



ALOITUSPOHJAT URAKOITSIJAN OMAN TUOTANNON MALLINTAVASSA ARKKITEHTISUUNNITTELUSSA

Noora Louhivaara

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikan
suuntautumisvaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talorakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto

LOUHIVAARA, NOORA: Aloituspohjat urakoitsijan oman tuotannon mallintavassa arkkitehtisuunnittelussa

Opinnäytetyö s.35, liitteet s.14
Toukokuu 2011

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää millainen on urakoitsijan oman tuotannon kannalta hyvä aloituspohja arkkitehdin tietomallinnussuunnittelussa ja millaista ohjausta urakoitsijalla pitää olla tietomallinnuspohjaisessa suunnittelussa. Koska ala on vasta noussut pinnalle, ei osaaminen kaikilla osa-alueilla ole vielä tarpeeksi hyvää. Tästä syystä käyttäjien täytyisi kommunikoida keskenään, jotta suunnittelutyössä ja sen ohjaamisessa olevat ongelmat saataisiin ratkaistua. Opinnäytetyössä vastauksia etsittiin julkaistuista tutkimustuloksista, ohjelmistojen käyttöohjeista ja arkkitehtitoimistoille tehdystä kyselystä.

Aloituspohjan sisältö täytyy tehdä huolellisesti ja jokainen työkalu on huomioitava urakoitsijan mallintamisohjeissa. Rakennetyypeissä tärkeää on rakennekerrosten nimeäminen ja priorisointi. Vyöhyke- ja tilatyökalujen asetuksissa on huomioitava tilavuuksien ja pinta-alojen laskeminen oikein sekä IFC-tiedonsiirrossa tarvittavien parametritietojen määrittäminen. Tasomäärittelyssä on suositeltavaa käyttää Talo 2000-nimikkeistöä, koska se on todettu tietomallinnukseen sopivimmaksi. Urakoitsijan on tehtävä suunnittelijoiden sopimukset ja ohjeistukset koko suunnitteluryhmälle yhtenäisesti. Tällä tavoin kaikilla on tiedossa projektin yhteiset pelisäännöt ja työskentelyperiaatteet. Tiedon jakamiseen osapuolten välillä kannattaa käyttää projektipankkia, jossa dokumentit säilyvät ja jokainen pääsee tarpeensa mukaan tietoja selaamaan.

Tietomallintaminen vaatii projektin osapuolilta hyvää yhteistyötä ja jokaisen on pidettävä kiinni sovitusta aikataulusta ja mallintamistarkkuudesta. Tietomallinnuspohjainen suunnittelu pitää saada kaikkiin rakennusprosesseihin mukaan, koska malleja voidaan hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan.

Asiasanat: Tietomallinnus, arkkitehtisuunnittelu, aloituspohja, IFC

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences

LOUHIVAARA, NOORA: BIM-based architect design templates in contractor's own production

Bachelor's thesis 35 pages, 14 appendices pages
May 2011

The purpose for this thesis is to find out what kind of architect design template would be appropriate regarding contractor's own production and what kind of instruction contractor should have in BIM-based design. Because this field of expertise has only just surfaced the know-how in all sectors is not yet adequate enough. For this reason users must communicate with each other in order to solve the problems in design work and instruction. The thesis finds answers from published research results, software instruction manuals and a survey made for architect agencies.

Template's content must be done thoroughly and every tool has to be considered in contractors modeling manuals. Structurelayers must be named and prioritized correctly. In spaces tool settings volumes and areas must be calculated right and IFC-information transport parameters must be defined. It's recommended to use Talo 2000 –titles in layer definitions, because they are synchronizes into building information modeling. Contractors' duty is to write out similar contracts and manuals for all designers. This way everybody knows the rules and workprinciples. For the flow of information between participants it is wise to use projectbank, where documents are kept save and everyone can see those whenever they need to.

Building information modeling requires god teamwork from all the participants in the project and everyone has to stick to the agreed timetable and modeling accuracy. Information about field's benefits must be spread actively to all the sectors of construction.

Key words: Information modeling, architect design, templates, IFC

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty insinöörityönä Tampereen ammattikorkeakoulun Rakenustekniikan koulutusohjelmalle. Minulle tarjottiin tätä opinnäytetyöaihetta kesällä 2010 Skanska Oy:n tietomallinnusprojektista, jossa olin jo työskennellyt kahtena kesänä opintoihini liittyvissä pakollisissa työharjoitteluissa. Olin harjoittelujeni aikana työstänyt Skanskan omaa Archicad -aloituspohjaa ja tarjottu opinnäytetyöaihe koskien arkkitehtisuunnittelun aloituspohjia kiinnosti minua heti.

Haluaisin kiittää Skanska Oy:n Marjo Peltomäkeä, Ilkka Romoa ja Jouni Muukkosta opastuksesta tietomallintamisen maailmaan ja tästä opinnäytetyön aiheesta ja Tampereen ammattikorkeakoulusta opinnäytetyötäni ohjaavaa opettajaa Tero Markkasta. Rakasta perhettäni, joka on saanut kestää laajan tunteiden skaalani työn aikana ja luoneet uskoa, että opinnäytetyö tulee valmiiksi.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Tausta	7
1.2	Tavoitteet	7
1.3	Rajaus	8
1.4	Aineisto ja menetelmät	8
2	TIETOMALLINNUS	9
2.1	Tietomallintamisen historia	9
2.2	Tietomallintaminen rakennushankkeessa	10
2.2.1	Tietomallintamisen vaiheet	11
2.3	Tietomallintamisen hyödyt	12
2.3.1	Tietomallintaminen arkkitehtisuunnittelussa	13
2.3.2	Tietomallintaminen muussa suunnittelussa	14
2.4	Yhdistelmämalli ja Tietomallinnuskoordinaattori	14
2.5	IFC -tiedonsiirto	16
2.5.1	IFC:n tuonti ja vienti	16
2.6	Yleisiä ongelmia tietomallinnuksessa	17
3	TIETOMALLIPOHJAINEN ARKKITEHTISUUNNITTELU	18
3.1	Arkkitehtisuunnittelu	18
3.2	Tietomallintamisen hyötyjä arkkitehtisuunnittelulle	18
3.3	Arkkitehtisuunnittelun muutokset	19
3.4	Mallinnusperiaatteet arkkitehtisuunnittelussa	19
3.5	Työkalut	20
3.5.1	Archicad	20
3.5.2	Autodesk Revit Architecture	20
4	ALOITUSPOHJAT	21
4.1	Aloituspohjan sisältö	21
4.1.1	Luettelot ja kaaviot	23
4.1.2	Objektikirjastot	24
4.1.3	Vyöhykkeet ja tilat	24
4.1.4	Tasomäärittely	25
4.1.5	IFC	25

4.1.6	Rakennetyypit	26
4.1.7	Origo ja kohdistuskomponentti	28
5	URAKOITSIJA TIETOMALLINNUSPOHJAISESSA SUUNNITTELUSSA.....	29
5.1	Ohjaus.....	29
5.1.1	Projektitoimintaohje.....	29
5.1.2	Tekniset ohjeet projektin suunnitteluosapuolille	29
5.2	Versiohallinta	30
5.3	Jakelukanavat	30
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	31
6.1	Tietomallinnuksen hyödyt ja haasteet	31
6.2	Aloituspohjan sisältö	32
6.3	Urakoitsijan rooli.....	32
6.4	Loppukaneetti	33
	LÄHTEET	34
	LIITTEET	36

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Tämä opinnäytetyö tehtiin Skanska Oy:n tietomallinnusyksikölle. Alkujaan betonituoteteisiin keskittynyt Skanska Cementgjuteriet perustettiin Etelä-Ruotsissa vuonna 1887. Suomeen yritys perusti ensimmäisen sivukonttorinsa vuonna 1917. Suomen ja Viron toiminnoista vastaava Skanska Oy perustettiin vuonna 1994 ja se vakiinnutti nopeasti asemansa Suomen ja Viron suurimpien rakennuspalveluita tarjoavien yritysten joukkoon. Tänä päivänä Skanska on levittäytynyt kymmeneen Euroopan maahan, Yhdysvaltoihin ja Latinalaiseen Amerikkaan. Tietomallinnusyksikkö aloitti yrityksessä toimintansa vuonna 2006.

Tietomallintaminen on kovaa vauhtia yleistymässä rakennusalalla ja uusia tapoja tuottaa ja tehdä malleja kehitellään jatkuvasti. Tietomallipohjaisen suunnittelun ohjauksen täytyy pysyä alati ajan hermoilla, kun käyttäjät haluavat koko ajan helpompia, tarkempia, nopeampia ja tietorikkaampia malleja, joita voidaan käyttää monipuolisesti suunnitteluprojektin jälkeenkin aluksi kohteiden markkinoinnissa ja myynnissä ja myöhemmin rakennuksen korjaussuunnittelussa.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, minkälaista tietoa arkkitehtisuunnitteluohjelmien aloituspohjien pitäisi sisältää ja kuinka arkkitehdit toivovat urakoitsijan heitä ohjeistavan tietomallien suunnittelussa. Avainkysymyksiä ovat:

- Miten erilaisten ”kipupisteiden” (nimeämiset, koodaukset ja rakennekerrokset) käyttäminen olisi mahdollisimman yksinkertaista?
- Mitä urakoitsijan aloituspohjan olisi hyvä sisältää?
- Kuinka huomioida ohjelmistojen eri versiot ja mitä kanavia käyttäen aloituspohjien jakelu kannattaisi tehdä?
- Millaista ohjausta urakoitsijalta halutaan arkkitehtimallinnuksessa?

Lähtökohtana koko työlle on selvittää miten arkkitehtisuunnittelua tietomallinnuksessa hyödynnetään ja vastata yllä oleviin avainkysymyksiin.

1.3 Rajaus

Opinnäytetyössä tarkastellaan arkkitehtisuunnittelun aloituspohjien sisältöä urakoitsijan omassa tuotannossa. Vaikka opinnäytetyö käsittelee myös tietomallintamisprojektia kokonaisuutena ja suunnittelun eri osa-alueilla, keskittyy se suurimmalta osin arkkitehtisuunnitteluun tietomallintamisessa, arkkitehtien käyttämiin mallintamistyökaluihin ja ennen kaikkea mitä arkkitehdit toivovat urakoitsijalta tietomallinnusprojektin suunnittelussa ja millä tavoin eri suunnittelutoimistot aloituspohjien sisältämää tietoa käyttävät.

1.4 Aineisto ja menetelmät

Luotettavan lähdemateriaalin kokoaminen vaikutti alkuun haasteelliselta, mutta perehtyminen jo julkaistujen opinnäytetöiden lähdeluetteloihin antoi hyvää osviittaa, minkälaisiin julkaisuihin olisi syytä tutustua tarkemmin. Lopulta lähdemateriaalia löytyi paljon ja niistä suurin osa Internetistä. Senaatin tietomallinnusohjeet ja Rakennusteollisuuden Pro IT -hankkeen julkaisut osoittautuivat todella hyviksi tietosisällöltään ja selkeydeltään. MAD:n eli Micro Aided Designin Archicad-ohjelman käsikirjoista oli paljon apua tutkittaessa aloituspohjan sisältöä ja määrittelyä.

Julkaistujen lähteiden lisäksi tietoa etenkin urakoitsijan jo olemassa olevan aloituspohjan hyödyllisyydestä tutkittiin lähettämällä arkkitehtitoimistoille kysely koskien aloituspohjan sisältöä ja toimistojen tapaa hyödyntää urakoitsijan aloituspohjaa, liite 1.

2 TIETOMALLINNUS

2.1 Tietomallintamisen historia

Käsitteet tietomalli (Bim, Building Information Model) ja tietomallinnus (Building Information Modeling) ovat suomalaisille rakentajille vielä osin tuntemattomia. Vaikka terminä tietomallinnus on kokenut suuria muutoksia vasta viimeisen 15 vuoden aikana, esitteli alan edelläkävijä yhdysvaltalainen Charles M. Eastman ajatuksen malleista jo yli 30 sitten, vuonna 1975. (Kujanpää 2010, 3.)

