

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Ismo Ahia

TIETOMALLINNUSOHJEISTUKSET JA MALLINNUSOSAAMINEN

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2014



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Lokakuu 2014**  
**Rakennustekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu  
80200 JOENSUU  
p. (013) 260 6800

Tekijä  
Ismo Ahia

Nimeke  
Tietomallinnusohjeistukset ja mallinnusosaaminen

**Tiivistelmä**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla Pro IT:n, Senaattikiinteistö Oy:n ja Lemminkäinen Oy:n tietomallinnusohjeistuksia keskenään sekä selvittää tietomallinnusohjeistusten ja ohjelmien käyttövalmiuksia: Millaisia ovat eri tietomallinnusohjeet ja miten tietomallinnusohjelmia osataan hyödyntää. Opinnäytetyön tutkimusaineistona oli kolme tietomallinnusohjeistusta ja haastattelua. Aineistojen analyysimenetelmänä käytettiin sisällönanalyysejä.

Tutkimustulosten mukaan tietomallinnusohjeistukset ovat sisällöltään erilaisia. Ohjeistukset poikkeavat toisistaan muun muassa siinä, miten tarkasti ne kuvaavat mallinnettavaa kohdetta. Lisäksi tarkastelussa olevista mallinnusohjeista yksi sisälsi ohjeita tietyille valmistajien ohjelmille ja kahdessa tietomallinnusohjeistuksessa oli yleisohjeita useamman valmistajan ohjelman käytölle.

Tutkimuksen haastattelujen mukaan tietomallintamisen peruskäytön lisäksi tulisi hallita myös ohjelmistojen linkitykset eri simulaatioihin, kuten aikataulutuksiin, yhdistelmämallien luomiseen sekä tuotannonohjaukseen. Tällä hetkellä henkilöstöllä on vähän kokemusta tietomallinnusohjelmien käytöstä ja käyttötaidot ovat vähäiset. Yrityksissä onkin tarvetta täydennyskoulutukselle. Tulevaisuudessa suunnitteluinsinöörien ja työmaahenkilöstön tulee hallita tietomallintaminen.

Jatkotutkimuksissa olisi aiheellista selvittää, miten yrityksissä hallitaan ohjelmistojen linkitykset määrälaskentaan, aikatauluihin ja muihin ohjelmistojen antamiin mahdollisuuksiin. Lisäksi mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita ovat tietomallintamisen hyödyntäminen betonielementti- ja puukerrostalorakentamisen (CLT) suunnittelussa.

Kieli  
suomi

Sivuja	26
Liitteet	2
Liitesivumäärä	12

Asiasanat  
Tietomalli, tietomallinnusohjeistus, BIM, mallintamisosaaminen



**THESIS**  
**Autumn 2014**  
**Degree Programme in Civil Engineering**

Karjalankatu 3  
FI 80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. 358-13-260 6800

Author  
Ismo Ahia

Title  
Information modelling instructions and use of modelling software

**Abstract**

The aim of this thesis was to compare the Pro IT's, Senaatti-Kiinteistö Oy's and Lemminkäinen Oy's information modelling instructions with each other. Furthermore, the research aim was studied the staff's application skills of the information modelling software. The research questions were: What kind of information modelling instructions are? How capable the staffs are using the information modelling software? The research data was constructed from the information modelling instructions and interviews. The data was analysed by using the content analysis.

According to the results, the contents of the information modelling instructions are different, for example how accurately the instructions demonstrate modelling object. Additionally, two of the instructions were universal instructions for many software programs and one for particular software programs.

The research interviews indicate that basic use of information modelling is not enough. Besides that, the staff should be able to apply the software to the different simulation context, for instance apply the software to the scheduling, to create the combination model and to the production control. Nowadays, the staffs have deficient knowledge and experiences about the use of information modelling. Therefore the members of staff need updating training. In the future, design engineers should master the use of the information modelling.

In the further studies, it would be valuable study, how the companies are capable applied the information modelling programs to the bill of quantities, the scheduling and other design issues. Interesting study subjects are also how to apply the information modelling to the concrete elements design and the wooden block house design (CLT).

Language	Pages	26
Finnish	Appendices	2
	Pages of Appendices	12

**Keywords**

Information model, information modelling instructions, BIM, model know-how,

## Sisällysluettelo

1 Johdanto .....	6
2 Tietomallintaminen.....	7
2.1 Tietomallintamisen hyödyt .....	8
2.2 Tietomallintamisen ongelmat.....	9
2.3 Tietomallintamisen vaiheet .....	10
3 Tietomallinnusohjeistukset.....	15
3.1 Pro It -hanke .....	16
3.2 Senaatti-Kiinteistöt Oy .....	16
3.3 Lemminkäinen Oy.....	17
4 Tutkimusmenetelmä, aineisto ja rajaus.....	17
4.1 Käytettävissä olleet tietomallinnusohjelmat .....	18
4.2 Tietomallinnusohjelmien käytön perustelut.....	19
4.3 Tietomallinnusohjelmien käyttö.....	20
5 Tulokset .....	23
6 Johtopäätökset.....	24
7 Pohdinta.....	25
Lähdeluettelo .....	26

## 1 Johdanto

Suomessa tietomallintamisen käyttöönotto on lisääntynyt perinteisen 2D- ja 3D-suunnittelun rinnalla noin kymmenen viime vuoden aikana. Tietomallintamisen käyttö on yleistynyt suurimpien rakennuttajien aloitteesta ja vaatimuksista toteuttaa rakennuskohteet tietomallintamista hyväksikäyttäen. Tietomallipohjaista suunnittelua on käytetty uudiskohteissa, mutta sitä voidaan hyödyntää myös korjausrakentamisessa (inventointimalli). Suomessa tietomallintamista on pilotoitu suurissa ja monimuotoisissa projekteissa, joissa toistuvuutta on vähän. Tietomallintamalla tehty kohde on malli, jota voidaan tarkastella kolmiulotteisesti mistä suunnasta tahansa, ja siitä voidaan tehdä tarvittavat julkisivu-, pohja-, leikkaus- ja detaljikuvat. Tietomalliin tehdyt muutokset päivittyvät kaikkiin kuviin ja mallien tarkastelu nopeutuu ja eri suunnitelmien vertailu helpottuu. (Pro IT 2005, s. 1–5.)

Tietomallintaminen perustuu mallinnusohjeistuksiin, jotka ovat perusta ja viitekehys, joita mallintamisessa tulee käyttää. Mallinnusohjeistukset on laadittu varmistamaan eri suunnittelualojen tietomallien yhdistämistä ja tiedonsiirtoa sekä helpottamaan tietomallien yhteensopivuuden tarkastelua. Tavoitteena on hallita kohteen suunnittelua, rakentamista, aikataulutusta, kustannuksia, laadunhallintaa sekä rakennuksen käyttöä ja ylläpitoa sen koko elinkaaren aikana. (Pro IT 2005, s. 1–5; Lavento, 2013, s. 27.)

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää tietomallinnusohjeistuksien käytettävyyttä suunnittelutyössä ja vertailla Pro IT -projektin, Senaattikiinteistöjen ja Lemmin-käinen Oy:n laatimia tietomallinnusohjeistuksia keskenään yhtäläisyyksien ja eroavaisuuksien osalta. Tavoitteena oli myös haastattelujen avulla selvittää, mihin tarkoitukseen, miten ja milloin tietomallinnusohjelmia käytetään sekä min-kälaisia tietoja ja taitoja ohjelmien ja ohjeistuksien käyttö vaatii ja edellyttää.

## 2 Tietomallintaminen

Rakennuksen tietomalli BIM (Building Information Model) on rakennettavan kohteen rakennusprosessien tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Tietomalli muodostuu tietomallintamalla suunnitteilla oleva rakennus tietomallinnusohjelmistoilla, esimerkiksi ArchiCadilla, Revit Architecturella. Mallinnettaessa käytetään ohjelmien omia työkaluja ja tuotevalmistajien luomia tuotemalleja, esimerkiksi ikkunoita, ovia, kalusteita ym. (objekteja). Tietomallilla pyritään hallitsemaan rakennettavan kohteen suunnittelua, rakentamista, käyttöä ja ylläpitoa rakennusten koko elinkaaren ajan, suunnittelusta aina sen käytöstä pois-toon ja purkamiseen asti. (Pro IT 2005, s. 9–15.)

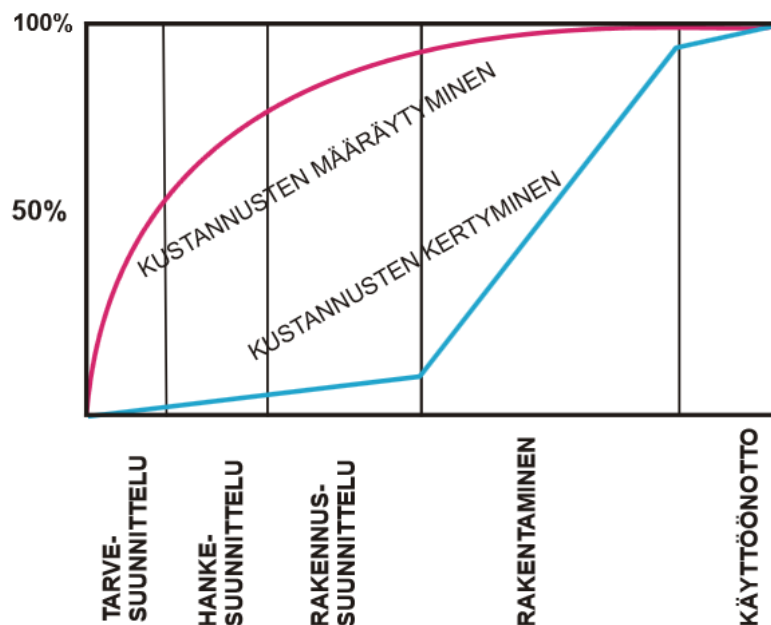
Tietomalli voi sisältää kaikki tiedot rakennukseen käytetyistä tuotteista ja raaka-aineista sekä niiden ominaisuuksista. Näistä tiedoista muodostuu kolmiulotteisesti määritellyjä rakennusosia, joita voidaan tarkastella eri kulmista sekä tehdä erilaisia leikkaus- ja detaljikuvia sekä mallinäkyymiä. Tietomallissa oleviin rakennusosiin voidaan tehdä mm. rakenne-, materiaali- ja mittamuutoksia tai vaihtaa toiseen rakennusosaan missä mallintamisen vaiheessa tahansa. Nämä muutokset päivittyvät koko tietokantaan automaattisesti, ja muuttuneet tiedot vaikuttavat kaikkiin tehtyihin mallinäkyymiin, piirustuksiin, leikkauksiin, aikatauluihin, energialaskelmiin ja simulaatioihin. Tietomallien muokkauksella voidaan helposti tehdä vaihtoehtoisia mallivertailuja suunnitteluvaiheessa. Tietomallinnuksessa myös tontti muotoineen ja paikkakuntasijainteineen voidaan tietomallintaa kartastokoordinaattijärjestelmän mukaan. (Pro IT 2005, s. 9–15.)

