

TIETOMALLI PÄÄSUUNNITTELIJAN APUNA – KOORDINOINTI VAI TIETOMALLIKOORDINAATTORI

Aalto-Yliopiston Teknillinen korkeakoulu
Koulutuskeskus Dipoli
10. pääsuunnittelukoulutus

Sami Tuuhea 15.9.2010

1 JOHDANTO JA RAJAUS	1
1.1 Tietomallinnus yleisesti	1
1.2 Mallinnuksen itseisarvon välttäminen	2
2 PÄÄSUUNNITTELIJAN TEHTÄVÄT YLEENSÄ JA MITEN NE YHTYVÄT TIETONMALLISUUNNITTELUPROSESSIIN	4
2.1 Aikataulun laadinta	4
2.2 Lähtötietojen oikeellisuus	5
2.3 Suunnittelijoiden valinta ja resursoinnin varmistaminen	6
2.3.2 Kohteen erityisvaatimusten täsmentäminen	6
2.4 Luonnosten ja vaihtoehtojen laadinta	6
2.5 Yhteensovitus ja ristiriidattomuuden tarkistus	7
2.6 Tiedonhallintamenetelmät – tallennemuodot	8
2.7 Viranomaisyhteistyö	8
2.7.1 Rakennusvalvonta	9
2.7.2 Kaavoitusviranomaiset	9
2.7.3 Museoviranomaiset	11
2.7.4 Palo- ja pelastusviranomaiset	11
3 TEESI	13
4 AIKATAULU JA MALLIVAIHEET	14
4.1 Tietomallisuunnittelun mallivaiheet	14
4.2 HANKESUUNNITTELU	15
4.2.1 Massamalli - tilaryhmämalli	15
4.2.2 Vaiheen tavoitteet	15
4.3 EHDOTUSSUUNNITTELU	16
4.3.1 Tilamalli	16
4.3.2 Vaiheen tavoitteet	17
4.4 YLEISSUUNNITTELU	18
4.4.1 Alustava rakennusosamalli	18
4.4.2 Vaiheen tavoitteet	19
4.5 RAKENNUSLUPATEHTÄVÄT	19

4.5.1 Hyväksytty alustava rakennusosamalli.....	19
4.6 TOTEUTUSSUUNNITTELU	20
4.6.1 Rakennusosamalli	20
4.6.2 Yhdistetty rakennusosamalli	21
4.7 TUOTE- JA JÄRJESTELMÄOSASUUNNITTELU	21
4.7.1 Hyväksytty rakennusosamalli.....	21
4.8 ARKKITEHDIN VALVONTATEHTÄVÄT	22
4.8.1 Rakennusosamallin päivitykset	22
4.9 VASTAAN- JA KÄYTTÖÖNOTTOTEHTÄVÄT	22
4.9.1 Toteutumamalli – as-built.....	22
5 KOORDINOINTI KÄYTÄNNÖSSÄ.....	23
5.1 Pääsuunnittelijan pitämät suunnittelijapalaverit	23
5.2 Menetelmät (kevyt –raskas).....	23
5.3 Kokousten raportointi	25
6 SUUNNITELMIEN YHTEENSOVITTAMINEN ERI VAIHEISSA.....	26
6.1 Yhdistäminen käytännössä	26
6.2 Mallienväliset tarkastelut.....	26
6.3 Origo	28
7 MALLIN TARKASTUS NYKYÄÄN JA TULEVAISUUDESSA	29
7.1 Suunnittelijaryhmän ulkopuolinen mallintarkastus	29
7.2 Ulkopuolisen mallintarkastuksen ongelmat.....	29
7.3 Pääsuunnittelija tietomallikoordinaattorina	29
7.4 Korvaus kasvaneesta työmäärästä	30
8 YLLÄPITOMALLI JA OIKEUDET MALLIIN	31
9 TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ MALLINNUKSEEN	32
9.1 Mallisimulaatiot.....	32
9.1.1 CO2 päästölaskenta	32
9.1.2 Energiataloudellisuussimulaatiot.....	33
9.1.2 Ilmanvaihtosimulaatiot	33
9.1.3 Valaistussimulaatiot	34
9.1.3 Akustiset simulaatiot	34
9.2 Malliformaatit.....	34

9.3 Helppokäyttöisyys	35
9.4 Yhteinen malli – Utopia?.....	35
10 YHTEENVETO	36
LÄHDELUETTELO	38

1 JOHDANTO JA RAJAUS

Tässä tutkielmassa perehdytään rakennusten tietomallinnusprosessiin pääsuunnittelijan tehtäväkentän kautta. Pääsuunnittelijan ja arkkitehtisuunnittelijan tehtävät erotetaan tässä toisistaan siten, että pääsuunnittelijan ei tarvitse olla tietomallinnusta tekevä henkilö. Varsinainen mallinnus sisällytetään arkkitehtisuunnittelijan tehtäviin, eikä tässä tarkastella mallintamistekniikkaa yksityiskohtaisesti vaan keskitytään lähinnä mallien yhdistämisen ja yhteensovittamisen edellyttämiin mallinnusteknisiin detaljeihin ja tekniikoihin. Olen toimeksani Arkkitehtitoimisto Eero Lahti Oy:ssä tehnyt rakennusten tietomallinnusta kattavasti vuodesta 2007, jolloin toimisto kaikki projektit alettiin tehdä tietomallipohjaisina ohjelmistovaihdoksen jälkeen. Toimistossa käytetään mallinnukseen Revit-ohjelmaa.

1.1 Tietomallinnus yleisesti

Rakennusten tietomallinnus (BIM, *Building Information Model*¹) on yleistynyt viiden viime vuoden aikana voimakkaasti. RT:n mukaan tietomallia kutsutaan usein myös tuotemalliksi. Tietomalli on rakennuksen suunnittelun ja elinkaaren kattava mallinnettu digitaalinen tietokooste². RT:n mukaan ”Tietomallintamisella ja mallintavalla suunnittelulla tarkoitetaan sellaista 3D-malleihin perustuvaa suunnittelua, jossa malleihin on sisällytetty myös muuta kuin rakennuksen muotoa kuvaavaa tietoa”.³

Suurin hyöty mallinnuksesta vielä tällä hetkellä saadaan määrälaskentaan ja suunnitelmien yhteensovittamiseen. Mallintarkastamisessa esiin tulleet suunnitelmaristiriidat vähentävät työmaatason ongelmien ratkontaa. Arkkitehtisuunnitelmien sisällöstä voidaan tarkastella tällä hetkellä tietomallissa n. 60 - 70 %. Täydentäviä suunnitelmia tarvitaan yhä edelleen, mutta niiden sisällön tulee noudattaa tietomallia. Mallinnusta tehtäessä tulee miettiä mitä kaikkea tarvitsee ja mitä ei edes kannata mallintaa. Eri suunnitteluohjelmilla on kullakin lisäksi omat vahvuutensa ja heikkoutensa.

¹ Wikipedia.

² RT10-10992. 2010. Sivu 9.

³ RT 10-10992. 2010. Sivu 1

Rakentajat ovat ryhtyneet käyttämään suunnittelijoiden tuottamia 3D-malleja tuotantotapoja ja aikatauluja kuvaavissa 4D-malleissa. Rakennushanke voidaan aikatauluttaa ja tuottaa animaatioita hyvinkin tarkasti. Ajankäytön suunnittelun lisäksi myös työmaan logistiikka, järjestelyt ja varastointi voidaan suunnitella perusteellisesti.

Tulevaisuudessa ns. elinkaari- tai ylläpitomallin painoarvo tulee kasvamaan. Kehityksen jarruna tällä alalla on vielä tällä hetkellä teknisten sovellusten vaikeakäyttöisyys laajalaiseen käyttöön ja standardin puute. Mallien tekijänoikeudelliset epäselvyydet rajoittavat myös osin tätä sektoria. On epäselvää kenen tehtäviin mallin päivittäminen kuuluu ja miten työ korvattaisiin.

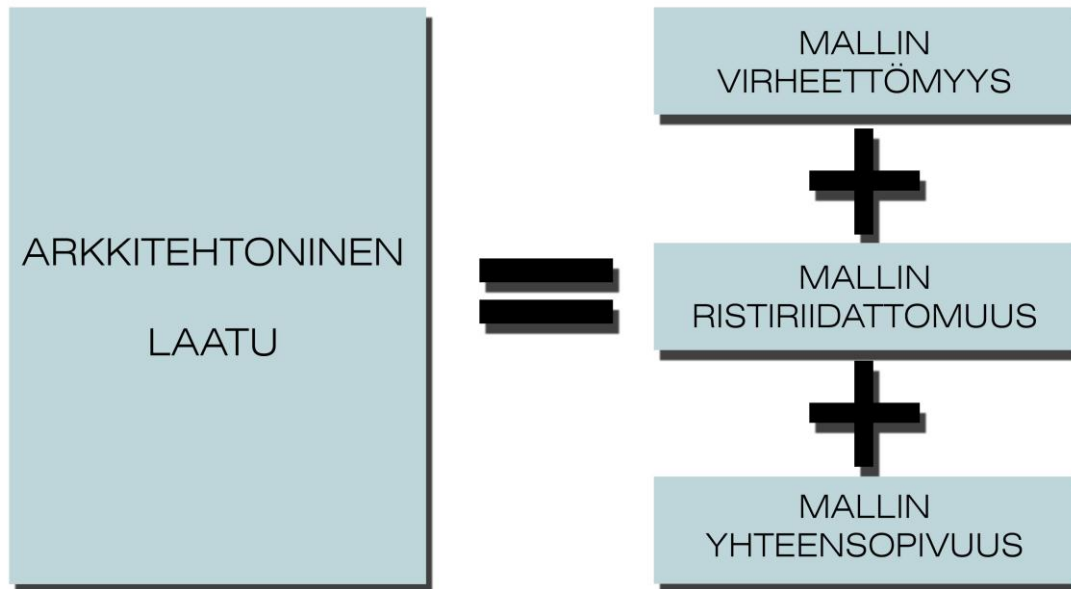
1.2 Mallinnuksen itseisarvon välttäminen

Tietomallinnus on nykyaikainen tapa tuottaa suunnitelmia. Se on korvaamassa vallitsevaa 2D ja 3D cad-suunnittelua ja aiempaa käsin piirtämistä. Tietomallinnuksen alkutaipaleelta aina tähän asti mallin tekninen oikeellisuus on ollut melkein itseisarvo. Mallin arkkitehtoninen laadun pitää aina olla pääasia ja itsestäänselvyys, jota tekninen virheettömyys ja ”oikeellisuus” vastapainoisesti täydentävät. Tietomalli on yksi tapa tuottaa suunnitelmia, joiden lopputuote on rakennus tai rakennettu ympäristö.

