

# **Suunnitelmien yhteensovittaminen tietomallia hyödyntävässä rakennushankkeessa**

**RAPS 34**

**Tutkielma/raportti**

**Markus Aaltonen, arkkitehti SAFA**

**Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy**

**Sastamala 9.11.2012**

**Aalto University Professional Development – Aalto PRO**

## Tiivistelmä

Tutkielman tavoitteena on selkiyttää ”suunnitelmien yhteensovittamisen” käsitettä ja sisältöä, erityisesti tietomallihankkeessa. Pääsuunnittelijan, eri suunnittelualojen ja urakoitsijoiden vastuurajat ovat oman kokemukseni mukaan hämärtyneet varsinkin tietomallia hyödyntävissä hankkeissa. Tietomallilla tuotettavan tiedon suuri määrä ja yksityiskohtaisempi luonne antaa näennäisen mahdollisuuden vierittää kaikkien perinteisesti rakennusaikaisen selvitysten teko suunnitteluvaiheen ja lopulta pääsuunnittelijan vastuulle.

Tämän perusteena on nykyään usein ilmenevä ”yhteensovittamisen” käsitteen laajentaminen rajattomasti koskemaan myös normaaleita urakoitsijain tehtäviin kuuluvia selvityksiä ja toteuttamisvelvoitteita.

Epämääräinen kuvitelma, että pääsuunnittelija vastaa kaikesta, on osasyynä siihen, että hankkeissa syntyy väärinkäsityksiä mm. siitä, mistä asioista vastaa pääsuunnittelija ja mistä erikoissuunnittelijat, mitä tarkoittaa ”rakennusaikainen suunnittelu” ja mitä urakoitsijoiden tulee selvittää.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän ja häntä tukevan rakennuttajaorganisaation kannalta on oleellista kyetä tunnistamaan ja erottamaan toisistaan oikeutetut ja ylimitoitettut vaatimukset niin pääsuunnittelijavelvoitteiden kuin eri suunnittelualojen vastuiden osalta. Samoin on tärkeitä ymmärtää millaisia vaatimuksia urakoitsija voi esittää suunnitelmien ”virheettömyydestä” eli missä kulkee raja urakoitsijan selonottovelvoitteen ja suunnitteluvirheen välillä.

## Sisällys

1	Tietomallinnus rakennushankkeessa.....	1
1.1	Taustaa .....	1
1.2	Mallintamalla tuotettu tieto, hyödyt ja haasteet .....	3
1.3	Havainnollistamisesta.....	5
1.4	Sähköinen aineisto sopimuksissa .....	7
2	Mallin tarkastus.....	9
2.1	Eri suunnittelualojen mallien yhteensovittaminen .....	9
2.2	Tuotetun tiedon määrä.....	10
2.3	Tiedon laatu ja suunnittelutarkkuus .....	11
2.4	Mallin virheettömyys .....	11
2.5	Virheiden määrä .....	12
3	Suunnittelijan vastuut mallinnetun suunnitelman sisällöstä .....	13
3.1	Suunnitteluvirhe vai mallinnusvirhe .....	13
3.2	Mallin päivittäminen ja ylläpito .....	15
4	Yhteensovittaminen ja selonottovelvollisuus .....	17
4.1	Pääsuunnittelija .....	17
4.2	Suunnitelmien yhteensovitus.....	17
4.3	Toteuttajan myötävaikutusvelvollisuus.....	20
4.4	Tietomallin asema yhteensovitusvelvoitteen näkökulmasta .....	21
5	Yhteistyö .....	23
6	Lähdeviitteet ja kirjallisuusluettelo.....	24



# 1 Tietomallinnus rakennushankkeessa

## 1.1 Taustaa

Suunnittelutyössä on koettu kolmen viimeisen vuosikymmenen aikana ennen näkemätön muutos. Sen on aiheuttanut ja tehnyt mahdolliseksi yleinen globaali tietotekniikan käyttöönotto. Tämä prosessi on seurannut myös suunnitteluammattilaisia, jotka ovat aloittaneet aktiivisen työuransa 1970 luvun aikana tai sen jälkeen ja muokannut heidän työtapojaan ja toimintaympäristöään.

Muutoksen luonnetta, vaikutuksia, seurauksia ja merkitystä on vaikea hahmottaa sen laaja-alaisuudesta johtuen. Se on pannut uusiksi niin työvälineet, menetelmät, menettelytavat kuin odotukset suunnitelmien sisällystään, virheettömyydestä ja laadusta.

Puhutaan ”käsini piirtämisestä”, kun tarkoitetaan aiemmin käytettyä tapaa tuottaa kuvantoja esimerkiksi suunnittelun kohteena olevasta rakennuksesta tai sen yksityiskohdista. Ennen kuin oli mahdollista käyttää tietokoneita piirtämiseen, olisi voinut hyvällä syyllä pitää esimerkiksi ilmaisua hieman huvittavana: pääsääntöisestihän ihminen piirtäessään käytti siihen kättä. ”Käsini piirtäviä” arkkitehteja toki on edelleen ja tuo taito on välttämätön myös tulevaisuudessa. Välttämätön sekä osana oppimisprosessia, jolla alalle aikova omaksuu kuvantamismenetelmät, että suunnittelu- ja ilmaisuvälineenä.

IT-tekniikan käyttöönotto suunnittelussa ei ole ollut vaivatonta, vaan se on vaatinut uudenlaisen ajattelutavan omaksumista. Tietokoneen käyttö suunnittelussa voi helposti rajoittua ”tehokkaan piirustuskoneen” käyttö-

si. Tällöin tuotetaan ns. tyhmiä 2D-tasokuvia tai 3D-malleja, joiden käytettävyys tietomallina on hyvin rajoitettu. Ratkaisevan tärkeää on ollut ymmärtää mahdollisuus sisällyttää koneella tuotettuun tiedostoon kuvatujen objektien geometrian lisäksi olennaista tietoa niiden ominaisuuksista.