Tuotemallin todenmukaisen geometrian vuoksi tietomallia visuaalisesti tarkastelemalla löydetään virheitä helpommin kuin 2D-kuvista. Varsinainen tietomallin laadun varmistus tehdään kuitenkin erilaisten laaduntarkastusohjelmien avulla, esimerkiksi törmäystarkastelulla eri suunnittelualojen tietomalleja yhdistämällä. Ohjelmistot ilmoittavat mahdollisesti toisiinsa törmäävät rakennusosat automaattisesti. (Senaatti-Kiinteistöt 2007, s.15;Pro IT 2005, s. 65–67)

## 2.1 Tietomallintamisen hyödyt

Tietomallintaminen tuo hyötyjä, jotka vaikuttavat suunnitelmien havainnollistamiseen, eri suunnitelmien parempaan yhteensovittamiseen ja laadukkaampaan rakentamiseen. Tietomallintaminen antaa myös mahdollisuuden erilaisten simulaatioiden tekemiseen ja vertailuun määrälaskennassa, kustannuslaskennassa ja eri dokumenttien laadinnassa. Näitä dokumentteja voidaan käyttää tukena suunnittelu- ja päätöksentekovaiheissa. Tietomallintamalla pyritään eri suunnittelualojen yhteistyöllä ennakkoon eliminoimaan suunnittelussa esiintyvät virheet törmäystarkastelulla, sekä parantamaan rakentamisen laatua. (Mäki, Paavola, Kerosuo & Miettinen, 2012, s. 2–3; Pro IT 2005, s. 3–8.)

Tietomallintaminen tekee suunnitteluprosessin etupainotteiseksi (kuvio 1), mikä myös edistää suunnitelmien laadun paranemista. Lisäksi tietomallien avulla voidaan paremmin hallita ja ennakoida kohteen elinkaaren aikaista toimintaa mm. ympäristövaikutuksia, tulevien korjausten ja muutostöiden toteutumista ja seuranta. (Pro IT 2005, s. 3–8; Lavento, 2013, s. 27.)



Kuvio 1. Suunnittelun etupainotteisuus mallinnusprojektissa (Pro IT 2005)

Erittäin merkittävänä etuna on tietomallien havainnollisuus. Visuaalinen malli auttaa hankkeeseen osallistuvia hahmottamaan rakennuksen geometriaa, tilatarpeita ja toteutusjärjestystä sekä erilaisia ongelmakohtia. Visuaalisuuden myötä hankeosapuolien yhteistyö ja kommunikaatio helpottuvat, kun rakennusta tai sen osia voidaan tietomallista tarkastella eri tavoin kuin perinteisten 2D- ja 3D-kuvien avulla. Havainnollisuus tuo etuja myös työmaasuunnitteluun, toiminnanohjaukseen, suunnittelunohjaukseen, tuotannon aikataulutukseen ja ohjaukseen. Tietomallin tuominen työmaalle edistää rakentamisen aikataulua ja laatua. (Pro IT 2005, s. 30–40; Lavento, 2013, s. 27.)

## **2.2 Tietomallintamisen ongelmat**

Tietomallintamisen käytön osaamisen ja kokemuksen puute tuo epävarmuutta käyttää tietomallinnusta. Suunnittelijat eivät aina uskalla luottaa mallintamisen tuottamaan tietoon ja tämä voi myös vähentää keskinäistä luottamusta toisten osapuolten mallintamisosaamiseen. Rakennuskohteissa toimii käytännössä useita eri alan yrityksiä, joista kukaan ei välttämättä hahmota työmaan kokonaisuutta ja se aiheuttaa projektinhallintaongelmia. Sopimusteknisiä ongelmia syntyy kun ei ole ennakkoon sovittu kuka suunnittelukustannukset maksaa miltäkin suunnittelun osalta ja lisäksi on epätietoisuutta kuvien tekijänoikeuksista. Ei myöskään haluta tehdä työtä toisten puolesta ja pelätään kuvien väärinkäyttöä sekä mahdollisten suunnitteluvirheiden ja työkalujen käyttövirheiden paljastumista. (Koivula 2013, s. 13; Salminen 2013, s. 10–11)

Ongelmat voivat johtua myös eri suunnitelmien yhteensovittamisen tulkitsemisestä ja tiedonsiirron puutteista. Tietomallinnusohjelmistojen erilaiset tiedonsiirtoformaattit siirtävät vain osan suunnittelutiedoista ja erikseen lisättyjen tietojen, esim. Excel - ja Word -tiedostojen, siirtyminen tulee huomioida tiedonsiirrossa. (Salminen 2013, s. 10–11)

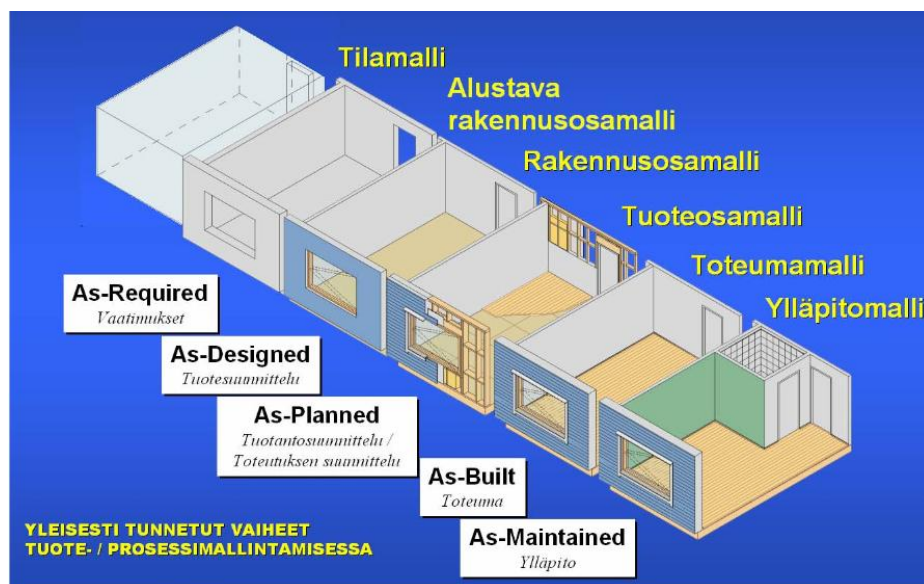
Lisäksi rakennusalalla on monia erilaisia rakenneratkaisuja, käytänteitä ja standardeja käytössä, joiden käytöstä tulisi sopia heti projektin alussa ja sitoutua yhteisiin tavoitteisiin. Tietomallinnusta käytettäessä tietomallintaminen lisää suunnitteluun käytettävää aikaa huomattavasti suuremmaksi ja suunnittelu on



vahvasti etupainotteisempaa kuin perinteisesti suunniteltaessa. Eri suunnittelu-alojen tuottamista tietomalleista tulisi tehdä törmäysmallit riittävän ajoissa, että niitä voidaan tarkastella ja tehdä tarpeelliset korjaukset ennen työmaalle luovuttamista. Yhdistelmämallit tulisi myös päivittää heti muutoksien jälkeen projekti-pankkiin, josta ne ovat kaikkien niitä tarvitsevien saatavilla. (Mannila, 2013, s. 12; Lavento, 2013, s. 27; Korpela, 2012, s. 9–10.)

### 2.3 Tietomallintamisen vaiheet

Rakennuksen tietomallinnus syntyy useissa suunnittelun aikaisissa tuotemallinnusvaiheissa, joiden pohjaksi ovat määritelty yhteiset mallinnusohjeet. Mallinnusohjeet varmistavat suunnitelmien yhteensopivuutta. Tietomalli tarkentuu eri suunnitelmien edetessä tilamallista toteumamalliksi ja rakennusajan jälkeen käytettäväksi ylläpitomalliksi. Tuoteosien tarkempia tietoja määritetään eri suunnittelumallivaiheissa, mutta osa tuoteosista tarkentuu vasta toteutusmallivaiheessa. Jokaisesta suunnitteluvaiheesta tulee tallentaa omat versiotiedot ja näistä tiedoista siirretään tarvittavat tiedot seuraavaan vaiheeseen. (Kuvio 2). (Pro IT 2005, s. 9–29.)



Kuvio 2. Mallintamisen vaiheet, (Pro IT 2005)

## Vaatimusmalli

Vaatimusmallissa määritellään asiakkaan tilatarvevaatimukset ja kaikki ne toiminnot joita tiloissa tullaan tekemään. Lisäksi kartoitetaan tulevia tarpeita ja tehdään tilavertailuja. Vaatimusmallivaiheessa tehdään alustavat laatu-, laajuus- ja kustannustavoitteet sekä aikataulut. Näiden tietojen pohjalta pääsuunnittelija tai arkkitehti laatii tilaohjelman sekä massa- ja visualisointimalleja, joiden avulla voidaan tarkastella rakennuksen sijaintia suhteessa muihin rakennuksiin ja ympäristöön (kuvio 3). Tilatarvevaatimusvaiheessa tulee huomioida oleelliset viranomaisvaatimukset ja myöhemmissä tietomallivaiheissa tuotettua tietoa verrataan näihin vaatimusmallin vaatimuksiin. (Pro IT 2005, s. 12–15.)

## Inventointimalli

Inventointimalli on olemassa olevasta rakennuksesta laadittu tietomalli, esim. korjausrakentaminen. Inventointimalli laaditaan rakennuksessa tehtävistä mittauksista esim. laserkeilaus, kohteesta otetuista valokuvista ja vanhoista piirustuksista sekä muista käytettävistä olevista dokumenteista. Inventointimalliin sisällytetään myös tiedot tontista, mahdollisista muista rakennuksista ja suojeltavista kohteista (Senaatti-kiinteistöt 2007.)