Myös Iso-Britanniassa ja Suomessa tehtiin tietomallintamiseen liittyviä tutkimuksia 1970- ja 1980-luvuilla. Suomessa käytettiin nimeä ”Tuotteen tietomalli”. Tuote-sana erotti käsitteet prosessiin liittyvistä malleista, mutta kuitenkin tippui pois ja vuonna 1992 käytettiin ensimmäisen kerran englannin kielessä käsitettä ”Rakennuksen tietomalli”. (Kujanpää 2010, 3.)

Nykypäivänä menestyvä rakennusprojekti tarvitsee hyvää yhteistyötä tekevää suunnittelijaosastoa arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikka-suunnittelussa. Tietomallinnuksen ja sen työkalujen avulla suunnittelijat saavuttavat vieläkin parempia, havainnollisempia ja virheettömämpiä tuotoksia. Kun suunnitelmat on kokoajan mahdollista nähdä 3D-maailmassa, pystyvät kohteen tulevat käyttäjätkin hahmottamaan uuden ympäristönsä jo suunnitteluvaiheessa ja tietyissä rajoissa myös vaikuttamaan mahdollisiin suunnitelma-muutoksiin. Parhaimmillaan tietomalleista saatava tuotos on virheetöntä, kustannustehokasta, visuaalista, analyttistä ja siitä hyötyvät kaikki kohdetta jossain sen elinkaaren vaiheessa käyttävät. Jokaisen BIM -projektiryhmän tunnus täytyisi olla ”puhalletaan yhteen hiileen”.

2.2 Tietomallintaminen rakennushankkeessa

Tietomalli, aikaisemmin tuotemalli tai tuotetietomalli, kertoo rakennuksen rakenteet sekä sisältää myös rakennuksen ja rakenteiden suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttämiseen tarvittavat tiedot. Tietomalli siis eroaa 3D-mallista rakenteisiin ja osiin liitettyjen informaatioiden johdosta. Siinä kaikki tarvittava tieto on havaittavissa paremmin kuin perinteisistä piirustuksista. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006, 3,8.)

Kuvio 1 kertoo miten tietomallia käytetään useissa rakennuksen elinkaaren vaiheissa eri suunnittelualoista, määrälaskentaan, itse rakentamiseen, markkinointiin ja aina rakennuksen kunnossapitoon asti.

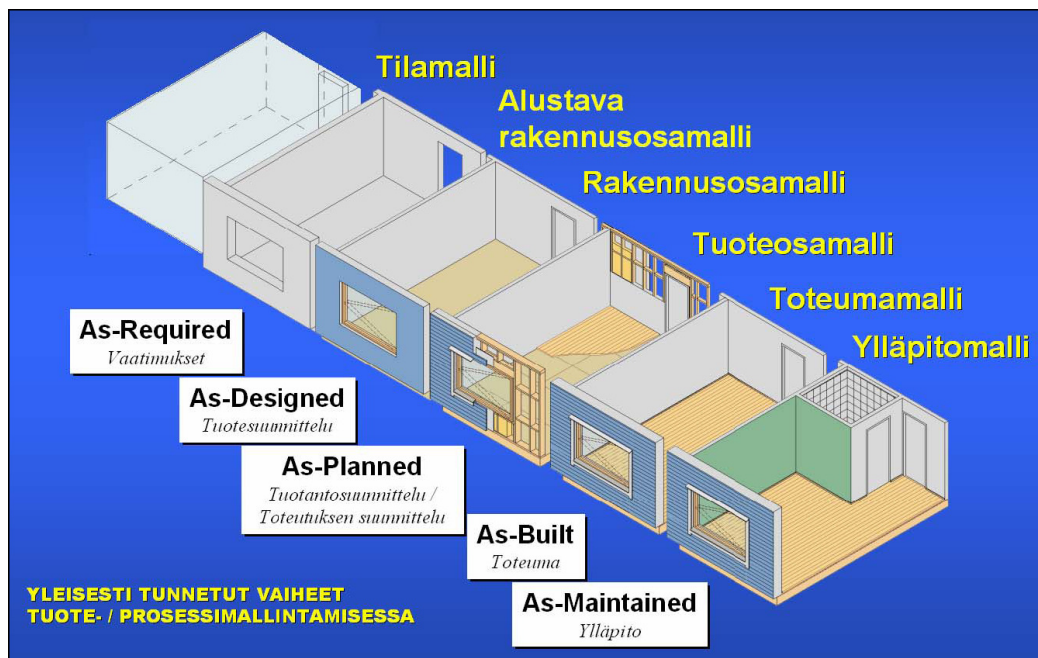


KUVIO 1. Tietomallin käyttö rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa (Rakennusteollisuus, Pro IT –hanke)

2.2.1 Tietomallintamisen vaiheet

Yleensä tietomallinnusprojekti ei etene suoraviivaisesti vaiheesta seuraavaan, vaan eri vaiheiden tieto kertyy rakennusprojektin tarpeiden mukaan malliin, tiloihin, rakenteisiin ja tuoteosiin. Kaikki mallissa oleva tieto kyllä säilyy ”historiatietona”, mutta vain tietomallintamisvaiheiden kannalta oleellisin informaatio siirtyy eteenpäin. (Valjus, Varis, Penttilä & Nissinen 2007, 19.)

Kuviossa 2 on havainnollistettu tietomallinnuksen vaiheita. Tilamallissa esitellään tilavaatimuksia vastaavat tilaratkaisut. Huolellisesti koottu tilaohjelma ja tilatietojen jäsenely luo hyvät lähtökohdat tietomallinnuspohjaiselle suunnittelulle. Alustavassa rakennusosamallissa ikkunat, ovet, muut aukot ja tilojen kiintokalusteet esitetään vielä kaaviomaisesti 3D-muodossa. Rakenteet ja materiaalit määritellään rakennusosamallissa ja lisäksi rakenteiden liittymät mallinnetaan mahdollisimman oikein (Penttilä ym. 2006, 45-52). Muun muassa Pro IT -hankkeen julkaisuista löytyy esimerkki vaatimusmallivaiheen tilakortista.



KUVIO 2. Tietomallintamisen vaiheet (Valjus, ym. 2007, 19)

Arkkitehtimallintamisen kannalta tärkeimpiä hankkeen vaiheita ovat tilamallit, alustavat rakennusosamallit ja rakennusosamallit. Taulukossa 1 on verrattu perinteistä hankkeen vaiheistusta tietomallinnushankkeen vaiheistukseen.

Perinteinen hankevaiheistus	Tuotemallinnushankkeen vaiheistus
Tarveselvitysvaihe	Hankeohjelmointi
Hankesuunnitteluvaihe	Vaatimusmallit Tilamallit
Luonnossuunnitteluvaihe	Alustavat rakennusosamallit
Toteutussuunnitteluvaihe	Rakennusosamallit
Rakennuksen toteutuksen suunnitelmat	Toteutusmallit
Rakentamisen suunnitelmien lopullinen toteutuma	Toteutumamallit
Käyttöönotto vaihe	Ylläpitomallit

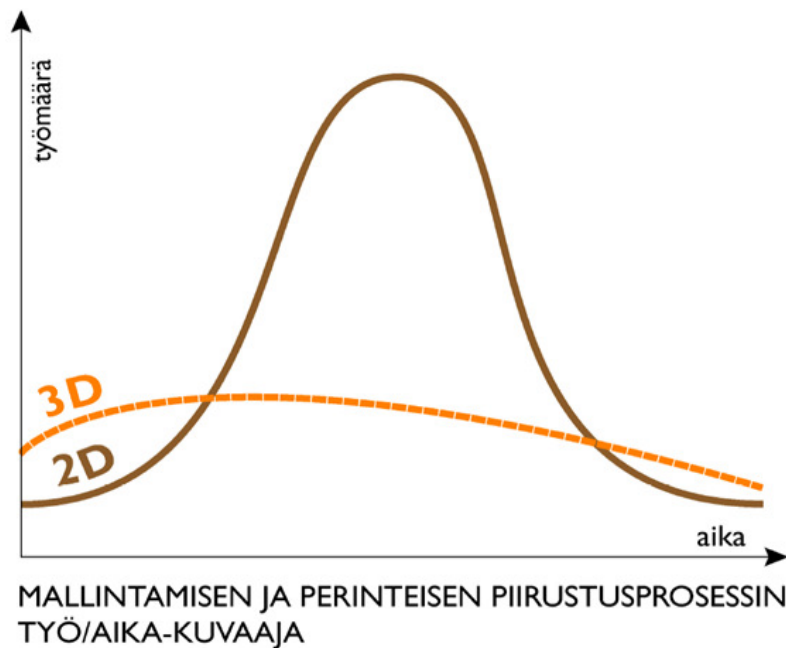
TAULUKKO 1. Tietomallintamis- ja perinteisen rakennusprojektin vaiheiden vertailu (Micro Aided Design Tuotemallintamisohje, 2009, 2.)

2.3 Tietomallintamisen hyödyt

Tietomallintamisesta saadaan paljon etua ja lisäarvoa suunnitelmien laatuun ja tarkaste-
luun:

- Suunnittelussa tehdyt virheet havaitaan aikaisemmassa vaiheessa.
- Suunnitelmien sisältö on helpommin tarkasteltavissa.
- Arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnitelmien yhteensovittaminen ja näiden suunnitelmien ristiriitojen tarkasteleminen on mahdollista.
- Eri vaihtoehtojen välinen tarkastelu on helpompaa.
- Työmaalla suunnitelmien havainnollistaminen helpottuu.
- Tietomallin sisältämä tieto on tarkempaa ja monipuolisempaa sekä helpommin, esimerkiksi kustannuslaskijan, käsiteltävissä.

Tietomallintaminen on perinteistä piirustussuunnittelua paljon tehokkaampaa. Kuviossa 3 on aika-työmäärä -kuvaajaan hahmoteltu kuinka paljon tehokkaampaa 3D-mallintaminen on verrattuna 2D-suunnitteluun. Vain suunnitteluprosessin alussa, hankkeen tärkeimmässä vaiheessa luonnossuunnittelussa, mallintaminen on työläämpää, mutta heti toteutussuunnittelun käynnistyessä työ on perinteistä suunnittelua huomattavasti tehokkaampaa ja näin ollen mahdollisesti myös halvempaa.



KUVIO 3. Mallinnussuunnittelu on tehokkaampaa kuin perinteinen 2D-suunnittelu. (Micro Aided Design, koulutusmateriaali)

Tietomallia voidaan hyödyntää myös rakennuksen koko elinkaaren ajan. Pro IT -hankkeen julkaisussa Tuotemallintaminen rakennushankkeessa - yleiset periaatteet (2006,10) koko elinkaaren hyödyt on listattu seuraavasti:

- rakennuttajan ja rakennuksen tulevan käyttäjän
- kaikilla suunnittelualueille
- tuoteosien ja komponenttien valmistuksessa
- rakentamisen valmistelussa sekä itse rakentamisessa
- rakennuksen käyttö- ja ylläpitovaiheessa (kiinteistötiedon hallinta)

2.3.1 Tietomallintaminen arkkitehtisuunnittelussa

Mallinnusta käytetään arkkitehtisuunnittelussa koko prosessin ajan alkaen tilamallipohjaisesta vaihtoehtojen esittämisestä aina urakkavaiheen tarjousasiakirjoihin asti. Arkkitehdin malli on tärkeä tehdä teknisesti oikein projektin kaikissa vaiheissa, koska sitä käytetään kaikkien muiden mallien pohjana ja hyödynnetään useissa analyyseissä ja simuloinneissa. (Kiviniemi, Rekola, Belloni, Kojima, Koppinen, Mäkeläinen, Kulusjärvi & Hietanen 2007a, 4.)

2.3.2 Tietomallintaminen muussa suunnittelussa

Tietomallinnuksen tehtävä koko suunnitteluprosessin kannalta on tehostaa koko suunnitteluprosessia tuottamalla tarkempaa tietoa ja vähentämällä virheiden määrää. Suunnitelmien yhteensovittaminen ja suunnittelijoiden yhteistyön kehittäminen ovat oleellinen osa tietomallinnuspohjaista suunnittelutyötä. (Penttilä ym. 2006, 11.)

