointi
<b>Tilaryhmämalli</b>			
Tilaryhmämalli on tilamallin erikoistapaus. Siinä keskeiset tilaryhmät esitetään tilaobjekteina ja rakennusmassat erikseen määritellyssä tarkkuudessa käyttötarkoituksesta riippuen.			- rakennuksen massoittelemisen tutkiminen ja havainnollistaminen sekä vaihtoehtojen vertailu - laajuuteen ja massoittelemiseen perustuva investointilaskenta - tarvittaessa karkea energiasimulointi
<b>Tilamalli</b>	<b>Tilamalli</b>	<b>Tilamalli</b>	
Tilat tilaobjekteina, rakennuksen ulkovaippa	Rakennejärjestelmäehdotus, perustusrakenne-ehdotus	TATE-järjestelmien palvelualueet, pääkanavistot, -hormit, merkittäviä tilavaatimuksia aiheuttavat putkistot, kaapelihyllyt ja muut tekniset järjestelmät sekä tekniset tilat	- vaihtoehtoisten tilaratkaisujen suunnittelu ja havainnollistaminen - laajuuden hallinta - investointilaskenta - energiasimulointi ja tarvittaessa olosuhdesimulointi (järjestelmien mitoitusperusteiden selvittäminen) - TATE-järjestelmävaihtoehtojen tutkiminen ja palvelualueiden määrittäminen - rakennejärjestelmävaihtoehtojen tutkiminen - rakenteiden ja järjestelmien tilantarpeista sopiminen
<b>Rakennusosa- ja järjestelmämallit</b>			
Rakennusosa- ja järjestelmämallit ovat keskeinen osa suunnittelua ja hankkeen tiedonhallintaa.			
<b>Alustava rakennusosamalli</b>	<b>Alustava rakennusosamalli</b>	<b>Alustava järjestelmämalli</b>	
Tilat, alustavat rakennusosat	Runkorakenteet (pysty- ja vaakaruunon mitat, sijainnit & dimensiot), sovitut mallidetailit, perustukset, rakennusosien alustavat tyyppiratkaisut	TATE-järjestelmien palvelu-alueet, runkokanavat, -putket ja keskuslaitteet, tyyppitilamalli	- rakennusosien määrittely, rakennusosa- ja rakenneläintöjen vertailu - määrätiedon hallinta - investointilaskenta - energiasimulointi ja tarvittaessa olosuhdesimulointi (järjestelmien mitoitusperusteiden tarkentaminen) - rakenteiden alustava mitoitus - rakennuslupa
<b>Rakennusosamalli - laskenta</b>	<b>Rakennusosa-/varausmalli - laskenta</b>	<b>Järjestelmä-/varausmalli - laskenta</b>	
Tilat, rakennusosat tyyppitietoineen	Runkorakenteet (pysty- ja vaakaruunon mitat, sijainnit & dimensiot, mallielementit, tyyppirakenteet & liitokset, perustukset), liitokset perustuksiin, varaukset	TATE-järjestelmien palvelualueet, keskuslaitteet, kanavistot, putkistot, päätelaitteet, keskuskeset, johtotiet (johto- ja kaapelikourut sekä -arinat), valaisimet	- rakenteiden mitoitus tarjouspyyntöjen vaatimaan tarkkuuteen - TATE-järjestelmien määrittely - määrätietojen tuottaminen - investointilaskenta - energiasimulointi - mallien käyttö urakkatarjousten liitteinä - mallien käyttö reikä- ja varaussuunnitteluun apuna
<b>Rakennusosamalli - toteutus</b>	<b>Rakennusosa-/varausmalli - toteutus</b>	<b>Järjestelmä-/varausmalli - toteutus</b>	
Edellisen vaiheen tarkkuustasoa vastaava malli päivitettyinä toteutusta vastaavaksi	Runkorakenteet ja liitokset, lähtötiedot valmisosasuunniteluun, valuosat ja paikallavälikorjauksien rauditukset, perustukset, liitokset perustuksiin, varaukset, detailit	TATE-järjestelmien palvelualueet, keskuslaitteet, kanavistot, putkistot, päätelaitteet, keskuskeset, johtotiet (johto- ja kaapelikourut sekä -arinat), valaisimet	- toteutussuunnittelu - tiedot valmisosasuunnitteluun ja tuotannonsuunnitteluun
<b>Toteumamalli</b>	<b>Toteumamalli</b>	<b>Toteumamalli</b>	
Edellisen vaiheen tarkkuustasoa vastaava malli päivitettyinä toteutusta vastaavaksi	Edellisen vaiheen tarkkuustasoa vastaava malli päivitettyinä toteutusta vastaavaksi	Edellisen vaiheen tarkkuustasoa vastaava malli päivitettyinä toteutusta vastaavaksi	- tiedot huoltoon ja ylläpitoon, tilahallintaan, myöhemmän käytön suunnitteluun

**Kuva 4** Mallien yleinen sisältö ja käyttötarkoitus (YTV12: Osa1 Yleinen osuus)**2.2.2 Laadunvarmistus**

Tietomallin avulla voidaan suunnitelmien sisällöllistä yhteensovittamista tarkastella entistä kattavammin ja tarkemmin. YTV2012 osassa 6, Laadunvarmistus on esitetty, että suunnitelmien tietosisällön tarkastettavuusaste

nousee noin 40 – 60 prosenttiin, kun se perinteisessä suunnitteluprosessissa on vain 5 – 10 %.