## Tilamalli

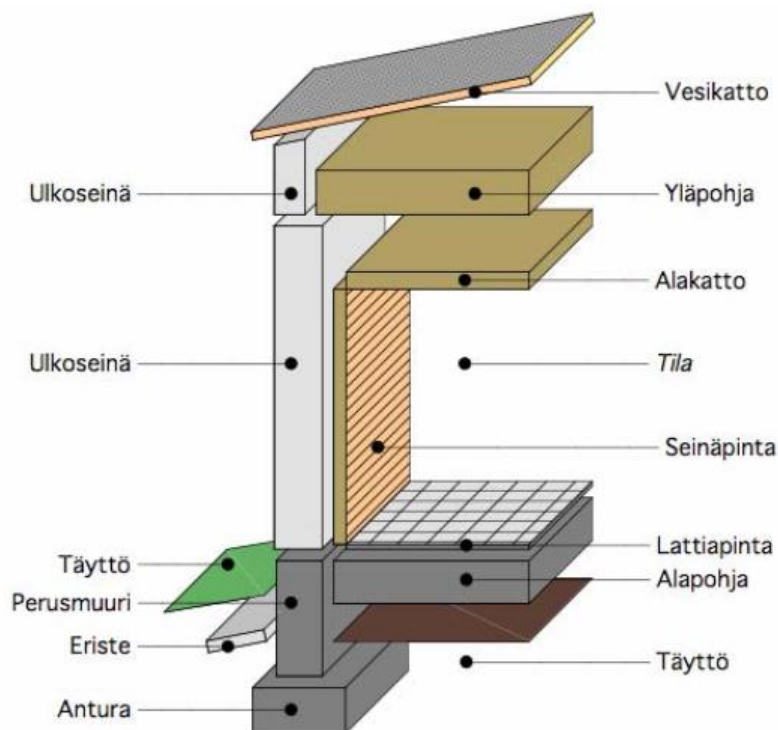
Tilamallissa tarkennetaan yksityiskohtaisemmin niitä tavoitteita ja vaatimuksia joita vaatimusmallissa on määritelty otettavaksi huomioon. Asetetaan rakennuksen laadulliset, kustannus-, laajuus- ja ylläpitotavoitteet sekä aikataulutavoitteet. Tilamallissa asetetaan myös rakennuksen toteutustapa, arkkitehtoniset ja toiminnalliset tilavaatimukset, mahdolliset erityisvaatimukset ja kokonaisbudjetti. Tilamallin avulla voidaan tulostaa vertailuja energia-, kustannus- ja elinkaarianalyysseja sekä vaihtoehtoisia luonnoksia ja kustannusvertailuja hankkeesta. Tietomallintamisessa suunnittelun painopiste kasvaa hankesuunnitteluvaiheessa ja määrittää alkusuunnitteluvaiheessa enemmän rakennushankkeen lopullisia kokonaiskustannuksia. (Pro IT 2005, s. 18–22.)

## Alustava rakennusosamalli

Luonnossuunnitelman pohjalta laaditaan alustava rakennusosamalli. Rakennusosamalli ei sisällä vielä yksityiskohtaisia rakenne- ja rakennusosia (esim. rakenneliitokset) eikä niiden tarkempia tietoja. Jokainen rakenne- ja rakennusosa tulee mallintaa omilla työkaluilla. Mallissa esitetään kaikki tiloja rajaavat rakennusosat ja aukotukset mm. ikkunat, ovet, portaikot, kuilut ym. (Pro IT 2005, s. 22–25.)

## Rakennusosamalli

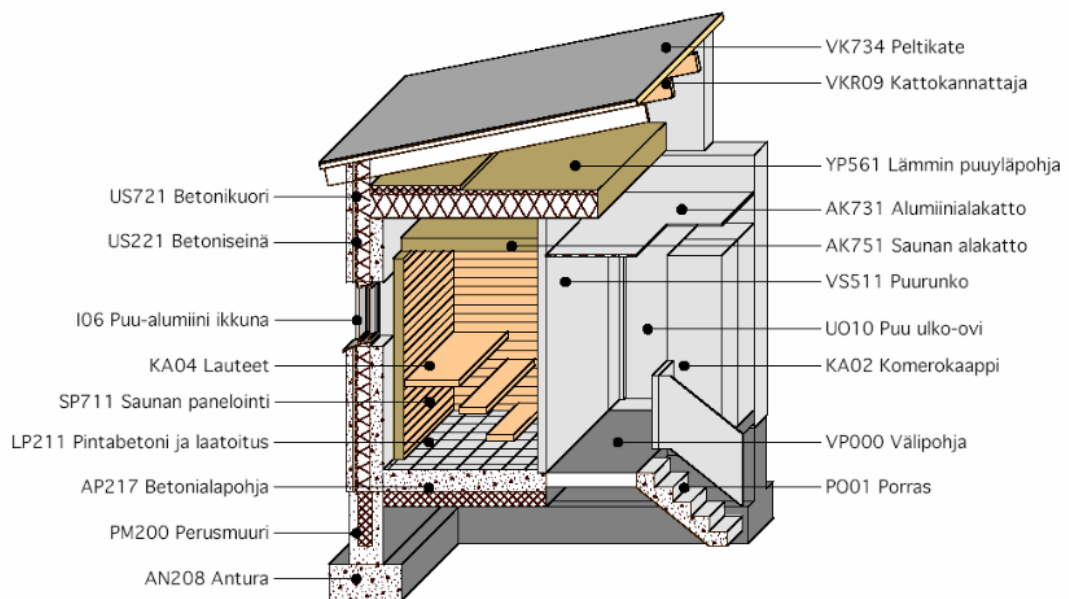
Suunnitelmia tarkennetaan rakennusosamallissa ja rakenne- ja rakennusosille valitaan vaatimukset täyttävät rakennetyypit ilman tarkempaa toimittajakohtaista tietoa (kuvio 4.). Rakenne- ja rakennusosat sekä kiintokalusteet mallinnetaan omilla perusobjekteilla. Rakenteiden liitokset mallinnetaan todellisina ja tarvittaessa tarkennetaan detaljipiirustuksin (Pro IT 2005, s. 25–27.)



Kuvio 4, ”Räjätyskuva” rakennusosamallista (Pro IT 2005)

## Tuoteosamalli

Tuoteosamalliin täydennetään rakenne- ja rakennusosien ominaisuudet sekä tyypit. Toimittajakohtaiset tiedot ja ominaisuudet on esitettävä tietomallissa todellisen rakenteen mukaisesti esim. VK734 Peltikate (kuvio 5.) Myös muut tallennetut tiedot tulee päivittää esim. aikataulut, tehtäväsuunnitelmat ja selostukset. (Pro IT 2005, s. 27–29.)



Kuvio 5, Tuoteosamalli (Pro IT 2005)

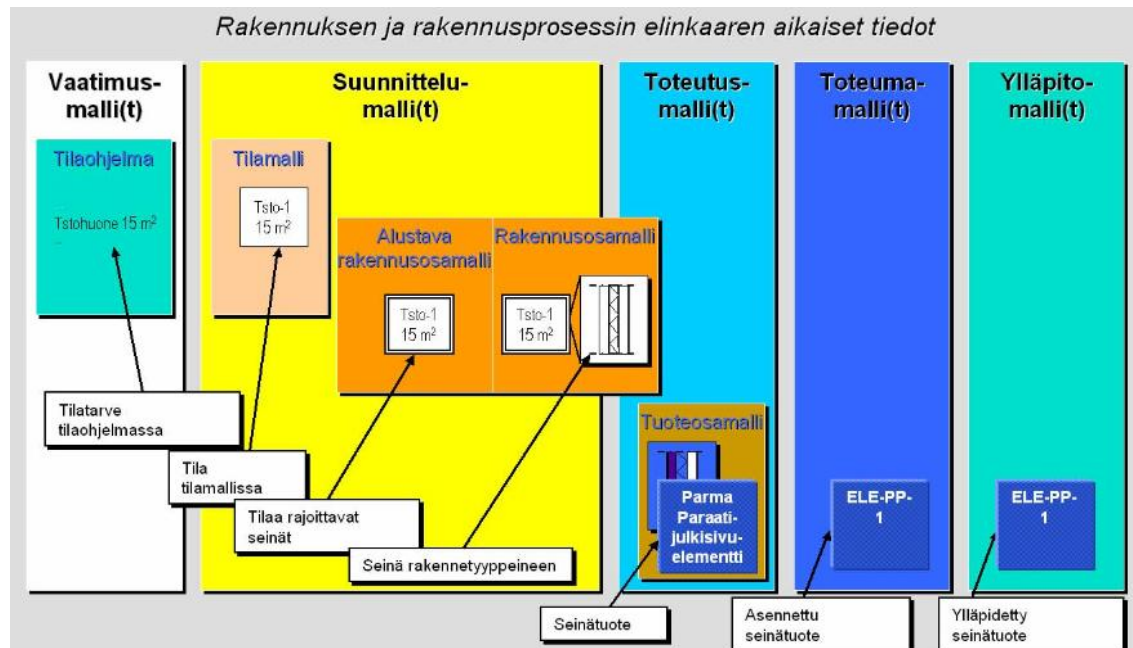
## Yhdistelmämalli

Yhdistelmämallissa tehdään ns. törmäystarkastelu eli eri suunnittelualojen mallit yhdistämällä esim. rakenne-, LVI- ja sähkösuunnitelmamallit ja varmistetaan, että kaikki rakenteet ja varusteet mahtuvat suunnittelun mukaisesti siten ettei rakenteellisia ristiriitoja esiinny (Pro IT 2005, s. 65–68.)

## Toteumamalli

Toteumamalli päivittyy koko rakennushankkeen aikana aina kun suunnitelmiin tehdään muutoksia tai päätetään toteutettavista rakenne- ja rakennusosista.

Toteumamallin tietomalliin tulee päivittää kaikkien toteutuneiden rakennusosien toimittajien yksityiskohtaiset tuotetiedot sekä kaikki muu tieto, joka oleellisesti vaikuttaa ylläpitomallin tulevaa käyttöä (kuvio 3). (Pro IT 2005.)



Kuvio 3. Rakennuksen tuotemalli, (Pro IT 2005)

### Ylläpitomalli

Rakennuksen luovutuksen jälkeen pidetään ylläpitomallia, johon päivitetään rakennuksen käytön aikana tehdyt korjaus- ja muutostöiden tiedot. Ylläpitomallista tulisi löytyä kaikki tehdyt muutokset historiatietoineen, jotka myös auttavat kiinteistön ylläpidossa suunniteltaessa tulevia ylläpito-, muutos-, ja korjaustoimenpiteitä sekä rakennuksen mahdollista purkamista ja lopulta käytöstä poistamista. (Pro IT 2005, s. 27–29.)

### Rakennetyypikirjasto

Rakennetyypikirjasto koostuu eri tuoterakenteista, joita kukin tuotteita valmistava ja suunnitteleva yritys tuottaa omista tuotteistaan. Näiden tuoterakenteiden tulee sisältää tuotemallintamisen määrittelemät kriteerit, joita tuotemallintamisen eri ohjelmistot pystyvät hyödyntämään. Jokaiselle rakennetyypille on muodos-

tettu oma tunnus, joita on käytetty myös perinteisessä manuaalisessa suunnittelussa. Tämä tunnus sisältää itsessään tai rakennekuvauksessa, minkälainen kulloinkin rakenteen yksityiskohtainen kuvaus on. Rakennetyyppejä on tuotettu myös Pro IT – projektin tuottamana rakennetyyppikirjastoon.(Pro IT 2005, s. 62–64)

### **3 Tietomallinnusohjeistukset**

Tässä työssä on tarkasteltu Pro IT -hankkeen, Oy:n ja Lemminkäinen Oy:n tietomallinnusohjeistuksia Rakennusosien mallintaminen ja Arkkitehtisuunnittelu. Tietomallinnusohjeissa jokainen toimija on laatinut ja määrittänyt ne vaatimukset, jotka tietomallin tulee täyttää ja sisältää. Suomessa tietomallinnusohjeistukset perustuvat usein Oy:n laatimiin ohjeistuksiin. Nykyisin Yleiset tietomallinnusvaatimukset 2012 löytyvät Building Smart Finlandin verkkosivuilta.