Rakennesuunnittelussa tietomallinnuksen keskeisenä tavoitteena on lisäarvon tuottaminen rakennusprosessiin, muun muassa Pro IT - hankkeen selvitysten mukaan teräsrakennesuunnittelun kokemusten perusteella mallintava suunnittelu on lähes kokonaan poistanut mittavirheet suunnittelusta, koska tietomallinnetuista suunnitelmista virheet voi havaita paremmin ja avuksi on kehitelty erilaisia tarkastustyökaluja. (Valjus, Varis, Penttilä & Nissinen 2007, 11.) Rakennesuunnittelijan tehtävänä on analyysimallin ja suunnittelumallin eli niin kutsutun rakennemallin luominen (Kiviniemi, Rekola, Belloni, Kojima, Koppinen, Mäkeläinen, Kulusjärvi & Hietanen 2007b, 4).

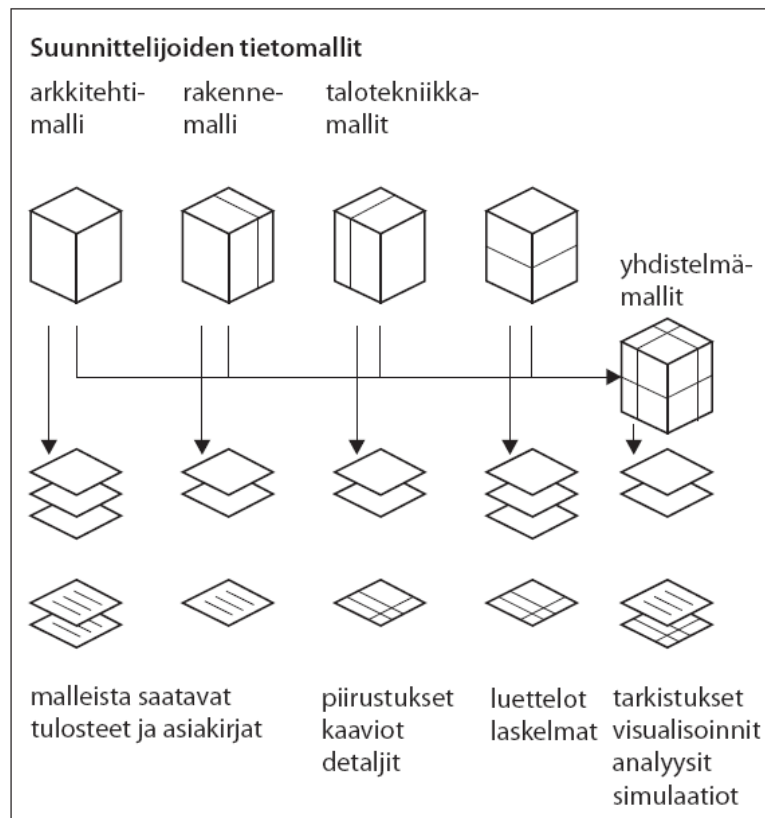
2.4 Yhdistelmämalli ja Tietomallinnuskoordinaattori

Tietomallinnushankkeen suunnittelutyö on yleensä itsenäistä työskentelyä, mutta hankkeikataulussa sovituin väliajoin eri suunnittelutahojen työt eli niin kutsutut osapuolimallit kootaan yhdistelmämalleiksi. Hankkeen alkuvaiheessa on sovittu mitä osapuolimallien tulee ainoastaan sisältää kussakin tarkistusvaiheessa. Vaikka useat osapuolet käyttävät mallinnusta myös omiin tarpeisiinsa tulee kaikki ylimääräinen materiaali rajata pois yhdistelmämalleista esimerkiksi kuvatasoja käyttämällä tai mallitiedostoja jakamalla. (Rakennustieto, RT-kortti 10-10992, 2010, 5.)

Yhdistelmämalleilla tarkastetaan suunnitelmien tietosisältö tekemällä päällekkäisyys-, törmäys- ja ristiintarkastukset mallinnusohjelmien omilla tarkistusvälineillä, komponenttien luettelointi, ja erityisesti tähän tarkoitukseen tehdyillä ohjelmilla esimerkiksi Solibri Model Checker. Kuviossa 4 havainnollistetaan yhdistelmämallin kokoamista eri suunnittelualoilta. Tulosten perusteella tarvittavat muutokset tehdään aina suunnitelmien alkuperäistiedostoihin ja -malleihin, ja korjatut versiot toimitetaan eteenpäin. Jokaisessa

hankkeessa sovitaan erikseen kuinka korjauksista ja suunnitelmamuutoksista tiedotetaan. (Rakennustieto, RT-kortti 10-10992, 2010, 5.)

Mallien yhdistäminen ja tarkastaminen kuuluu yleensä tietomallinnuskoordinaattorille, jonka tehtävä on koordinoida koko rakennushankkeen tietosisältöä, ohjeistaa ja ohjata hankeosapuolten työskentelyä. Koordinaattori vastaa myös siitä, että suunnittelijoiden mallit ovat hankkeen aikataulussa eli oikeaan aikaan, oikeassa paikassa ja sisällöltään oikeassa muodossa. Hankkeen pääsuunnittelijan, joka yleensä on arkkitehti, tehtäviin voidaan liittää koordinaattorin vastuut. (Rakennustieto, RT-kortti 10-10992, 2010, 4.)



KUVIO 4. Yhdistelmämallilla tarkistetaan ja koordinoidaan suunnitelmien sisältöä. (Rakennustieto, RT-kortti 10-10992, 2010, 5)

2.5 IFC -tiedonsiirto

IFC-standardi (Industry Foundation Classes) on rakentamisen ja kiinteistönpidon eri tietojärjestelmien välillä käytetty kansainvälinen tiedonsiirtostandardi, jonka avulla tiedonsiirto eri tietokonesovellusten välillä on mahdollista. IFC:n kehittämisen keskeinen tavoite on tiedon tallentaminen ja siirtäminen ohjelmien välillä ohjelmariippumattomasti eli nk. ”interoperability”-käsite. Vapaasti suomennettuna IFC tarkoittaa rakennuselementtien ja objektien luokittelujärjestelmää. (Micro Aided Design IFC-tiedonsiirto, 2011, 4.)

Eri ohjelmien välillä IFC:n tukemisessa on eroja. Jotkut keskittyvät vain tallennus- ja lukuominaisuuksiin, toiset tekevät laskelmia jo tehdyn tiedon pohjalta eivätkä välitä mallin 3D-tiedoista. MAD:n Archicad -ohjelmiston IFC -tietosisältö on luotu arkkitehtisuunnittelijan oletusarvoille. IFC -tallennusmuoto on pyritty luomaan niin laajaksi, että tietoa voi siirtää kaikilta rakennusten suunnittelun aloilta toisille. Siirrettävän tiedon mahdollisuuksien määrä on siis paljon suurempi kuin mitä yleensä on tarpeellista siirtää. Tästä johtuen tarvittavan siirtotiedon valinta ja suodatus on tärkeää. (Micro Aided Design IFC-tiedonsiirto, 2011, 3.)

2.5.1 IFC:n tuonti ja vienti

IFC -tallennusmuoto on esimerkiksi Archicadissa tehty mahdollisimman laajaksi, jotta tietoa voidaan siirtää rakennussuunnittelun jokaiselta osa-alueelta toiselle. Siirtomahdollisuuksia on siis monia ja tämän takia on oltava erityisen tarkkana tiedonsiirron valintaa ja suodatusta tehdessä. (Micro Aided Design IFC-tiedonsiirto, 2011, 3.)

IFC:n avulla voidaan siirtää rakenteisiin sisällytettyjä lisäparametreja kuten palokestävyyttä, U-arvoja ja muita parametritietoja. Tiedonsiirron kannalta tärkeimpiä asetuksia löytyy Vyöhyketyökalun asetuksista, koska tilat ja niiden ominaisuudet toimivat mitoitusterusteina monilla konsulttialoilla.

2.6 Yleisiä ongelmia tietomallinnuksessa

Kaikki kehityksen alla olevat uudet tuulet kohtaavat jossain etenemisensä vaiheessa ongelmia. Yleisin näistä on ihmisten asenne ottaa vastaan uusia työskentelymuotoja ja -mahdollisuuksia. Suomalaisessa rakentamisessa on tuttua ”näin on aina tehty” -asenne, johon monet rakennusalan uudet suuntaukset törmäävät, myös tietomallinnus. (Penttilä ym. 2006, 17.)

Tietomallinnuksen haasteita:

- Ohjelmistojen kehitys ja sen vauhti
- Käyttäjien ammattitaito
- Muiden tahojen halu oppia uutta
- Asenneongelmat
- Kustannukset vs. hyöty
- Yhteistyö ja yhteydenpito
- Käyttäjien osaaminen ja osaamisen kehittäminen
- IFC -tiedonsiirto ja sen aiheuttamat ongelmat aloituspohjalle
- IFC -tiedonsiirrossa tietoa voi hukkuu

3 TIETOMALLIPOHJAINEN ARKKITEHTISUUNNITTELU

3.1 Arkkitehtisuunnittelu

Arkkitehdin tehtävänä on tuottaa maa-alueen, korttelin, rakennuksen tai rakennuksen osan suunnittelun perusratkaisut. Ratkaisu sisältää tila- ja toiminnallisen suunnittelun sekä sen arvion rakennettavuudesta, sekä juridiselta että tekniseltä kannalta. Arkkitehdin vastuulla on suunnitella kohteesta toiminnallinen ja esteettinen kokonaisuus ja huolehtia, että kohde rakennetaan lakien ja asetusten mukaisesti. Arkkitehtisuunnittelun tehtävät löytyvät Rakennustiedon RT -kortissa "Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK 95", RT 10-10576. (Arkkitehtitoimistojen liitto 2009.)

3.2 Tietomallintamisen hyötyjä arkkitehtisuunnittelulle

Hankkeessa pääsuunnittelijana olevalle arkkitehdille suurin hyöty tietomallintamisesta on mallien ristiriidattomuuden ja virheettömyyden tarkastaminen. Suunnitteluvaiheet tehostuvat, laatu paranee, turhia työvaiheita saadaan karsittua pois ja näin ollen syntyy kustannussäästöjä. Tilanhallintaa tehdessä voidaan tiloille antaa useita eri käyttötapoja (siivoustila, työhuone, kokoustila) ja myöhemmässä vaiheessa mahdollisten muutosten kohdalla vertailu alkuperäiseen hyväksytyyn tilaohjelmaan on helppoa. (Penttilä ym. 2006, 25-26.)

Tietomallin havainnollisuus edesauttaa markkinointia ja myös arkkitehti pystyy antamaan tilaajalle todellisen kuvan tulevasta rakennuksesta ja työmaan edistyessä kohde on jo tuttu. Nykyään tärkeässä roolissa on energiatehokkuus ja muut analyysit joiden havainnointi tietomallista on erilaisilla analyysiohjelmilla helppoa. Tulevasta rakennuksesta halutaan lämmöneristävyys-, rakenteiden kantavuus-, valaistus- ja ilmanvaihto-analyysejä, jotka esittävät mahdollisimman todellisen kuvauksen rakennuksen energiatehokkuudesta ja muista teknisistä ominaisuuksista. (Penttilä ym. 2006, 26-27.)

3.3 Arkkitehtisuunnittelun muutokset

Suunnittelun johtaminen vaati muutoksia tietomallintamisessa perinteiseen suunnittelu-työhön verrattuna. Perinteisesti suunnittelijoita ohjataan erillisillä sopimuksilla, kun taas tietomallipohjaisessa suunnittelussa avainasemassa on yhteistyö. Näin ollen sopimukset sekä ohjeistus suunnataan koko suunnitteluryhmälle ja ylipäänsä suunnitteluun kokonaisvaltaisemmin. Ohjeistus ja koordinointi ovat suuressa roolissa tietomallintamisessa, jotta malli rakentuisi oikeassa järjestyksessä ja sen tietosisältö olisi oikea. (Penttilä ym. 2006, 29.)