Arkkitehti Vesa Peltonen kirjoittamassaan Arkkitehti-lehden artikkelissa 1980-luvun lopulla - tietotekniikan eli CAD:in (Computer Aided Design) käyttöönoton alkuaikoina - toteaa, että kysymyksessä on *uusi media* suunnittelijoiden, päättäjien, urakoitsijoiden ja kaikkien rakentamiseen osallistuvien tiedonvaihdossa. Media -sana ei ollut tuolloin yhtä laajassa käytössä kuin nykyään. Huomio oli oivaltava ja kuvaa hyvin sitä muutosta, joka teknisen kehityksen ansiosta on niiden aikojen jälkeen tapahtunut. Tekninen kehitys tarkoittaa niin laite- kuin ohjelmistokehitystä – tuttavallisesti ”rautaa ja softaa”.

Tiedon tuottamisen välineet vaikuttavat myös tietosisältöön, jota tuotetaan.

Käytetään esimerkkinä rakennussuunnittelussa niinkin keskeistä kohdetta kuin seinä. Kaikki suunnitteluohjelmistot ovat luoneet hyvät seinätyökälu, tehneet seinäobjektien luomisen, käyttämisen ja muokkaamisen äärimmäisen sujuvaksi. Seinien mallintaminen käy siis leikiten jo luonnosteluvaiheessa. Tietoa syntyy ja kumuloituu. Päivitykset tehdään käden käänteessä – tai pitäisikö sanoa hiiren kurvauksella. Se, joka on aika ajoin tukkeutuvilla ”rapidoilla” eli tussipiirtimillä, puhumattakaan graphokseista, piirtänyt 1:50 työpiirustuksia kuultopaperille, tietää, mikä ajan ja käsityön säästö on kysymyksessä. Tosin tuo säästynyt aika saattaa osittain huveta ohjelmistopäivitysten opettelemisessa, ohjelmistobugien tai laiteohjaimien virheiden kanssa tuhraamisessa.

Nuoremmat sukupolvet, jotka ovat kasvaneet tänä teknologia-keskeisen ajan myötä, ovat omaksuneet helpommin ja vaivattomammin uudet työtavat.

Ratkaiseva ero käsin piirretyn ja tietokoneella tuotetun *tiedon* välillä on siinä, että tietokoneella tuotettu tieto on sähköisessä muodossa. Sen jatkokäyttö on olennaisesti helpompaa kuin ”tyhmän” kuultopaperille piirretyn. Siihen sisältyy muutakin tietoa kuin tulosteeseen printatut viivat ja tekstit. Puhutaan siis mallista, ei piirustuksista. Puhutaan mallintamisesta, ei piirtämisestä.

Suunnittelu ei ole piirtämistä tai mallintamista. Piirtämällä ja mallintamalla kuvataan sitä mitä on suunniteltu. Tehdään ”näkyväksi” se mitä on *ajateltu*. Piirtämällä ja mallintamalla testataan, onko ajatus eli suunnitelma ylipäättään mahdollinen, toteutuskelpoinen, kunnollinen, järkevä, toimiva, hyvä vai jopa erinomainen.

Kuka testaa? Palaamme käsitteeseen media. Piirustus on, riippumatta miten se on tuotettu, tiedon välittäjä. Piirustushan voidaan tuottaa piirtämällä käsin paperille tai tulostaa esimerkiksi tietokoneen näytölle haluttu dokumentti mallista. Suunnittelijan päässä syntynyt ajatus on näin joko suunnittelijan itsensä tai suunnitteluryhmän, tilaajan tai jonkun muun asiaan kantaa ottavan arvioitavissa. Tieto siis välittyy.

## 1.2 Mallintamalla tuotettu tieto, hyödyt ja haasteet

COBIM kehittämishankkeen tuloksena on syntynyt ”Yleiset tietomallivaatimukset YTV 2012”.

Tietomallinnuksen mahdollisuuksista todetaan:

*”Tietomallit mahdollistavat mm:*

- *Investointipäätöksiä tukevien ratkaisujen toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia*
- *Energia-, ympäristö- ja elinkaarianalyysit ratkaisujen vertailua, suunnittelua ja ylläpidon tavoiteseuranta varten*
- *Suunnitelmien havainnollistamisen ja rakennettavuuden analysoimisen*
- *Laadunvarmistuksen, tiedonsiirron parantamisen ja suunnitteluprosessin tehostamisen*
- *Rakennushankkeiden tietojen hyödyntämisen käytön ja ylläpidon aikaisissa toiminnoissa”*

ja tavoitteista:

***”Yleisiä mallinnukselle asetettuja tavoitteita ovat esimerkiksi:***

- 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”***

Merkittävä ero käsin piirretyn dokumenttinipun ja tietomallin välillä on se, että tietomallia voidaan arvioida ohjelmallisesti. Sen käyttö ei rajoitu silmämääräiseen tarkasteluun. Esimerkkeinä mainittakoon määrälaskentatiedon ajantasaisuus, törmäys- ja energiatarkastelut. Rajana sille, kuinka tietomallia voidaan ohjelmallisesti arvioida, on vain mielikuvitus ja ohjelmistokehitys.

Sen lisäksi, että mallintamalla tuotetun tiedon analysointi on helposti automatisoitavissa, mallin kehittäminen on sujuvampaa ja luotettavampaa, kuin perinteisen dokumenttikokonaisuuden.

Tärkeää mallin tuottamisessa on tiedostaa, että tieto tulee määrittää yksikäsitteisesti yksilöityyn osaan mallia. Eli on huolehdittava siitä, ettei samaa tietoa sijoiteta toisiinsa linkittämättä useampaan paikkaan tai tiedostoon.

Perustavoitteena on menettely, jossa kaikki dokumentaatio tuotetaan tietomallista. Eli malli on tietokanta. Piirustukset, luettelot, selostukset ynnä muu aineisto, joka tarvitaan esimerkiksi urakkatarjousten ja -sopimusten sisällön dokumentaatiota varten, tuotetaan suoraan mallista.

Kaikki projektiot, kuten pohjat, leikkaukset, julkisivut ja detaljit, ovat keskenään ristiriidattomia ja vastaavat toisiaan. Tämä tukee sekä suunnittelua että toteutusta.



Kun muutokset suunnitellaan mallissa, se on aina ajan tasalla ja muutosten hallinta selkeää ja kattavaa. Haasteeksi muodostuu dokumenttien hallinta. Koska malli kehittyy sekä suunnittelun että toteutuksen aikana, jakeluun toimitetaan eri vaiheissa dokumentteja. Näiden hallinta on hoidettava perinteisin revisiointi- ja muutosmerkintämenettelyin.