Yhteistä standardia BIM-malliin ei ole eri ohjelmistojen kesken saatu luotua, mutta yhteisessä käytössä on kansainvälinen IFC-tiedostoformaatti (Industry Foundation Classes). IFC-formaatilla siirretään tietomallinnuksessa tuotettua tietoa eri mallinnusohjelmistojen kesken ja vaatimuksena on IFC 2X3-sertifiointi. IFC-tiedostot eivät ole kuitenkaan täydellisiä ja siten se ei tue täydellisesti kaikkea tietoa tiedonsiirrossa. Tällä tiedonsiirtoformaattilla voi siirtää vain oliopohjaista tietoa, 3D-geometriaa ja parametreja mutta ei 2D-muotoista tietoa, ja sen takia IFC:n lisäksi tarvitaan apuna muita tiedonsiirto tapoja kuten taulukoita ja tekstiasiakirjoja. IFC:n tiedonsiirron yhteydessä tulee huolehtia ja varmentaa, että myös muutoin tallennettu tieto siirtyy tiedonsiirron yhteydessä. (Senaatti-Kiinteistöt 2007, osa 1, s.18; Pro IT 2005, s. 7–8.)

Tietomallissa tulee käyttää mittayksikkönä millimetriä ja mallinnettava kohde tulee sitoa paikkakunnan karttakoordinaatistoon. Rakennukset tulee mallintaa omana mallinaan siten, että kaikkien kerroksien ja lohkojen tarkastelu on erikseen mahdollista. Kerrosjako rajataan aina lattiapinnasta ylemmän kerroksen lattiapintaan. Kaikki tietomallinnetut objektit kuten seinät, laatat, palkit, ym. tulee

aina mallintaa kullekin tarkoitetulla työkalulla. Jos objektille ei ole omaa työkalua, voidaan objekti piirtää muilla työkaluilla. Silloin objektiin on liitettävä sitä dokumentoitu tieto, ja varmistettava että tieto siirtyy tiedonsiirrossa eteenpäin (Senaatti-Kiinteistöt 2007, osa 1, s. 19–20; Pro IT 2005, s. 6–8.)

### **3.1 Pro It -hanke**

Pro It -projektin on toteuttanut Rakennusteollisuus RT ry ja projekti on ollut vuosina 2002 - 2005. Projektin tarkoituksena on ollut luoda rakennusprosessin tietohallintatapa joka perustuu tietomallintamiseen ja projektin tuotoksena on tuotettu ”Arkkitehdin tuotemallisuunnittelu: yleiset perusteet ja ohjeet”. Projektin tarkoituksena on ollut luoda yhteinen tietomallinnuskäytäntö ja varmistaa eri suunnittelijoiden tietomallien hyötykäyttö, tiedonsiirron varmistaminen ja tietomallien yhdistäminen ja luoda tuoterakenteiden esitystapa ja nimikkeistö yhteisiksi tuotekirjastoiksi. Projektin keskeiseksi hyödyksi on todettu tietomallien yhteen sovittaminen virheiden vähentämiseksi. Tämän mahdollistaa myös määrä- ja kustannuslaskennan nopeutumisen ja tarkentumisen. Lisäksi mainittiin suunnitelmien havainnollisuus, markkinointiaineiston ja piirustusten helppo saatavuus suoraan tietomallista (Pro IT 2005.)

### **3.2 Senaatti-Kiinteistöt Oy**

Senaatti-Kiinteistöt on valtionvarainministeriön alainen liikelaitos, joka ylläpitää valtion kiinteistövarallisuutta ja vastaa toimitilojen vuokrauksesta. Toimitilojen vuokraus, investoinnit, kiinteistövarallisuuden kehittäminen ja hallinnoiminen muodostavat palvelujen perustan. Lisäksi Senaatti-Kiinteistöjen toiminta perustuu yhteiskuntavastuulliseen liiketoimintaan, hyvään palveluun, pitkäaikaisiin asiakkuuksiin ja kumppanuuksiin. Oy on ollut mukana toteuttamassa useita pilottiprojekteja ja kehittänyt tietomallien käyttöönottoa jo vuodesta 2001 alkaen. Oy on jatkanut Pro IT -projektin tuottamaa tietomallinnusohjeistuksien kehittämistä ja ylläpitoa. Pilottihankkeista saatujen kokemusten kautta on todennut tietomallinnusteknologian riittävän toimivaksi tavallisessa projektityössä käytet-

täväksi ja on vaatinut vuoden 2007 lopulta alkaen käyttämään IFC-standardin mukaisia tietomalleja projekteissaan. ( Oy.)

### **3.3 Lemminkäinen Oy**

Lemminkäinen on talonrakentamiseen, infrarakentamiseen ja talotekniikkaan erikoistunut rakennuskonserni. Rakentamisen erikoisosaaminen on tuonut asiakkaita eri puolilta maailmaa. Päämarkkina-alue on Suomen lisäksi Itämeren ympäristö. Lemminkäinen Oy on laatinut omat tietomallinnusohjeistukset; Asunnot ja toimitilat tietomallinnusohjeistukset tammikuussa 2011. Nämä ohjeistukset on muokattu Pro IT – projektin ja Senaatti-kiinteistöjen tuottamasta tietomallinnusohjeistuksista. Näitä ohjeistuksia käytetään aina Lemminkäinen Oy:n omassa talonrakennustuotannossa (Lemminkäinen Oy.)

## **4 Tutkimusmenetelmä, aineisto ja rajaus**

Tutkimusmenetelmänä käytettiin sisällönanalyysiä ja haastattelua. Työ rajattiin kolmen paikallisen yrityksen haastatteluun sekä Pro IT-projektin, Senaatti-Kiinteistö Oy:n ja Lemminkäinen Oy:n tietomallintamisohjeistuksien tarkasteluun ja vertailuun, joista vertailukooste on liitteenä (liite 2). Haastateltavina oli arkkitehtitoimistosta tietomallinnuksesta vastaava, rakennesuunnittelutoimiston suunnittelupäällikkö ja urakoitsijan suunnitteluosaston vastaava. Kaikkien haastateltavien kanssa käytiin sama kysymyslomake (Liite 1) läpi keväällä 2012 henkilökohtaisena haastatteluna, joista yksi toteutettiin puhelimitse. Kaikki haastattelut nauhoitettiin ja kirjattiin haastattelutilanteessa myöhempää käyttöä varten. Lisäksi aineistona on käytetty Internet-julkaisuja ja lehtiartikkeleita.

Rakennuskohteessa käytettävät tietomallinnusohjeistukset ovat rakennuttajan tai tämän valitseman urakoitsijan laatimia ohjeistuksia. Tästä johtuen tietomallinnusohjeistukset ovat kaikilla rakennuttajilla hieman erilaiset ja siksi niitä tarvitsevien tulee perehtyä niihin aina kulloinkin ohjeistuksien laatijoiden tavoitteiden mukaisesti. Tietomallinnusohjeistukset muuttuvat ja päivittyvät toimijoiden ja



ohjelmistojen uudistusten myötä usein ja ohjeistukset ovat siten jatkuvassa muutoksessa. Pro IT-projektin tuottamat tietomallintamishojeistukset ovat jo tietomallintamista ajatellen vanhat ja alalla on menty niiden valmistumisen jälkeen paljon eteenpäin. Tietomallinnusohjeistuksien kehittämistä jatkoi Senaatti-Kiinteistö Oy yhteiskunnallisena vastuuna ja nyt tietomallinnusohjeistukset on kootusti saatavissa Building Smart Finlandin sivuilta.

Haastattelukysymykset oli jaettu neljään eri teemaan. Ensimmäisessä teemassa kartoitettiin, mitä ohjelmistoja yrityksissä käytettiin tietomallintamiseen. Toisessa teemassa kartoitettiin tietomallinnusohjelmien käytön perusteita, miten on päädytty käyttämään tietomallintamista ja mitä etuja tai haittoja tietomallintamisessa on. Kolmannessa teemassa kartoitettiin tietomallinnusohjelmien käyttöä, missä laajuudessa tietomallinnusta yrityksissä käytetään. Minkälaisissa kohteissa sitä käytetään ja käytetäänkö tietomallin tietoja muuhunkin kuin pelkkään mallintamiseen, esim. määrälaskenta ym.? Lisäksi selvitettiin, mitä ohjeistuksia mallintamisen yhteydessä käytetään sekä mitä haasteita mallintamiseen liittyy. Neljännessä teemassa kartoitettiin mitä tiedollisia ja taidollisia vaatimuksia tietomallinnusohjelmien käyttö edellyttää sekä miten se tulisi huomioida koulutuksessa.

#### **4.1 Käytettävissä olleet tietomallinnusohjelmat**

Mitä tietomallinnusohjelmia on käytössä, milloin ja miksi aloitettu käyttämään?

Haastateltavien mukaan yrityksissä ensimmäisten kohteiden toteutukset ja ohjelmien käyttöönotto oli aloitettu 2009–2011 ja käytössä oli ollut Autodeskin tuotteita; Revit Architecture tai Structure. Lemminkäinen Oy:llä oli myös käytettävissä valtakunnallisesti (konsernissa) muita tietomallintamishjelmistoja ja lisäohjelmistoja mm. kustannuslaskentaan (Tocoman) ja törmäystarkasteluun (Solibri Model Tseccer) mutta paikallisesti Joensuussa Lemminkäinen Oy:llä tietomallintamiseen käytettiin Autodeskin tuotteita. Tietomallintamishjelmien valintaan oli vaikuttanut saman valmistajan Cad-ohjelmiston aikaisempi käyttö tai edustajan edullinen tarjous siirtyä tietomallinnusohjelmiston käyttöön.

## 4.2 Tietomallinnusohjelmien käytön perustelut

Miksi päädyttiin käyttämään tietomallintamista?

Tietomallintamisen käyttöönotto on tullut osin asiakkaiden vaatimuksesta ja on nähty tarve olla kehityksessä mukana. Tietomallintamisella haettiin lisähyötyjä suunnitelmien tuottavuuteen, optimoimiseen, törmäystarkastelujen toteuttamiseen ja kommunikoinnin apuvälineeksi neuvotteluihin. Lisäksi on haettu keinoja työmaan materiaalimäärien ja muutostöiden hallintaan sekä kustannuslaskentaan ja hankintojen ohjaamiseen.