Mallinnustekniikka on saanut asemaansa enemmän painoarvoa: mallin teknisestä oikeellisuudesta on esitetty vaatimuksia ja tehty uusista tarkastuskerroista kustannuslankeemuskaavioita. Ohjelmien ja komponenttikirjastojen karttuminen ja valmisosien hyödyntäminen on luonut kireissä suunnittelu-aikatauluissa enemmän resursseja varsinaiselle arkkitehtuurille.

Arkkitehdin ydintehtävä on suunnitella rakennuksia. Tätä palveleva varsinainen prosessi on toisarvoinen rakennuksen elinkaareissa. Loppukäyttäjälle ei pitäisi olla väliä miten toteutettavan rakennuksen suunnitelmat on tehty – ainoastaan hyvä lopputulos ratkaisee.

Senaattikiinteistöjen tietomallinnusohjeessa todettiin taannoin osuvasti: ”I don’t want better model! I want a better house and more value for money!”⁴



Kuva 1

Käänteisesti ajatellen voi päätellä, että hyvät suunnittelumenetelmät auttavat saavuttamaan laadukkaan lopputuloksen.

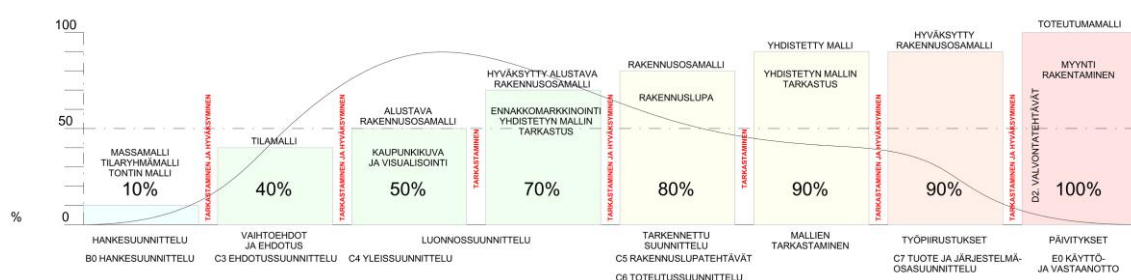
⁴ Belloni, Kaisa 2007. Tietomallivaatimukset 2007. Mallipohjaiset tiedot suunnittelu- ja rakentamisprosessin eri vaiheissa. Sivu 54

2 PÄÄSUUNNITTELIJAN TEHTÄVÄT YLEENSÄ JA MITEN NE YHTYVÄT TIETONMALLISUUNNITTELUPROSESSIIN

Pääsuunnittelijan tehtävät määritellään MRL 120§ ja Suomen rakentamismääräyskokoelman A2 osassa. Kaikki määritellyt tehtävät voidaan laajentaa myös osaksi tietomallisuunnittelua - toisaalta tietomallisuunnittelun voi katsoa olevan menetelmä hallita tietoa ja yhteen sovittaa erikoissuunnitelmat rakennussuunnitelman kanssa. ”Rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnitelman kokonaisuuden ja laadun tunteva pätevä henkilö, joka varmistaa, että rakennussuunnitelma ja erikoissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sille esitetyt vaatimukset”⁵.

2.1 Aikataulun laadinta

Tietomallisuunnittelu poikkeaa aiemmista suunnittelumenetelmistä etupainotteisuutensa osalta. Valtaosa suunnitelmasisällöstä määritellään aiempaa totuttua aikaisemmin. Toteutuskelpoisen aikataulun laadinta kuuluu pääsuunnittelijan tehtäviin. Jotta tietomallisuunnittelua voidaan tehdä täysipainoisesti, tulee aikataulun noudattaa myös muilla suunnittelualoilla tietomalliprosessia. Ongelmana on yhä edelleen, että erikoissuunnittelijat sitoutuvat suunnitteluprosessiin liian myöhään – odotetaan ”lopullisia” suunnitelmia, joiden pohjalta erikoissuunnitelmat halutaan tehdä.



Kuva 2. Hankevaiheet. Arkkitehtitoimisto Eero Lahti Oy.

Tiedon tuottaminen voidaan ajatella kolmelle tasolle.

- yleiset jotain tuoteosaa kuvaavat universaalit komponentit, joille ei ole määritelty mitään erityisiä tuoteosatietoja

⁵ MRL 120§

- joko edellisen kaltaiset komponentit tai niistä edelleen muokatut objektit, joille suunnittelun edetessä määritellään yksityiskohtaiset tuotetiedot
- erityiset tiedossa olevat tai valitut tuoteosat, jotka mallinnetaan mittapiirustusten mukaan tai saadaan tuoteosatoimittajalta.

2.2 Lähtötietojen oikeellisuus

Onnistuneen suunnitteluprosessin edellytys on lähtötietojen oikeellisuus. Tämä pätee kaikkeen suunnitteluun käsin piirtämisestä tietomallinnukseen. Pääsuunnittelija tarkistaa olemassa olevien lähtötietojen riittävyyden ja oikeellisuuden. Lähtötietoina voi olla esim. digitaaliset pohjakartat, rakennusten vanhat pää- ja toteutussuunnitelmat, geotutkimusaineisto, inventointimateriaali ja historiakartoitukset. Tietomallinnuksessa arkkitehtisuunnitelmat voidaan jakaa karkeasti kahteen eri periaatetyyppiin.

- **Tonttimalliin**, jossa tontin topografia on mallinnettu olemassa olevien pintavaaitustietojen sekä laajuus tonttikarttojen mukaan. Mallissa on esitetty uudet ja vanhat rakenteet ja ne voidaan erottaa toisistaan. Geo-suunnittelija voi täydentää maakerrosten osalta tonttimallia.
- **Rakennusosamalliin**, jossa on esitetty rakennuksen kantavat rakenteet, täydentävät rakennusosat sekä sisustus- ja tilaosat. Muut suunnittelijat käyttävät mallin 3D-geometriaa omien erikoisalojensa suunnittelemiseksi. Käytännössä rakennesuunnittelija tuottaa oman identtisen rakennemallin. Mikäli arkkitehtisuunnittelijalla ja rakennesuunnittelijalla on sama ohjelmistopohja voivat jopa nämä mallit olla yhteisiä. Tulevaisuuden visiona on esitetty yhtä yhteistä mallia. Rakennusosamalli linkitetään tonttimalliin.

Jotta pääsuunnittelijan katsotaan hoitaneen lähtötietojen tuottamisen muille suunnittelijoille huolellisesti, on pääsuunnittelijan vielä erikseen varmennettava muilta suunnittelijoilta lähtötietojen riittävyys⁶.

⁶ Inkinen, Johanna 2009. Sivu 49

2.3 Suunnittelijoiden valinta ja resursoinnin varmistaminen

Osallistuminen suunnittelijoiden valintaan on määritelty pääsuunnittelijalle kuuluvaksi tehtäväksi⁷. Aiemmin pääsuunnittelijalla on ollut varsin rajallinen vaikutusmahdollisuus osallistua tähän prosessiin. Tietomallisuunnittelu asettaa erityisiä vaatimuksia suunnittelulle, suunnittelijoiden ammattitaidolle ja ohjelmistojen yhteensopivuuksien hallinnalle. Tietomallisuunnittelua halunneet tai vaatineet tilaajat ovatkin johdonmukaisesti alkaneet kysyä pääsuunnittelijan mielipiteitä erikoissuunnittelijoiden valinnassa. Tietomallisuunnittelun voi perustellusti sanoa edesauttaneen pääsuunnittelijan tehtävien hallinnassa tässä osa-alueessa.

Vaikeampi tehtävä on varmentaa muiden suunnittelijoiden varaamat resurssit suunnittelutyötä varten. Oleellista on, että tehtävän vaativuus ja erityispiirteet ymmärretään.

2.3.2 Kohteen erityisvaatimusten täsmentäminen

Pääsuunnittelijan on syytä informoida suunnitteluryhmää ja määritellä erityistoimenpiteitä vaativat suunnitelman osiot ja niiden reunaehdot. Pääsuunnittelija on yleensä ollut hankkeessa kauemmin mukana. Tässä vaiheessa on tärkeää, että varsinaisten rakennusmääräyskokoelman määräysten lisäksi informoidaan mahdollisista paikallisista viranomaistulkintoista ja ohjeista sekä varsinaista suunnittelua edeltävissä viranomaisneuvotteluissa esiin tulleista vaatimuksista. Tyypillisiä em. asioita voi olla kunnan rakennusjärjestys, rakennustapaohjeet tai esim. museoviranomaisten lausunnot.

2.4 Luonnosten ja vaihtoehtojen laadinta

Luonnosvaiheessa tietomallin sisältö on vielä rajallinen ja se antaa informaatiota vain siinä laajuudessa kuin tietosisältöä on ehditty tai edellytetty mallinnettavan.

Normaalissa suunnitteluprosessissa pääsuunnittelija esittää useita vaihtoehtoisia ratkaisumalleja, joista valitaan paras tai yhdistetään eri mallien parhaat ominaisuudet.

⁷ RT 10-10764.

Tilaaajat ja käyttäjät eivät välttämättä ole suunnittelualan ammattilaisia, eivätkä aina osaa tulkita 2D-viivapiirustuksia. Suunnitteluprosessi tapahtuu kuitenkin usein jo alusta saakka 3D-muodossa, mikä helpottaa suunnitelmien tarkastelua. Tässä vaiheessa ei voi vielä puhua tietomallista vaan malli kehittyy suunnittelun edetessä: **massamalli – tilamalli – alustava rakennusosamalli – rakennusosamalli**, jota voi kutsua tietomalliksi.⁸

Luonnosvaihtoehtojen arvioinnissa mallilla voidaan tuottaa vaiheessa tarvittava informaatio helposti. Tässä vaiheessa arvioidaan kaupunkikuvallista soveltuvuutta, kaavanmukaisuutta ja laajuuksia, joiden perusteella voidaan tehdä alustava kustannusarvio. Kustannusarvion laadinta perustuu luonnosvaiheessa määritettyihin suureisiin ja tunnuslukuihin kuten tilavuuteen tai eri pinta-alatietoihin. Käytännössä kustannuslaskijat tekevät tämän vaiheen kustannusarviot rakennusosa-arviopohjaisina taulukkolaskennalla käyttäen hyväksi laajuustietoja ja vakiintuneita kiinteistönimikkeitä ja hanketekijöitä ja laatuluokka indikaattoreita, jotka perustuvat toteutusseurantaan. Mallinnus antaa informaatiota mallinnetun tietosisällön mukaisesti.