IFC -tietomalleja ja niiden sisältöä voidaan tarkastella kolmesta lähtökohdasta (YTV2012: Osa 6, Laadunvarmistus):

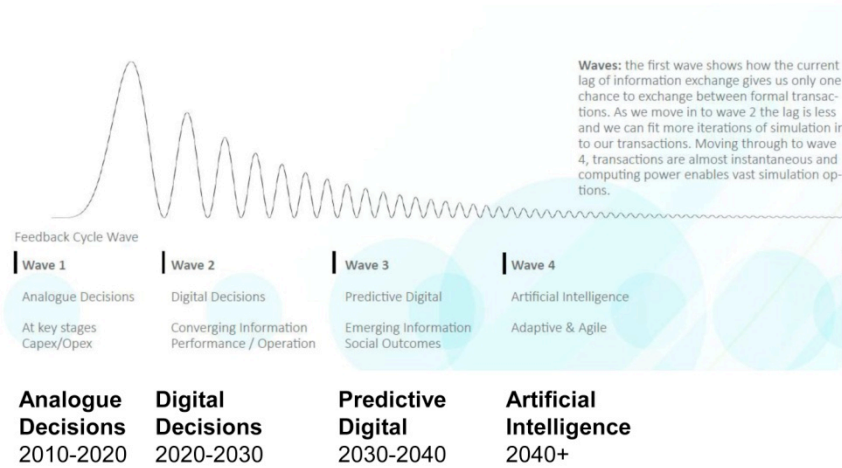
- Tekninen tietomallisisältö; onko tietomalli muodostettu oikein suunnitteluohjelmasta
- Tietomallin tietosisältö; ovatko suunnittelualakohtaiset ko. vaiheeseen kuuluvat tiedot mallissa
- Suunnitelman sisällön ja laadun arviointi tietomallin avulla; tutkitaan suunnitelmaa vertaamalla tietomallien komponentteja toisiinsa (esim. törmäystarkastelu, yhdenmukaisuus) tai tiedossa oleviin vaatimuksiin (esim. tila- yms. vaatimukset, puutetarkastelut).

Tietomallin laatusisältöä ei ole mahdollista varmistaa automaattitoiminnoin. Suunnitelmien toimivuuden ja tarkoituksenmukaisuuden tarkasteluun tietomallin pohjalta voidaan sen sijaan tuottaa havainnollistamisaineistoa, jota voidaan hyödyntää laatusisällön varmistamisessa. Havainnekuvia ja niiden pohjalta suunnitelmien toiminnallisuutta tarkastelevalla henkilöllä tulee olla hyvä kuvanlukutaito, jotta hän osaa hahmottaa aineistosta oleellisen sisällön. Tässä on tärkeää tunnistaa lopputuotteen eli rakennuksen toiminnallisuus- ja laadunvarmistusanalyysin kannalta merkityksetön informaatio, kuten aineiston käsittelyasteesta riippuva tehosteiden tai visuaalisen kómpe-lyyden aiheuttama ensivaikutelma, ja kyetä näkemään mallin visuaalisen tason taakse.

### **2.3 Tietomallinnuksen visio**

Jatkuvan digitalisoitumisen myötä tietomallinnuksen rooli tulee nykyisestään kasvamaan merkittävästi (kuva 5).

## Feedback Cycle Wave

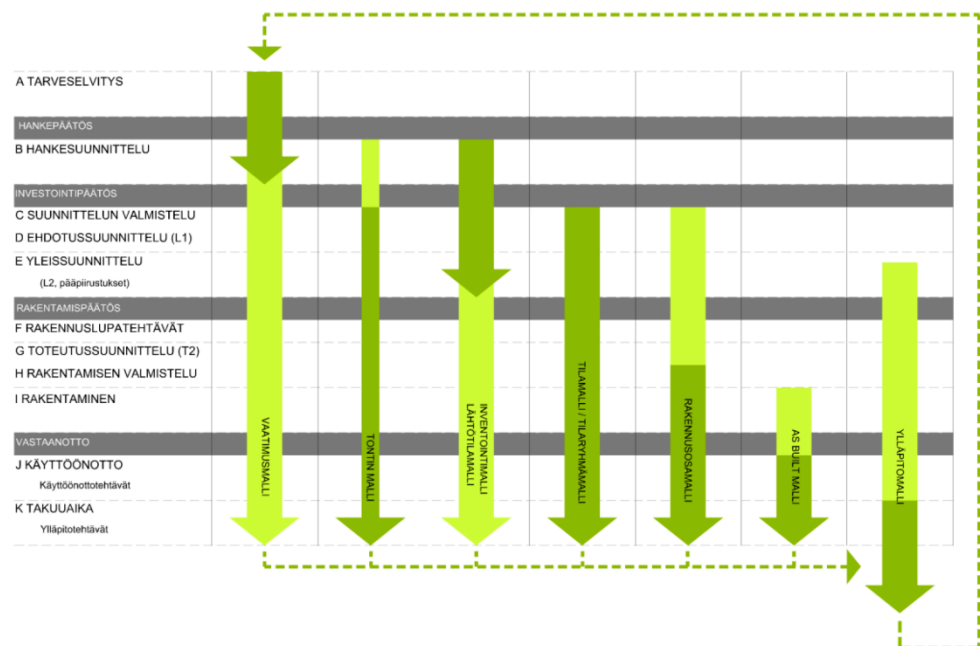


**Kuva 5** Tietomallintamisen visio BIM2050 (Kivimäki 2014)



### 3 Mallintavan suunnittelun resurssit

Kaikille rakennushankkeille on tyypillistä tasapainoileminen erilaisten resurssien kanssa. Näitä ovat ajalliset, tiedolliset ja tekniset resurssit sekä investointi- että ylläpitovaiheen taloudelliset resurssit. Parhaimmillaan tietomallintaminen auttaa näiden resurssien käytön optimoimisessa ja eri tavoitteiden kuromisessa yhdeksi kokonaisuudeksi. Tässä onnistuminen vaatii kykyä tunnistaa tietomallinnusprosessin erityispiirteet ja huomioida ne riittävän varhaisessa vaiheessa projektia.



**Kuva 6** Hankkeen tietomallirakenne ( YTV2012: Osa 8 Havainnollistaminen)

Tietomallin käyttäjillä voi olla myös hyvin erilaisia ja osin ristiriitaisiakin rooleja, tarpeita ja tavoitteita mallintamisen sisällön suhteen. Esimerkiksi rakennusvalvontaviranomaiset voivat esittää tietomallintamiselle sisältövaatimuksia, jotka saattavat olla ristiriidassa tilaajan tietomallintamiselle asettamien tavoitteiden kanssa. Kaikkea ei ole mielekäästä kaikissa hankkeissa mallintaa ja hyvin vahvasti yhdestä näkökulmasta laaditut mallintamistapa-

vaatimukset voivat rajoittaa mallin hyödyntämismahdollisuuksia rakennushankkeen muilla osa-alueilla.