Mitä etuja tietomallintamisella on?

Merkittävimpänä etuna ovat törmäystarkastelut, joiden avulla voidaan havaita rakenteissa mahdollisesti risteävät kohdat ja tietomallintaminen pakottaa lähtökohtaisesti suunnittelijat tekemään pahimmat risteämäkohdat virheettömiksi. Tietomallintamalla saadaan tehtyä esim. pohjakuvat ja seinäleikkaukset pienemmällä vaivalla, ja näkymistä saadaan tehtyä visuaalisempia tulosteita asuntomarkkinoinnin avuksi. Lisäksi etuna on määräluetteloiden reaaliaikainen päivityminen suunnitelmien muuttuessa sekä määräluetteloiden käyttäminen urakalaskennan valmistelussa ja työmaalla aikataulutuvaiheen yhteydessä materiaalihankintoja tehtäessä.

Mitä haittoja tietomallintamiseen liittyy?

Tietomallintamisen käyttöönotto on vielä sisäänajovaiheessa ja vaatii siksi enemmän aikaa suunnitelmien tekoon kuin perinteisesti 2-D suunnittelussa. Tietomallintaminen on vielä investointi, jota ei vielä pystytä tai osata täysin hyödyntää suunnittelukustannuksia alentavasti tai huomioida suunnittelu hinnoittelussa oikein. Toisaalta asiakkaat vaativat kohteiden tietomallintamista ja edellyttävät suunnittelijoilta tietomallintamisen käyttöä ja se nähdäänkin tulevaisuuden suunnittelumuotona joka tulee hallita ja osata.

Joitakin rakenteita ei voida suoraan mallintaa mallinnustyökaluilla, koska kaikkiin rakenteisiin ei ole valmista työkalua, vaan ne joudutaan mallintamaan use-

ammalla erityökalulla esim. betonielementit. Osa suunnitelmista tulee toteuttaa 2-D muodossa. esim. detaljileikkauskuvat, joita ei kokonaisuudessaan pystytä mallintamaan. Tällöin on kuitenkin vaarana että linkitykset häviävät detaljikuvan ja kohteen väliltä.

Tietomallintamiseen siirryttäessä on luotua tietomallia käytetty aikaisempien työtapojen rinnalla ja varmistettu esim. määrälaskennan paikkansapitävyyttä. Suunnittelukohteiden osalta on osattava ja pystyttävä määrittämään milloin tietomallintaminen kohteesta tehdään, mitä se sisältää, mihin tietomallia tarvitaan ja mitä siitä halutaan hyötyä.

### **4.3 Tietomallinnusohjelmien käyttö**

Millaisissa ja monessako kohteessa mallinnusohjelmia on käytetty?

Tietomallinnettavat kohteet ovat yleensä julkisia rakennuksia tai kerrostaloasuntoja. Tietomallintamisen käytön määrittelee pääsääntöisesti asiakas, rakennuttaja tai pääurakoitsija, eikä kohteen muut tekijät esim. koko, tilavuus, materiaali tai muut vastaavat asiat. Määrällisesti kohteita haastateltavilla on ollut 3–7 kpl tai 10–20 % töistä noin 3–4 vuoden aikana.

Ketkä tietomallinnusohjelmia käyttävät ja mihin niitä käytetään?

Ohjelmistoja käyttävät suunnitteluvastaavat suunnittelun ohjaukseen esim. taloteknisten urakoitsijoiden kanssa sekä laskijat ja piirtäjät käyttävät tietomallin tietoja tarkistuksissa esim. määrälaskennan määrien hallintaan, ongelmakohtien ratkomisessa ja eri vaihtoehtojen kokeilemisestä tietomalliympäristössä sekä kommunikoinnin apuna konsulttien kanssa. Tietomallin tuottamia kuvia käytetään hyväksi rakennustyömaalla mm. elementtien asennuksessa ja muissa vaikeimmissa kohteissa, joissa 3D-kuvat ovat käytännön apuna. Tulevaisuudessa tietomallintamista pyritään käyttämään myös energialaskelmissa ja työmaa-aikataulutuksissa. Tietomallilla tuotetaan myös rakennusdokumentteja mm. ovi-, ikkuna- ja muita kaavioita kuin myös tarkastetaan törmäystarkastelut.

Kenen laatimia, millaisia, milloin ja kuka tietomallinnusohjeistuksia käyttää?

Pääsääntöisesti tietomallinnusohjeistukset ovat rakennuttajan tai pääurakoitsijan laatimia ja niitä päivitetään vuosittain. Tietomallinnusohjeistuksia käytetään aina kun kohde tietomallinnetaan ja käytöstä vastaavat suunnittelijat, laskijat ja piirtäjät.

Mitä hyötyä ohjeistuksesta on?

Tietomallinnusohjeistukset yhdenmukaistavat tietomallinnusta. Ohjeistukset edellyttävät kuitenkin yhteneviä rakennetyypikirjastoja. Tietomallinnusohjeistukset eivät poikkea juuri toisistaan, mutta joitakin pieniä tarkkuuseroja löytyy. Erot johtuvat eri mallinnusohjelmien käyttöympäristöstä ja versioista.

Onko tietomallien yhdistämisessä esiintynyt ongelmia? Minkälaisia?

Haastateltavien mukaan esiintyy joitakin ongelmia, joista osa on hallittavissa ennakkoon määrittelemällä ne eri toimijoiden kanssa. Osa ongelmista on ohjelmistojen yhteensopimattomuuksien aiheuttamia. Esimerkiksi IFC-tiedostot ovat erilaisina kokonaisuuksina arkkitehtisuunnitelmissa (kerroksittain) kuin taloteknisissä suunnitelmissa (koko rakennuksen osalta). Lisäksi arkkitehtitoimistoissa ei ole riittävästi aikaa tai ammattitaitoa yhdistelmämallien ja kokonaisuuksien hallintaa. Tästä johtuen arkkitehdit käyttävät ulkopuolisia osaajia yhdistelmämallien tekemiseen ja tarkastamiseen, tällöin mahdolliset virheetkin tulevat varmemmin huomatuiksi.

Minkälaisia haasteita tietomallintamiseen liittyy

Tietomallintamalla saa helposti ja nopeasti näyttäviä kuvia joita on lisäksi helppo tarkastella eri kulmista. Eri toimijoilla on käytössä erilaisia ohjelmistoja, jotka ovat vielä osin käyttöönottovaiheessa, jolloin mallien yhdistäminen ei ole aina ongelmaton. Esim. talotekniikan IFC-tiedostojen tuonnissa jotkin dimensiot muuttuvat tietomalliin mutta ei tuotavaan informaatioon ja aiheuttavat siksi virheilmoituksia törmäystarkasteluissa. Lisäksi tulee huomioida, että ohjelmistojen

päivitysversioiden tulee olla kaikilla käyttäjillä samat. Rakennesuunnittelijan mukaan rakennesuunnitteluohjelmasta (RevitStructure) puuttuu tilaosio ja elementtien automatisointi, joka vaikeuttaa mallintamista ja lisädetaljeja joudutaan tekemään 2D muodossa.

#### **4.4 Tietomallinnusohjelmien käytön tiedolliset ja taidolliset vaatimukset**

Tietomallintamisen peruskäyttö ei vaadi suurta ajallista perehtymistä ja ohjelmien käyttö on helppoa, koska käyttäjillä on jo aikaisempaa kokemusta CAD-ohjelmistojen käytöstä. Haastateltavat kokivat koulutuksen tai ohjauksen tarpeelliseksi ja ohjelmistoja tulisi käyttää ennakkoluulottomasti kokeillen. Tietomallintaminen on virtuaalirakentamista ja jottei rakenteellisia virheitä tule, pitää mallintajan tietää rakentamisen perusteet ja siten välttyä perusvirheiltä.

Valmiudet niillä, jotka joutuvat tietomallinnusta käyttämään on osaamistasoltaan heikko tai välttävä, vaikkakin kaikilla on mahdollisuus ja valmius käyttää ohjelmistoja. Valmiuksien parantamisen (täydennyskoulutuksen) osa haastateltavista näkee aina tarpeelliseksi ja osa tarpeen vaatiessa. Kaikilla kuitenkin on tiedossa mistä ja keneltä koulutusta on mahdollista saada esim. ohjelmistoedustajat, opilaitokset ja alankonsultit.

Millaisia tietoja ja taitoja tietomallintamisesta tulisi opettaa?

Tietomallintamisesta tulisi opettaa ohjelmien perusteet ja teettää riittävästi erilaisia harjoitustöitä, jotta ohjelmistojen toiminnot tulevat tutuiksi. Olisi myös hyvä jos harjoitustyökohteena olisi jokin todellinen kohde joko suunnitteilla tai jo toteutettu kohde. Opetuksessa tulisi huomioida linkitykset eri toimintoihin kuten kustannusarvioon, määräluetteloon, aikataulutukseen, yhdistelmämallien luomiseen (törmäystarkastelut) ja tietomallipohjaiseen tuotannonohjauksen tekemiseen. Erityisesti linkityksien opetteluun tulisi kiinnittää huomiota, koska niiden käyttöönotto tuntuu vaativan enemmän aikaa, jota ei ehdi normaalityön yhteydessä opettelemaan. Niiden osaamisesta ja käyttöönotosta odotetaan saatavan oleellista hyötyä hankkeiden hallintaan ja ohjaukseen.

## 5 Tulokset

Pro IT-projektin ja Senaatti-Kiinteistöjen ohjeistukset ovat enemmän yhteneväiset ja yleisemmät kuin Lemminkäinen Oy:n ohjeistukset. Pro IT -projektin ja Senaatti-Kiinteistöjen ohjeistuksissa käydään tarkemmin läpi rakenneosakohtainen mallintamistapa esim. pilarit: mallinnetaan ulkomittojen mukaan sisältäen pintamateriaalit, tilojen korkeuden mukaan. Pilarit eivät kuitenkaan saa leikata laattoja mutta saavat leikata seiniä. Lemminkäinen Oy:n ohjeistukset ovat enemmän ohjelmakohtaiset ja käytännön läheisemmät, niissä käydään läpi mitä tietoja malliin ladataan, missä tiedostomuodossa malli tallennetaan ja mitä näkymiä malliin tallennetaan.