Eri vaiheiden suunnitelmia on kuitenkin tarvittaessa helppoa edelleen visualisoida tarkoitusta vastaavaan muotoon⁹.

2.5 Yhteensovitus ja ristiriidattomuuden tarkistus

Suunnitelmien yhteensovitus ja ristiriidattomuuden tarkistus on pääsuunnittelijan tehtävistä parhaiten tietomallisuunnitteluun sopivin osa-alue. MRL 120 § puhutaan kokonaisuuden hallinnasta. Tätä tehtävien osaa voisi kutsua jopa pääsuunnittelijan ydinsaamisalueeksi tietomallisuunnittelussa ja edempänä on yhteensovittamista tarkasteltu tämän takia perusteellisemmin. Eri suunnittelualojen malleja yhdistettäessä varmistetaan, että suunnitelmat muodostavat ristiriidattoman kokonaisuuden.

⁸ Belloni, Kaisa 2007. Tietomallivaatimukset 2007. Osa 3: Arkkitehtisuunnittelu. Sivut 11-14.

⁹ Senaatti-kiinteistöt, 2007, pdf. Tietomallivaatimukset 2007, Osa 8: Mallien käyttö havainnollistamisessa. Sivu 7.

Pääsuunnittelijat eivät ole vielä laajassa mitassa ottaneet tätä osa-aluetta osaksi. Tilaajat tekevät mallien tarkastusta, yhdistämistä ja raportointia. Mallien yhdistämisen osaamisen hallinta on resursseja vaativaa. Työssä tarvitaan ammattitaitoa, aikaa ja tarkasteluun sopivia ohjelmistoja. Tulevaisuudessa mallien tarkastaminen ja hallinnointi voivat muuttua pääsuunnittelijan rutiinitehtäviksi.

Nyt mallien tarkastusta tehdään kolmansien osapuolien toimesta, eikä tehtäväkenttä ole pääsuunnittelijakentällä kuin välillisesti hallinnassaan. Pääsuunnittelija voi nyt halutessaan koordinoida suunnitelmien yhteensovitusta tai toimia varsinaisena tietomallikoordinaattorina.

2.6 Tiedonhallintamenetelmät – tallennemuodot

Pääsuunnittelijan toimesta laaditaan projektille tiedonhallintasuunnitelma, jossa määritellään käytettävät tietotekniset menetelmät ja tallennusmuodot sekä mahdolliset tiedon säilytyspaikat kuten projektipankit¹⁰. Valittuja tallennusmuotoja ei yleensä muuteta kesken projektin.

IFC-tallennusformaatti (*Industry Foundation Classes*) on tällä hetkellä tietomallisuunnittelun vallitseva yhteensovitusformaatti. IFC-Mallit yhdistetään tarkastelua varten yleensä erityisesti tätä tarkoitusta varten tehdyillä ohjelmilla kuten Navisworksilla tai Solibrilla. Ohjelmat raportoivat ristiriitaisuuksista ja rakenneosien törmäyksistä ennalta asetettujen sääntöjen ja raja-arvojen mukaisesti. Suunnittelijat saavat sähköisen raportin yhteensovituksesta, joka helpottaa virheiden löytämistä malleista. Mallien yhdistäminen ja raportointi ja vaiheiden hyväksyntä tehdään ennalta sovittuina ajankohtina.

2.7 Viranomaisyhteistyö

Tietomallinnuksen yleistyessä mallinnusta voidaan hyödyntää varmasti laueammin kuin nyt. Tässä olen rajannut viranomaisyhteistyön tahoihin, joiden kanssa hankkeissa nykyään väistämättä neuvotellaan.

¹⁰ Tomi Henttinen. 2005. sivu 18.

2.7.1 Rakennusvalvonta

Rakennusvalvonnat eivät vielä ole ottaneet käyttöön tietomalleja. Laajemmissa kohteissa suunnitelmat on tallennettu projektipankkeihin sähköisessä muodossa joko dwg- tai pdf-formaateissa. Normaalisti rakennusvalvonnat käsittelevät ja arkistoivat ainoastaan paperitulosteita. Syyksi eri rakennusvalvontavirastoista on ilmoitettu, ettei arkistointikelpoista menetelmää ole vielä olemassa. Muuttuvat ja päivittyvät ohjelmistot asettavat vaatimuksia arkistoinnin tiedonhallinnalle, lisäksi sähköisten tiedostojen arkistointi koetaan epävarmaksi¹¹.

Käytännössä pääpiirustukset muotoutuvat suunnittelun edetessä ja ne ovat otos tietomallin sisällöstä. Pääpiirustussarjaan joudutaan lisäämään tai muokkaamaan paljon selittävää informaatiota, jota ei varsinaisessa mallissa ole kuten selitetekstejä, mittoja tai viivapiirustusesityksiä. Asemapiirustuksissa esitetään viitetiedostona usein kaavamääräykset, kuten rakennusala tms.

2.7.2 Kaavoitusviranomaiset

Maankäytönsuunnittelussa mallinnuksella voidaan tuottaa helposti informatiivista aineistoa. Kaupunkikuvallinen tarkastelu on helppo tehdä mallista. Kannettavalla tietokoneella voidaan luonnoksia tarkastella jopa suunnittelualueella.

Vaihtoehtojen tuottaminen on helppoa varsinkin hanke- ja esisuunnitteluvaiheissa, koska malliin ei vielä sisälly merkittävästi informaatiota. Kaavaluonnoksia tehtäessä tuotetaan yleisesti toisistaan eroavia ratkaisumalleja, joista valitaan paras vaihtoehto normaalien kaavaprosesseilta edellytettävien menetelmien mukaisesti.

¹¹ Kosonen, Jyrki.



Kuva 3. Seinäjoen Itikanmäen vaihtoehtoisia maankäyttösuunnitelmaluonnoksia. Arkkitehtitoimisto Eero Lahti Oy.



Kuva 4. Visualisoitu kuvasovitus valitusta vaihtoehdosta. Arkkitehtitoimisto Eero Lahti Oy.

2.7.3 Museoviranomaiset

Tietomallien käyttö museaalisten rakennusten korjaussuunnittelussa jakaa mielipiteitä. Jotta mallinnusta voitaisiin kutsua tietomalliksi, tulisi siinä olla kaikki informaatio myös rakenteista. Historiallisten rakennusten korjauksessa ei aina ole tarvetta tai edes perusteltua avata kaikkia rakenteita, jolloin informaatio jää puutteelliseksi.

Rakennusgeometrian tuottaminen vinoine seinineen on työlästä, eikä sitä aina edellytetä. Mallin oikeellisuus rupeaa tämän takia lähtökohtaisesti huonontumaan. Ratkaisuna edelliseen onkin alettu tehdä laserkeilauksia, joka menetelmänä taannoin otettiin käyttöön arkeologien osalla Pompeijin kaivauksissa Suomen vastuualueella. Tilojen geometria voidaan mallintaa hyödyntämällä 3D-pisteverkkoa. Tietomallin kannalta kuitenkin rakennekerrosten sisäinen ja ulkoinen informaatio puuttuu.

Pääsuunnittelijan tehtäviin kuuluu rakennuslupamenettelyt kuten viranomaisesitykset ja – neuvottelut. Mikäli mallinnus päätetään tehdä, on se erinomainen keino tarkastella uusia täydentäviä rakenneosia kuten laajennusosia tai lvi-tekniisiä installaatioita. Kaupunkikuvallisesti arvokkaiden ja suojeltujen rakennusten lupakäsittelyissä museoviranomaiset ovat normaalisti lausunnonantajia.

2.7.4 Palo- ja pelastusviranomaiset

Rakennusten paloteknisissä tarkasteluissa palotarkastajat noudattavat ensisijaisesti rakentamismääräyskokoelman määräyksiä ja sen edellyttämiä rakentamistoimenpiteitä. Mikäli on tarkoituksen mukaista poiketa näistä määräyksistä, joudutaan vaihtoehtoinen suunnitelma esittämään usein esim. laskelmin.

Usein esille tulevia asioita ovat henkilöturvallisuuteen liittyvät seikat kuten poistumisreittien pituudet, poistumisaika, palokuormat, savunmuodostus ja savunpoisto. Tapauskohtaisesti voidaan sprinklauksella kompensoida joko rakanteiden palonkestoja tai vaihtoehtoisesti poistumisteiden pituutta. Tietomalleja voidaan hyödyntää palonkestosimuloinneissa ja poistumisaikalaskelmissa. Eri kunnissa paloteknisten

laskelmien tarkistamisessa ovat paloviranomaiset joutuneet konsultoimaan ulkopuolisia tahoja.

Turvaetäisyyksien ja maaston peitteisyyden arvioinnissa tietomallisuunnittelussa käytetty 3D-informaatio on osoittautunut käyttökelpoiseksi. 2008 kirjoittajan toimipaikassa tehtiin maankäytönsuunnittelua Nokian kaupunkiin. Tarkastelussa ollut kohde sijaitsi keskusta-alueen reunassa. N. 800 m päässä alueesta sijaitsee Nokian Renkaat Oy autonrengastehdas, jonka vaikutusalueella Tukes antaa maankäytöstä ja rakentamiskelpoisuudesta lausunnon.

Pääsuunnittelijan päätti tuottaa kolmiulotteisen maastomallin, jonka koko oli 1500x1500m. Alueen rakennukset mallinnettiin massatasoisesti ja puusto pääpiirteittäin. Alueen reitit ja tiestö oli myös esitetty. Mallia tarkasteltaessa suojaetäisyyksien todettiin riittävän. Lisäksi alueen suuret korkeusvaihtelut loivat suojavyöhykkeitä. Jatkosuunnittelua puoltavan lausunnon jälkeen suunnittelua voitiin jatkaa.

3 TEESI

Tietomallisuunnittelun tavoitteet voidaan usealla eri tasolla yhdistää pääsuunnittelijan tehtävien kanssa. Tietomallisuunnittelun hallinnasta tulee muodostumaan oleellinen osa pääsuunnittelijan tehtävistä. Pääsuunnittelija voi toimia joko tietomallisuunnittelijan koordinoijana tai aktiivisemmän roolin hallitsevana tietomallikoordinaattorina.