### 3.1 Tilaajan tietomalliosaaminen

*”Tietomallihankkeessa tilaajan tehtävä on asettaa vaatimukset sekä luoda suunnittelijoille edellytykset täyttää nämä vaatimukset.” (Rantala, 2014)*

Jotta tietomallintaminen tukee ennen kaikkea rakennusta koskevien laadullisten ja toiminnallisten tavoitteiden toteutumista, tulee tilaajan määritellä keinot, joilla suunnittelutyötä ohjataan myös toteutuksen ja hankkeesta riippuen myös ylläpidon näkökulmasta koko mallintamisprosessin ajan.

*”Tilaaja ei lähtökohtaisesti tilaa tietomalleja. Tilaaja tilaa tietomalleja hyödyntäen tuotettuja lopputuloksia, kuten esim. energiasimuloinnin tai talotekniikkaristeilyt.” (Rantala 2014)*

Mikäli tilaajan omassa organisaatiossa ei ole tietomallintamisen osaamista, tietomalliprojektin onnistuminen edellyttää, että tilaaja valitsee riittävän aikaisessa vaiheessa hankkeeseen tietomallintamisesta vastaavan henkilön. Tämä henkilö voi projektista riippuen olla esimerkiksi pääsuunnittelija tai erillinen tietomallikoordinaattori joko pääsuunnittelijan tai tilaajan alaisuuteen. Resurssitehokas tietomalliprojekti edellyttää tyypillisten mallintamisen ristiriitakohtien varhaista tunnistamista ja projektikohtaisten ratkaisutapojen määrittämistä ennen varsinaista suunnitteluprosessia. Tehtävään nimettävällä henkilöllä tulee olla valmiudet ja ajalliset resurssit omaksua projektin oleelliset yleiset tavoitteet ja osallistua aktiivisesti projektin tietomallitavoitteiden asettamiseen.

Suunnitelmia hankittaessa on tilaajan huomioitava mahdollinen Konsultti-toiminnan yleisiä sopimusehtoja (KSE 2013) laajempi tarve tietomalliaineiston luovuttamiseen projektin lopussa. Jo tarjouspyyntöasiakirjoissa tulee erikseen mainita mahdolliset mallien laajemmat käyttöoikeudet ja niiden mahdollinen siirtyminen edelleen myöhemmin kiinteistön myyntitilanteessa. Niin ikään oikeudet mallien muuttamiseen rakennuksen käytön aikana on kirjattava sopimukseen.

Tietomallien avulla suunnitelmien etenemistä voidaan seurata entistä konkreettisemmin. Havainnollistavan aineiston kautta entistä useamman henki-

lön on mahdollista seurata projektin etenemistä suunnitelmatasolla, vaikka heillä ei olisikaan piirustustenlukutaitoa. Mitä useampi henkilö käy suunnitelmia läpi, sitä todennäköisempää on virheiden varhainen havaitsemisen. Suunnitteluprosessin kasvanut läpinäkyvyys voi johtaa edelleen suurempaan tilaajatytyväisyyteen ja hallitumpaan lopputulokseen.

### **3.2 Tietomallintamisen roolit**

Onnistunut tietomallihankkeen läpivieminen vaatii ennakkoon suunnitellut menetelmät suunnittelutehtävien ja –menettelytapojen toteuttamiseen. Onnistuneeseen tietomallihankkeeseen tarvitaan ennen kaikkea toimiva suunnittelijaryhmä, jolla on riittävät valmiudet ja yhteisesti sovitut tavoitteet työn suorittamiseen.

#### **3.2.1 Tietomallipohjaisen projektin johtaminen**

Suunnittelua ohjaavalla henkilöllä on oltava riittävät sosiaaliset ja tekniset taidot suunnittelijaryhmän ohjaamiseen myös tietomallintamisen näkökulmasta. Ratkaisukeskeinen toimintaympäristö johtaa resurssitehokkaaseen yhteistyöhön. Tietomallintamisen tavoitteena tulee aina olla resurssitehokas suunnittelu, rakentaminen ja rakennuksen ylläpito, ei tietomallintaminen itsessään.

#### **3.2.2 Pääsuunnittelija**

Pääsuunnittelijan tehtävä on Suomen rakennuslainsäädännön mukaan (RakMK A2) mm. huolehtia eri alojen suunnittelijoiden yhteistyön järjestämisestä ja sekä osaltaan huolehtia siitä, että suunnittelutyölle on varattu aikataulussa riittävästi aikaa. Edelleen hänen vastuullaan on varmistaa suunnitelmien yhteensopivuus ja ristiriidattomuus. Pääsuunnittelun tehtäväluettelossa (PS12, RT10-11108) on yksilöity pääsuunnittelijan lakisääteiset ja häneltä erikseen tilattavat tehtävät.

Pääsuunnittelijan tehtävä on ensisijaisesti hankkeen laadullinen ja sisällöllinen valmisteleminen ja ohjaaminen. Juhani Kiiras (2014) kuvaa suunnittelijavalintojen kriteereitä: ”Kompetenssi koostuu tehtäväosaamisesta, kokemusosaamisesta ja yhteistyökyvystä”. Pääsuunnittelijalla tulee olla kompetenssia ohjata erityissuunnittelijoita ja suunnittelutyötä siten, että tilaajan asettamat tavoitteet saavutetaan rakennusteknisesti ja rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisilla, ekologisesti kestäväillä suunnitteluratkaisuilla.

Tietomallintaminen on tiedon jäsentämisen ja jakamisen työkalu, eikä mallien tekninen yhteensovittaminen kuulu varsinaisesti pääsuunnittelijan tehtäviin. Tietomallintamisen osalta pääsuunnittelijan tehtävien ei tarvitse ulottua muuhun kuin siihen, että hän varmistaa tiedon luomisen tapahtuvan oikeassa laajuudessa ja oikea-aikaisesti sekä vastaa siitä, miten hankkeessa huolehditaan suunnitelmien yhteensovittamisesta, roolituksesta, aikataulutamisesta ja suunnitelmakokonaisuuksien hallinnasta. Tietomallintamisen teknisen puolen ohjaaminen ja valvominen on miellettäviä omaksi tehtäväkseen, mihin nimetään erillinen tietomallikoordinaattori pääsuunnittelijan avuksi.