Niin kuin aiemmin kuviossa 3 on esitetty, alkuvaiheessa tietomallinnusprojektiin kuluu enemmän aikaa ja rahaa, mutta kokonaiskustannuksiin nähden huolellisesti tehdyt tarve- ja hankesuunnitteluvaiheet maksavat myöhemmin itsensä takaisin ja tietomallinnuspohjaisesta suunnittelusta tulee perinteistä suunnittelua tehokkaampaa. (Penttilä ym. 2006, 25.)

3.4 Mallinnusperiaatteet arkkitehtisuunnittelussa

Tietomallintamishankkeessa mallintamistarkkuus, -tapa ja rajaukset on sovittava heti alussa eri toimijoiden välillä. Muiden osapuolten tarpeet, esimerkiksi muiden suunnittelijoiden käyttämät ohjelmistot ja urakoitsijan määrälaskenta, vaikuttavat olennaisesti mallintamisen toteutukseen. Myös hankintatoimen tiedontarpeet ja mallinnetun hanke-tiedon käyttö kiinteistönhallinnassa ja ylläpidossa on huomioitava toteutuksessa. (Micro Aided Design Tuotemallintamisohje, 2009, 2.)

3.5 Työkalut

Tietomallinnustyökalut kehittyvät nykyisin todella kovaa vauhtia. Uusia tarpeita ja kehitysehdotuksia syntyy alati kehittyvässä tietomallinnuksen maailmassa. Arkkitehtien tietomallinnustyökaluista Suomessa yleisimpiä käytössä olevia ohjelmistoja ovat Graphisoftin Archicad ja Autodeskin Revit Architecture. Maailmalla suosittu ohjelma on muun muassa Autodeskin Architectural desktop (ADT). (Penttilä ym. 2006, 85.)

3.5.1 Archicad

Archicad on unkarilaisen virtuaalirakentamisen pioneerin Graphisoftin oliopohjainen päätuote, jota Suomeen tuo maan johtava tietomallinnuksen asiantuntijayritys MAD (Micro Aided Design). Ohjelmisto on suunnittelutyökalu, joka on kehitetty rakennussuunnittelijan tarpeet huomioiden. Ohjelman ajatuksen pohjana on rakennusten simulointi, jonka avulla arkkitehti luo kolmiulotteisen mallin rakennuksesta. MAD on muokannut Archicadin suomalaiseen käyttöön sopivaksi, koko ohjelmisto ja sen käyttöohjeet ovat suomenkielisiä. (Micro Aided Design, Archicad.)

3.5.2 Autodesk Revit Architecture

Yhdysvaltalainen Autodesk on toinen suosittu tietomallinnustyökalu arkkitehtien keskuudessa jota Suomessa myy ja jonka käyttöä kouluttaa CAD-Q suunnittelu- ja tiedonhallintajärjestelmien toimittaja. Suunnitelmien luominen on helppoa ja vaivatonta, yhdessä näkymässä tehdyt muutokset päivittyvät myös muihin suunnittelunäkymiin samanaikaisesti. (Cad-Q, Autodesk Revit Architecture.)

4 ALOITUSPOHJAT

Aloituspohjaan (template) määritellään projektin esisäädöt, joita käyttäen suunnittelija työstää malliaan. Tietomallinnus aloituspohjaan on sisällytetty urakoitsijan haluamat elementit, komponentit ja kirjastot.

Havainnollistava esimerkki aloituspohjasta on tekstinkäsittelyohjelmistojen ihan ensimmäinen näkymä, kun avaa tyhjän dokumentin. Siihen on määritelty tietyt fonttityylit, kirjainten pistekoot, värit, ja niin edelleen, mutta siihen voi kokenut käyttäjä lisätä haluamiaan työkaluja.

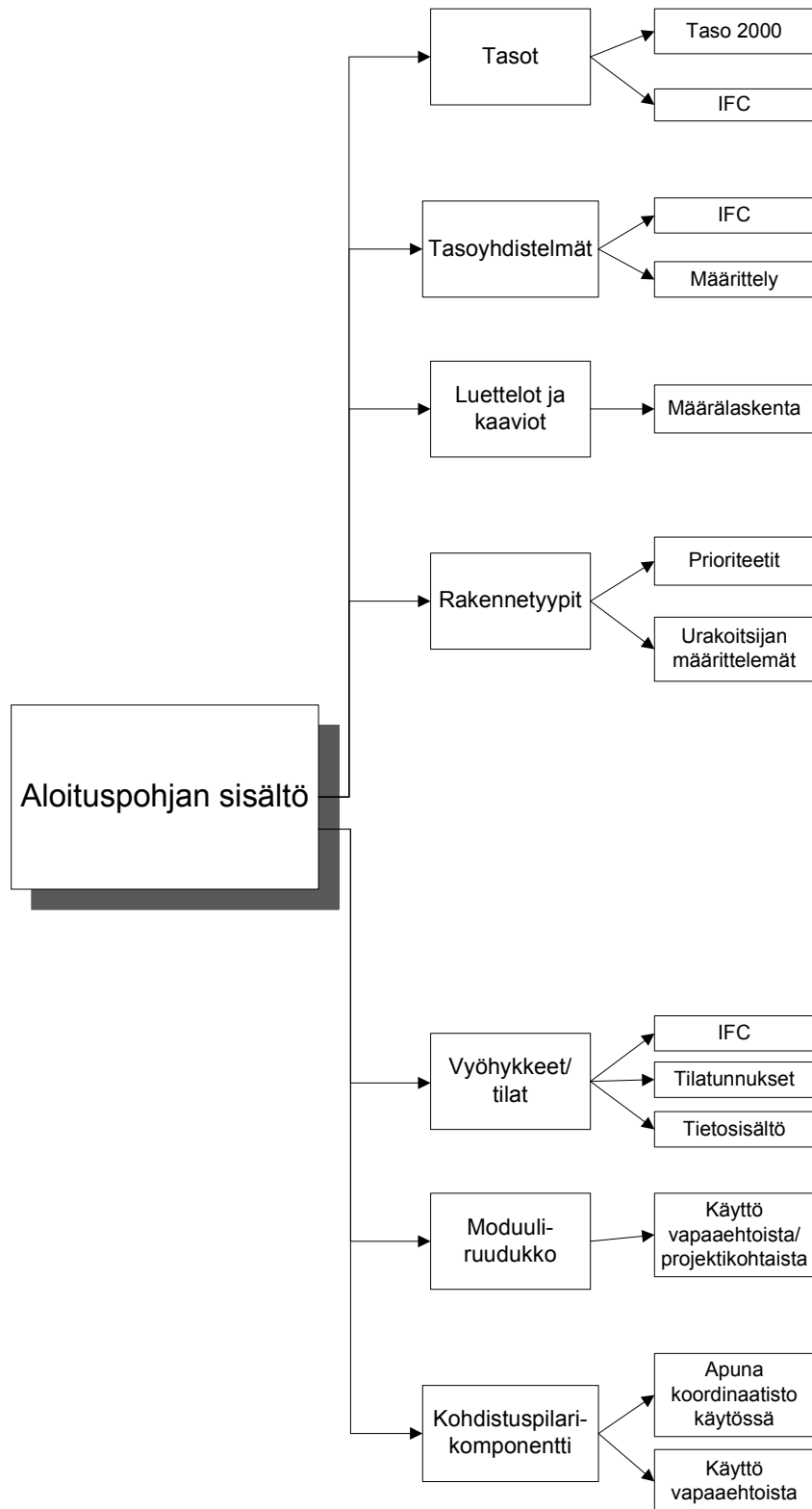
Attribuuttien hallinta = käyttäjä voi siirtää omaan aloituspohjaansa tarvitsemiaan attribuutteja toisesta aloituspohjasta tai projektista. Mahdollista on myös tiivistää avoinna olevasta kategorista (rakennetyyppi, materiaali ja niin edelleen) kaikki ne attribuutit, jotka eivät ole käytössä.

Yritys- ja hankekohtaisilla aloitus- ja mallipohjilla on mahdollista yhtenäistää esimerkiksi kuvatasojen käyttöä sekä tulosteissa ja tallennettavissa tiedostoissa käytettäviä piirustusmerkintöjä (Micro Aided Design Tuotemallintamisohje, 2009, 2.)

4.1 Aloituspohjan sisältö

Urakoitsijan aloituspohjaan voidaan määritellä omia rakennetyyppejä, tasoja ja tasoyhdistelmiä, joiden avulla määritellään mitä eri piirustukset ja muut tarvittavat näkymät sisältävät, luetteloita joita käyttämällä saadaan esimerkiksi laskennan kannalta oleellisia määriä helposti selville tietomallista sekä vyöhykkeitä ja tiloja, jotka kertovat rajatun alueen pinta-alan, tilavuuden ja käyttötarkoituksen sovitulla tunnuksilla. Näiden lisäksi käytössä voi urakoitsijasta riippuen olla erilaisia rakenne-elementtejä sekä keittiö- ja kylpyhuonekomponentteja, eli oikeita huonemalleja. Moduuliruudukkoa ja mallien yhdistelytarkastelussa mahdollisesti työtä helpottavan kohdistuskomponentin käyttöä kannattaa myös harkita aputyökaluina.

Kaikkia aloituspohjan asetuksia arkkitehdit voivat projektikohtaisesti itse myös säätää ja määrittellä yleisten tarpeiden mukaan. Kuviossa 5 havainnollistetaan mikä asiat eri työkalujen määrittelemisessä ovat olennaisia. Liitteessä 5 on havainnollistettu Skanska Oy:n arkkitehtisuunnittelun aloituspohjan sisältöä.

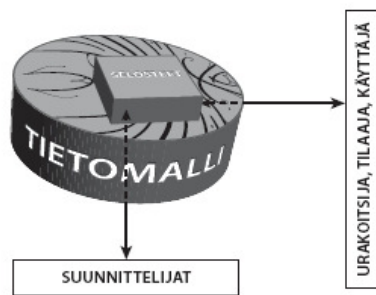


KUVIO 5. Aloituspohjaan liittyvät työkalut ja niiden määrittelemisessä oleelliset asiat

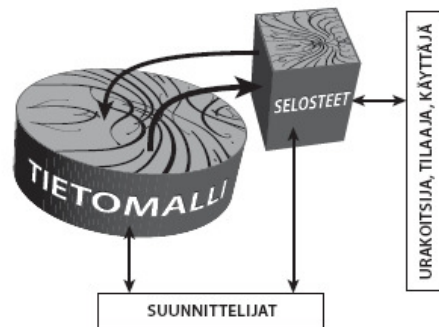
4.1.1 Luettelot ja kaaviot

Tietomallinnuspohjainen järjestelmä voi sisältää erilaisia valmiita kaavioita ja luetteloita, joiden avulla määrien laskenta, tilojen pinta-alat ja elementti-, ikkuna- ja ovikaaviot on helppo määrittellä ja toimittaa valmistajille sekä muille tietoja tarvitseville. Rakennusosat ja niiden eri attribuuttien tunnisteet kannattaa vakioda eli määrittää niille yleiset nimikkeet, jotka edesauttavat luetteloiden luettavuutta ja ymmärtämistä. (Rakennustieto, RT-kortti 15-11026, 2011, 2.)

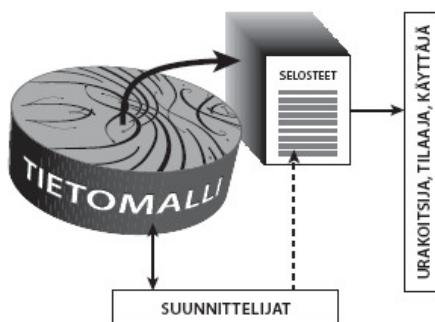
Luetteloita ja kaavioita voidaan tietomallinnusprojektista riippuen käyttää eri tavoin. Kuviossa 6 on esitelty Rakennustiedon RT -kortissa 15–11026 mainittuja käytäntöjä miten selosteita tietomallin yhteydessä kannattaisi käyttää.