4 AIKATAULU JA MALLIVAIHEET

4.1 Tietomallisuunnittelun mallivaiheet

Vaikka pääsuunnittelija ei tekisi varsinaista mallinnusta, on olennaista tuntea eri vaiheilta vaadittava tietosisältö ja mitä malleja eri vaiheessa tehdään ja miten niitä nimitetään.

Tietomallinnusprosessi on hierarkkisesti jaettu ARK08 tehtäväluetteloluonnoksen tehtävänimikkeistön mukaisiin osiin¹²:

B000	HANKESUUNNITTELU
C000	EHDOTUSSUUNNITTELU
C400	YLEISSUUNNITTELU
C500	RAKENNUSLUPATEHTÄVÄT
C600	TOTEUTUSSUUNNITTELU
C700	TUOTE- JA JÄRJESTELMÄOSASUUNNITTELU
B000	HANKESUUNNITTELU
D200	ARKKITEHDIN VALVONTATEHTÄVÄT
E000	VASTAAN- JA KÄYTTÖÖNOTTOTEHTÄVÄT
F100	TAKUUAJAN TEHTÄVÄT

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa suunnitelmasisällön tuottamisen pääpaino kohdistuu ehdotus- ja yleissuunnitteluun.

Mallityöskentelyssä mallivaiheiksi on vakiintunut termistö: massamalli – tilaryhmämalli – alustava rakennusosamalli – rakennusosamalli – yhdistetty rakennusosamalli – toteutumamalli (as built)¹³.

¹² RT 10-10576. 2008

¹³ Belloni, Kaisa 2007. Tietomallivaatimukset 2007. Osa 3: Arkkitehtisuunnittelu. Sivut 11-14



Kuva 5. Hankevaiheet ja tietomallin osavaiheet. Arkkitehtitoimisto Eero Lahti Oy.

4.2 HANKESUUNNITTELU

4.2.1 Massamalli - tilaryhmämalli

Projekti aloitetaan suoraan mallintamalla rakennusosamallia, ainoastaan mallin vaatimustaso ei vastaa rakennusosamallia. Rakennusosamallia kutsutaan projektin hankevaiheessa nimikkeillä massa- tai tilaryhmämalli. Projektin edetessä mallia ei yleensä korvata eri nimikkeillä vaan piirtotiedostoon mallinnetaan yhtä ja samaa tiedostoa.

Massa- tai tilaryhmämallista mallinnetaan hankevaiheessa kerroksittain sekä ulko- että Huoneistojen/osastojen väliset seinät. Laajuustietoja varten tarvitaan myös laajuustietotoja kuten huoneisto- ja kerrosalat ja tilavuus. Jotkut tilaajat vaativat myös rakennuksen ulkovaipan piirin.

4.2.2 Vaiheen tavoitteet

Massa- tai tilaryhmämalli pyrkii vastaamaan ARK08 tehtäväluettelon tehtäviin:

- Toiminnan asettamien tavoitteiden määrittelyminen
- Kiinteistönpidon asettamien tavoitteiden määrittelyminen

- Tilaohjelman laatiminen
- Rakennuspaikan selvittäminen (Tonttimalli)
- Lupamenettelyn selvittäminen
- Hankeen ajoituksen ja toteutustavan suunnittelu
- Kustannustavoitteiden asettaminen
- Rahoituksen, kannattavuuden ja budjetin suunnittelu
- Investointipäätöksen valmisteleminen

4.3 EHDOTUSSUUNNITTELU

4.3.1 Tilamalli

Tilamalli on rakennusosamallin seuraava vaihe. Tilamalli mallinnetaan suorana jatkona Massa- tai tilaryhmämallin päälle.

Tilamallista mallinnetaan luonnosvaiheessa kerroksittain sekä ulko- että väliseinät. Seinät mallinnetaan joko käyttämällä yleisiä seinägeometrioita tai mikäli rakennetyypit ovat yleisesti tunnettuja, niin käytetään Talo2000 järjestelmän seinärakenteita mustattuna näkymäesityksenä¹⁴.

Tiloille luodaan määritteet: tilatyypit / tila, huoneala ja tilankorkeus.

Vesikatto mallinnetaan kaupunkikuvallista tai muuta arkkitehtonista tarkastelua silmällä pitäen. Lattioita ja kattoja ei yleensä mallinneta vielä.

Tilamallista tarvitaan seuraavia laajuustietoja

- tilatyypit ja pinta-alat (kerroksittain)
- nettopinta-ala (kerroksittain)
- bruttopinta-ala (kerroksittain)

¹⁴ Senaatti-kiinteistöt, 2007. Senaatti-kiinteistöjen arkkitehtisuunnittelua koskevat mallinnusvaatimukset 2007. sivu 9.

- kerrospinta-ala (kerroksittain)
- vaipan pinta-ala (kerroksittain)
- kokonaistilavuus
- ulkoseinälinjan pituus (kerroksittain)

4.3.2 Vaiheen tavoitteet

Tilamalli pyrkii vastaamaan ARK08 tehtäväluettelon tehtäviin:

- Rakennussuunnittelun käynnistäminen
- Suunnittelu- ja vastuurajojen tarkistaminen
- Suunnitteluaikeita laatiminen
- Lähtötietojen tarkastaminen
- Kohteen erityisvaatimusten tarkastaminen
- Tilaajan ja käyttäjän tarpeiden täsmentäminen
- Suunnittelutavoitteiden tarkastaminen
- Suunnitteluryhmän käynnistäminen
- Ratkaisuvaihtoehtojen laatiminen
- Tontinkäytönvaihtoehtojen laatiminen
- Vaihtoehtoisten periaateratkaisujen laatiminen
- Laajuus-, tehokkuus ja kustannustarkastelu
- Kaupunkikuvan ja muiden ympäristövaikutusten arviointi
- Jatkosuunnittelun esittäminen (PS)
- Ehdotusten laatiminen
- Lähtötietoasiakirjojen tarkistaminen
- Alustavan asemapiirroksen laatiminen
- Arkkitehtonisen periaateratkaisun määrittelemine
- Ehdotusten tarkasteleminen eri suunnittelualojen kannalta
- Ehdotusten yleisselostuksen laatiminen
- Ennakkolausuntojen hankkiminen (PS)
- Jatkosuunnittelun päätösesityksen laatiminen (PS)
- Suunnitteluryhmän työn koordinoiminen (PS)

Tilamallin, sekä tilamallivaiheeseen kuuluvan tonttimallin, tulee olla hyväksyttyjä ja tarkastettuja, jotta suunnittelua voidaan jatkaa alustavana rakennusosamallina. Rakennuttajalla tai projektinjohdolla voi olla käytössään suunnittelijoiden omien tarkastuslomakkeiden lisäksi omia laadunvarmistusmenetelmiä tarvittavine tarkastuslomakkeineen.¹⁵

Tietomalli tarkastetaan mahdollisten mallivirheiden seulomiseksi. On suotavaa, että tarkistuksen tekee eri henkilö kuin tietomallin tekijä.

4.4 YLEISSUUNNITTELU

4.4.1 Alustava rakennusosamalli

Alustava rakennusosamalli on rakennusosamallin kolmas vaihe. Tämä malli mallinnetaan suorana jatkona tilamallin päälle. Alustavaan rakennusosamallin rakennusosat mallinnetaan Talo2000 järjestelmän mukaisin nimikkein.

Suunnittelussa käytetään rakennesuunnittelijan toimittamia rakennetyyppejä. Jos rakennetyyppi ei ole tiedossa, käytetään yleistä seinätyyppiä tai RT:n mukaista rakennetta. Rakenneteknisesti erilaisesti seinät mallinnetaan eri tyypeinä. Komponenteissa tulee olla tunnistettavat perustyytit, esimerkiksi ovet on voitava tunnistaa wc-, sauna-, laaka- ja liukuoviksi paloluokkineen. Alustavaa rakennusosamallia käytetään alustavaan visualisointiin¹⁶.

Rakennuttaja tarvitsee laskentaa varten alustavasta rakennusosamallista:

- tilatyytit ja pinta-alat (kerroksittain)
- nettopinta-ala (kerroksittain)
- bruttopinta-ala (kerroksittain)
- kerrospinta-ala (kerroksittain)
- vaipan pinta-ala (kerroksittain)

¹⁵ Senaattikiinteistöt 2007. Tarkastuslomakkeet.

¹⁶ Karstila, Kari & Serén, Kalle 2005. Sivu 24.

- kokonaistilavuus
- ulkoseinälinjan pituus (kerroksittain)
- seinärakenteet ja paksuudet
- laattapaksuudet, porrastasojen laattojen paksuudet, paikallavalettu alapinta
- rakennetyypit
- runko
- erikoispaikat
- rakennettavuusanalyysi: rakennetyyppien poikkeavuudet valittujen järjestelmien ja menetelmien välillä, rakennetyyppien määrä yleisesti

4.4.2 Vaiheen tavoitteet

Alustava rakennusosamalli pyrkii vastaamaan ARK08 tehtäväluettelon tehtäviin:

- Luonnoksien laatiminen
- Ehdotuksesta saadun palautteen arvioiminen
- Asemapiirroksen ja ympäristösuunnitelman laatiminen
- Kohteen yleissuunnitelman laatiminen
- Eri suunnittelualojen luonnossuunnitelmien vertaileminen
- Luonnoksien yleisselosteen laatiminen
- Suunnittelun perusratkaisujen yhteensopivuuden tarkastaminen (PS)
- Rakennuslupamenettely
- Jatkosuunnittelun päätösesityksen laatiminen

Alustava rakennusosamalli tulee olla tarkastettu, jotta suunnittelua voidaan jatkaa hyväksyttynä alustavana rakennusosamallina (ks. BIM Tarkastuslomake).

4.5 RAKENNUSLUPATEHTÄVÄT

4.5.1 Hyväksytty alustava rakennusosamalli

Hyväksytty alustava rakennusosamalli on rakennusosamallin neljäs vaihe.

Aikaisemman mallisisällön lisäksi hyväksytyyn alustavaan rakennusosamalliin mallinnetaan koteloinnit ja alakattojen korkeusasemat. Tilaobjektit sisältävät tunnistettavan yhteyden rakennustapaselostukseen tai vastaavaan, jossa määritellään eri pintojen pintakäsittelyt ja materiaalit.