### **3.2.3 Tietomallikoordinaattori**

Tietomallikoordinaattorin tehtäviin kuuluu yleensä yhdistelmämallien koostaminen ja ristiriitaisuuksista raportoiminen. RT-kortiston 12-sarjassa ei ole esitetty erillistä tietomallikoordinaattorin tehtäväluetteloa. Tehtävän rajoittuminen pääsuunnittelija- ja tilaajatehtäviin tulee määrittellä hankekohtaisesti projektin tarpeiden mukaan, mutta määräävänä piirteenä on, että tietomallikoordinaattorin työ on ensisijaisesti teknistä. Hankkeen sisällöllinen ja laadullinen johtaminen säilyy pääsuunnittelijalla ja tilaajan organisaatiolla. Koska puhtaasti tietomallin kanssa operoivalla tietomallikoordinaattorilla ei usein ole riittävän tiivistä roolia itse rakentamista valmistelevalle projekti-ryhmässä, vaarana voi olla, että itse tietomallintamiseen suhtaudutaan kokonaisuuden kannalta epätarkoituksenmukaisen kunnianhimoisesti varsinaisen suunnittelutyön kustannuksella.

Teknisesti taitavan tietomallikoordinaattorin rooli tehostaa eri ohjelmistojen ja erilaisten työskentelytapojen saumatonta yhteensovittamista. Tietomallikoordinaattori, joka osaa aktiivisesti tunnistaa teknisiä ja taidollisia ongelmia sekä tarjota niihin toimivia ratkaisuja, voi vaikuttaa merkittävästi resurssitehokkaan mallintamisen onnistumiseen.

### **3.2.4 Suunnittelijat**

Mallintavassa suunnittelussa eri suunnittelualojen tiedostot ja työtavat limityvät entistä enemmän toisiinsa. Kukin suunnittelija vastaa kuitenkin edelleen itse omasta työstään ja oman mallinsa oikeellisuudesta. Koska suunnittelijat käyttävät oman työnsä pohjana toistensa malleja, tiedonvaihdon ja yhteistyön sujuvuuden merkitys korostuu entisestään. Tietomallien yhteen-

sopivuus varmistetaan yhteisesti sovituissa tarkastuspisteissä, ja vaikka tätä työtä valvoo usein erillinen tietomallikoordinaattori, säilyy vastuu mallien virheiden korjaamisesta suunnittelijoilla itsellään aivan samalla tavalla kuin vastuu suunnitteluratkaisujen oikeellisuudesta säilyy kullakin suunnittelijalla, vaikka pääsuunnittelija sitä osaltaan valvookin.

Onnistuneessa tietomalliprojektissa suunnittelijoiden kompetenssin merkitys korostuu, koska eri suunnittelualat kattavia yleisiä yhteisiä käytäntöjä ei vielä ole muodostunut. Suunnittelijoilta vaaditaan kykyä ennakoida tulevia työvaiheita, näkemystä kokonaisuudesta ja kykyä luonnostella ratkaisukokonaisuuksia. Resurssitehokkaan mallintamisen onnistumisessa on oleellista, että suunnitteluratkaisujen periaatteellinen toimivuus ja yhteensopivuus varmistetaan ennen laajamittaista mallintamista. Projektin onnistumisessa on eduksi, että suunnittelijoilta löytyy ennakkoluulottomuutta ja halua tutustua muiden suunnittelualojen käytäntöihin ja tarpeisiin sekä joustamista omissa käytännöissä yhteisen päämäärän hyväksi.

Tietomallintamisen sujuvuuden varmistamiseksi tulee kullekin suunnittelualalle nimetä tietomallivastuuhenkilöt ja laatia tietomalliseloste, jossa kuvataan tietomallintamistapa ja –tarkkuus. Tietomallikoordinaattorin tulee varmistaa tietomalliselosteiden yhteensopivuus ennen suunnittelutyön alkamista ja tarvittaessa hänen on tarkennettava työskentelytapoja siten, että ristiriidat ratkaistaan ennen ongelmien syntymistä. Myös tiedonsiirron tekninen toimivuus tulee varmistaa ennen suunnittelutyön aloittamista.

Eri suunnittelualojen tietomallien sisältöjen määrittelemiseksi on YTV2012-asiakirjakokonaisuuden suunnittelualoja koskevien osien lopussa kutakin suunnittelualaa koskeva Tietomallin tietosisältö -kaavio, jota voidaan hyödyntää hankekohtainen mallinnustason määrittämisessä.

Tiedon siirtyessä mallien avulla tietoa välittyy suunnittelijalta toiselle huomattavasti laajemmin kuin perinteisessä dokumenttipohjaisessa suunnittelussa. Tämä toisaalta tehostaa suunnitteluprosessia mutta toisaalta asettaa myös vaatimukset tiedon oikeellisuudelle. Tietomallipäivityksen yhteydessä tulee kunkin suunnittelijan toimittaa erillinen tietomallin vaihe ilmoitus, jolla kuvataan mallin sen hetkinen valmiusaste.

### 3.3 Rakentamisen valmistelu

Tietomallintamisen perustavoitteen tulee olla selvä hankkeen kaikille osapuolille: suunnittelu tähtää rakentamiseen. Tietomalli on apuväline rakennusaikaisten turhien ja kahteen kertaan tehtävien töiden välttämiseen. Sen avulla voidaan vähentää suunnitelmavirheitä ja sitä voidaan hyödyntää rakentamisen valmistelussa.