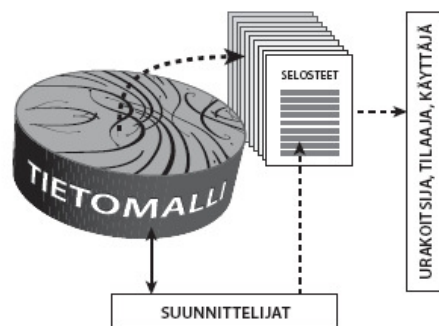
Virtuaalirakennus. Kaikki oheistieto sisältyy CAD-malliin, johon kaikilla osapuolilla on pääsy. NykYTEKNIKALLA teknisesti raskas eikä kaikilla osapuolilla ole riittävää osaamista.



CAD-malli + tietokanta. CAD-mallissa on vain olennaisin tieto, muut määreet ja selosteet erillisessä tietokannassa, johon muilla osapuolilla pääsy. CAD-malli ja tietokanta linkitetty yhteen, jolloin toiseen tehtävät muutokset päivittyvät soveltuvin osin myös toiseen. Tietokannaksi riittää usein taulukkolaskentadokumentti, johon on lisätty linkitysoiminto.



CAD-malli + tietokanta, yksisuuntainen linkitys. CAD-malliin tehtävät muutokset päivittyvät tietokantaan, mutta tietokantaan tehdyt lisäykset ja muutokset eivät välity CAD-malliin. Vain suunnitteluosapuoli päivittää selosteita, muilla on vain lukuoikeus.



CAD-malli + tietokanta, linkittämätön. CAD-mallista tulostetaan taulukko/kaavio, johon lisätään tarvittava lisätieto. Koska osat eivät ole yhteydessä toisiinsa, kumpaankaan puoleen, CAD-malliin tai tietokantaan, tehtävät muutokset eivät päivity toiseen, jolloin ajantasaisuudesta tulee huolehtia erikseen.

KUVIO 6. Tietomallin ja selostetietojen erilaisia käyttötapoja (Rakennustieto, RT-kortti 15-11026, 2011, 3)

4.1.2 Objektikirjastot

Objektikirjastot ovat tiedostoja jotka sisältävät erilaisia 3D-elementtejä (irtokalusteita, kiintokalusteita, koristelijoita, valaisimia ynnä muita). Nykyisin eri tuotevalmistajilla on luotuna esimerkiksi Archicadiin sopivia objekteja tuotteistaan ja niiden avulla saadaan luotua visuaalisesti näyttäviä markkinointikuvia kohteista.

Aloituspohjiin kannattaa sisällyttää vain ohjelmistovalmistajan omat objektikirjastot ja urakoitsijan omat kirjastot, jos sellaisia on olemassa. Muut, tuotevalmistajien, kirjastot on ladattavissa Internetistä. Useat käyttäjät ovat lisänneet nämä kirjastot jo omiin tiedostoihinsa tai mallipalvelimelleen, jossa kirjastojen päivittäminen on helppoa. Urakoitsijat ja tilaajat voivat ohjeistaa suunnittelijoita käyttämään esimerkiksi talotekniikkahormia tai hissikuilua valmiina objektina, vaikka ne voidaan mallintaa myös seinätyökaluilla. Projektikohtaisesti voidaan myös määritellä mitä tuotevalmistajakirjastoja suunnittelussa saa käyttää. (Micro Aided Design Kirjastot, 2010, 1-4.)

Objektien nimeäminen on tarpeellista, jotta määrälaskenta ja muut käyttäjät saavat helposti tietoonsa minkälaisesta objektista on kyse. Esimerkiksi ikkunoita ja ovia luetteloidessa pelkkä objektin ulkonäkö ei välttämättä kerro käyttäjälle onko kyseessä sisä- vai ulko-ovi. On suotavaa käyttää esimerkiksi urakoitsijan ohjeistamia tunnuksia tietyille objektityypeille ja myös niiden varauksille (keittiökoneet).

4.1.3 Vyöhykkeet ja tilat

Vyöhyke- ja tilatyökaluilla lasketaan tilojen pinta-aloja ja tilavuuksia. Aloituspohjaan voidaan määritellä valmiiksi laskennan raja-arvot eli huomioidaanko laskennassa aukot (ovet ja ikkunat) ja että huomioidaanko ne syvyyden vai pohjapinta-alan perusteella. Myös molemmat mahdollisuudet voidaan laskea mukaan. (Micro Aided Design Asetukset, 2010, 3.) Tilaaja tai urakoitsija voi ohjeistaa suunnittelijaa käyttämään haluamiaan tilatunnuksia, ja aloituspohjaan valmiiksi määritellä mitä perustietoja vyöhyke sisältää.

IFC-tiedonsiirrossa vyöhykkeiden avulla saadaan siirrettyä suuri määrä tietoa tilavuuksista, käyttötarkoituksista, energialaskennasta ja muusta määrälaskennasta.

4.1.4 Tasomäärittely

Tasomäärittelyllä tarkoitetaan tasoja ja tasoyhdistelmiä. Tasoilla elementit järjestellään loogisiin ryhmiin ja tarpeen mukaan hallinnoidaan tietyn ryhmän näkyvyyttä elementin sijainnista riippumatta. Tasoyhdistelmillä voidaan luoda erilaisia näkymiä, joissa on useita tasoja. Esimerkiksi asemapiirros-tasoyhdistelmään on määritelty näkyviksi vain piirroksessa tarvittavat elementtiryhmit ja niiden tiedot. Ennen suunnittelutyön aloittamista sovitut, työssä oikein määritellyt ja käytetyt tasoyhdistelmät helpottavat myös muiden käyttäjien työtä. Erityisen tärkeää on mallintaa kaikki elementit oikeille tasoille huolellisesti. (Micro Aided Design Asetukset, 2010, 5-6.)

Tietomallintamisprojektissa tasot kannattaa määritellä Talo 2000-tuotantonimikkeistön mukaisesti, koska se on tutkimusten sopivin määrittelyvaihtoehto tietomallintamiseen. Sen avulla rakentaja voi helposti eritellä työn hankinnat ja toimitukset (Micro Aided Design Tuotemallintamisohje, 2009, 4). Yhtenäisen tuotetonimikkeistön käyttö kaikissa saman urakoitsijan aloituspohjissa ohjelmistosta tai ohjelmistoversiosta riippumatta vähentää sekaannuksia. Todellista hyötyä tasojen käytöstä ei pelkälle tietomallinnukselle ole, koska kaikki tietosisältö on elementeissä ja objekteissa. (Micro Aided Design Asetukset, 2010, 5-6.)

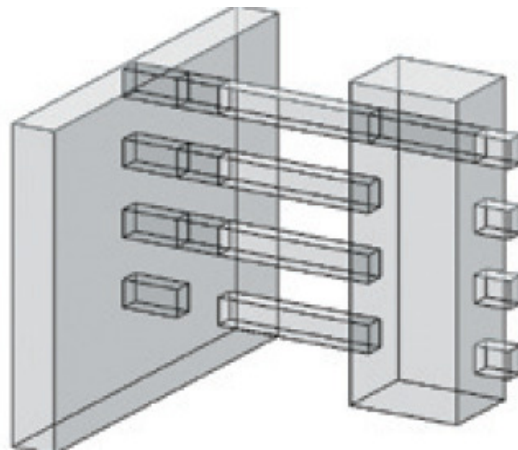
4.1.5 IFC

Jo aloituspohjassa voidaan määritellä IFC-työkalujen näkyvyyttä ja muokkausmahdollisuuksia. Kaikkien mallinnustyökalujen kohdalla IFC:n käyttö ei ole välttämätöntä ja tällöin voidaan ”piilottaa” työkalusta tiedonsiirtoon liittyvät osaset. Työkalujen attribuutteihin voidaan sisällyttää informaatiota, joka siirtyy IFC:n mukana käyttäjältä toiselle. Seinän rakennetyyppiin kirjataan sen U-arvo ja palonkestoluokka jo aloituspohjassa joten suunnittelijan ei tarvitse välttämättä itse lisätä tietoja projektiin. Itse IFC-tiedonsiirtoa käsitellään tarkemmin kappaleessa 2.

4.1.6 Rakennetyypit

Tietomallintamisen kannalta on tehokkainta, jos jokaisella urakoitsijalla on oma rakennetyyppikirjastonsa, johon on valikoitu ulko- ja väliseinärakenteita ja ylä-, väli ja alapohjia joita käytetään urakoitsijan omissa kohteissa. Tietomallinnusohjelmistoihin määritellään oikeat rakennetyypit, oikeilla täytteillä ja niitä voidaan käyttää apuna määrälaskennassa sekä esimerkiksi rakennuksen hiilidioksidi- tai rakenteiden U-arvoja laskettaessa. (Micro Aided Design Tuotemallintamisohje, 2009, 2.)

Rakennetyyppejä määriteltäessä on huomioitava oikeiden täytteiden lisäksi rakenteiden prioriteetti eli ”arvojärjestys”, jotta rakenteet yhdistyvät oikein toisiinsa. Kuviossa 7 on havainnollistettu prioriteettien toimivuutta rakenteiden välillä. Palkkien prioriteetit ylhäältä alaspäin ovat 15, 11, 5 ja 1, vasemmalla olevan seinän 4 ja oikeanpuoleisen pilarin 12. Esimerkiksi toiseksi ylin palkki (prioriteetti 11) lävistää seinän (prioriteetti 4), koska palkin prioriteettiluku on suurempi kuin seinän. Toisella puolella palkki ei kuitenkaan pysty lävistämään pilaria, joka on arvoltaan palkkia suurempi. (Micro Aided Design Asetukset, 2010, 3.)



KUVIO 7. Prioriteettien tärkeys aloituspohjan rakennetyyppien määrittelyssä. (Micro Aided Design Asetukset, 2010, 3)

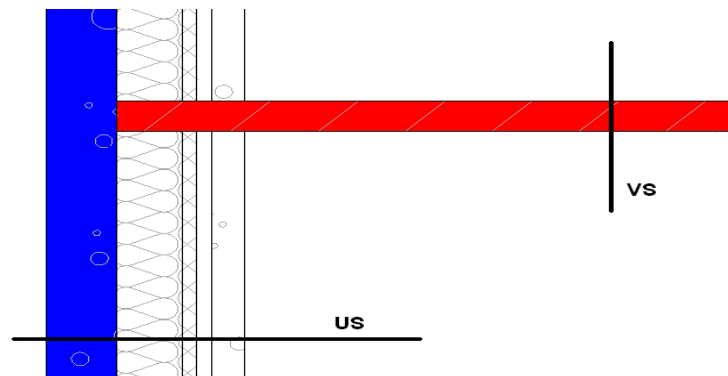
Kuviossa 8 on esitettyä kaksi seinärakennetta ja havainnollistettu kuinka täytteiden prioriteetit toimivat kaksiulotteisessa piirustuksessa. Alla on lueteltu kuviossa olevien rakenteiden täytteet ja suluissa oleva luku on täytteelle annettu prioriteetti. Tiiliväliseinä (punainen) ulkoseinän sisäosien (valkoiset) läpi, koska sen arvoluku on suurempi. Ulkoseinän teräsbetonikerrosta (sininen) tiiliseinä ei enää läpäise, koska tiiliseinän arvoluku on pienempi kuin betonikerroksen.