### 1.3 Havainnollistamisesta

Tietomalli antaa tietysti myös hyvät mahdollisuudet suunnitelman havainnollistamiseen visuaalisesti niin tilaajalle, käyttäjille, muille suunnittelijoille kuin päätöksen tekijöille. Tämä on mahdollista jo suunnittelun varhaisessakin vaiheessa. Visualisointien käyttöön liittyy useita tarkkaa harkintaa vaativia kysymyksiä.

Suunnitelmasta, joka on vielä alkutekijöissään ns. raakile, voidaan helposti tehdä valokuvamaisen tarkka visualisointi ympäristöineen. Suunnitelman kypsyyssasteesta riippuen on kuitenkin syytä valita varhaisten luonnosten esittelyyn luonnosmainen, enemmän ”käsini piirretty” näköinen havainnollistus, jotta arvioitsijoita ei harhauteta pitämään kesken-eräistä suunnitelmaa valmiina. Näin varmistetaan, että suunnittelun edessä syntyvät muutokset eivät joudu liian kovan ”muutosvastarinnan” kohteeksi.



**Kuva 1** Visualisointi, Tampereen yliopistollisen keskussairaalan Obduktio-rakennus, Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy

Kuvakulmien ja animaatioiden kamera-ajojen reittien, värisävyjen, valaistuksen ja valoisuuden, ihmisten, kasvillisuuden, ajoneuvojen ja erilaisen rekvisiitan valinta esittelykuvaan tai -malliin vaikuttaa oleellisesti katsojalle syntyvään mielikuvaan suunnitelmasta. On ymmärrettävä, ettei ole olemassa absoluuttisesti oikeaa tai totuudenmukaista illustrointia. Jopa mallin geometria, joka sinänsä toteutetaan virheettömästi ja yksiselitteisesti, on taivutettavissa ns. kaunisteluun perspektiivinäkymien polttovälin ja kuvakulman valinnalla. Kuvankäsittelyohjelmilla voidaan kuvien informaatiota manipuloida merkittävästi vielä viimeistelyvaiheessa.



**Kuva 2** Visualisointi, Vaasan keskussairaala, Y-rakennus

Visualisointeja käytetään päätöksen teon tukena. Suunnittelua koskevaan arviointiin osallistuu aina myös suuri määrä henkilöitä, jotka eivät ole saaneet visuaalista tai suunnittelukoulutusta. Pohjapiirrosten, leikkausten ja julkisivukaavioiden ”lukeminen” vaatii harjaannusta, jotta tarkastelija voi ymmärtää suunnitelman sisällön. Tällöin havainnekuvat ja visualisoinnit saavat hyvin suuren painoarvon arviointeja tehtäessä. Usein kuulee sanottavan, että ”tämä perspektiivikuva ratkaisi arvioitsijoiden kannan” esillä olleeseen suunnitelmaan. Kuvallisen viestinnän keinot tulisi myös päättäjien tuntea.



**Kuva 3** Visualisointi, Tampereen yliopistollisen keskussairaalan Obduktiorakennus, Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy

#### 1.4 Sähköinen aineisto sopimuksissa

Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 1995 ottaa kantaa sähköisessä muodossa oleviin suunnitelmiin vain muutamissa kohdissa. Uusi luonnos KSE 2012 huomioi jo sähköisen aineiston useammassakin yhteydessä ja sisältää tietomalli -käsitteen.

Käsitteitä selventävässä kohdassa vanhan tekstin Asiakirja käsite korvataan käsitteellä Aineisto, joka paremmin sisällyttää itseensä myös sähköisessä muodossa olevan tiedon.

KSE 2012 kirjaa esimerkiksi kohdassa 7.1 periaatteet sähköisen aineiston säilytyksestä: aineisto säilytetään siinä muodossa kuin se on luovutettu eikä suunnittelijalla ole velvollisuutta päivittää aineistoa uudempiin muotoihin.

Suunnitelmien luovuttamista koskevassa kohdassa 7.2.1 todetaan, että ellei muuta ole sovittu toimitetaan luovutettava aineisto ei-muokattavassa muodossa ja ettei luovutettavalla aineistolla tässä tarkoiteta *tietomalleja*.

7.2.2 Aineiston edelleen luovutuksesta todetaan, että ”muokattavassa muodossa olevan aineiston luovuttamisesta sovitaan erikseen”. Ylipäätään KSE 2012 henki on, että käyttöoikeuksista ja luovutusmuodosta pitää aina sopia.

## 2 Mallin tarkastus

Mallintamisen erityinen etu on eri suunnittelualojen mallien yhteensovittamisen mahdollisuus.

Mallien geometrian ja ominaisuuksien tarkastaminen käy tehokkaasti mallintarkastus ohjelmilla kuten Solibri Model Checker, Autodeskin Navisworks ja Teklan Bimsigth. Tarkastusrutiinit voidaan tallentaa ohjelmaan. Joistakin ohjelmista löytyy valmiina esimerkiksi Senaatin mallintarkastus listat