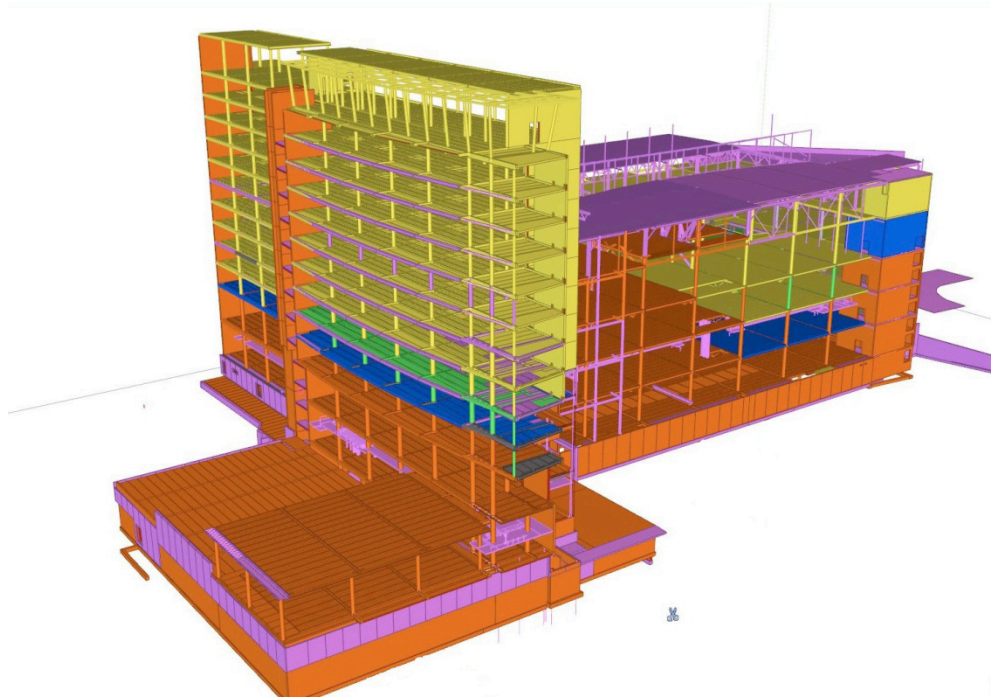
Tietomallintamisen tulee tukea rakentamisen ja hankinnan tarpeita eikä olla mallintamista mallintamisen itsensä takia. Oleellista on etukäteen sopia, miten tietomallia on kyseisessä hankkeessa tarkoitus käyttää ja mille tasolle suunnittelijat näin ollen suunnitelmansa mallintavat.

On kuitenkin huomioitava, ettei suunnittelija ole osa toteutusorganisaatiota. Vaikka tietomalleilla voidaan tuottaa varsin kattavia ja yksilöityjä määrätietoja, on huomioitava, että mallin käyttäminen suoraan hankintojen tarpeisiin asettaa mallintamiselle varsin korkean, koko hankkeen kattavan oikeellisuusvaatimuksen. Määrälaskijasta tulee tietomallihankkeessa yhä vahvemmin määräasiantuntija, kuten YTV2012:n osassa 7, Määrälaskenta todetaan. Määrälaskijalta vaaditaan kykyä arvioida lähtötiedot sekä mm. mallinnuksen kattavuus. Määrälaskenta tehostuu, mikäli määrälaskijalla on ammattitaitoa täydentää ja jäsentää suunnittelijoiden mallia tuottamaan määrälaskenta-aineistoa omaa käyttöönsä varten.

Näistä syistä on vastuurajat määriteltävä huolellisesti etukäteen. Etukäteen on myös sovittava, missä määrin suunnittelijat käyttävät ratkaisujen mallintamiseen yleisiä rakennusosaelementtejä ja rakennusteollisuuden tuottamia tuote-elementtejä. Käytettäessä ohjelmistojen määrätietoluetteloiden avulla tuotettuja toteutusta palvelevia määrätietoja, korostuu tietomallien muutosten seuraamisen hallitseminen.

Kussakin hankkeessa tulee arvioida, kuinka tarpeellista on päivittää suunnitelmamallit vastaamaan toteutettavaa tai toteutunutta rakennusta. Joissakin hankkeissa voi olla mielekästä päivittää mallia hankintojen etenemisen mukaan esimerkiksi rakennukseen kohdistuvien erityisten laadullisten vaatimusten toteutumisen seuraamiseksi tai ylläpidon tarpeita varten. Tällaisessa tapauksessa työlle on osoitettava vastuuhenkilö joko tilaajan omasta organisaatiosta tai ostettava mallinnuspalvelu ulkopuoliselta konsultilta.

Tietomallia voidaan hyödyntää myös rakentamisen aikataulun laatimisessa. Tietomalliin voidaan projektikohtaisesti kirjata järjestelmien ja rakennusosien asennusajankohdat sekä aikataulun kannalta kriittiset kohdat.



**Kuva 7** Esimerkki runkovaiheen tietomallipohjaisesta aikataulusta, SRV, Flamingo, Vantaa. Värikoodit: oranssi = valmis / asennettu, sininen = kuluva viikko, vihreä = seuraava viikko, keltainen = aikataulutettu, yli kaksi viikkoa, lila = aikataulutettu, yli kaksi viikkoa, eri urakoitsija. (YTV2012, osa 13 Rakentaminen)

### 3.4 Työmaa

Rakentaminen tähtää rakennukseen. Mallintamalla voidaan havainnollistaa lopputuotetta ja varmistaa osin sen laadullinen tavoitteidenmukaisuus niin teknisesti, tilallisesti kuin esteettisestikin. Hyvin tehty tietomallintaminen hyödyttää lähtökohtaisesti työmaata, koska se tarjoaa entistä tehokkaammat välineet asennusristiriitojen varhaiseen tunnistamiseen. Tietomallia voidaan hyödyntää myös esimerkiksi rakennusaikaisen logistiikan ja työturvallisuuden ennakoimisessa ja suunnittelussa (ks. esim. Sulankivi & Kiviniemi 2013).

Työmaalla tietomallia voidaan käyttää apuvälineenä suunnitteluratkaisujen ja niiden vaatimien tilatarpeiden tunnistamiseen ja havainnollistamiseen. Tietomalli auttaa esimerkiksi suunniteltaessa asennusjärjestystä ja puotamissuojausta. Työmaalla on kuitenkin oltava tiedossa, millä tarkkuudella ja laajuudella ratkaisut mallinnetaan ja miltä osin malli on käytettävissä kus-

sakin tehtävässä. Esimerkiksi mittatietojen ottaminen suoraan mallista on aina varmistettava rakennushankekohtaisesti.