Mallin yleinen tarkkuustaso tähtää rakennusluvan hakemiseen tarvittaviin teknisiin piirustuksiin sekä esimarkkinoinnin edellyttämään visualisointiin.

Tietomalli tarkastetaan mahdollisten mallivirheiden seulomiseksi. Hyväksytty alustava rakennusosamalli päättää yleissuunnitteluvaiheen ja toimii siten tärkeänä mallivaiheena siirryttäessä tietomallintamisessa eteenpäin.

Hyväksytty alustava rakennusosamalli tulee olla tarkastettu ja hyväksytty, jotta suunnittelua voidaan jatkaa rakennusosamallina.

4.6 TOTEUTUSSUUNNITTELU

4.6.1 Rakennusosamalli

Alustava rakennusosamalli on rakennusosamallin viides vaihe. Alustavassa rakennusosamallissa mallinnettiin kaikki rakennusosat Talo2000 järjestelmän mukaisesti.¹⁷ Tässä vaiheessa mallinnetaan edellisestä vaiheesta jääneet rakennusosat, kuten kaksoisjulkisivut, hoitotasot, kulkurakenteet ja pystyhormit. Kaikki eri tyyppiä olevat rakennusosat mallinnetaan erillisinä objekteina tunnistettavuuden takia.

Ovien ja Ikkunoiden tarvike tiedot esitetään erillisessä ikkunakaaviossa ja niiden yleiset laatuvaatimukset rakennusselityksessä. Alkuperäismallin objektin ominaisuudenvalikossa voidaan määrittää linkki esim. tuoteosavalmistajan [www-sivuille](#).

¹⁷ Senaattikiinteistöt, 2007, pdf. Tietomallivaatimukset 2007, Osa 6: Laadunvarmistus ja mallien yhdistäminen. Sivu 10.

Rakennusosamalli tulee olla tarkastettu, jotta suunnittelua voidaan jatkaa yhdistettynä rakennusosamallina.

4.6.2 Yhdistetty rakennusosamalli

Yhdistetty rakennusosamalli on rakennusosamallin kuudes vaihe. Yhdistetty rakennusosamalli on yhdistelmämalli kaikkien projektiin osallistuneiden suunnittelualojen tietomalleista (ARK, RAK, TATE, GEO).

Yhdistetty rakennusosamalli tulee olla hyväksytty ja tarkastettu, jotta suunnittelua voidaan jatkaa hyväksyttynä rakennusosamallina.

4.7 TUOTE- JA JÄRJESTELMÄOSASUUNNITTELU

4.7.1 Hyväksytty rakennusosamalli

Hyväksytty rakennusosamalli on rakennusosamallin seitsemäs ja viimeinen vaihe ja se päättää tietomallisuunnittelun. Kaikkien suunnittelualojen tietomallit on tässä vaiheessa yhdistetty ja valmiustasoltaan täysin valmiit.

Hyväksytty rakennusosamalli pyrkii vastaamaan ARK08 tehtäväluettelon tehtäviin:

- Tuotantos suunnitelman laatiminen
- Toteutuspiirustusten yksityiskohtainen suunnittelu
- Perustusten ja ulkopuolisten rakenteiden yksityiskohtien suunnittelu
- Runko- ja vesikattorakenteiden yksityiskohtien suunnittelu
- Täydentävien rakenteiden yksityiskohtien suunnittelu
- Pintarakenteiden yksityiskohtien suunnittelu
- Muu yksityiskohtien suunnittelu

Hyväksytty rakennusosamalli tulee olla tarkastettu ja hyväksytty, jotta tietomallipohjainen suunnittelu voidaan päättää valmiina rakennusosamallina.

4.8 ARKKITEHDIN VALVONTATEHTÄVÄT

4.8.1 Rakennusosamallin päivitykset

Rakennusaikaiset muutokset päivitetään malliin, jotta se vastaa uutta suunnitelmaa.

4.9 VASTAAN- JA KÄYTTÖÖNOTTOTEHTÄVÄT

4.9.1 Toteutumamalli – as-built

Rakennuksen valmistuttua rakennusosamalli päivitetään toteutumamalliksi, niin että se vastaa lopputulosta (as-built). Toteutumamallia voidaan käyttää tilahallinnon, kiinteistön ylläpidon ja käytönaikaisten muutosten pohjana. Tähän malliin päivitetään rakennusaikaiset muutokset.

5 KOORDINOINTI KÄYTÄNNÖSSÄ

5.1 Pääsuunnittelijan pitämät suunnittelijapalaverit

Hankkeet etenevät yleisaikataulujen ja suunnitteluaiakataulujen mukaan. Projektit jaetaan normaalisti eri vaiheisiin, joita ovat luvussa 4 käsitellyt työvaiheet. Jokaisessa vaiheessa järjestetään varsinaisia suunnittelukokouksia, joiden järjestäjänä ja puheenjohtajina toimii rakennushankkeeseen ryhtyvä tai erillinen rakennuttajakonsultti.

Pääsuunnittelijavetoiset varsinaisten suunnittelukokousten välille sijoittuvat suunnittelijapalaverit ovat osoittautuneet toimiviksi ratkaisuksi tietomallisuunnittelussa tiedon siirtoon ja hallintaan sekä suunnitelmien yhteensopivuuden ja ristiriidattomuuden hallintaan. Varsinaisten suunnittelukokoukset järjestetään normaalisti kohteen laadusta riippuen n. kuukauden välein. Pääsuunnittelijavetoisia palavereja pidetään varsinaisten kokousten väljaksoina.

Suunnittelijat toimittavat mallinsa sovitussa muodossa pää- tai arkkitehtisuunnittelijalle muutama päivä ennen tapaamista. Jokainen suunnittelija tarkistaa oman alkuperäismallinsa ohjelman sisäisellä tarkastusohjelmalla ennen ifc-mallin tallentamista. Saadut ifc-mallit yhdistetään keskenään tarkoitukseen soveltuvalla ohjelmistolla ja yhdistetty malli tarkastetaan palaverissa. Sopiva tapaamisväli riippuu kohteen luonteesta ja laajuudesta vaihdellen viikosta kolmeen viikkoon.

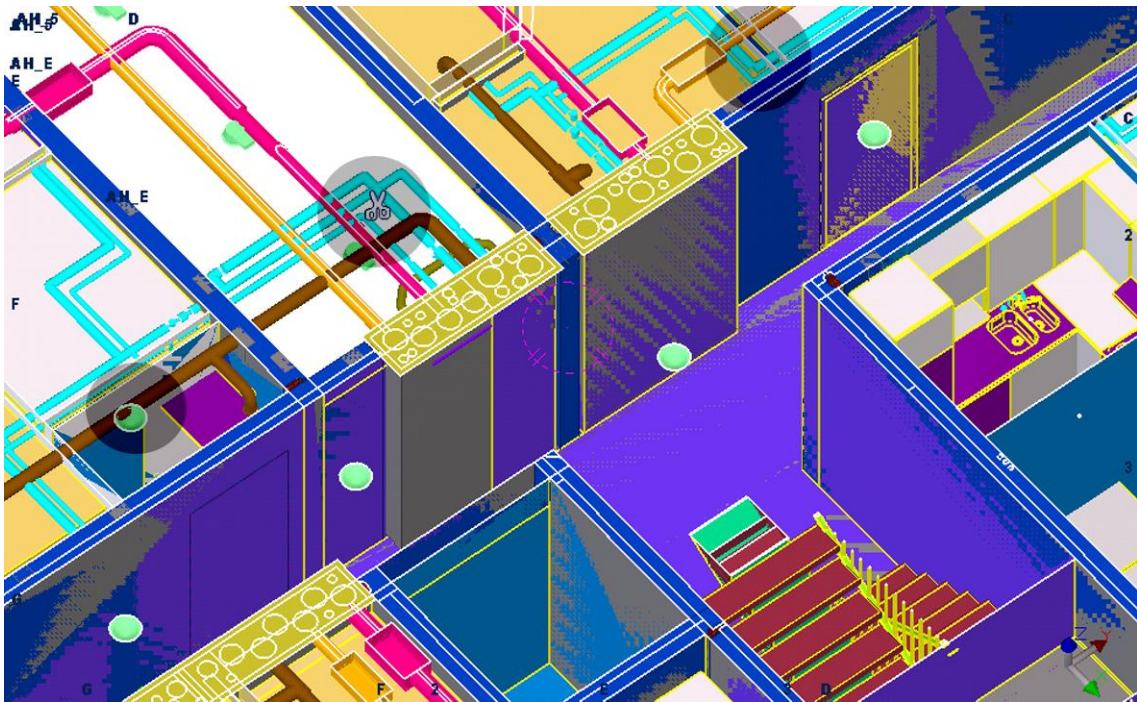
5.2 Menetelmät (kevyt –raskas)

Tietomallia voidaan tarkastella joko perusteellisesti tarkoitusta varten tehdyillä erityisillä mallintarkastusohjelmilla kuten Solibri tai Navisworks tai kevyemmällä menetelmällä kuten Tekla Structures-ohjelmalla. Ensin mainituilla ohjelmilla on mahdollista tulostaa myös raportointi mallin päällekkäisyyksistä ja rakenteellisista törmäyksistä.

Käytännössä suunnittelutyö etenee kuitenkin hitaasti, eikä väljaksoina kannata tehdä liian läpikäyviä tarkasteluja. Yhdistetystä mallista havaitaan selkeät virheet kuten

puuttuvat läpivientiaukot, aukkojen limittäiset sijainnit tai iv-putkien ja alakattojen leikkaukset pelkällä silmämääräisellä tarkastelullakin. Varsinkin ohuiden putkien ja kanavien risteämisistä varsinaisilla raportointiohjelmilla saadaan liian paljon raporttimerkintöjä.

Aiemmin mainittujen tarkasteluohjelmien lisäksi tarkoitukseen soveltuu hyvin myös rakennesuunnittelijoiden yleisesti käyttämä Tekla. Myös alkuperäismalleja yhdistämällä voidaan tehdä mallitarkastelua, mutta käytännön esteenä on ohjelmien rajallinen yhteensopivuus. IFC-muotoon tallettaessa eri ohjelmista katoaa informaatioita vaihtelevissa määrin tai saadaan virheellisiä käännoiksi. Käytännössä se on kuitenkin osoittautunut hyväksi formaatiksi ja esimerkiksi Senaattikiinteistöt ja Skanska edellyttävät sitä lopullisen mallin tallennemuotona. Tilaajille toimitetaan ifc-mallien lisäksi poikkeuksetta myös alkuperäismallit.