### 2.1 Eri suunnittelualojen mallien yhteensovittaminen

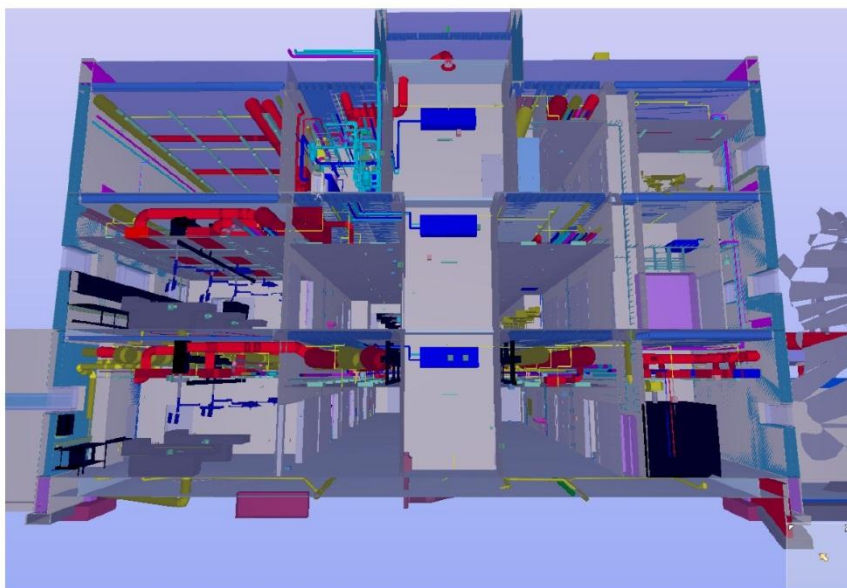
Jotta tietomalli palvelisi suunnittelua täysipainoisesti, mallityöskentelyn tulisi olla itsestään selvä osa suunnitteluprosessia. Yhdistelmämallin ja kaikkien osamallien tulisi kehittyä ehdotussuunnittelusta alkaen päätyen kohteen valmistuttua toteutumamalliksi vastaamaan lopputulosta (as-built). YTV2012 Yleisen osan liitteessä 1 ”Mallien yleinen sisältö ja käyttötarkoitus” on kuvattuna tietomallin käyttöä eri suunnitteluvaiheissa suunnittelualoittain.

Mallintarkastus alkaa mallien kokoamisella yhdistelmämalliksi. Tätä ennen tulee jokaisen suunnittelualan tarkistaa oma mallinsa. Tarkoituksena on poistaa mallien sisäiset ristiriidat ennen yhdistelmämallin tarkastusta. Lähtökohtanaan on, että jokainen suunnittelija vastaa oman suunnitelmansa sisällöstä.

Yhdistelmämallin tarkastus tehdään suunnittelualoittain ja mallintarkastuksen tulokset raportoidaan mahdollisimman havainnollisesti. Jokaiselle suunnittelijalle toimitetaan tarkastuksessa ilmenneet tiedot ristiriitaisuuk-

sista, poikkeamista ja virheistä toimenpide-ehdotuksineen. Toimenpide-ehdotus voi koskea yhtä tai useampaa suunnittelijaa. Asianomaisia pyydetään selvittämään, kuinka suunnitelmaa on kehitettävä.

On myös järkevää tehdä ARK- ja RAK-mallien identtisyyden tarkistus sekä talotekniikan eri osa-alueiden (LVI-Sähkö-SPR-ym.) keskinäinen yhteensopivuus. Pääsuunnittelijan tehtävä on huolehtia kaikkien suunnitelmien yhteensopivuudesta, ei etsiä suunnitteluvirheitä eri suunnitelmissa.



*E-leikkaus koko rakennus*

**Kuva 4** Esimerkki yhdistelmämallista leikattuna halutusta kohdasta, Tampereen yliopistollisen keskussairaalan Obduktio-rakennus, ARK: Arkkitehtitoimisto Tähti set Oy, TATE: AX-Suunnittelu Oy ja Granlund Tampere Oy

## 2.2 Tuotetun tiedon määrä

Kun mallityöskentely on keskeytymätön osa suunnitteluprosessia, tuotetun tiedon määrä luonnollisesti kasvaa jatkuvasti. Mitä suurempi tiedon määrä, sitä vaikeampi on tarkastusajojen tuottamasta virheraporteista löytää merkitsevät virheet. Helposti hukutaan merkityksettömien virheiden tulvaan.

On tärkeää, että mallia käytetään suunnitteluvaiheen mukaisesti ja jäsenytneesti. Näin tarkastelut on kohdennettavissa kunkin suunnitteluvaiheen osalta olennaisiin kysymyksiin.

### 2.3 Tiedon laatu ja suunnittelutarkkuus

Malliin vietävästä tiedosta on sovittava tilaajan kanssa samoin kuin mallin käyttötavoista ja hyödyntämisestä kohteen valmistuttua. Tämän dokumentoimiseen käytetään ns. vaatimusmallia.

Tiedon laadusta ja suunnittelutarkkuudesta sopimisen tärkeys korostuu yleissuunnittelun käynnistyessä, koska tällöin esimerkiksi ”Arkkitehti kehittää valittua suunnitelmavaihtoehtoa alustavaksi rakennusosamalliksi.” (YTV2012 Yleinen osuus s. 15) Sisältövaatimukset selviävät suunnitteluvaiheittain YTV2012:n kullekin suunnittelualalle kohdennetuista osuuksista 3 – 5 (ARK, TATE, RAK).

On huomattava, että mallintamalla tuotettu tieto on aina ideaalikuvaus kohteesta. Rakennusalan toleranssit eli sallitut poikkeamat ovat olemassa ja tarpeen normaalin rakentamisen näkökulmasta ja kohde toteutuu näissä rajoissa.

### 2.4 Mallin virheettömyys

Mallintaminen tapahtuu ihmisen toimesta ja on siten alttiina inhimillisille erehdyksille. Mallin omatarkastaminen on välttämätön osa normaalia toimintatapaa. Suunnittelijan tulee tarkastaa malli säännöllisesti suunnittelun edetessä, suunnittelukokouksiin ja tarkastuspisteissä. Suunnitteluryhmän tulee yhdessä valmistautua mallien tarkastuksiin vähintään suunnittelukokouksiin ja tarkastuspisteissä. Tilaajan tai edustajansa puolesta tulisi tarkastukset tehdä vähintään tarkastuspisteissä.

Tietomallikoordinaattorin tehtävänä on mm. tarkistaa, että tarvittavat tietomallit on tehty ja tarkistaa niiden yhteensopivuus ja ristiriidattomuus, ei siis mallien sisällön virheettömyyden tarkistaminen.

Tarkastukseen voidaan käyttää suunnitteluohjelmistojen omia toimintoja, tietomallien katseluohjelmia tai katselu- ja yhdistämishjelmia. Luotettavasti tarkastusta voidaan kuitenkin tehdä varsinaisilla tarkastus- ja analyysiohjelmilla. Vasta näillä voidaan etsiä suunnitelmien heikkouksia, puutteita ja ongelmakohtia. (YTV2012, Osa 6 Laadunvarmistus, Liite 2, s. 26) Ne on myös tarkoitettu mallien yhdistelyyn.