Tietomallin käyttäminen työmaan apuvälineenä vaatii työmaaorganisaatiolta järjestyneisyyttä sekä teknisiä taitoja tiedon hakemiseen oikeasta paikasta kussakin tilanteessa (esim. Nummelin ym. 2011). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että työmaalla tulee olla mallintamistaitoinen insinööri, joka kykenee myös päivittämään mallia esimerkiksi aikataulutuksen tarpeiden mukaan ja jolla on taidollisten resurssien myös riittävä aikaresurssi työmaalle oleellisen tietosisällön tunnistamiseen mallista.

Detaljitason mallintaminen koko rakennuksen kattavasti on nyky menetelmien raskasta, eikä tietomalli korvaa rakennuspiirustuksia ja muita perinteisiä työmaalla rakentamisen ohjaamiseen käytettäviä dokumentteja. Oleellista tietomallintamishankkeessa on, että dokumentteja joko tuotetaan suoraan mallista tai niiden yhteensopivuus mallin kanssa varmistetaan huolellisesti. Tulevaisuudessa mallintamis- ja dokumenttien linkittämismenetelmät oletettavasti kehittyvät ja tiettyihin rakenteisiin liittyvät detaljit ja vaatimukset esittävät dokumentit saadaan linkitettyä yhdeksi tiedostokokonaisuudeksi. Tällaisella linkitetyn tiedon verkostolla voitaisiin minimoida päällekkäiset esitykset samasta asiasta ja edelleen pienentää virheiden muodostumisriskiä.

Projektikohtaisesti on määritettävä, missä laajuudessa tietomallit luovutetaan urakoitsijoiden käyttöön vai luovutetaanko niitä ollenkaan. Mikäli urakoitsijalle annetaan oikeus tietomallien käyttämiseen oman työsuorituksensa osana, tulee huolehtia vastuurajojen yksiselitteisyydestä.

### **3.5 Käyttäjä ja rakennuksen ylläpito**

Tietomallien hyödyntämismahdollisuuksia rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana kuvataan YTV2012-sarjan osassa 12: Ylläpito. Kiinteistönomistajalle tietomallista voi olla etua esimerkiksi mahdollisuudessa hyödyntää laajuustietoja palveluiden kilpailuttamisessa tai menekkien laskemisessa, olosuhdesimulaatioiden tietojen hyödyntämisessä sekä käytettäessä ylläpito-ohjelmistojen raportointiominaisuuksia. Jotta tietomallia voidaan ylläpitoaikana tehokkaasti hyödyntää, tulee tavoitteiden olla selvillä jo suunnittelun alkuvaiheessa ja tavoitteiden toteutumista seurata kuten muiden tavoitteiden osalla. Käytön tarpeet tulee huomioida sopimuksissa määrittelemällä mallinnustaso- ja tarkkuus oikein sekä varmistamalla, että tietomalli luovute-



taan käyttäjälle ylläpidon vaatimassa tiedostomuodossa kulloinkin voimassa olevien KSE -ehtojen mukaisesti.

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999, 117 i §) edellyttää rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen laatimista kaikille sellaisille uudis- ja korjausrakentamiskohteille, joita käytetään asumiseen ja työskentelyyn. Jotta huoltokirjatarpeet huomioidaan suunnittelutyössä jo tietomallintamisen aikana, voi hankkeeseen nimetä vastuullisen huoltokirjakoordinaattorin, joka huolehtii vaatimusten toteutumisesta tietomallikoordinaattorin kanssa.

### 3.6 Tietomallit viranomaisvalvonnassa

*”Pitkän aikavälin tavoitteena on mallin käyttäminen kokonaisvaltaisesti rakennuksen koko elinkaaren aikana suunnittelun lähtötietojen tulkintaan, rakennuksen suunnitelmien tarkastamiseen ja tallentamiseen, rakennustyön valvontaan sekä toteutuman tallentamiseen ja elinkaaren seurantaan purkuvaiheeseen ja sen jälkeiseen mahdolliseen maaperän kunnostamiseen asti.”*  
(YTV 2012, Osa 14 Rakennusvalvonta)

YTV12:ssa esitetty tavoite on, että kaikissa uudishankkeissa ja laajemmissa korjaushankkeissa voitaisiin käyttää tietomallintamisen normaalitasoa.

#### **i** Normaalitaso

- Normaalitason tiedolla tarkoitetaan sellaista tietoa, joka voidaan lukea luotettavasti ohjelmallisesti suoraan mallista ilman ihmisen tekemää tulkintaa.
- Tällaisia tietoja ovat mm. vakiomuotoiset metatiedot, mallin korkoasemat, tilojen käyttötarkoitukset ja pinta-alat.
- Kun vaatimuksena on normaalitaso, kaikkien sen tason vaatimusten tulee täytyä.

#### **i** Erityistaso

- Erityistasolla tarkoitetaan sellaista mallista luettavaa tietoa, jonka lukemisessa tarvitaan ihmisen tekemää tulkintaa.
- Tällaisia tietoja ovat mm. rakennetyypit ja niiden sisältö, poistumistie- ja esteettömyysvaatimusten toteutuminen ja rakennuksen esteettiset ominaisuudet.
- Erityistason vaatimuksille ei välttämättä ole vakioitua mallinnus- tai merkintätapaa. Ne tulee siten dokumentoida hankekohtaisesti tarkasti ja yksiselitteisesti tietomalliselostukseen, joka toimitetaan tietomallin mukana.
- Erityistaso sisältää normaalitason, eli kaikkien normaalitason vaatimusten tulee täytyä.
- Normaalitasosta poiketen erityistason vaatimuksista voidaan ottaa käyttöön harkinnan mukaan vain osa. Ne sovitaan hankekohtaisesti tai määrätään ko. rakennusvalvonnan erillisohjeella.

### **Kuva 8** Tietomallinnuksen vaatimustasoluokat rakennusvalvonnassa (YTV12, Osa 14 Rakennusvalvonta)

Rakennusvalvonta suunnittelee hyödyntävänsä malleja tulevaisuudessa kolmella eri tavalla: malleista luettava metatieto, erilaiset tarkistukset ja analyysit sekä niiden visuaalinen tarkastus. Mallin metatietojen tehokas

käyttäminen vaatii mallin komponenttien (rakennetyypit, pinta-ala tiedot, jne.) hallittua ja täsmällistä ennalta määritellyn mallintamistavan noudattamista. Toimiessaan mallista saatava tieto voi korvata nykyisen tiedon keräämisen mekaanisesti erilaisiin lomakkeisiin. Tiedon lukeminen tällä tavalla mallista on teknisesti mahdollista jopa mallia avaamatta tallentamalla malli sähköiselle työpöydälle.