Ulkoseinä:

- Teräsbetoni (8)
- Ilmarako (8)
- Mineraalivilla, kova (8)
- Mineraalivilla (8)
- Teräsbetoni (12)

Väliseinä:

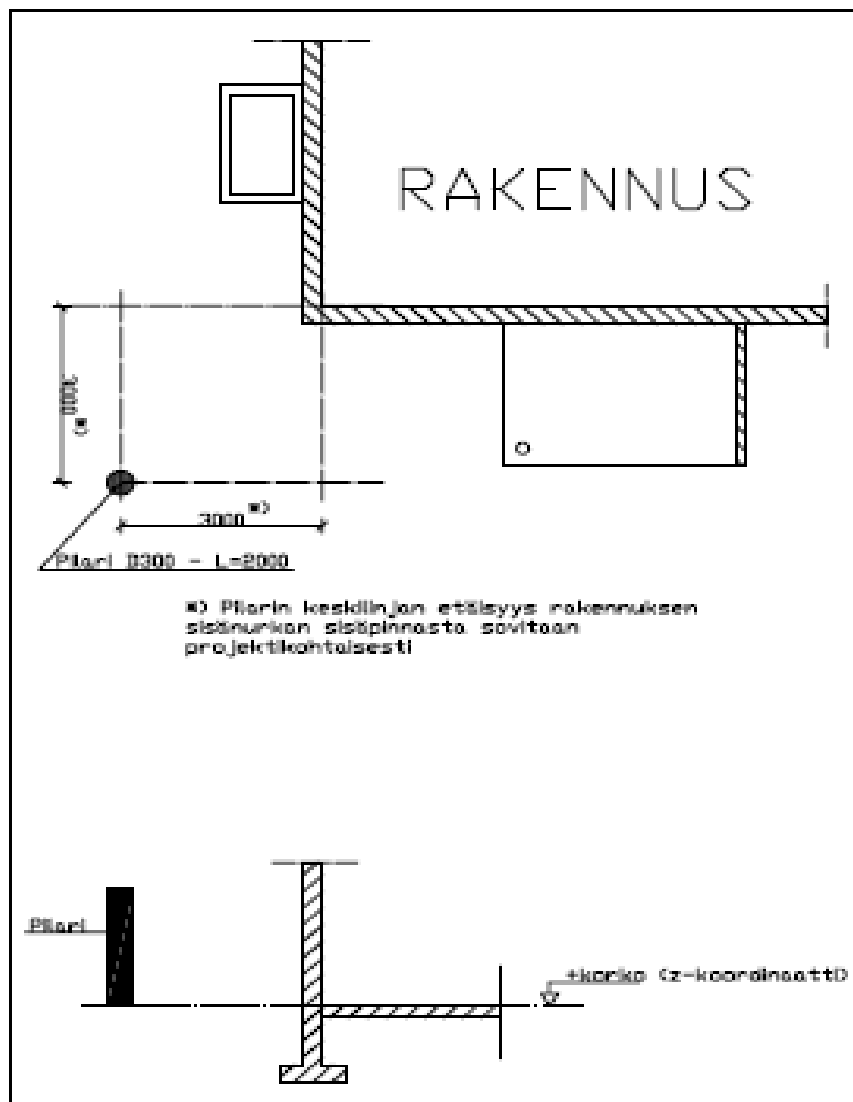
- Tiili (10)



KUVIO 8. 2D-piirroksessa rakennetyyppien prioriteettien toimiminen

4.1.7 Origo ja kohdistuskomponentti

Kaikki hankkeen aikana tehdyt 3D-mallit täytyy olla yhdistettävissä ja siitä syystä origon ja yhteisen korkeusaseman käytöstä on sovittava ennen suunnittelutyön alkua (Penttilä ym. 2006, 42). Aloituspohjaan valmiiksi asennettu ”kohdistuskomponentti” on hyvä apu origon käytössä ja tietomallien yhdistämisessä. Kohdistuskomponentti voi olla esimerkiksi pilari, joka on sijoitettu origoon ja urakoitsija ohjeistaa suunnittelijoita esimerkiksi asettamaan rakennuksen nurkan 3 metriä y-suuntaan ja 3 metriä x-suuntaan kohdistuspilarista, kuvio 9.



KUVIO 9. Kohdistuspilarin käyttö (Skanska Oy, Skanskan tietomallintamisen ohje arkkitehtisuunnitteluun, 2010)

5 URAKOITSIJA TIETOMALLINNUSPOHJAISSA SUUNNITTELUSSA

5.1 Ohjaus

Tietomallinnuspohjaisessa suunnittelussa vaaditaan urakoitsijalta hyvää ja selkeää ohjasta aloituspohjien käytöstä ja niiden sisällöstä, mallintamisyksiköistä ja vaadituista suunnitelmista. Projektitoimintaohjeessa ja projektin suunnitteluosapuolille suunnatussa teknisissä ohjeissa käydään läpi ja selvitetään kaikki suunnittelutyössä ja mallien tarkastuksessa tarpeelliset tiedot ja suunnittelijoiden tulee sitoutua näihin ohjeistuksiin. (Penttilä ym. 2006, 22.)

5.1.1 Projektitoimintaohje

Projektitoimintaohje (liite 2) sisältää projektin lähtötiedot, kunkin suunnittelijan tehtävät vaiheittain, vaiheaikataulun, mallintamistarkkuuden ja tarvittavat tulosteet. Suunnittelijoiden tehtävät hanke-, luonnos-, toteutussuunnitteluvaiheissa ja rakennusvaiheessa ovat kaikki selvennetty tässä asiakirjassa. Mallien tietosisältö käydään läpi tarkemmin suunnitteluosapuolille suunnatussa projektin teknisissä ohjeissa. (Penttilä ym. 2006, 61-62.)

5.1.2 Tekniset ohjeet projektin suunnitteluosapuolille

Teknistä tietosisältöä varten on syytä tehdä tekniset toimintaohjeet (liite 3), jossa selvitetään käyttäjien oikeudet, mallien julkaiseminen ja arkistointi, vaadittu mallintamisen laatu, tarkkuus ja sisältö. Kaikkien mallinnuksesta vastaavien henkilöiden ja yritysten yhteystiedot sekä käytettävät ohjelmat ja niiden versiot löytyvät myös tästä asiakirjasta. Tiedonsiirron muodosta ja näiden tiedostojen nimeämisestä on tehtävä kaikille selvät ohjeet joita on noudatettava, ettei väärinkäsityksiä tapahtuisi. (Penttilä ym. 2006, 63-64.)

Kappaleessa 4 läpi käyty mallintamistavat eli tasojen käyttö, origo ja tilat määritellään tässä asiakirjassa. On tärkeää, että suunnitelmat on tehty sovittujen mallintamistapojen

mukaisesti ja oikea-aikaisesti jokaisen vaiheen mukaisesti. Myös mallien jakaminen lohkoihin tai kerroksiin on tehtävä oikein, jotta kaikkien suunnittelualojen mallit olisivat yhtenäiset ja mallien tarkastaminen ja yhteensovittaminen teknisten ohjeiden mukaisesti olisi mahdollista. (Penttilä ym. 2006, 63-64.)

5.2 Versiohallinta

Ohjelmistojen kehittäjät saattavat julkaista uusia päivitettyjä versioita mallinnusohjelmistoistaan joka vuosi. Vaikka ohjelmiston pohja on sama voi yhteensopivuus muiden ohjelmistojen kanssa kärsiä ja tiedonsiirron asetukset ja mahdollisuuden muuttua.

Jokaiselle ohjelmistoversiolle täytyy urakoitsijan toimesta luoda omat aloituspohjat, käyttöasetukset ja mahdollisesti myös määrälaskentataulukot. Arkkitehtitoimistot eivät välttämättä hanki joka vuosi uusinta versiota käyttämästään mallinnusohjelmasta ja tämän vuoksi esimerkiksi urakoitsijan viidellä eri yhteistyöarkkitehtitoimistolla voi olla viisi saman ohjelmiston eri versiota. Vanhimpien ohjelmistojen julkaisuissa ei välttämättä esimerkiksi IFC-tiedonsiirtoa tueta niin hyvin kuin olisi tarpeen ja tämä asia on huomioitava teknisiä ohjeita ja suunnittelijoiden sopimuksia tehtäessä.

5.3 Jakelukanavat

Aloituspohjien, ohjeistusten ja mallien jakelu suunnittelijoiden ja urakoitsijan välillä hoidetaan nykyään Internetiä apuna käyttäen. Sähköposti on yksi vaihtoehto, mutta tiedostokokojen rajallisuus tulee tässä jakelukanavassa yleensä ongelmaksi. Lisäksi tieto ei välttämättä ole kaikkien projektiin osallistuvien nähtävillä.

Useilla tahoilla on jo käytössään projektipankki eli Internet-sovellus, johon kaikki yhteinen ja tarpeellinen dokumentointi tallennetaan ja josta kukin osapuoli voi halutessaan käydä tietoa hakemassa. Jokaiselle projektille luodaan oma kansionsa johon vain kyseisen projektin osapuolilla on mahdollista päästä sisään. Tietomalleille on projektikansion sisällä oma kansionsa, johon ne tallennetaan. Pankkien avulla tiedon siirtyminen on helppoa ja nopeaa kaikkien tahojen välillä. (Projektipankki.)

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää millainen on hyvä arkkitehtisuunnitteluun perustuva tietomallinnusohjelmiston aloituspohja ja kuinka urakoitsijan kannattaisi ohjeistaa arkkitehtejä tietomallinnuspohjaisessa suunnittelussa. Työssä käsiteltiin myös tietomallinnuksen historiaa, nykytilannetta ja minkälaista hyötyä käyttäjät saavuttavat BIM-pohjaisessa projektissa verrattuna perinteiseen suunnitteluun.

6.1 Tietomallinnuksen hyödyt ja haasteet

Tehokkaan tietomallinnuspohjaisen suunnittelun edellytys on hyvä yhteistyö kaikkien osapuolten välillä. Projektin alussa kaikkien tahojen vastuut selvennetään ja suunniteltuun aikatauluun jokainen sitoutuu. Tällaisessa tietomallinnusprojektissa on vain voittajia.

Tietomallintamisesta saatavat hyödyt antavat paljon lisäarvoa suunnitelmien laatuun ja tarkasteluun. Laadukkaat suunnitelmat ovat virheettömästi ja oikeilla elementeillä mallinnettuja. Jos suunnittelussa tulee virheitä, ne voidaan havaita jo hyvissä ajoin ennen rakentamisen aloittamista. Eri suunnittelualojen malleja voidaan tarkastella samanaikaisesti eli esimerkiksi putkien oikeat läpiviennit käydään läpi törmäystarkastelussa. Rakennustyön aikana tietomalleja ja etenkin rakennesuunnittelijan malleja voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi sillan raudoituksia tehtäessä.

Suurimpana haasteena tietomallinnuksen vakiintumiselle suomalaisessa rakentamisessa ovat asenteet. ”Näin on tehty aina ja näin on hyvä” -lauseeseen helppo turvautua, mutta asiaan perehtyneen tiedostavat tietomallinnuksen edut ja etenkin malleista saatavat pitkäaikaiset hyödyt koko rakennuksen elinkaaren ajaksi.

6.2 Aloituspohjan sisältö

Urakoitsijan kannalta tärkein aloituspohjan sisältö ovat rakennetyypit. Rakennetyypeissä oleellisinta on määritellä prioriteetit ja rakenteiden sisältö oikein. Lisäksi rakennetyypin nimeäminen täytyy olla selkeä ja kaikilla käyttäjillä yhtenäinen esimerkiksi US02, joka kuvaa ulkoseinärakennetta.

Tasomäärittelyssä on hyvä käyttää Talo 2000 -tuotantonimikkeistöä, joka on parhaiten synkronoitu tietomallintamiseen. Kun kaikilla suunnittelualoilla on käytössä samat tasot ja niitä käytetään oikein, on suunnitelmien käsitteleminen ja ymmärtäminen helppompaa.

Vyöhykkeiden ja tilojen käytöstä ja nimikkeistä täytyy urakoitsijalla olla suunnittelijoille ohjeistus. Aloituspohjaan vyöhykkeiden sisältö voidaan jo määritellä kuin myös tiedonsiirrossa kulkevat tekniset tiedot rakenteista. Tilalaskennan rajautuminen on aloituspohjiin asetettava oikein, jota laskenta tehdään oikealla tarkkuudella.

Urakoitsijan laskennassa ja hankinnoissa apuna käytettävät luettelot ja kaaviot voidaan lisätä jo aloituspohjaan. Määrälaskennan dokumentointi on tietomallinnuspohjaisessa suunnittelussa kätevää, kun luettelot on määritelty laskemaan tiettyjä elementtien parametreja joita laskennassa käytetään hyväksi.

Hankekohtaisesti voidaan aloituspohjaan lisätä myös kohdistuspilarikomponentti ja moduuliruudukko. Kohdistuskomponentin avulla rakennus mallinnetaan oikeaan korkoon ja oikeilla koordinaateilla. Moduuliruudukko määrittää rakennuksen rajat ja elementtien mallintaminen sekä havainnointi helpottuvat. Moduuliruudukko toimii kuin koordinaatista ja ongelmakohdat voidaan sen avulla paikantaa.