## **2.5 Virheiden määrä**

Kun tietomäärä on suuri eli mallin objekteja on paljon ja ne vaikuttavat toisiinsa, tullaan ongelmaan, joka on tuttu kaikissa suuremmissa järjestelmissä. Korjaamalla yksi ongelma, saatetaan tuottaa useampia uusia.

Tyypillinen yhdistelmämallin tarkastuksen tulos on useita satoja virheitä. Mallin tarkastajan tulee luokitella nämä vakavuusasteeltaan eri luokkiin ja keskittyä oleellisiin. Tarkastusohjelmissa on myös mahdollista antaa toleranssit millaiset törmäykset raportoidaan. Raportoinnissa tuleekin pyrkiä kohdentamaan huomio olennaisiin puutteisiin ja virheisiin.



## 3 Suunnittelijan vastuut mallinnetun suunnitelman sisällöstä

### 3.1 Suunnitteluvirhe vai mallinnusvirhe

*”Kaikissa tilanteissa suunnittelija on vastuussa toimittamiensa tietomallien laadusta.*

*Tilaaajan tai tietomallien laadunvarmistajan hyväksyntä ei poista tai vähennä suunnittelijan vastuuta. Vastuu on siis virheen tekijällä eikä sillä, joka ei virhettä huomannut.”* (YTV2012, Osa 6 Laadunvarmistus, s. 11)

Edellä todetun perusteella voidaan ajatella, että mallinnusvirhe, jonka seurauksena syntyy väärinkäsitys mallin perusteella, on yhtä kuin suunnitteluvirhe. On kuitenkin muistettava, että suunnitelmasta tehdään myös dokumentaatio projektioineen, rakennus-, huone-, kaluste- ym. selostuksineen. Mikäli näiden ja mallin antaman tiedon välillä on ristiriita, tulee asiaa tarkastella kokonaisuutena ja arvioida mallista otettavan tiedon painoarvoa suhteessa dokumentaatioon. Asiakirjojen pätevyysjärjestyksessä mallia ei tule asettaa dokumentaation edelle.

Suunnitteluvirheeksi on katsottava sellainen ristiriita tai puute suunnitelmassa, jonka seurauksena voisi syntyä tai on syntynyt vahinkoa. Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot 1995 määrittelee konsultin vastuun seuraavasti:

*”Konsultti vastaa siitä, että hänen luovuttamansa suunnitelma tai suoritettamansa tehtävä on sopimuksen mukainen ja täyttää voimassa olevien lakien, asetusten ja viranomaismääräysten vaatimukset.*

***Jos konsultin laatimissa suunnitelmissa tai muissa asiakirjoissa havaitaan virheitä tai puutteita, konsultilla on oikeus ja velvollisuus korjata virheet ja puutteet. ...”*** (KSE1995, kohta 3.2.1, s. 3)

On siis huomattava, että konsultilla on oikeus myös korjata havaittu virhe. Se on myös velvollisuus ja samassa kohdassa käsitellään sitä ja seurauksia, mikäli suunnittelija ei suorita velvollisuuttaan.

Toinen huomattava näkökohta on, että rakentamisen muilla osapuolilla on myös velvollisuuksia, kuten urakoitsijan selonottovelvollisuus, jota käsitellään tarkemmin tutkielman kohdassa 4.

Yksinkertaisesta ja selkeästä suunnitteluvirheestä voidaan esittää esimerkkinä seinän virheellinen asema. Tällainen virhe voi syntyä mallintaessa varsin helposti, koska seinäobjektien mallintamisessa käytetään useimmissa ohjelmissa ns. selkäviivaa. Sen paikka voidaan mallintamisen aikana määrittää suhteessa rakenteen keskiviivaan tai jompaankumpaan pintaan. Virhe paljastuu yleensä vasta, kun mitoitus otetaan esiin dokumentaatiota varten.

Tällaisessa tapauksessa on varsin selvää, että kysymys on suunnitteluvirheestä, josta suunnittelija on vastuussa. Eli se on suunnitelman sisällöllinen virhe, ei mallinnusvirhe vaikka se onkin syntynyt mallintaessa.

Mallinnusvirheitä on monenlaisia, mutta havainnollinen esimerkki sellaisesta on ns. reikäobjektin jääminen malliin. Tällainen objekti saattaa aiheuttaa väärinkäsityksen esimerkiksi ikkuna-aukon kohdalla. Aukko voidaan tulkita pienemmäksi kuin se on tarkoitettu tai ettei ko. aukkoa ole lainkaan olemassa. Virhe ilmenee esimerkiksi IFC -tiedonsiirrossa, kun tällainen apuobjekti on jäänyt näkyviin malliin. Toisaalta, jos dokumentaatiossa k.o. ikkuna ilmenee pohja- ja julkisivuprojektioissa, on aivan ilmeistä, että kysymyksessä on ristiriita mallin ja dokumentaation välillä. Aukko on suunniteltu asianmukaisesti ja se on ilmaistu dokumentaatiossa, mutta ei ilmene mallissa. Tällainen virhe on selkeästi mallinnus-, ei suunnitteluvirhe.

Esimerkki vahvistaa käsitystä, että mallia ei tule asettaa suunnitteluaineiston pätevyysjärjestyksessä dokumentaation edelle.

Kuten perinteisessä suunnitteluasiakirjoista kootussa sopimusaineistossa, muodostavat asiakirjat kokonaisuuden ja niitä tulee tarkastella toisiaan täydentävinä. Samoin tulee malli nähdä yhtenä asiakirjakokonaisuutta täydentävänä tietokoosteena.

### 3.2 Mallin päivittäminen ja ylläpito

Tietomallin päivittäminen ja ylläpito jakautuu eri vaiheisiin suunnittelun, toteutuksen ja ylläpidon mukaisesti.