Kaikki haastateltavat olivat sitä mieltä, että tietomallintaminen tulee lisääntymään ja tulevaisuudessa suunnitteluinsinöörien ja myös työmaahenkilöstön tulee hallita tietomallintamista entistä enemmän. Kouluttajien tulee pystyä hallitsemaan uudet ohjelmistot, jotta opetuksen taso on ajantasaista ja valmistuneiden insinöörien suunnitteluosaaminen on työelämän vaatimusten mukaista. Tulevaisuudessa pelkkä tietomallintamisen peruskäyttö ei tule riittämään, vaan on hallittava myös ohjelmistojen muut toiminnot, kuten linkitykset mm. työmaataulukoihin, energialaskelmiin, raaka-aine laskelmiin ym. Näiden odotetaan olevan merkittävimpiä etuja, joita tietomallintamiselta jatkossa tullaan hakemaan.

Tietomallintaminen tulee hallita myös saneerauskohteissa ja tietomallintamisen käyttö tulee saada käyttöön myös elementtisuunnittelijan (rakennesuunnittelija) ja elementtitehtaan väliseksi työkaluksi. Tietomallintamista tulee viedä entistä enemmän työmaalle ja rakentamisen jälkeen otettavaksi käyttöön ylläpidon seurannassa.

Näiden asioiden osaamisesta ja käyttöönotosta odotetaan saatavan oleellista hyötyä hankkeiden hallintaan ja ohjaukseen. Tietomallintaminen ei ole Suomessa vielä kovin laajalti käytössä ja ohjelmistojen kaikkia ominaisuuksia ja kapasiteetteja ei osata siten käyttää vielä täysipainoisesti.

Suunnittelukohteista on osattava ja pystyttävä määrittämään milloin tietomallintaminen kohteesta tehdään, mitä se sisältää, mihin tietomallia tarvitaan ja mitä siitä halutaan hyötyä. Aina ei kannata, tai ole hyödyllistä mallintaa koko kohdetta.

## 6 Johtopäätökset

Vertailtavana olevat ohjeistukset on tehty eri aikaan ja eri toimijoiden laatimina omista tavoitteista ja tarpeista lähtöisin. Vertailtavissa ohjeistuksissa ei ole kaikkia samoja elementtejä tai määritelmiä, jotta yhtäläinen vertailu olisi suoranaisesti mahdollista (Liite 2). Tähän vaikuttaa myös ohjeistuksien eriaikainen valmistuminen ja samanaikaisesti myös mallinnusohjelmistojen jatkuva kehitys. Ohjeistuksissa viitataan myös käytössä oleviin tietomallinnusohjelmistoihin, jolloin ohjeistuksissa on myös ohjelmistokohtaisia asetus- tai suoritusohjeita. Rakennuskohteessa käytettävät tietomallinnusohjeistukset ovat rakennuttajan tai tämän valitseman urakoitsijan laatimia ohjeistuksia. Tästä johtuen tietomallinnusohjeistukset ovat kaikilla rakennuttajilla hieman erilaiset ja siksi niitä tarvitsevien tulee perehtyä niihin aina kulloinkin ohjeistuksien laatijoiden tavoitteiden mukaisesti. Tietomallinnusohjeistukset muuttuvat ja päivittyvät toimijoiden ja ohjelmistojen uudistusten myötä usein ja ohjeistukset ovat siten jatkuvassa muutoksessa.

Pääsääntöisesti tietomallin rakenneosat tulee mallintaa ohjelmiston omilla niille tarkoitetuilla työkaluilla, jos ohjelmassa sellaisia on. Jos rakennusosa joudutaan mallintamaan muutoin kuin omalla työkalulla tulee se mallintaa ohjelman eri objektityökaluilla tai tuotevalmistajan toimittamia objektikirjastoja käyttäen. Nämä objektit tulee myös ohjeistaa ohjelmakohtaisesti. Rakenteet tunnistetaan rakennusosa tunnusten perusteella, jotta ne voidaan määrälaskennassa tunnistaa. Rakennus tulee mallintaa kerroksittain laatasta laataan. Sokkelit ja perusmuurit mallinnetaan seinätyökaluilla ja erotetaan seinistä rakennusosa tunnisteilla. Kaksoisjulkisivut mallinnetaan varsinaisesta seinärakenteesta erillisenä raken-

teena. Mallinnettaessa on huomioitava, ettei isäntäseinän ja julkisivun väliin jää rakoja ja liittämistapa on esitettävä erillisellä detaljilla. Liitettävät rakennusosat esim. ovet ja ikkunat mitoitetaan malliin asennusvaroineen ns. liittymämittana. Näiden tarkka suhde toisiinsa esitetään tarvittavilla detaljipiirustuksilla. Vaikeista liittymäkohdista tulee tehdä erilliset detaljikuvat, josta saa tarkan informaation ja ne on linkitettävä detaljimerkinnällä detaljikuvaan. Tiedonsiirto detaljikuvista on varmistettava toisille osapuolille. Jos liittymäkohdasta tehdään detaljikuva, silloin ko. liittymäkohtaa ei pidä erikseen mallintaa. Rakennusosa tunnuksia apuna käyttäen malliin valitaan rakenteen mukainen rakenneosia, joka on siten tunnistettavissa määrälaskennassa.

## 7 Pohdinta

Opinnäytetyön keskeisinä tuloksina tulivat esille, että tietomallinnuksen käyttö on hyvin alkuvaiheessa ja ohjelmien käyttö ei myöskään ole kovin laajaa. Ohjelmistojen kokonaisvaltainen osaaminen ei vielä ole täysin hallussa, johon myös tarvittaisiin lisäkoulutusta. Lisäosaamista tarvittaisiin erityisesti eri simulaatioiden tekemiseen, joita voitaisiin hyödyntää esim. työmaalogistiikassa, kustannuslaskennassa ja -seurannassa. Tietomallit tulisi myös ottaa käyttöön rakennustyömaalla ja saneerauskohteissa. Lisäksi mallintamista aloitettaessa tulisi sopia eri osapuolten kanssa, kuinka ja missä rajoissa mallintamista tehdään. Tässä opinnäytetyössä esille tulleet tulokset ovat samansuuntaisia, mitä muissa vastaavissa tutkimuksissa ja kirjallisissa aineistoissa on tullut esille.

Jatkokehitysmahdollisuuksia voisi olla, kuinka tietomallintamista voitaisiin hyödyntää paremmin elementtisuunnittelussa. Osataanko yrityksissä hyödyntää ohjelmistojen linkitykset määrälaskentaan, aikatauluihin ym. muihin ohjelmistojen antamiin mahdollisuuksiin ja onko niiden hyödyntämisessä ja käyttöönotossa koulutuksellista tarvetta? Kuinka paljon tietomallintamista käytetään työmaalla ja mitä etuja tai haittoja sen käyttö tuo? Tietomallintamisen käyttö puukerrostalorakentamisessa (CLT).



## Lähdeluettelo

- Aalto E. 2012. Projekti-insinööri. Lemminkäinen Oy. Haastattelu 25.4.2012. BuildingSmart Finland, 2014. *Yleiset tietomallivaatimukset 2012.* ). [Verkkójulkaisu]. Saatavilla <http://buildingsmart.fi/8>. 05.09.2014
- Koivula P. 2013 *Tietomallien käyttö haaste rakennuksilla.* Rakennuslehti 5. S. 13.47.
- Korpela J. 2012. *Tietomallintamisen käyttöönoton ongelmat rakennushankkeessa.* Konsepti, Muutoksen tekijät, Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti 7 [Verkkójulkaisu]. Saatavilla: [http://www.muutoslaboratorio.fi/content.php?page=emagazine&emag\\_id=37](http://www.muutoslaboratorio.fi/content.php?page=emagazine&emag_id=37) 4.4.2013
- Lavento D. 2013 *Tietomallinnus auttaa työmaalla.* Rakennustaito 1. S. 27. Lemminkäinen Oy, 2013. Rakennusosien mallintaminen ja Arkkitehtisuunnittelu. <http://www.lemminkainen.fi/Lemminkainen/Yritys/>. 12.3.2013. Intranet.
- Mannila M. 2013 *Koordinaattori tarjoaa keppiä ja porkkanaa.* Rakennuslehti 5. S. 12. 47.
- Metsälä T. 2012 Arkkitehti. Arkkitehtuuritoimisto Metsälä Oy. Haastattelu 30.4.2012.
- Mäki T; Paavola S; Kerosuo H; Korpela J. 2012 *Tietomallintamisen käytöt rakentamisessa.* Konsepti, Muutoksen tekijät, Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti 7 [Verkkójulkaisu]. Saatavilla: [http://www.muutoslaboratorio.fi/content.php?page=emagazine&emag\\_id=37](http://www.muutoslaboratorio.fi/content.php?page=emagazine&emag_id=37) 4.4.2013
- Mäkinen P. 2012. Toimitusjohtaja, diplomi-insinööri. Joensuun Juva Oy. Haastattelu 26.4.2012.
- Pro IT, 2005. Tuotemallitieto rakennusprosessissa. *Arkkitehdin tuotemallisuunnittelu, Yleiset perusteet ja ohjeita.* [Verkkójulkaisu]. Saatavilla: [http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset\\_tulokset/proit\\_tuotemalliohje\\_ark\\_elokuu2005.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_tuotemalliohje_ark_elokuu2005.pdf). 22.1.2011.
- Salminen K. 2013 *Rakennushankkeiden tiedonsiirto kangertele.* Rakennuslehti 5. S.10–11. 47.
- Senaatti Kiinteistöt, Oy 2013. Senaatti-Kiinteistöt Oy. ). [Verkkójulkaisu]. Saatavilla <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=30> 12.3.2013
- Senaatti-kiinteistöt 2010. *Rakennuksen tietomallinnus (BIM).* [Verkkójulkaisu]. Saatavilla <http://www.senaatti.fi/rakennuttaminen/rakennuttamisen-ohjeet/rakennuksen-tietomallinnuksen-%28bim%29-ohje> 05.09.2014.

## **HAASTATTELU KYSYMYKSET**

### **Teema 1: Käytössä olevat tietomallinnusohjelmat / Mitä?**

- Mitä ohjelmistoja käytätte työkohteiden tietomallintamiseen?
- Milloin aloititte mallinnusohjelmien käytön?

### **Teema 2: Tietomallinnusohjelmien käytön perustelut / Miksi?**

- Miksi yrityksessänne päädyttiin käyttämään tietomallinnusta?
- Miksi juuri käyttämänne tietomallinnusohjelma?
- Mitä etuja tietomallintamisella on?
- Mitä haittoja tietomallintamiseen liittyy?