Rakennusvalvonnan mallilla suorittamat analyysit voisivat olla esimerkiksi esteettömyystarkastuksia tai palosimulaatioita, joiden suorittaminen vaatii viranomaiselta jo erillisten ohjelmistojen käyttöä ja suurempaa tulkintatyötä.

Visuaaliseen tarkasteluun on rakennusvalvonnalla mahdollisuudet jo nyt. Ilmaisia mallinkatseluohjelmia on saatavilla ja niiden käyttäminen on suhteellisen yksinkertaista. Kehittyneemmässä muodossa rakennuksen virtuaalimalli voitaisiin liittää osaksi kaupungin mallia, mikä antaisi aivan uusia ulottuvuuksia tarkasteltaessa esimerkiksi rakennuksen soveltumista ympäristöönsä kaavoitus- ja rakennuslupavaiheissa.

### **3.7 Tietomallintamisen taloudelliset resurssit**

Tietomallia tilattaessa on ymmärrettävä, mitä tilaa ja mitä se maksaa. Suunnittelijoille mallintava työtapa on yleensä perustyötä. Suunnittelutyön kustannukset kasvavat, mikäli hankkeessa edellytetään suunnittelijoille vieraita menettelytapoja tai poikkeuksellisen tarkkaa mallintamista. Suunnittelutyötä ja –kustannuksia nostaa myös se, jos suunnitelmien yhteensovittaminen on aikataulullisesti tai teknisesti haastavaa. Tietomallintamisen kustannukset syntyvät ennen kaikkea eri suunnittelijoiden mallintamistapojen ja mallien yhteensovittamisesta. Käytännössä tämä vaatii työresurssia erilliseltä tietomallikoordinaattorilta, joka tuntee riittävästi sekä eri suunnittelualoja, ohjelmistoja että rakentamisen tarpeita. Tämän tehtävän vaikutus suunnittelukustannuksiin on 10 – 20 % riippuen hankkeen koosta, hankemuodosta ja asetettujen tavoitteiden yksiselitteisyydestä.

Mitä yksiselitteisemmin tietomallintaminen on tilattu suunnittelijoilta, sitä suurempi hyöty siitä saadaan rakennusaikaisten virhe- ja muutostöiden vähäisyyden muodossa. Työmaan kannalta edistyneen tietomallintamisen kiistaton hyöty on, että tietomallinnuksen avulla tuotettu tieto on Arto Kivimäen (2014) sanoin ”yhden totuuden tietoa”. Tulevaisuudessa ohjelmistojen kehittyminen parantaneekin mahdollisuuksia tuottaa tietomallipohjaisia tieto-

kantoja, luetteloita ja viestintämenetelmiä jolloin ristiriitaisten dokumenttien mahdollisuus pienenee entisestään.

### 3.8 Resurssivaatimukset ohjelmistoille ja tiedonsiirrolle

Julkaisun ”YTV, versio 1.0: Yleiset tietomallivaatimukset 2012” mukaan julkisissa hankkeissa kaikkien vähintään IFC 2x3 sertifioitujen mallinnusohjelmien käyttäminen on sallittua. Vuonna 2013 on julkistettu uusi IFC4-standardi, joka vähitellen korvaa vanhemman tallennusmuodon. Hankekohteisesti on kuitenkin usein mielekäästä asettaa mallintamiselle tätä tarkempia tavoitteita ja määritellä ohjelmistokohtaisia asetuksia, joilla varmistetaan projektin tavoitteiden mukaisen tiedon mahdollisimman sujuva siirtyminen. Tiedonsiirron toimivuus tulee myös aina testata ennen lopullisen projektikohtaisen toimintamallin määrittämistä.

Eri suunnittelualoilla on käytössä kullakin omat ohjelmistonsa. Suunnittelu-prosessia valmisteltaessa on huomioitava ohjelmistorakenteiden vaikutukset suunnittelutyöhön ja etsittävä ajoissa tehokkaita keinoja, joilla tieto saadaan siirtymään sujuvasti eri suunnittelijoiden ja ohjelmistojen välillä. Rakenne-, LVI- ja sähkösuunnittelussa ohjelmistot on tarkoitettu ensisijaisesti järjestelmien mallintamiseen yksilöidyn tuotesin. Ohjelmistot tukevat huonosti luonnosvaiheen suunnittelua, jossa haetaan rakennukselle optimaalisia ratkaisumalleja.

Tiedonsiirron haaste on, että kukin suunnitteluohjelmisto tuottaa omantyyppisiä tiedostoja. Toisten suunnittelijoiden malleja ei yleensä voi tuoda erityissuunnitelmien laatimisen pohjaksi, vaan tiedostot on muunnettava IFC-malleiksi ja koottava erillisiksi yhdistelmämalliksi. Käytettäessä IFC-tiedonsiirtoa ohjelmistojen välillä geometriatiedot siirtyvät yleensä suhteellisen hyvin, mutta osa rakennusosien ja etenkin tilaobjektien ominaisuuksia voi jäädä siirtymättä tai siirtyä muodossa, jota vastaanottava ohjelmisto ei tue.

Tietomallit ovat yleensä niin raskaita, että niiden siirtäminen sähköpostitse on mahdotonta. Tietomallintamishankkeessa tulee olla käytössä projekti-pankki.

## 4 Onnistunut tietomalliprojekti

### 4.1 Edellytysten luominen: sopimukset

Tietomallintamisen onnistumisen edellytykset määritellään sopimuksissa. Kun sopimuksissa on määritelty vastuurajat, rakennushankkeen keskeiset tavoitteet sekä suunnittelutyön sisältö selkeästi, on suunnittelijoiden mahdollista sopeuttaa työtapansa vastaamaan projektin tavoitteita ja varata hankkeelle riittävät aika- ja henkilöresurssit. Sopimalla projektille kokonaisyömyäärän ja vaatimustason huomioivat optimaaliset työtavat, saadaan tietomallintamisesta sen mahdollistama hyöty ristiriitaisuuksien ja tavoitteiden saavuttamisen hallitsemisessa.