Kuva 6. Kuvakaappaus Tekla-ohjelmalla tehdystä kevyestä yhteensovituksesta. Kuvassa taloteknisten järjestelmien risteäminen.

5.3 Kokousten raportointi

Suunnittelijat saavat kokouksessa välittömän visuaalisen palautteen ja ongelmakohtien ratkaisuun voidaan varata enemmän aikaa kuin varsinaisessa suunnittelukokouksessa. Pääsuunnittelija tekee palaverista muistion, joka toimitetaan rakennushankkeeseen ryhtyvälle tai rakennuttajakonsultille. Suunnittelijat tekevät alkuperäismalleihinsa tarvittavat muutokset ja korjaukset.¹⁸

Laajempi mallin tarkastelu edellyttää raportoivan tarkastusohjelman käyttöä. Tarkastusprosessi ja ilmenneen virheluettelon läpikäynti on työläämpää ja vie aikaa. Menetelmän etuna on virtuaalinen dia-esitys, joka voidaan varustaa kommentein ja sen on myös helposti arkistoitavissa. Tilaajalle on kuitenkin syytä raportoida myös muistiolla.

¹⁸ RT 10-10992. 2010. Sivu 5.

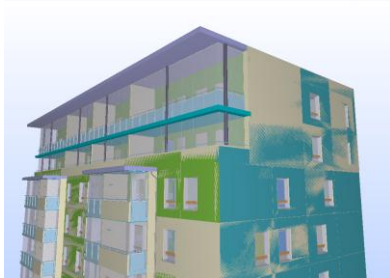
6 SUUNNITELMIEN YHTEENSOVITTAMINEN ERI VAIHEISSA

6.1 Yhdistäminen käytännössä

Suunnitelmat toimitetaan mallien yhdistäjälle aina sovitussa tallennemuodossa. Mallit tuodaan ohjelmaan ja tarkastetaan keskinäiset asemoinnit x,y,z tasoissa. Yhdistetystä mallista voidaan sammuttaa tarvittaessa jokin tietty osamalli havainnollisuuden vuoksi. Myös eri objektiryhmien näkyvyysasetuksia voidaan säädellä tai jopa karsia.

6.2 Mallienväliset tarkastelut

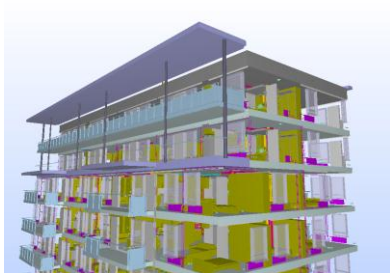
Mallien tarkastelu kannattaa osittaa pienempiin ryhmiin. ARK-RAK mallien tarkastelulla havaitaan arkkitehti- ja rakennesuunnitelmien väliset erot ja ristiriitaisuudet kuten aukkojen erilaiset sijainnit ja mahdolliset rakennetyyppien väliset erot.



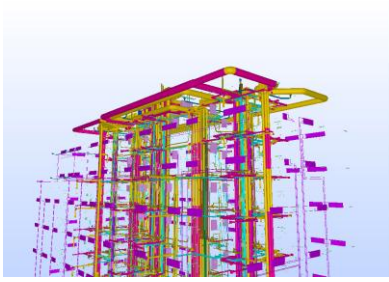
Kuva 7. Yhdistetty malli. sammutettu.



Kuva 8. Rakennemalli on

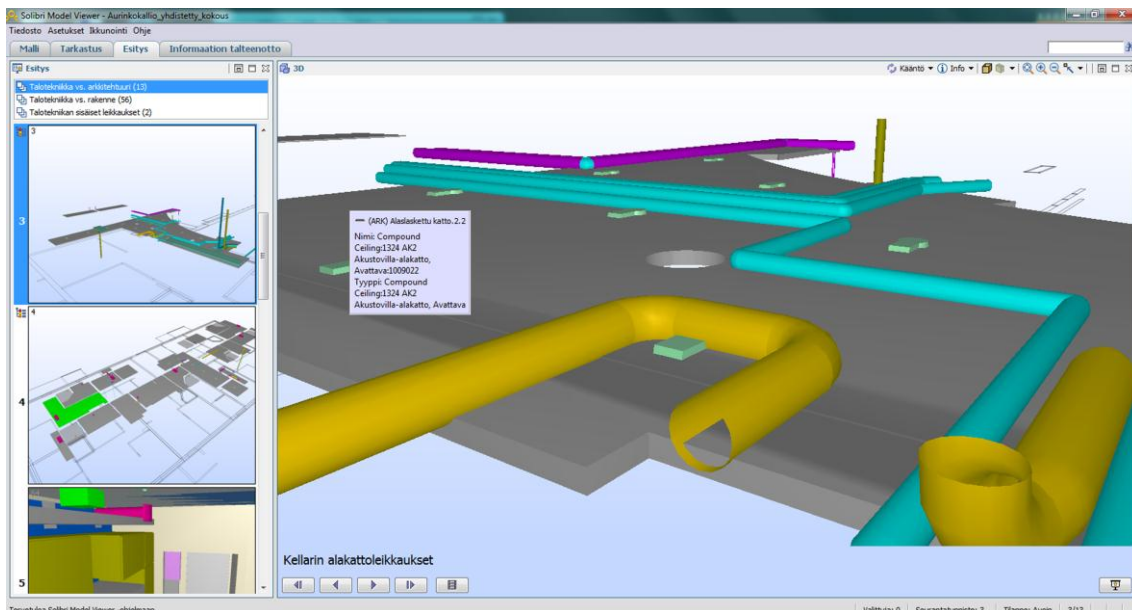


Kuva 9. Rakennemalli sammutettu, Arkkitehti mallin esitystä on havainnollistettu sammuttamalla seinien esitys.



Kuva 10. Mallissa on ainoastaan talotekniikan mallit, ARK- ja RAK mallit on sammutettu.

RAK-TATE tarkastelu voi selvittää rakennesuunnitelmien ja taloteknisten varausten virheet. Reikävarausten asemointi on helppoa. Joissakin lvi-suunnitteluohjelmistoissa on massakappaletyökalu reikävarauksen mallintamista varten. LVI-suunnittelija voi lähettää 3D-geometrian rakennesuunnittelijalle hyödynnettäväksi. Tarkastelussa havaitaan myös pystysuorien rakenneosien puutteet kuten palkkien systeemirei'itysten kohdistusvirheet.



Kuva 11. Solibrilla tehty mallintarkastusraportti ja dia-esitys. Kuvakaappauksessa on raportoitu alakaton ja iv-kanavan leikkaus.

ARK-TATE mallien vertailussa havaitaan helposti ilmanvaihtokanavien ja alakattojen korkeussuuntaiset leikkaavuudet. Myös pystysuuntaisten lvi-tekniisten reittien riittävyys havaitaan.

6.3 Origo

Jotta malleja voidaan tarkastella kokonaisuutena, tulee niiden asettua toistensa päälle. Keskenään eri paikoissa sijaitsevat ifc-mallien origot ovat muodostuneet joissain tapauksissa ongelmaksi. Eri ohjelmilla saadaan lähtökohtaisesti eri origosijainnit: mallit eivät kohdistu keskenään. Käytännössä ongelma voidaan helposti ratkaista yhdistämällä mallit toisiinsa suhteellisesta menetelmästä käyttäen: arkkitehti mallintaa alkuperäismalliinsa kohdistuspilarin, jonka sijainti, halkaisija ja korkeus sovitaan yhteisesti. Pilari lukitaan ohjelmassa paikalleen. Muut suunnittelijat kopioivat objektin omiin alkuperäismalleihinsa. Mallit voidaan tarvittaessa siirtää pilarin avulla keskenään päällekkäin joko numerosyöttöisesti tai tarttumalla malliobjektin tarttumapisteisiin (snap-pisteet). Myös arkkitehdin tonttimallissa on sama pilari.

7 MALLIN TARKASTUS NYKYÄÄN JA TULEVAISUUDESSA

7.1 Suunnittelijaryhmän ulkopuolinen mallintarkastus

Tilaaajat ovat tähän asti tehneet itse mallintarkastuksen. Tietomallinnus tulee ajan myötä muodostumaan vallitsevaksi suunnittelumenetelmäksi. Jo tällä hetkellä mallintarkastus ylityöllistää tarkastajia. Ruuhkautuneen tilanteen takia on suunnittelijoilta jo alettua vaatia välivaiheiden tarkastuksia omien mallitarkastuksien lisäksi. Lopullisen tarkastuksen ja hyväksynnän tehnee tulevaisuudessa tilaaja – tosin ylimääräisen mallintarkastuksen kustannuksia voidaan kohdentaa suunnittelijoille jo nyt¹⁹.

7.2 Ulkopuolisen mallintarkastuksen ongelmat

Tietomalleja tuotetaan eri ohjelmilla, joilla jokaisella on omat etunsa ja rajoituksensa. Ulkopuolinen tarkastaja ei välttämättä ole tietoinen ajankohtaisista suunnitteluohjelmien versioiden mallinnusongelmista ja – menetelmistä. Suunnittelijoiden tulee laatia omista malleistaan tarkastuslomakkeet, joissa on kuvaukset mahdollisista poikkeavista mallinnusmenetelmistä ja mahdollisista IFC-käännösvirheistä.

7.3 Pääsuunnittelija tietomallikoordinaattorina

Pääsuunnittelijan tehtäväluettelon sisältöä tarkasteltaessa havaitsee, että tietomallisuunnittelu vastaa monen osa-alueen asettamiin vaatimuksiin - pääsuunnittelija onkin luonnollinen valinta tietomallikoordinaattoriksi. Tietomalliprosessi alkaa hankesuunnitteluvaiheen massamalleista ja päättyy vastaanottovaiheen asbuilt-malliin ja mahdollisesti edelleen ylläpitomalliin.

Osallistuminen suunnittelijoiden valintaan on muuttumassa yhä tärkeämmäksi alkuvaiheen tehtäväksi. Tietomallinnusohjeet yhdessä muiden sähköisten asiakirjojen tuottamisohjeiden kanssa ovat onnistuneen suunnittelun edellytys. Tietomalliprosessin koordinointi on luonnollinen jatke pääsuunnittelijan nykyisen tehtäväkenttään. Tällä hetkellä suunnitelmien yhteensovitus ja ristiriidattomuuden varmistaminen

¹⁹ Senaattikiinteistöt, 2007. Tietomallivaatimukset 2007, Osa 6: Laadunvarmistus ja mallien yhdistäminen sivu 18.