*”Projektin eri vaiheissa tulee varmistaa, että kaikilla tilaajaan sopimussuhteessa olevilla osapuolilla on tieto siitä, mitkä hankkeen tietomallinnustehtävät ovat heidän vastuullaan. Suunnittelun käynnistämisen yhteydessä huolehditaan, että kaikki osapuolet tietävät hankkeen tietomallinnustavoitteet, tietomallin käyttötarkoituksen ja mallinnuksen laajuuden, aikataulun, tiedonvaihto- ja laadunvarmistusmenettelyt sekä raportointi- ja dokumentointivaatimukset.”* (YTV2012, Osa 11 Tietomallipohjaisen projektin johtaminen, kohta 3.2 s. 7)

Rakennuttajan tehtävä on osoittaa hankkeelle tietomallikoordinaattori. Hänen tehtäviinsä kuuluu mm. tietomallinnustavoitteiden, -päämäärien sekä tietomallinnuksen käytön laajuuden kuvaaminen sekä osapuolien ohjeistaminen mallinnustehtävien, vastuiden ja velvollisuuksien osalta. Tietomallikoordinaattorilla on oleellinen tehtävä toimia pääsuunnittelijan apuna hankkeen eri osapuolien toiminnan koordinoinnissa ja tiedon tuottamisen ja käytettävyydestä huolehtimisessa.

Tietomallityöskentely edellyttää tiukkaa kurinalaisuutta yhteisesti sovitujen toimintatapojen noudattamisessa. Kun kysymyksessä on kooltaan suuri hanke ja siinä työskentelee useampia suunnittelijoita kunkin suunnittelualan sisällä ja käytetään ohjelmistojen tarjoamia tiimityöominaisuuksia, on tietomallikoordinaattorin vastuu erityisen suuri. Tietomallityöskentelyn hyödyt voidaan helposti menettää sekaannusten ja epästandardin mallintamisen seurauksena.

Kun mallia käytetään toteutuksen apuna, korostuu mallin ylläpidon ja ajan tasalla pitämisen tärkeys. Tietomallin oikeaoppinen käyttö merkitsee sitä, että malli on koko ajan päivitetty. Eli muutokset viedään suoraan malliin ja dokumenttimuotoinen informaatio esimerkiksi työmaalle tuotetaan aina mallista.

Kiire ja totutut työtavat houkuttavat usein oikaisemaan ja tekemään muutokset dokumentteihin taustalla ajatus, että päivitetään malli sitten kun ehditään. Jos tällainen toimintatapa hyväksytään, ollaan pian tilanteessa, ettei voida olla varmoja mallin luotettavuudesta ja ajantasaisuudesta.



**Kuva 5** Visualisointi, Vaasan keskussairaala, Y-rakennus

## 4 Yhteensovittaminen ja selonottovelvollisuus

### 4.1 Pääsuunnittelija

Pääsuunnittelijan suunnitelmien yhteensovittamisvelvollisuus tuli uudistettuun rakennuslakiin eli nykyiseen Maankäyttö- ja rakennuslakiin vuonna 2000. Itse asiassa koko pääsuunnittelijäkäsitys ilmenee lainsäädännössä tällöin ensimmäistä kertaa. ( 120§ 1 ja 2 mom.)

Samassa yhteydessä lakiin kirjattiin rakennushankkeeseen ryhtyvän velvollisuus huolehtia mm. siitä, että hänellä on käytettävissään riittävän pätevä ammattihenkilöstö huolehtimaan lainmukaisten velvollisuuksiensa hoitamisesta. (MRL 119§). Tämä tavallaan täsmensi myös rakennuttajakonsultin aseman ja tehtävät.

### 4.2 Suunnitelmien yhteensovitus

RakMK A2 löytyy 24 pääsuunnittelijalle kuuluvaa tehtävää, jotka voidaan jakaa viiteen eri tehtäväryhmään:

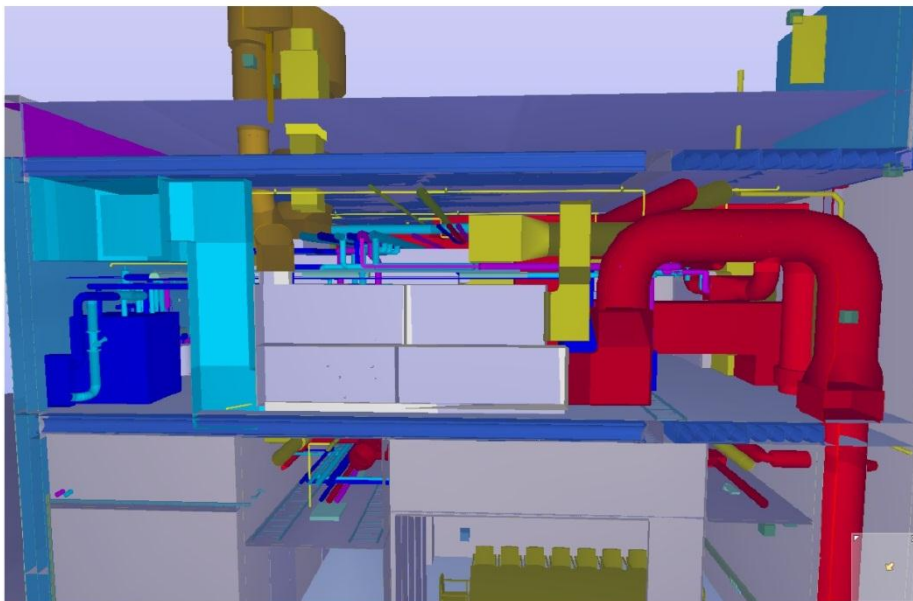
- 1) Varsinaiset pääsuunnittelijatehtävät
- 2) Rakennuslupatehtävät
- 3) Rakennustyön aikaiset tehtävät
- 4) Tehtävät korjaus- ja muutostöissä
- 5) Käyttöönottotehtävät

Tässä käsitellään vain yhteensovittamisvaatimusta, jonka laki asettaa.

*”..Rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaava pätevä henkilö, joka huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sille asetetut vaatimukset (pääsuunnittelija).” (MRL 120§ 1 mom.)*

Näin laissa määritellään pääsuunnittelijan yhteensovittamistehtävä. Nykyaikaisen rakennuksen ominaisuus- ja olosuhdevaatimusten täyttämiseksi tarvitaan monimutkaisia ja raskaita taloteknisiä järjestelmiä. Näiden järjestelmien tilantarve on huomattava ja merkittävästi suurempi kuin muutamia vuosikymmeniä aiemmin.

Rakennushankkeen luonteesta ja tehtävän vaativuudesta johtuen hankkeessa on usein erityissuunnittelijoiden – rakenne-, lvi- ja sähkösuunnittelijoiden – lisäksi muita kuten esimerkiksi automaatio-, palotekninen, geotekninen ja kalliorakennesuunnittelija.