### 4.2 Yhteistyön merkitys

Päällekkäistä työtä voidaan merkittävästikin vähentää, kun tunnistetaan eri osapuolien ohjelmistojen, työtapojen ja tavoitteiden väliset ristiriidat. Tietomallinnushankkeen onnistuminen varmistetaan, kun eri suunnittelualoja ja tehtäväkokonaisuuksia edustavat suunnittelijat toimivat hyvässä yhteistyössä yhdistäen toisiaan täydentävät näkökulmansa hankkeen parhaaksi.

Tietomalli ei vielä ole suunnitteluväline. Tietomalliin kerätään suunnitelmätietoa ja sitä voidaan käyttää suunnitelmien ristiriitaisuuksien tunnistamiseen. Hankkeelle oleellisia periaatteellisia ratkaisumalleja niin työtapojen kuin varsinaisten suunnitteluratkaisujen osalta tulee jaksaa työstää riittävän pitkään. Suunnitteluprosessi on syytä jakaa osakokonaisuuksiin, joiden tavoitteiden mukaisuus varmistetaan ennen suunnitteluratkaisujen lukitsemista ja niiden mallintamista koko hankkeen laajuudelta.

Kaikilla osapuolilla tulee olla yhteinen käsitys tavoitteista ja keinoista, joilla niihin päästään. Keinojen tekninen toimivuus tulee tarkastaa erillisillä malli- ja esimerkkialoilla hankkeesta. Vasta kun ratkaisut on todettu sisällöllisesti

ja teknisesti mahdolliseksi, tulee ne suunnitella ja mallintaa koko hankkeen laajuudella.

#### **4.3 Vaikutukset aikatauluun**

Lähtötietojen kerääminen, hankkeen tavoitteiden asettaminen ja niiden taloudellinen ja tekninen toteutuskelpoisuus tulee varmistaa ennen hankkeen käynnistämistä. Tila- ja tilaryhmämallien nykyistä laajempi hyödyntäminen esimerkiksi hankesuunnitteluvaiheessa tehtävien energia-analyysien pohjalta voisi tuoda tilaajalle ja käyttäjälle kustannussäästöjä rakennuksen käyttö- ja ylläpitoaikana. Varhaisella mallintamisella voitaisiin suhteellisen kevyillä suunnitteluratkaisuilla myös tutkia vaihtoehtoisia ratkaisutapoja ja pyrkiä perusratkaisuja havainnollistamalla optimoimaan rakennuksen teknistä ja taloudellista rakennettavuutta. Yksinkertaisilla tilamalleilla voidaan myös käyttäjälle havainnollistaa ratkaisuja ja parantaa käyttäjän tyytyväisyyttä lopputuotteeseen eli rakennukseen.

Mallintavan suunnittelun kokonaisvaltainen hyödyntäminen vaatii aikaa erityisesti suunnittelun alkuvaiheessa. Toisaalta onnistuneella tietomallintamisella voidaan vähentää rakennusaikaisia muutostarpeita. Suunnitelmaristiriitaisuuksien varhaisen tunnistamisen kautta voidaan hankkeen myöhemmissä vaiheissa välttyä virheiltä ja siten saavuttaa sekä aikataulullista että taloudellista hyötyä.

#### **4.4 Tietomallinnus suunnittelutyön sujuvuuden apukeinona**

Parhaimmillaan tietomallintaminen parantaa suunnittelutyön sujuvuutta ja auttaa suunnitelmien yhteensovittamisessa. Usein suunnittelijoilla ei kuitenkaan ole työhön ryhtyessään tiedossa hankekohtaisia mallintamis- ja suunnittelukokonaisuuksien sisältötasoja. Huomattava osa ajasta kuluu helposti näiden toimintatapojen sopimiseen ja harjoitteluun, vaikka selkeällä tavoitteen asettamisella nämä ongelmat olisi voitu ohittaa kokonaisuudessaan. Tavoitteiden asettamisen yksiselitteisyyden ja seurattavuuden ennalta määrittelemisen merkitystä ei voi korostaa liikaa puhuttaessa resurssitehokasta tietomallintamisesta.

## 5 Lähteet

YTV2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osat 1-14,  
<http://buildingsmart.fi/8>

Kiiras, Juhani 2014. Rakennuttamisen kehittäminen ja keinoja välttää ongelmia. RAP36-esitys.

Kiviniemi, Arto 2014. Emerging BIM – an update of UK’s current situation. University of Liverpool, School of Architecture.

Kruus, Matti ja Kiiras, Juhani 2006. Suunnittelun ohjaus SUKE-mallissa  
<http://www.skolry.fi/sites/default/files/SUKEseminaari0606.pdf>

Lemponen, Miika 2011. Tietomallin analyysit ja simulaatiot Rakennushankkeessa, Diplomityö, TTY - Arkkitehtuurin Osasto.

Nummelin, Johanna; Sulankivi, Kristiina; Kiviniemi, Markku; Koppinen, Tiina (2011). Managing building information and client requirements in construction supply chain - constructor's view. Conference Proceedings of CIB W078 - W102 2011 joint conference. Sophia Antipolis, FR, 26 - 28 Oct. 2011. CIB; CSTB (2011)  
<http://2011-cibw078-w102.cstb.fr/papers/Paper-65.pdf>

RAKMK. Suomen rakennuslainsäädäntö.

Rantala, Mika 2014. Tietomallihankkeen tilaajaohje. RAP36-esitys.

RT-kortiston 12-sarja.

Sulankivi, Kristiina; Kiviniemi, Markku (2013). Building Information Modelling (BIM) promoting construction safety. Teoksessa: Research highlights in safety and security. Ed by Veikko Rouhiainen. VTT Research Highlights 10. VTT. Espoo (2013), 82 – 83  
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/researchhighlights/2013/R10.pdf>

Tilaajaohje 1.3 2014. Tietomallihankkeen tilaajaohje v. 1.3. Rantala, Mika 2014. RAP36-esitys.