6.3 Urakoitsijan rooli

Urakoitsija tekee suunnitteluryhmien kanssa projektitoimintaohjeen ja projektin tekniset ohjeet, joissa selvennetään projektin lähtötiedot, jokaisen tehtävät, vaiheiden aikataulun ja mallintamisen liittyvät yksityiskohdat. Tietomallinnuspohjaisessa suunnittelussa so-

pimukset on tehtävä koko suunnittelijaryhmälle yhtenäisesti. Näin jokainen tietää roolinsa ja suunnitteluryhmä pysyy yhtenäisenä.

Lähtötietojen, aloituspohjien ja mallien tallentamisessa sekä jakelussa on kannattavaa käyttää projektipankkia, joka jo usealla urakoitsijalla on käytössä. Projektipankissa dokumentit säilyvät ja kukin projektin taho voi tarpeensa mukaan käydä tarkastelemassa suunnitelmia ja ohjeita.

6.4 Loppukaneetti

Projekti projektilta tietomallinnus yleistyy ja perinteistä suunnittelua kannattavat rakentajat huomaavat tämän alan olevan hyödyllistä kaikelle rakentamiselle. Kun osaaminen suunnittelussa, mallien käsittelyssä ja etenkin niiden hyödyntämisessä ottavat vielä muutaman askeleen eteenpäin, kaikki työmaat toivoisivat olevansa BIM-työmaita. Niin kuin alan Ekspertit sanovat ”helpompi korjata hiirellä kuin Hiltillä”.

LÄHTEET

- Arkkitehtitoimistojen liitto. 2009. Arkkitehti. Luettu 27.4.2011. <http://www.atl.fi/index.php?id=94>
- Cad-Q. Autodesk Revit Architecture. Luettu 1.5.2011. <http://www.cad-q.fi/index.php/tuotteet/arkkitehtisuunnittelu/autodesk-revit-architecture/1666>
- Kiviniemi A., Rekola M., Belloni K., Kojima J., Koppinen T., Mäkeläinen T., Kulusjärvi H. & Hietanen J. 2007a. Senaatti kiinteistöt: Tietomallivaatimukset 2007. Osa 3: Arkkitehtisuunnittelu. Luettu 22.3.2011. http://www.senaatti.com/tiedostot/Tietomalli_2007_Osa3_Arkkitehtisuunnittelu_1-02.pdf
- Kiviniemi A., Rekola M., Belloni K., Kojima J., Koppinen T., Mäkeläinen T., Kulusjärvi H. & Hietanen J. 2007b. Senaatti kiinteistöt: Tietomallivaatimukset 2007. Osa 5: Rakennesuunnittelu. Luettu 22.3.2011. http://www.senaatti.fi/tiedostot/Tietomalli_2007_Osa5_Rakennesuunnittelu.pdf
- Kujanpää J-M. 2010. Määrien hallinta tietomallipohjaisessa rakennusprosessissa. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Diplomityö.
- Micro Aided Design. Archicad. Luettu 1.5.2011. <http://www.mad.fi/mad/archicad.html>
- Micro Aided Design. 2009. Käsikirja: Archicad - tuotemallintamisohje. Luettu 26.4.2011. <http://mad.fi/mad/tiedostot/pdf/kasikirja13/TM.AC%20-%20ArchiCAD-tuotemallintamisohje.pdf>
- Micro Aided Design. 2010. Käsikirja: Asetukset. Luettu 26.4.2011. <http://mad.fi/mad/tiedostot/pdf/kasikirja14/KO.AS.pdf>
- Micro Aided Design. 2011. Käsikirja: IFC-tiedonsiirto. Luettu 26.4.2011. <http://mad.fi/mad/tiedostot/pdf/kasikirja14/YS.IFC.pdf>
- Micro Aided Design. 2010. Käsikirja: Kirjastot. Luettu 1.5.2011. <http://www.mad.fi/mad/tiedostot/pdf/kasikirja14/KIR.YLE.pdf>
- Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa - yleiset periaatteet. Tampere: Rakennustieto Oy.
- Projektipankki. Luettu 30.4.2011. <http://www.webbisivu.com/projektipankki>
- Rakennustieto. 2011. RT-kortti 15-11026. Ikkuna-, ovi-, kaluste ja huoneselosteiden laatimisohje. Rakennustieto Oy.
- Rakennustieto. 2010. RT-kortti 10-10992. Tietomallinnettava rakennushanke: Ohjeita rakennuttajalle. Rakennustieto Oy.

Skanska Oy. 2010. Skanskan tietomallintamisen ohje arkkitehtisuunnitteluun. Luettu 30.4.2011.

Valjus, J., Varis, M., Penttilä, H. & Nissinen, S. 2007. Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa. Tampere: Rakennustieto Oy

LIITTEET

- LIITE 1 KYSYMYKSET ARKKITEHTITOIMISTOILLE**
- LIITE 2 PROJEKTITOIMINTAOHJE TUOTEMALLINNUKSESSA,
SUUNNITTELURYHMÄ**
- LIITE 3 TEKNISET OHJEET PROJEKTIN SUUNNITTELUOSAPUOLILLE**
- LIITE 4 KÄSITTEET**
- LIITE 5 ALOITUSPOHJAAN TEHDYT MÄÄRITYKSET**

KYSYMYKSET ARKKITEHTITOIMISTOILLE

LIITE 1: 1(2)

Yrityksen nimi (ei pakollinen)

Mikä arkkitehtisuunnittelun tietomallinnusohjelma on käytössä?

Käytättekö Skanskan aloituspohjaa asuinrakennusten suunnittelussa? *Kyllä / Ei*

Mitä asioita hyödynnätte aloituspohjasta?

rasti ruutuun:

- Moduuliruudukko
- Kohdistuspilarikomponentti
- Rakennetyypit
- Vyöhykkeet / Tilat
- Tasomäärittelyt (Archicad)
- Talotekniikkahormi (Elpo)
- Keittiökomponentit
- Joku muu ,mikä?

Mitä seuraavia asioita Skanskan aloituspohjan pitäisi lisäksi sisältää ?

rasti ruutuun:

- Kylpyhuone-elementit
- Hissikuilut
- Liesi-Tiskipöytä -komponentti
- Ovet sovitukseen
- Ikkunat sovitukseen
- Luettelot, mitkä ?
- Joku muu, mikä ?

Onko yrityksessänne oma aloituspohja ? *Kyllä / Ei*

Käyttäisittekö mielummin yrityksenne omaa aloituspohjaa Skanskan asuinrakennusten suunnittelussa ? *Kyllä / Ei*

Mitä muita kirjastoja käytät ?

2 (2)

rasti ruutuun

- M.A.D.
- Futurecad / Revit
- Lumon
- Fenestra
- Lemminkäinen (Elemento)
- Abloy
- Joku muu ,mikä

Palautetta Skanskan aloituspohjista, kirjastoista ja ohjeista :

TEKNISET OHJEET PROJEKTIN SUUNNITTELUOSAPUOLILLE

Juha Valjus, Finnmap Oy

Seuraavassa esitellään sisällysluettelona asiat, jotka vähintään on sovittava jokaisen projektin alussa.

1. Yleistä

Malli on oikein ja mallista tuotetaan tulosteet. Muutoshallinnan varmistamiseksi malli muutetaan/täydennetään ja ajetaan uudet tulosteet, jotka sisältävät tehdyt muutokset. Piirustusten muokkausta ilman mallin muokkausta ei tehdä.

On sovittava mihin tarkkuuteen malli viedään ja mihin mallia käytetään.

On sovittava kaikki yleiset pelisäännöt (projektipankki, malliserveri jne.)

Kaiken mallin kautta tapahtuvan suunnittelun perustana on oikein tehty mallinnus, eli mallissa olevaan tietoon on voitava luottaa sovituilta osin. ”Sinnepäin” olevaa mallinnus ei saa tehdä. Ainoastaan mallinnettavan olion tietosisältö voi eri suunnitteluvaiheissa vaihdella (esim. luonnosvaiheessa on turha mallintaa rakenteiden liitoksia).

2. Yhteystiedot

- Kaikkien mallinnuksesta vastaavien henkilöiden ja yritysten yhteystiedot

3. Käytettävät ohjelmat

- Listataan käytettävät ohjelmat ja niiden versiot. Ohjelmaversiota ei ilman erillistä sopimusta saa muuttaa projektin kuluessa, mikäli sillä on vaikutusta muiden suunnittelijoiden työskentelyyn.

4. Tiedonsiirto

- Tiedonsiirtomuoto
- Nimeäminen

5. Mallintamistapa

- Tasot
- Oikea mallinnus
- Origo
- Tilojen tunnisteet
- Mitoittaminen
- Moduuliviivasto
- Toleranssit
- Mitä on oikein missäkin mallinnuksen vaiheessa
- Käytettävät mallinnustyökalut (palkit palkkityökalulla, pilarit pilarityökalulla jne.)

6. Mallien jako osiin

- Lohkojako
- Kerrosjako

7. Mallien tarkastustoimenpiteet

- Sovittava tarkastustoimenpiteistä (kuka tekee ja koska ja miten)

8. Muutosten hallinta

2 (2)

- Yleiset periaatteet
- Milloin on kyse muutoksesta
- Tiedotus
- Isompien muutosten hyväksyminen
- Tiedonkulun varmistaminen

9. Aikataulu

- Mallien päivitystiheys eri suunnitteluvaiheissa
- Päivämäärät

10. Yhteensovitus

- Pääsuunnittelijan velvollisuus
- Selvitettävä miten yhteensovitus tarkastetaan, kuka sovituksen tekee, millä ohjelmalla sovitus tehdään.
- Mitä tietoja kukin suunnittelija välittää yhteen sovittavaan malliin
- Yhteensovituksen dokumentointi

11. Toleranssit**12. Yhteisen mallin julkaiseminen****13. Oikeudet****14. Projektin päätöstoimenpiteet**

- Arkistointi (materiaali ym.)
- Mallin luovutus
 - Luovutusformaatti jne.

KÄSITTEET

LIITE 4

Aloituspohja	Template, tiedostomuoto johon on asennettu projektin esisäädöt ja työkalut
Attribuutti	Elementtien ominaisuudet (materiaalit, värit, kynät)
BIM	Building information modeling / model
IFC	(Industry Foundation Classes) on rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön luotu kansainvälinen tiedonsiirtostandardi.
Objekti	Synonyymi sanalle olio
Olio	Seinä, laatta, pilari, palkki. Piirustuksissa muuttuvat viivoiksi ja rastereiksi
Vaatimusmalli	Rakennuksen tuotemallin tietosisällön osajoukko (vaiheistus), joka kattaa (asiakas)vaatimukset.
























































































Vyöhykkeet ja tilat

AS	Asunto	
Aula	Aula	■
Autohalli	Autohalli	■
Autokatos	Autokatos	■
Autotalli	Autotalli	■
ET	Eteinen	■
Hissi	Hissi	■
INVA-WC	Inva-wc	■
Irt.var	Irtaimistovarasto	■
IV-kh	IV-konehuone	■
JH	Jätehuone	■
K	Keittiö	■
Käytävä	Käytävä	■
Kerhuhuone	Kerhuhuone	■
KHH	Kodinhuone	■
KHT	Kodinhuone	■
KK	Keittokomero	■
KT	Keittotila	■
Kuiv	Kuivaushuone	■
Liiketila	Liiketila	■
LJH	Lämmönjakuhuone	■
LVV	Lastenvaunuvarasto	■
MH	Makuuhuone	■
OH	Olohuone	■
Pesula	Pesula	■
✓ PH	Pesuhuone	■
PK	Pyykkikomero	■
Porrashuone	Porrashuone	■
Puh.kom	Puhelinkomero	■
PUH/ANT	Puhelin ja antennijakomo	■
R	Ruokailutila	■
S	Sauna	■
SÄH	Sähkökeskus	■
SK	Siivouskomero	■
SPK	Sähköpääkeskus	■
T	Tila alle 7m ²	■
T1210	Huoneistoala	■
T1310	Bruttoala	■
T1320	Kerrosala	■
T1320.1	Kokonaiskerrosala	■
Takkavar.	Takkavarasto	■
Talovar.	Talovarasto	■
Tekn.	Tekniikkakomero	■
TH	Työhuone	■
TK	Tuulikaappi	■
TKH	Takkahuone	■
Tupak.	Tupakeittiö	■
UVV	Ulkoiluvälinevarasto	■
Valoaukko	Valoaukko	■
Var	Varasto	■
VH	Vaatehuone	■
VSS	VSS Väestönsuoja	■
WC	WC	■
WC/PH	WC-suihkulla	■

- Vyöhykkeiden ja tilojen lyhenteet kertovat arkkitehdin tietomallissa tilojen käyttötarkoituksen asuntorakentamisessa.