K-leikkaus iv-konehuone 3.003/O

**Kuva 6** Leikkaus yhdistelmämallista, Tampereen yliopistollisen keskussairaalan Obduktio-rakennuksen ilmastointikonehuone, ARK: Arkkitehtitoimisto Tähti set Oy, TATE: AX-Suunnittelu Oy ja Granlund Tampere Oy

Kaikkien näiden erityisalojen suunnitelmien lukumäärästä ja laajuudesta johtuen yhteensovittamisen tarve ja merkitys on tullut entistä koros-

tuneemmaksi. Pääsuunnittelija ei kuitenkaan vastaa erityissuunnitelmien sisällöstä, kuten seuraavasta käy ilmi:

**”Kustakin erityissuunnitelmasta vastaava henkilö huolehtii siitä, että suunnitelma täyttää sille asetetut vaatimukset. Jos erityissuunnitelman on laatinut useampi suunnittelija, näistä yhden tulee olla nimetty tämän erikoisalan kokonaisuudesta vastaavaksi suunnittelijaksi.”** (MRL §120 3mom)

Mitä yhteensovittamisella siis tarkoitetaan? Sananmukaisesti huolehtimista siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sille asetetut vaatimukset. Puhutaan siis **huolehtimisvelvollisuudesta**. Rakentamismääräyskokoelman A2 kohdassa 3.1 Pääsuunnittelijan tehtävät ja vastuu kokonaisuudesta käydään läpi näitä huolehtimis- ja varmistamisvelvoitteita. Muun muassa todetaan, että huolehditaan siitä, että tarvittavat suunnitelmat tehdään ja että suunnitelmat on todettu yhteensopiviksi ja ristiriidattomiksi.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
5	5			12.15.2011	Nina Linde		AK paksuuden pitää olla järjkeissä rajoissa	ARK			Avoin
25	6	(H) Sähkö1 kerros		12.15.2011	Nina Linde		vapaa tila ovien edessä: Kaapelihylly liian lähellä ovi-komponenttia	SAH			Avoin
26	7	(C) Yläma_1 (J) Kerros 1		12.15.2011	Nina Linde		vapaa tila ovien edessä: Kanava, seinä liian lähellä ovi-komponenttia, Y1.36	ARK, RAK			Avoin
27	8	(C) Yläma_1, (B) VSK1 K-203_1KRS_KSL4c		12.15.2011	Nina Linde		vapaa tila ovien edessä: KSL-objekti lähellä ovi-komponenttia	KSL			Avoin
28	9	(C) Yläma_1 (J) Kerros 1		12.15.2011	Nina Linde		vapaa tila ovien edessä: Kanava liian lähellä ovi-komponenttia, Y1.03	LVI			Avoin
29	10	(H) Sähkö1 kerros (J) Kerros 1		12.15.2011	Nina Linde		vapaa tila ovien edessä: RAK-objekti liian lähellä ovi-komponenttia, Y1.38, Y1.58, Y1.71	RAK			Avoin
30											

**Kuva 7** Ote mallintarkastusraportista, Vaasan keskussairaala, Y-rakennus

Suunnitelmien toteamista yhteensopiviksi ja ristiriidattomiksi ei pääsuunnittelija kuitenkaan voi yksin todeta, vaan erityissuunnittelijoilla on myötävaikutusvelvollisuus. Tätä tarkoitetaan RakMK A2 kohdassa 3.2.2 joka kuuluu seuraavasti:

**”Erikoisalan kokonaisuudesta vastaavan suunnittelijan (vastaava erityissuunnittelija) on oman suunnittelutehtävänsä lisäksi huolehdittava**

*siitä, että erillistehtävinä laaditut rakenteiden, rakennusosien tai järjestelmien suunnitelmat muodostavat keskenään toimivan kokonaisuuden.”*

Sen lisäksi, että erityissuunnittelijoilla on myötävaikutusvelvollisuus suunnitelmien ristiriidattomuuden toteamiseksi, on myös rakennustyöt toteuttavalla osapuolella omat myötävaikuttamisvelvoitteensa.

Toteutuksen aikana pääsuunnittelijan tehtävä on huolehtia muutossuunnittelun yhteensovittamisesta sekä rakennusluvassa tai aloituskokouksessa mahdollisesti osoitetusta rakennustyön valvonnasta. (RakMK A2 kohta 3.1.3)

### 4.3 Toteuttajan myötävaikutusvelvollisuus

Toteuttajan myötävaikutusvelvoite syntyy epäsuorasti urakoitsijan vastuiden ja velvollisuuksien kautta.

Toteutukseen liittyviä vastuita ja velvoitteita ohjaavat urakkasopimus ja Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE1998. Yhteiset ja yleiset vastuut määritellään osassa Sopijapuolten vastuut 24 §:ssä.

#### *Yleinen vastuu*

**1. Sopijapuoli vastaa kaikkien urakkaan kuuluvien velvollisuuksiensa sopimuksenmukaisesta täyttämisestä.**

**2. Sopijapuoli vastaa mm:**

**a) laatimistaan suunnitelmista;**

**b) hankkimistaan ja ilmoittamistaan tiedoista ja tutkimustuloksista;**

**c) tekemistään töistä ja hankkimistaan rakennustavaroista sekä rakennusosista;**

**d) antamistaan määräyksistä ja ohjeista;**

**e) toiselle sopijapuolelle toimittamistaan aineettomista hyödykkeistä, kuten tietoteknisessä muodossa olevista järjestelmistä ja tiedoista;**

**f) tarvitsemastaan paikalleen mittauksesta ja asettamistaan mitoista;**

**g) lakien ja asetusten sekä niihin rinnastettavien julkisoikeudellisten määräysten noudattamisesta oman suorituksensa osalta**

Kohdat a), b), c) ja g) kohdat muodostavat perustan urakoitsijan myötävaikutusvelvollisuuksiin. Urakoitsijan vastuuta määrittelevän 26§:n 3.

kohdan edellytys, että urakoitsija tulkitsee asiakirjoissa esitettyjä tietoja ja tutkimustuloksia alan asiantuntijana, on ymmärrettävä osana urakoitsijan myötävaikutusvelvollisuutta toteutusprosessissa.