(kokonaisuuden hallinta) on tärkeää, mutta menetelmät eri suunnittelualojen suunnitelmien keskinäiseen tarkastukseen ovat olleet puutteellisia.

Tietomallikoordinaattorin tehtävät voivat vaihdella laajasti hankkeen luonteesta mukaisesti. Pienehköissä kohteissa pääsuunnittelija voi itsekin yhdistää mallit ja tarkastaa suunnitelmat, mutta laajemmissa projekteissa mallintarkastus on niin työlästä, että mallien tarkastus täytyy delegoida edelleen. Pääsuunnittelijalla on paljon muita tehtäviä. Suunnitelmien yhteensovituksen vastuu ja raportointi on edelleen pääsuunnittelijalla. Tietomallikoordinaattorina toimiminen edellyttää paljon tietotaitoa mallinnustyöstä ja yhteensovittamisen teknisestä puolesta.²⁰

7.4 Korvaus kasvaneesta työmäärästä

Tällä hetkellä tuotemallinnuksessa vallitsee kulttuurimuutos ja tehtäväkenttien jako ja vastuu on vielä epämääräinen. Tietomallikoordinaattorin tehtävät kohdistuvat luonnollisimmin pääsuunnittelijalle. Tällä hetkellä pääsuunnittelijat kuitenkin hoitavat tietomallikoordinaattorin tehtäviä muiden töidensä ohessa. Työ on vaativaa ja panostusta vaativaa. Vaikka kalliita mallintarkastusohjelmia hankitaan omien suunnitelmien tarkastamisen, vaatii varsinainen tietomallien tarkistus kasvavia resursseja. Työsisältö tulee kasvamaan koko ammattikunnalla, mutta työn korvauksen ongelmia on alettu vasta kohdata. Mikäli pääsuunnittelijalla ei ole tarvittavaa ammattitaitoa tälle osa-alueelle hankkeisiin täytyy hankkia joku, joka hoitaa tämän osa-alueen.

²⁰ RT 10-10992 2001. Sivu 3

8 YLLÄPITOMALLI JA OIKEUDET MALLIIN

Kiinteistönhoidolle ja – hallinnalle tehtävät ylläpitomallit ja menetelmät tulevat varmasti kehittymään tulevaisuudessa. Mallien tekijänoikeudellisissa asioissa on eri osapuolten kannoilta vielä avoimia asioita. Suunnittelijataho ei olisi halukas luovuttamaan malleja edelleen. Perustajaurakoitsija-vetoisissa hankkeissa tilaajat taas pääsääntöisesti saavat tietomallit ja alkuperäismallit itselleen suunnitteluprosessin valmistuttua. Asioista sovitaan suunnittelusopimusten yhteydessä.

Ylläpitomallien kehittäminen tulee olemaan hankalaa, koska yleistä standardia ei ole. Ylläpidon edellyttämät mallipäivitykset on kuitenkin tehtävä itse alkuperäismalliin, eikä tähän tarvittavaa taitoa välttämättä ole kuin suunnitelman alkuperäisellä suunnittelijalla. Huomion arvoista on, että suunnittelutöillä on vaativuusluokat. Ylläpitopäivitysten tekijä ei voine olla epäpätevämpi kuin alkuperäisen suunnitelman tekijä. Ylläpitomallin päivittäjäksi muotoutuu luonnollisesti sen alkuperäinen tekijä. Toki tilaajat pääsääntöisesti hyödyntävät jatkotehtävissä alkuperäisiä suunnittelijoita.

9 TULEVAISUUDEN NÄKYMÄ MALLINNUKSEEN

Eri suunnittelualojen mallinnuksia tehdään jo nykyään, mutta niitä ei aina voi kutsua simulaatioksi. Simulaatioilla voidaan ymmärtää vaihtoehtoisten keinokeinoisten järjestelmien ja ratkaisumallien luomista. Nykyään mallinnus tai ”simulaatio” on useammin ratkaisun oikeellisuuden perustelua kuin suunnitteluratkaisun luomista keinokeinoisen analyysiprosessin tuloksena. Simulaatio-ohjelmien kehittyminen edesauttaa suunnitelmilta edellytettävien vaatimuksien hallintaa.

9.1 Mallisimulaatiot

Tietomallinnus on tällä hetkellä melko uusi suunnittelumenetelmä, eivätkä kaikki sen suomat mahdollisuudet ole vielä käytössä. Tietomalli soveltuu kiinteistönhallinnallisen dokumentaation ja suunnitteluvaiheen määrälaskentojen lisäksi hyvin myös suunnitteluvaiheen erilaisiin simulaatioihin tai rakentamisaikataulujen laadintaan kuten 4D-animaatioihin. Jotta simuloinneista saavutettaisiin paras hyöty, tulisi ne synkronoida alustavan rakennusosamallin tai rakennusosamallin kanssa. Myöhemmässä vaiheessa suunnitelmaratkaisu on jo lukittu, ja simulaatio todentaa ennemminkin suunnitteluratkaisua kuin ohjaa järjestelmävalinnassa²¹. (s9)

9.1.1 CO₂ päästölaskenta

Toimipaikassani on kehitetty ja käytössä CO₂ päästölaskenta rakennusmateriaaleille ja – prosesseille, joka hyödyntää Revit-ohjelmaa ja sen materiaaliluokituksia. Rakennuksen hiilijalanjälki voidaan selvittää. Materiaalien CO₂ emissiomatriiseja on tällä hetkellä käytössä useita ja ne eroavat toisistaan osin paljonkin. Yleisesti käytetään englantilaisia, norjalaisia ja saksalaisia emissiomatriiseja.

Tässä tapauksessa matriisiksi on valittu englantilainen normisto (University of Bath)²².

Onnistuneen CO₂ laskennan edellytys on huolellisesti mallinnetut rakennusosat. Rakennekerrokset täytyy määrittää täydellisesti maalikerroksineen. Myös erilaisia rakennusosia sisältävien rakenneosien kuten mineraalivillalla eristettyjen

²¹ Senaatti-kiinteistöt, 2007. Senaatti-kiinteistöjen arkkitehtisuunnittelua koskevat mallinnusvaatimukset 2007. Sivu 9.

²² Geoff Hammond & Craig Jones. S 10-15.

teräsrankaseinien yhdistelmä rakenne arvoineen tulee määrittää. Hankaluutena on ollut kuljetuskustannusten arviointi osana hiilijalanjälkeä.

Vaihtoehtoiset materiaalit tuottavat erilaisia lopputuloksia. Saaduista vaihtoehdoista voidaan haluttaessa valita ympäristöystävällisin vaihtoehto. Esimerkkitapauksessa tutkittiin uusien energiamääräysten mukaisia eristemateriaaleja. Kerrostalon julkisivujen eristemateriaalien välillä tehtiin CO₂ analyysi. Polyuretaanieristeen hiilijalanjälki oli moninkertainen normaaliin villaan verrattuna. Ratkaisuksi valittiin viimeksi mainittu.

9.1.2 Energiataloudellisuussimulaatiot

BIM-mallien energiatalouden hallintaa varten on kehitetty kaupallisia analyysiohjelmistoja kuten Autodesk EcoTect analyzer. Ohjelmistoilla voidaan tutkia koko rakennuksen energiankulutusta ja tarvetta. Lämmityksen ja jäähdytyksen tarvetta voidaan arvioida säätämällä auringonsuojia ja rakennuksen suuntausta. myös ilmanvaihdon ja vedenlämmityksen aiheuttama energiankulutus voidaan arvioida.

Pääsuunnittelijan ei voi edellyttää hallitsevan lvi-tekniikan yksityiskohtaisia teknisiä ratkaisuja, vaan analysointi on tehtävä yhdessä erikoissuunnittelijoiden kanssa.

Teknisten järjestelmien kääntöpuolena on yleensä vaihtoehtoisen ratkaisuiden hinta. Analyysiohjelmistoilla voidaan tehokkaasti arvioida suunnitteluratkaisuilla luotujen järjestelmien elinkaarikustannuksia ja hankintahintojen välisiä suhteita.

9.1.2 Ilmanvaihtosimulaatiot

Ilmanvaihtosimulaatiolla voidaan tutkia tilojen lämpötiloja ja ilmanvaihdon aiheuttamia virtauskenttiä, hiilidioksidin ja kosteuden pysyvyyttä tiloissa sekä tehdä energiataselaskelmia. Simuloinnilla voidaan arvioida myös kokonaan vaihtoehtoisia ilmanvaihtoratkaisuita. Tärkeä osakenttä on myös pienentää energiatodistuksen laskennallisen ja todellisen kulutuksen välistä eroa²³.

²³ Heinonen, Jarkko. 2006. Sivut 11

9.1.3 Valaistussimulaatiot

Tilaratkaisuiden valaistussimulaatioita on tehty jo ennen varsinaista tietomallinnusta. Simulaatio tehdään arkkitehdin tuottamalle mallille pääasiassa sähkö- tai valosuunnittelijan ohjelmistoilla. Tarkasteltavina voi olla valaistustaso, kontrastin- ja luminanssin jakautuma, varjonmuodostus, häikäisytaaso ja valaistuskatveet. Myös luonnonvalon hyödyntämistä valaistuksen lisäksi voidaan tarkastella. Myös sähköjärjestelmän elinkaarikustannukset ovat tärkeä osa valaistussimulointia.

9.1.3 Akustiset simulaatiot

Musiikkitilojen akustiikan suunnittelussa on hyödynnetty 3D geometriaa jo melko kauan. Tietomalli tuottaa informaatiota pintojen rakennekerroksista, jolloin akustiikan suunnittelija saa laskelmille vaadittua tietoa esim. heijastavista ja ääntä absorboivista materiaaleista ja vastavuoroisesti voi ehdottaa vaihtoehtoisia materiaaleja.