Rakennetyypit

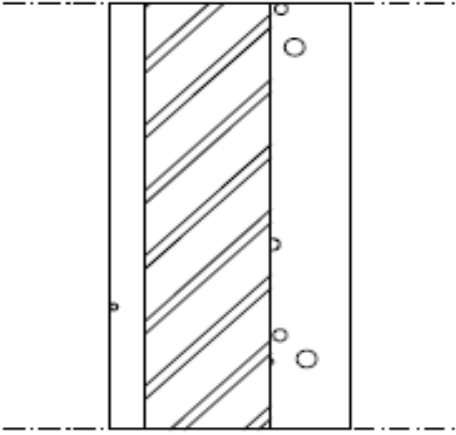
3 (6)

 00 AP luonnos	 US10 Betoniulkoseinä Mineraalivillae...
 00 US luonnos 250 mm	 US11 Termorankaseinä Mineraalivilla...
 00 VP luonnos	 US12 Termorankaulkoseinä Mineraal...
 00 VS luonnos 100 mm	 US13 Betoniulkoseinä Mineraalivillae...
 00 VS luonnos 130 mm	 US14 Termorankaulkoseinä Mineraal...
 00 VS luonnos 150 mm	 US15 Mineraalivillaeriste, tuuletusra...
 00 YP luonnos	 US16 Betoniulkoseinä Mineraalivillae...
 AK01 Paloeriste 50 mm	 US17 Saunan seinä US vasten
 AK02 Paloeriste 60 mm	 US50 Termorankaulkoseinä Mineraal...
 AK03 Paloeriste 80 mm	 US51 Termorankaulkoseinä Mineraa...
 AK04 Mineraalivillaverhous, alapuolin...	 VK02 Peltikate, kattokannattajat, tu...
 AK05 Ääneneristys katto 60dB	 VK03 Tiilikate >1:4, kattokannattaja...
 AK06 Tasoite Lämmöneriste	 VP01 Ontelolaattaväli pohja
 AK07 Tasoite Desibelikatto	 VP02 Ontelolaattaväli pohja Elementt...
 AK08 Tasoite Alakattolevytytys	 VP04 Massiivilaattaväli pohja
 AK09 Saunan alakatto	 VP05 Massiivilaattaväli pohja Minera...
 AK10 Paneeli alakatto	 VP09 Massiivilaattaväli pohja, Täyte...
 AK11 Talopesulan katto	 VP50 Teräsrunkainen kevytväli pohj...
 AP01a Betoni-laatta-alapohja, maan...	 VP51 Teräsrunkainen kevytväli pohj...
 AP01b Betoni-laatta-alapohja, maan...	 VP52 Teräsrunkainen kevytväli pohj...
 AP01c Betoni-laatta-alapohja, maan...	 VS01 Betoniseinä, kantava
 AP02 Ontelolaatta-alapohja, tuulet...	 VS02 Muurattu tiiliseinä, täystiili 130...
 AP03 Ontelolaatta-alapohja, tuulet...	 VS03 Teräsrunkaseinä, ei kantava 6...
 AP04 Siveltävä vedeneriste, kelluva...	 VS04 Kevytbetoniharkkoseinä
 B-CL Parvelaatta	 VS05 Kuusipaneeli, SPU-eriste Teräs...
 B-CX Parvekattolaatta	 VS06 Keraamiset laatat, Teräsohuti...
 B-M Parvekepieli	 VS07 Saunan seinä kuivaan tilaan
 Kipsilevyhormi	 VS08 PH-seinä, kevyt
 SO01 Sokkeli-elementti Yläpuolella k...	 VS20 2*Kipsilevy (KPH-elementti)
 SO02 Sokkeli-elementti Yläpuolella ...	 VSS_kattolaatta
 SO03 Sokkeli-elementti Yläpuolella tii...	 VSS_jattilaatta
 SO04 Sokkeli-elementti Yläpuolella lä...	 VSS_pintalaatta
 SO05 Sokkeli-elementti Yläpuolella s...	 VSS_ulkoseinä
 SO06 Sokkeli-elementti Yläpuolella t...	 VSS_väliseinä
 Talotekniikkahormi	 VSS-SR2 VSS ulkoseinä sisätilaa
 US01 Betoniulkoseinä, kantava san...	 YP01 Kevytsoraeriste ja solupolysty...
 US02 Betoniulkoseinä, ei-kantava s...	 YP02 Ontelolaattaväli pohja Puhallus...
 US03 Betoniulkoseinä, kantava san...	 YP03 Ontelolaattaväli pohja Puhallus...
 US04 Betoniulkoseinä, ei-kantava s...	 YP04 ontelolaattaväli pohja Solupoly...
 US05 Betoniulkoseinä, kantava san...	 YP05 PIHAKANSI (Autohallin (puolilä...
 US06 Betoniseinä, polyuretaanierist...	 YP06 PIHAKANSI (Autohallin (puolilä...
 US07 Betoniulkoseinä Mineraalivillae...	 YP07 PIHAKANSI (Autohallin (puolilä...
 US08 Betoniulkoseinä Mineraalivillae...	 YP50 Solupolystyreenieriste, käänn...
 US09 Betoniulkoseinä, polyuretaani...	

- Urakoitsijan määrittelemät rakennetyypit, joita käytetään mallinnustyössä.

4 (6)

SKANSKA		US01
RAKENNETYYPPI	<small>Osasto</small> Betoniliikeseinä, kantava sandwich-elementti Mineraalivillaeiste	



-70 mm Teräsbetoni
 -240 mm Mineraalivilla, ristiin uritettu
 esim. PAROC COS 5ggt ($\lambda_{design} = 0,036 \text{ W/mK}$)
 -150 mm Teräsbetoni

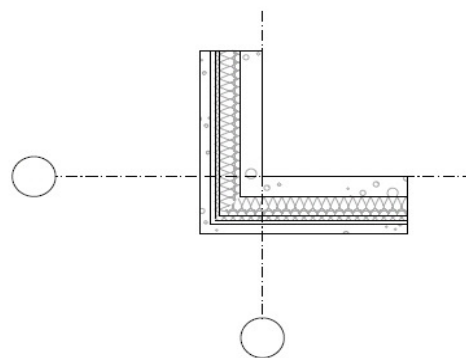
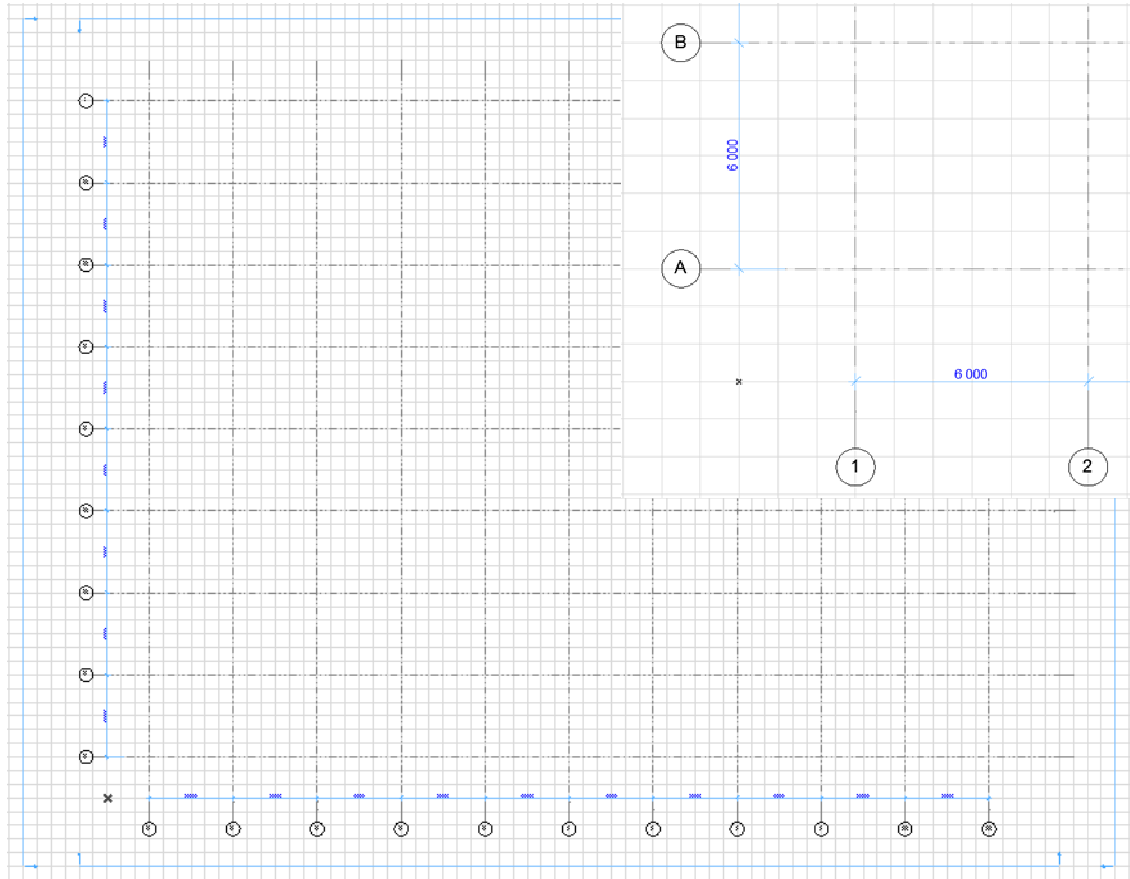
U-arvo: $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

versio 20100827

- Esimerkki tietomallinnus rakennetyypistä.

Moduuliruudukko

5 (6)



- Moduuliruudukkoa käytettäessä ensimmäinen nurkka mallinnetaan huolellisesti niin että moduulilinjat ovat seinän sisäreunassa.

Vyöhykkeet ja tilat

6 (6)

Tilan lyhenne	Tilan nimi
AS	Asunto
Aula	Aula
Autohalli	Autohalli
Autotalli	Autotalli
Autokatos	Autokatos
ET	Eteinen
Hissi	Hissi
INVA-WC	Inva-wc
Irt.var	Irtaimistovarasto
IV-kh	IV-konehuone
JH	Jätehuone
K	Keittiö
KK	Keittokomero
KT	Keittotila
Kerhuhuone	Kerhuhuone
KHH	Kodinhoituhuone
KHT	Kodinhoitotila
Kuiv	Kuivaushuone
Käytävä	Käytävä
Liiketila	Liiketila
LJH	Lämmönjakuhuone
LVV	Lastenvaunuvarasto
T	Tila alle 7m2
MH	Makuuhuone
OH	Olohuone

Tilan lyhenne	Tilan nimi
Pesula	Pesula
PH	Pesuhuone
PK	Pyykkikomero
Porrashuone	Porrashuone
PUH/ANT	Puhelin ja antennijakamo
Puh.kom	Puhelinkomero
	Ruokailuhuone tai
R	Ruokailutila
S	Sauna
SK	Siivouskomero
	Sähkökaappi /
SÄH	Sähkökeskus
SPK	Sähköpääkeskus
TKH	Takkahuone
Takkavar.	Takkavaraus
Talovar.	Talovarasto
TH	Työhuone
Tekn tai Tek	Tekniikkakomero
TK	Tuulikaappi
Tupak.	Tupakeittiö
UVV	Ulkoiluvälinevarasto
Valoaukko	Valoaukko
Var	Varasto
VH	Vaatehuone
VSS	VSS väestönsuoja
WC	WC
WC/PH	WC-suihkulla

- Vyöhykkeiden ja tilojen tilanimet ja niiden lyhenteet, joita käytetään.