### **Teema 3: Tietomallinnusohjelmien käyttö / miten?**

- Miten yleistä tietomallinnusohjelmien käyttö on yrityksessänne?
- Monessako kohteessa olette käyttänyt tietomallintamista?
- Millaisissa kohteissa tietomallinnusohjelmia käytetään?
  - o Kuka/mikä määrittelee valinnan: työkohteen koko m2, m3, €, tilaaja, rakentaja, käyttäjä, työkohde?
  - o Ketkä käyttävät tietomallinnusohjelmia?
- Mihin tietomallinnusohjelmia käytetään?
  - o rakennustyömaalla käytännön työn apuna / työmaaoiloissa?
  - o Määrälaskentaan, energialaskelmiin, aikataulutuksiin ym.
- Millaisia tietomallinnusohjeistuksia käytätte?
- Kenen laatimia ohjeistukset ovat?
- Milloin ohjeistusta käytetään?
- Kuka ohjeistusta käyttää?
- Miten yleistä ohjeistuksen käyttö on?
- Mitä hyötyä ohjeistuksesta on?
- Ovatko eri toimijoiden käyttämät tietomallinnusohjeistukset keskenään yhteensopivia?
  - o Onko yhteensopivuudessa esiintynyt ongelmia?
  - o Onko yhdistelmämallien teossa esiintynyt ongelmia?
  - o Minkälaisia ongelmia?
- Millaisia haasteita tietomallintamiseen liittyy? (vaikeat asiat)

### **Teema 4: Tietomallinnusohjelmien käytön tiedolliset ja taidolliset vaatimukset / Mitä edellytetään koulutukselta?**

- Millaisia valmiuksia tietomallinnusohjelmien käyttö edellyttää?
- Miten arvioisitte henkilökuntanne valmiuden käyttää tietomallinnusohjelmia?
- Onko yrityksenne henkilökunta tarvinnut täydennyskoulutusta tietomallinnusohjelmien käyttöön ja ketkä sitä on tarvinnut?
- Millaisissa tapauksissa täydennyskoulutus on ollut tarpeellista?
- Tiedättekö ketkä järjestävät tietomallinnuskoulutusta?
- Mitä tietomallinnusohjelmien käyttö edellyttää rakennusinsinöörin koulutukselta?
- Millaisia tietoja ja taitoja tietomallinnuksesta tulisi opettaa rakennusinsinöörikkoulutuksessa oleville opiskelijoille?
- Miten kyseisiä tietoja ja taitoja tulisi mielestänne opettaa?
- Miten tietomallinnusohjelmien käytön oppii mielestänne parhaiten?
- Mitä toivomuksia esitätte koulutusta järjestäville oppilaitoksille?

## Mallinnusohjeistuksien vertailu taulukko

Taulukko 1

<b>Senaatti-kiinteistö Oy</b>	<b>Pro IT 2005</b>	<b>Lemminkäinen Oy</b>
<p>Rakennusosien mallintaminen, Arkkitehtisuunnittelu</p> <p>Perusrakenteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sokkelit ja perusmuurit mallinnetaan seinätyökälulla ja erotetaan seinistä tunnisteilla</li> </ul> <p>Seinät:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– seinätyökälulla sisäseinät laatasta laattaan, ulkoporrashuoneiden seinät kerroskorkeuden mukai-</li> </ul>	<p>Rakennusosien mallintaminen, Arkkitehtisuunnittelu</p> <p>Perusrakenteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– useimmissa mallintamiseen soveltuvissa CAD - ohjelmissa ei ole erityisiä komponentteja perustuksen rakenteille, vaan ne on mallinnettava ohjelmien laatta-, palkki- ja seinätyökäluja käyttäen. Esimerkiksi paalut mallinnetaan pilarityökälulla. Rakennusosan tunnuksen avulla tunnistetaan mistä rakennusosasta on kysymys.</li> </ul> <p>Seinät:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– seinätyökälulla</li> <li>– vaipparakenteita ovat rakennuksen tiloja ulkoilmasta,</li> </ul>	<p>Rakennusosien mallintaminen, Arkkitehtisuunnittelu</p> <p>Perusasetukset:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– tietomallin aloituspohjana käytetään suomenkielistä aloituspohjia, suomen lokalisointi</li> <li>– kerrosasetukset</li> <li>– perustukset, tarvittaessa useampi</li> <li>– kerrokset</li> <li>– kattokerros</li> <li>– elementit mallinnetaan todellisiin korkeusasemiin suhteessa merenpintaan (Project = internaalikoordinaatisto? ja shared = jaettu)</li> <li>– pinta-ala ja tilavuuslaskenta asetuksista "area and volume computations" =&gt; "volume computations" =&gt; "areas and volumes" ja "room area computation" =&gt; "all wall finish"</li> </ul>

<p>sesti</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sisä- ja ulkoseinät erotettava yksiselitteisesti tyyppitiedoissa</li> <li>– kaksoisjulkisivut mallinnetaan seinärakenteesta erillisinä rakenteina soveltaen seinistä ja lasiseinistä annettuja ohjeita</li> </ul> <p>Laseinät:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mallinnetaan umpinainen ”isäntäseinä” johon ikkunat ja ovet liitetään - yhteys tiloihin</li> <li>– huomioitava ettei isäntäseinän ja sitä ympäröivien seinien väliin jää rakoja</li> <li>– varmistettava että jokaisessa kerroksessa seinässä on asianmukainen aukko</li> </ul>	<p>siihen verrattavasta, erottavat rakenteet kuten ulkoseinät ulkopuolisine pintarakenteineen, ikkunat, ikkuna-seinät, ulko-ovet, vesikattorakenteet, katteet ja kattoikkunat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ongelmat seiiniä mallinnettaessa liittyvät lähinnä liittyviin rakenteisiin niin vaaka kuin pystytasossa. Näitä on käsitelty kohdassa 4.11.8 Rakennusosamallin liittymärakenteita. Tilaan rajoittuvassa ulkoseinässä saattaa olla samassa seinäpinnassa erilaisia pintakäsittelyjä tai verhouksia. Tässä tapauksessa nämä on käsiteltävä tilaan liittyvinä pintarakenteina ja esitetään tila tai huonekortissa tai tilaselostuksissa. Ulkoseinien erikoisrakenteet, kuten toimistorakentamisessa yleiseksi tulleet kaksoisjulkisivu rakenteineen on yleensä mallinnettava varsinaisesta seinärakenteesta erillisenä rakenteena. Tapauskohtaisesti on harkittava miten liittymät seinärakenteeseen esitetään.</li> </ul> <p>Väliseinät</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– seinätyökallulla</li> </ul>	<p>Yleiset ohjeet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–</li> <li>– vaihtoehtoiset suunnitelmaratkaisut määrälaskennan julkaistusta mallista tuhoetaan vaihtoehtoiset ratkaisut</li> <li>– kaikista rakennusosat omiin kerroksiin oikeaan korkeusasemaan vaihtoehtoisista suunnitteluratkaisuista oma malli</li> <li>– malliin ladataan vain ne objektit joita käytetään - ei koko familyja</li> <li>– malli toimitetaan rvt-tiedostona jossa kaikki linkitetty tiedostot ja mallinnusselosteet</li> <li>– linkitystapa suhteellinen, File &gt; Manage Links &gt; Path Type = Relative</li> </ul> <p>Rakenteidentunnukset:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– tunnistetaan pääasiassa tyyppitiedon perusteella, käytetään yhteisesti sovittuja rakennetyyppejä</li> <li>– jos rakennetyyppejä ei ole määritetty annetaan rakenteille rakennusosan mukainen numeroimaton leikkaustäyte</li> </ul>
---	--	--

<p>Ovet ja ikkunat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ovet ovityökalulla ja ikkunat ikkunatyökalulla</li> <li>– Ikkunat ja ovet mallinnetaan tyyppitietoineen ja heloitustunnuksineen</li> <li>– tarvike tiedot liitetään objektiin ominaisuuksina</li> <li>– mitoitetaan rakennusosamalliin asennusvaroineen</li> <li>– tilaan liittyvien ovien ja ikkunoiden tulee kytkeytyä tilaan</li> </ul> <p>Pilarit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mallinnetaan pilarityökalulla, ulkomitoilla ja sisältäen pintarakenteen</li> <li>– korkeus mallinnetaan kuten tilojen korkeus, eivät</li> </ul>	<p>Ovet ja ikkunat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ovi- ja ikkunatyökaluilla</li> <li>– mikäli on tiedossa mitä tuotteita käytetään ja tuotevalmistajalla on valmiina tuoteosakirjasto, joka soveltuu CAD- ohjelmassa käytettäväksi, niin silloin luonnollisesti voidaan käyttää tätä tuotekirjastoa</li> <li>– erilliset pysty- ja vaakaleikkausdetaljit</li> <li>– julkisivuun liittyvien ikkunoiden lisäksi rakennuksen sisällä on usein ikkunoita ja ikkunaseiniä. Näiden mallintamisen osalta on annettava ohjelmakohtaiset ohjeet. Esimerkiksi onko ikkunaseinän kohdalle tehtävä ensin seinä ja siihen seinän kokoinen ikkunaelementti, vai onko ikkunasta tehtävä erillinen rakennusosaobjekti. IFC:n tiedonsiirron kannalta IFC hierarkia edellyttää että kaikki ikkunat, ovet jne. liitetään aina aukkoon joka liitetään seinään.</li> </ul> <p>Pilarit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– pilarityökalulla</li> </ul>	<p>Näkymien hallinta</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– projektikohtaisesti sovitaan mitä näkymiä malliin tallennetaan</li> <li>– Huom! näkymiä tuhattaessa pitää näkymässä olevat objektit tuhota ensin ja sitten vasta itse näkymä</li> <li>– arkkitehti- ja rakennemallista laaditaan hankekohtainen jako laskettavien määrien kesken</li> <li>– arkkitehti- ja rakennemallin on vastattava sisällöllisesti toisiaan</li> <li>– sovittava mallinnetaanko aukotukset ja laajuus =&gt; tarvitaanko seinistä nettoja/tai bruttoalat</li> </ul> <p>Anturat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– neliöanturat mallinnetaan "isolated foundation" objekteina ja jatkuvat anturat "wall foundation -objekteina</li> <li>– raudoitus lasketaan suhteellisen menekin mukaan (kg/m<sup>3</sup>)</li> <li>– ulkoseinät kerroksen korkuisina ja tyypeittäin - ei "split face" toiminnolla</li> <li>– hankekohtaisesti voidaan sopia toisin</li> <li>– suoritettava erikseen julkisivun bruttoalan laskettavat</li> </ul>
---	--	--