9.2 Malliformaatit

Yhteinen malliformaatti on tietomallisuunnittelussa eri suunnitteluohjelmistoille oleellinen ongelma ja ratkaisun avain. Vielä vähän aikaa sitten muutamat rakentajat halusivat alkaa tietomallisuunnittelun, mutta edellyttivät suunnittelijan käyttävän ehdottomasti jotain tiettyä mallinnusohjelmaa. Näin karsittiin varmasti osa pätevistä ja hyvistä suunnittelijoista. Tuolloinen ratkaisu on pääsuunnittelijan ja arkkitehdin näkökulmasta huvittava: suunnittelumenetelmä ja tietotekninen formaatti nousi tärkeämmäksi kuin rakennettava lopputuote.

Ala on ratkaissut ongelman kehittämällä IFC-formaatista alalle yhteisen standardin. Tallennemuodon on sanottu kadottavan informaatiota, mutta käytännössä se on ollut hyvin toimiva.

Suunnittelijoiden tekijänoikeuksien kannalta tietomallien hallinta on oleellinen kysymys. Jo nyt on eräässä ohjelmistossa mahdollista jakaa käyttäjille käyttöoikeuksia. Myös tietomallin ajallinen kesto voidaan rajoittaa: malli häviää tietyn ajan jälkeen.

9.3 Helppokäyttöisyys

Tulevaisuuden mallinnus- ja mallintarkastusohjelmat tulisi saada vielä helppokäyttöisemmiksi kuin nykyään. Varsinkin mallintarkastusohjelmien käyttöliittymät vaativat käyttäjiltään paljon perehtyneisyyttä. Menetelmien kehittyessä ohjelmien käyttö helpottuu, mutta vastaavasti laitteistovaatimus kasvaa aina ohjelmistopäivitysten mukana.

9.4 Yhteinen malli – Utopia?

Teoreettisesti tarkasteltuna kaikille suunnittelijoille yhteinen malligeometria olisi paras. Tällä hetkellä varsinkin arkkitehti- ja rakennesuunnittelijan mallit tehdään kahtena erillisenä tiedostona. Yhteinen alkuperäismalli vaatisi tarkkaa käyttäjäoikeuksien hallintaa ja suunnittelun aikataulutusta sekä totuttujen menetelmien ja tapojen hallintaa. Tyypillisesti arkkitehtisuunnittelija mitoittaa valmiin lattian korkeusaseman kun taas rakennesuunnitelmissa mitoitetaan koroin rakenteellisen tason pinta. Toisen katto on toisen lattia. Itse asiat ovat kuitenkin yhteneviä.

Jossain määrin mallipalvelin voisi muodostua tietotekniseksi pullonkaulaksi.

10 YHTEENVETO

Tässä tutkielmassa on perehdytty tietomallinnusprosessiin pääsuunnittelijan tehtävien kannalta. Tarkoituksena on ollut kuvata prosessissa pääsuunnittelijalla jo nyt olevat tehtävät, niiden suhde tietomallinnukseen ja valottaa tulevaisuuden suomia mahdollisuuksia ja asettamia ongelmakohtia.

Pääsuunnittelijat lähestyvät tehtäviensä puolesta jo nyt tietomallikoordinaattoreita, mutta tehtävän olemassaolo ja määrittely on vielä veteen piirretty viiva.

Tietomallisuunnittelun koordinoinnilla ja tietomallikoordinaattorina toimiminen eroavat toisistaan tehtävien vaatiman aktiivisuuden osalta. Olen mieltänyt koordinoinnin enemmän passiiviseksi ulkopuoliseksi prosessiksi. Tietomallikoordinaattorin tulee hallita tietomallipohjainen suunnitteluprosessi perusteellisemmin ja yhdistää se pääsuunnittelijan tehtäviin. Alalla vallitsevissa tehtäväluetteloissa ei sinällään vaadita pääsuunnittelijan tekevän kaikkea, vaan edellytetään huolehtimista ja kokonaisuuden hallinnasta.²⁴

Tietomallisuunnittelun koordinointia tekevät tällä hetkellä myös kolmannet osapuolet. Mallintarkastaja voi toimia alihankinta periaatteella tulevaisuudessa jopa Intiasta käsin. Asiassa ei sinällään ole mitään erikoista, mikäli tehtävä rajautuu tai rajataan ainoastaan teknisen virheettömyyden tarkastamiseksi. Suunnitelmien yhteensovitus kattaa kuitenkin tätä useampia tarkastelutasoja kuten lait, määräykset, normit, kaavatekijät ja hanketekijät sekä viranomaisten tulkinnat ja lausunnot. Pääsuunnittelija on ollut hankkeessa rakennushankkeeseen ryhtyvän jälkeen kauimmin mukana ja hallitsee suunnittelun kokonaisuuden ja laajuuden jo lähtökohtaisesti. Tietomalli on oiva väline hallita tätä kokonaisuutta.

Tietomalliprosessi ja siitä saatava 3D informaatio ovat hyvä perusta vielä pidemmälle viedyille visualisoinneille, joita voivat olla valokuvamaisen tarkat havainnekuvat tai

²⁴ Senaattikiinteistöt, 2007. Mallinnukseen liittyvät pääsuunnittelijan tehtävät. Sivu 2.

animaatiot, aikataulumallinnukset tai talotekniset simulaatiot. Monia näistä tehdään jo nykyään, mutta tulevaisuuden pääsuunnittelijat voivat kohdata niitä useammin.

Jotta tehtäväkentän hallitsisi, on oleellisempaa tuntea eri vaiheissa vaadittavien mallien sisältö kuin varsinainen mallinnustekniikka. Itse tietomallinnusta tekevänä uskon, että suunnittelu on vihdoinkin saanut arvoisensa menetelmän ja varsinainen suunnittelukulttuuri on tiellä, jolta ei ole paluuta menneeseen. Kuten aiemmin totesin, tietomallinnus ei saa muodostua itseisarvoksi vaan se on hieno rakennuksen ja rakennetun ympäristön suunnittelumenetelmä.

LÄHDELUETTELO

Hammond, Geoff & Jones, Craig. Inventory of Carbon & Energy (ice), version 1.6a. 2008. pdf. University of Bath . [www.bath.ac.uk/mech-eng/ser/embodied/]

Heinonen, Jarkko. 2006. Powerpoint-julkaisu. Teknillinen Korkeakoulu. LVI-tekniikan laboratorio. BAFF-seminaari.

[http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/Simulointi_kayton_tukena_BAFF_1-6-06_Jarkko_Heinonen.ppt] 28.8.2010

Inkinen, Johanna 2009. Rakennushankkeeseen ryhtyvän ja pääsuunnittelijan sopimuksenulkoinen vastuu. Pro gradu –työ. Helsinki: Helsingin Yliopisto. Oikeustieteellinen tiedekunta Yksityisoikeuden laitos.

PRO IT/ Niemioja, Seppo 2005. Pdf. Arkkitehdin tuotemallisuunnittelu -Yleiset perusteet ja ohjeita 2005.
[<http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/>] 1.7.2010

PRO IT, 2005, pdf/ Karstila, Kari & Serén, Kalle
Tuotemallin vaihe: Alustava rakennusosamalli / Rakennusosamalli / Tuoteosamalli
Tiedonsiirron käyttötapa: Suunnittelusta Suunnittelun koordinointiin, liite 2
[<http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/>] 1.7.2010

PRO IT/ Karstila, Kari & Serén, Kalle
2005. Tuotemallin vaihe: Alustava rakennusosamalli / Rakennusosamalli /
Tuoteosamalli. Tiedonsiirron käyttötapa: Suunnittelusta Suunnittelun koordinointiin,
liite 1
[<http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/>] 1.7.2010

PRO IT/ Henttinen, Tomi. 2005, pdf. Pro IT ohje: Tiedonsiirron käyttötapa:
Rakennussuunnittelu - LVI-suunnittelu

[http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_dexuc_ark_lvi_versio_10_2005_01_31.pdf] 1.7.2010.

Senaatti-kiinteistöt, 2007, pdf. Senaatti-kiinteistöjen arkkitehtisuunnittelua koskevat mallinnusvaatimukset 2007.

[<http://www.senaatti.com/tiedostot/BIM-Esite.pdf>] 12.6.2010.

Rakennustietosäätiö, 2001. Tietomallinnettava rakennushanke RT10-10992 2001.

RT 10-10576. Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo 2008

RT 10-10764. Pääsuunnittelijan tehtäväluettelo PS 01. 2001.

RT 10-10992. Tietomallinnettava rakennushanke

Rakennusteollisuus RT ry ja Rakennustietosäätiö RTS. Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa. Pro-IT 2006 Rakennustieto Oy

Senaattikiinteistöt / Belloni, Kaisa ; Kiviniemi, Arto; Kojima, Jun; Koppinen, Tiina; Kulusjärvi, Heikki; Mäkeläinen, Tarja ; Hietanen, Jiri; Rekola, Mirkka pdf, 2007
Tietomallivaatimukset 2007 Mallipohjaiset tiedot suunnittelu- ja rakentamisprosessin eri vaiheissa

[http://www.senaatti.com/tiedostot/Mallipohjainen_prosessi-v1_17092007.pdf]
12.6.2010.

Tietomallivaatimukset 2007. Osa 3: Arkkitehtisuunnittelu

[http://www.senaatti.com/tiedostot/Tietomalli_2007_Osa3_Arkkitehtisuunnittelu_1-02.pdf] 12.6.2010

Senaattikiinteistöt, 2007, pdf. Tietomallivaatimukset 2007, Osa 6: Laadunvarmistus ja mallien yhdistäminen.

[http://www.senaatti.com/tiedostot/Tietomalli_2007_Osa6_Laadunvarmistus_versio1_02.pdf] 2.8.2010

Senaatti-kiinteistöt, 2007, pdf. Tietomallivaatimukset 2007, Osa 8: Mallien käyttö havainnollistamisessa

[http://www.senaatti.fi/tiedostot/Tietomalli_2007_Osa8_Havainnollistaminen.pdf]
28.8.2010

Senaattikiinteistöt, 2007, pdf. Tarkastuslomakkeet.

[http://www.senaatti.com/tiedostot/Tietomalli_2007_Tarkastuslomakkeet.pdf] 3.8.2010

Wikipedia.[http://fi.wikipedia.org/wiki/Rakennuksen_tietomalli] 10.7.2010

Senaattikiinteistöt, 2007. Mallinnukseen liittyvät pääsuunnittelijan tehtävät.

[http://www.senaatti.fi/tiedostot/Paasuunnittelijan_tehtavat.pdf] 2.9.2010

Haastattelut

Jyrki Kosonen, rakennustarkastusinsinööri. Tampereen Kaupunki. 15.4.2010. (Puhelin, Sami Tuuhea)