**”Vastuun laajuus**



- 1. Urakoitsija vastaa oman urakkansa sopimuksenmukaisesta toteuttamisesta 24–25 §:ien mukaisessa laajuudessa.*
- 2. Urakoitsija vastaa muutos- ja lisätöistä samalla tavalla kuin muistakin sopimuksen perusteella hänelle kuuluvista velvollisuuksista.*
- 3. Urakoitsijan edellytetään tulkitsevan sopimusasiakirjoissa esitettyjä tietoja ja tutkimustuloksia alan asiantuntijana.” (YSE1998, §26)*

Urakoitsijan on havaitessaan ristiriidan asiakirjoissa tai suunnitelma-aineistossa velvollinen viipymättä ilmoittamaan tästä toiselle sopijapuolelle. (YSE1998, §13, kohta 8)

Urakoitsijalla on lisäksi tuotevastuulain mukainen tuotevastuu tuotteen valmistajana tai liikkeellelaskijana. (YSE1998, §28, kohta 1)

Edellä todettu ei tietenkään vähennä suunnittelijan vastuuta suunnitelmansa virheettömyyden vaatimuksesta. Tämä ilmenee myös Tilaajan myötävaikutusvelvollisuutta käsittelevässä YSE1998 §8:n kohdassa b):

*b) huolehtia siitä, että hänen toimittamiensa suunnitelmien yhteensopivuus ja sisältö on verrattu ja tarkastettu sekä suunnitelmat päivätty ennen niiden toimittamista urakoitsijalle ja että ne täyttävät viranomaisten, lakien, asetusten, rakentamismääräysten ja muiden vastaavien säännösten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset;*

Tässä ilmaistu tilaajan velvollisuus yleensä siirtyy suunnittelusopimuksella suunnittelijalle.

#### **4.4 Tietomallin asema yhteensovitusvelvoitteen näkökulmasta**

Tietomallin virheettömyys ja tietosisällön luotettavuus on keskeinen arvioitava seikka, kun määritellään mallin asemaa osana sopimusaineistoa.

Sopimusasiakirjojen keskinäinen pätevyysjärjestys määritellään yleensä urakkasopimuksessa. Ellei urakkasopimuksessa ole muuta mainittu, YSE1998 §13 mukaan pätevyysjärjestys on seuraava:

- A. Kaupalliset asiakirjat*
- a) urakkasopimus;*
- b) urakkaneuvottelupöytäkirja;*
- c) nämä yleiset sopimusehdot;*

- d) tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset;*
- e) urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot;*
- f) urakkarajaliite;*
- g) tarjous;*
- h) määrä- ja mittaluettelot;*
- i) muutostöiden yksikköhintaluettelo.*

***B. Tekniset asiakirjat***

- j) työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset;*
- k) sopimuspiirustukset;*
- l) yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset*

Ryhmä B. Tekniset asiakirjat sisältyy yleensä kohtaan d) eli tarjouspyyntöaineistoon. Tietomalli kuuluu myös ryhmään B. ja siinä se luontevimmin sijoittuu osaan sopimuspiirustukset. Mikäli tietomalli sisällytetään tarjouspyyntöaineistoon, on sen asema suhteessa dokumentaatioon määriteltävä yksiselitteisesti.

Johtuen tietomallien käytön uutuudesta, on useimmilla sopimusosapuolilla suhteellisen vähän jos lainkaan kokemusta tietomallin kanssa toimimisesta. Siksi hyvin harvoin sopimusaineiston teknisiä asiakirjoja korvataan kokonaan tietomallilla. Käytössä on useimmiten menettely, jossa mallista tuotetaan perinteinen dokumentaatio ja itse malli toimii suunnitelmaa havainnollistavana ja täydentävänä aineistona. Näin mallin asema on itsestään selvästi pätevyysjärjestyksessä dokumentaation jälkeen.

Aiemmin todettu taloteknisten järjestelmien laajuus ja monimutkaisuus ja niiden sovittaminen rakennussuunnitelmaan on parhaiten hallittavissa tietomallin avulla. Huolellisesti mallinnettu ja ajan tasalla pidetty tietomalli antaa parhaat edellytykset pääsuunnittelijalle varmistua suunnitelmien yhteensopivuudesta ja ristiriidattomuudesta.

## 5 Yhteistyö

Rakentamisen teknistyminen, pitkälle viety esivalmistus, tuoteosakauppa, kiristyneet rakentamista ohjaavat määräykset, tuottavuus- ja aikataulu- paineet luovat yhä suurempia haasteita sekä suunnittelulle että toteutukselle.

Haasteisiin vastaamiseen tarvitaan jatkuvaa kehitystyötä niin ohjelmistojen, yleisten mallinnusohjeistojen, työskentely- kuin menettelytapojenkin osalla. Suunnittelijat, tilaajat, rakennuttajat ja urakoitsijat joutuvat kohtaamaan uusiutumispaineet ja oman toimintansa sopeuttamisen uudelleen toimintaympäristöön.

Tähän murrosvaiheeseen sopii huonosti perinteinen urakoitsijan, tilaajan ja suunnittelijan vastakkain asettelu ja toisen virheistä hyötymisen metsästyskulttuuri.

Kaikkien yhteinen etu on sujuva ja mahdollisimman vähän sekaannuksia ja virheitä käsittävä suunnittelu- ja rakentamisprosessi. Kaikki inhimillinen toiminta sisältää mahdollisuuden erehdyksiin. Tietotekniikan avulla voidaan vähentää näiden syntymistä. Siirtyminen uuteen toimintamalliin tapahtuu kaikkien osalla ikään kuin liikkuvaan junaan hyppäämällä. Tasapuolisella ja osapuolten keskinäistä kunnioitusta omaavalla yhteistyöllä voidaan parhaiten vastata näihin muutos- ja kehityspaineisiin.

## 6 Lähdeviitteet ja kirjallisuusluettelo

- 1) Arkkitehti -lehti no X / 198X
- 2) Yleiset tietomallivaatimukset YTV 2012
- 3) Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot 1995
- 4) Luonnos Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot 2012
- 5) Suomen rakentamismääräyskokoelma Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat A2
- 6) Maankäyttö- ja rakennuslaki MRL
- 7) Maankäyttö- ja rakennusasetus MRA
- 8) Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE1998