<p>saa leikata laattoja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– jos pilari sijaitsee usean kerroksen korkuisessa tilassa, mallinnetaan pilarit ylemmissä kerroksissa alemman kerroksen pilarin yläpinnasta alapuolisen laatan alapinnan tasoon</li> <li>– pilarit saavat leikata seinää</li> </ul> <p>Palkit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mallinnetaan palkkityökalulla arkkitehtimallissa vain laatan alapuolisilta osiltaan ja pilarista tai kantavasta seinästä pilariin tai kantavaan seinään</li> <li>– eivät saa leikata pilareita, seiniä ja laattoja</li> </ul> <p>Pystyhormit ja kuilut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– pystyhormit mallinnetaan kerrosten korkuisina tilaohjelmaan kuulumattomina seinien rajaamina tiloina ja tarvittaessa huoltoluukuilla tai ovilla varustettuna</li> </ul>	<p>Palkit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– palkkityökalulla kuten vaakasuuntaiset kotelopalkit (mikäli ei ole erillistä työkalua)</li> </ul> <p>Pystyhormit ja kuilut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Pystyhormien osalta on hankekohtaisesti sovittava mallintamistapa. Eli millä työkalulla hormit ja kuilut mallinnetaan ja mallinnetaanko ne yhtenäisinä vai kerroksittain. Esimerkiksi savuhormi voidaan mallintaa yhtenä objektina kun taas kerroksen korkuisina elementteinä tehtävät IV -hormit mallinnetaan kerroksen kor-</li> </ul>	<p>seinät, huomioitava seuraavissa seinissä:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>”courtain wall” sijoitetut seinät</li> <li>parvekepielet</li> <li>”stacked wall” sinät</li> <li>”attach” toiminnolla venytetyt seinät</li> <li>”edit profile” toiminnon käyttö ei ole suotavaa jos malli tarkoitus siirtää IFC-muodossa muihin ohjelmiin</li> <li>seinäliitoksissa käytettävä ”mitter” - liitostapaa =&gt;vaikutus seinämäärien kulmien laskentaan</li> </ul> <p>Pystyhormit ja kuilut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mallinnetaan seininä, sisälle jäävä osa vyöhykkeenä</li> <li>– hormielementit mallinnetaan pilareina</li> </ul> <p>Area- ja room-objektit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– pelkästään luetteloon luodut area- ja room-objektit tulee tunnistaa ”commets” - kentän identity data - välilehden avulla =&gt; tuhottaessa room- tai area-elementtejä ne tulee tuhota luettelosta erikseen</li> </ul>
--	---	--

<p>Laatat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mallinnetaan laattatyökalulla       <ul style="list-style-type: none"> <li>- alapohjat</li> <li>- välipohjat</li> <li>- yläpohjat</li> </ul> </li> <li>– laattojen ja seinien liittymäkohta tulee mallintaa siten että laatta päättyy kantavan seinärakenteen pintaan eikä ulotu sen sisälle</li> <li>– välipohjat mallinnetaan rajautumaan ulkoseinän sisäpintaan</li> </ul>	<p>kuisina. Suuret kuilut, kuten hissi- ja suuret IV -kuilut mallinnetaan tavallisesti seinätyökalua käyttäen, hormit voidaan mallintaa hormityökalulla (mikäli ohjelmas- ta sellainen löytyy), seinätyökalulla tai tehdä siitä erilli- nen rakennusosa (objekti).</p> <p>Laatat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mallinnetaan laattatyökalulla kuten       <ul style="list-style-type: none"> <li>- alapohjat</li> <li>- maanvaraiset laatat</li> <li>- välipohjat</li> <li>- yläpohjat</li> <li>- tasakatot</li> <li>- terassien laatat</li> <li>- parvekelaatat</li> <li>- porrastasanteet (mikäli ei kuulu porrastoimituk- seen)</li> <li>- alaslasketut katot (mikäli ei ole erillistä työkalua)</li> <li>- laattoihin tehtävät aukot (sovittava tapauskoh- tainen mallintamistapa)</li> </ul> </li> </ul>	<p>Laajuus-, huoneisto-, ja tilavyöhykkeet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mallinnetaan RT:N virallisilla ala- ja tilavuusmäärityk- siä noudattaen</li> <li>– tilat mallinnetaan room-objekteina tilatyypeittäin</li> <li>– määrittävät tilan pintamateriaalit ja käsittelyt</li> <li>– määrittää tilan käyttötarkoituksen =&gt; määrä- ja laa- juustiedot laskentaan</li> </ul> <p>Massat ja ristikot:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ei tulosteta mallista</li> <li>– jos käytetään ”truss -objektia tulevat palkit nimetä niin että ne tunnistaa laskennassa ja palkit voidaan jättää laskennan ulkopuolelle</li> </ul>
---	--	---

<p>Alakatot:</p> <p>– alakatot mallinnetaan laattatyökalulla, tunnistetietojen avulla eroteltavissa muista rakennusosista</p>	<p>Välipohjalaatta:</p> <p>– välipohjalaatta mallinnetaan ulkoseinän sisäpintaan ja todellinen liittymä esitetään detaljipiirustuksessa</p> <p>Alakatot:</p> <p>– Jos ei omaa työkalua niin käytetään ohjelman objektitekniologiaa alakaton luomisessa tai käytetään tuotoimittajan alakattokirjastoa</p> <p>– Jos tilamallissa ei huomioida alakaton asemaa, niin seinien pintakäsiteltävä pinta-ala on virheellinen</p> <p>– Harvarakenteisessa alakatossa ei alakaton asemaa pidä huomioida tilamallissa</p> <p>– Vaikuttaa myös ilmanvaihdon tarpeita laskettaessa</p> <p>– Valaisimet, IV-laitteet ym. alakattoon aukkoja vaativien laitteiden objektit saatava todellisen kokoisina 3-D malleina osaksi alakattosuunnitelmaa</p> <p>Alakatot Talo2000 nimikkeistön mukaan</p> <p>– Ontelolliset välipohjasta ripustetut alakatot tarvikkei-</p>	
---	---	--



<p>Portaat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mallinnetaan porrastyökälulla erikseen kuhunkin kerrokseen</li> <li>– lepo–, kerros–, ja porrastasot voidaan mallintaa laattoina</li> </ul>	<p>neen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sisäkattoverhoukseksi asennettavat lämmön- ja ääneneristeet niihin kuuluvine alus- ja kiinnitysrakenteineen</li> <li>– Sisäkattoverhoukset</li> <li>– Jos alakatto on selkeä osa sen yläpuolista rakennetta, se kuuluu rakenteeseen</li> <li>– Jos alakatto on ripustettu rakenteesta ja alakaton ja yläpuolisen rakenteen välissä on asennustila, esim. IV-kanaville alakatto mallinnetaan erillisenä ja liittyy tilaan</li> <li>– Kattopintaan äänieristeeksi liimattavat akustiikkalevyt eivät usein peitä koko katon alaa, mallinnetaan akustiikka pinnat tilaan liittyvinä rakenteina</li> </ul> <p>Portaat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– porrastyökälulla</li> <li>– Mikäli porrastasot tehdään muita mallintamisen työkaluja käyttäen, niin siitä on tehtävä oma objekti ja liitettävä siihen portaan tiedot.</li> </ul> <p>Vesikattorakenteet:</p>	
--	--	--

- joudutaan mallintamaan erillisistä osista
- Vesikattorakenteet ovat tyypillisesti rakenteita, jotka usein joudutaan mallintamaan erillisistä osista. Varsinkin puurakenteisissa ristikkorakenteissa ja rakenteissa missä lämmöneriste on viiston vesikatteen suuntainen, vesikattorakenne joudutaan mallintamaan osina.
- Puurakenne
  - vesikate
  - vesikattorakenteet
  - ristikkorakenne
  - lämmöneristys
  - alakatto
- Betoni
  - Vesikate
  - vesikattorakenteet
  - lämmöneristys
  - betonielementti
- Lisäksi rakenteisiin liittyy esim. huoneistojen välisiä palokatkoja, jotka on mallintamisessa huomioitava
- Jakoa erillisiin osiin puoltavat myös TALO 2000 nimikkeistön mukainen jako ja määrälaskennan sekä han-

<p>Tilarakenteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– hoitotasot ja muut kulkureitit mallinnetaan laattatyökaluilla tai objekteilla joissa on tarvittavat tunnistet</li> </ul> <p>Tilojen kalusteet, varusteet ja laitteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– kiintokalusteet ja laitteet tunnistetietojen avulla voidaan erottaa tyypit</li> <li>– irtokalusteet on mallinnettava omille kuvatasoille tai muutoin eroteltuina IFC-tiedostoista</li> </ul> <p>Väestönsuoja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– väestönsuoja mallinnetaan seinä- ja laattatyökaluilla sekä tilaobjektein</li> <li>– kalusteet, varusteet ja laitteet mallinnetaan sa-</li> </ul>	<p>kinnan tarpeet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mallintamistapa on ohjeistettava ohjelmakohtaisesti.</li> </ul> <p>Tilarakenteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– hoitotasot, kulkurakenteet sekä tilaelementit mallinnetaan yleensä omina objekteinaan.</li> </ul> <p>Tilojen kalusteet, varusteet ja laitteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sisäpuoliset kiinteät rakennustekniikkaan luettavat kalusteet, laitteet ja koneet jotka eivät ole irtaimistoa tai rakennuksessa tapahtuvan toiminnan investointeja</li> </ul> <p>Väestönsuoja:</p>	
---	---	--

<p>moin kuin muissa tiloissa</p> <p>Yleistä:</p> <p>Rakennusosat ja liittymärakenteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– keskenään erityyppiset rakennusosat mallinetaan erillisinä objekteina ja merkitään selvästi esim. objektin nimeämisellä tai objektiluokan valinnalla</li> </ul>	<p>Yleistä:</p> <p>Rakennusosat ja liittymärakenteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Rakenteille on annettava sellaiset tunnukset, että ne voidaan määrälaskennassa tunnistaa</li> <li>– Usein seiniin liittyvät ovet ja ikkunat sekä niiden aukot esitetään ns. liittymämittana. Nimellis- ja liittymämittojen tarkka suhde todellisiin mittoihin esitetään tarvittavilla detaljipiirustuksilla.</li> <li>– Vaikeissa liittymäkohdissa ei ole tarvetta tehdä tarkkaa mallinnusta vaan siitä tehdään erillinen detaljikuva, josta saadaan tarkempi informaatio joka linkitetään detaljimerkinnän kautta detaljikuvaan. Vaihtoehtoisesti voidaan liittyvistä rakenneosista tehdä omat objektinsa</li> <li>– Ohjelmakohtaisesti ohjeistettava eri rakenneosien liittymäkohtien kuvaaminen/mallintaminen</li> <li>– Tuotemallinnuksessa rakenne jaetaan erillisiin rakenneosiin, erityyppiset seinät mallinnetaan omina rakenneosina ja sama rakenneosa mallinnetaan kokonaisuena ja muuttuva rakenne erillisenä, jos rakenteeseen liittyy selkeästi tilaan liittyviä osia esim. kh-laatoitus,</li> </ul>	
---	--	--

	<p>niin tämä mallinnetaan tilaan liittyvänä</p> <p>Vapaamuotoiset rakennusosat ja rakenteet:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Julkisivussa esiintyvät erilaiset materiaalit, mallintaminen eri ohjelmissa tapahtuu usein toisistaan poikkeavasti ja mallintamistapa on ohjeistettava ohjelma-kohtaisesti =&gt; varmistettava tiedonsiirto toiselle osapuolelle</li></ul>	
--	---	--

