

Lauri Jussila

Talotekninen tietomallinnusohjeistus

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Talotekniikan koulutusohjelma
Insinöörityö
3.5.2012

Tekijä Otsikko	Lauri Jussila Talotekninen tietomallinnusohjeistus
Sivumäärä Aika	47 sivua + 2 liitettä 3.5.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka, suunnittelupainotteinen
Ohjaaja(t)	diplomi-insinööri Heidi Sell yliopettaja Juhani Eskelinen
<p>Työn tavoitteena on luoda talotekniseen tietomallinnussuunnitteluun ohjeistus, jonka avulla tietomallia luodaan. Ohjeistus yhtenäistää ja tehostaa taloteknisen suunnittelun toimintatapoja. Työssä kartoitetaan tietomallinnussuunnittelun nykytilaa ja tulevaisuuden mahdollisuuksia sekä esitellään ohjelmistoja, joita on tarjolla. Työssä kuvataan tietomallipohjaisen suunnitteluprosessin vaiheet.</p> <p>Haastatteluiden avulla on kerätty tietoa asiantuntijoilta, joilla on käytännön kokemusta tietomallien parissa työskentelemisestä. Aineistoa on hankittu myös tutkimalla tietomallisuunnitteluun käytettävien ohjelmistojen ominaisuuksia ja ohjelmien käytössä ilmeneviä ongelmakohtia.</p> <p>Toimivan tietomallin toteutus edellyttää huolellista valmistelua ja suunnittelua. Tämä voi lisätä suunnitteluvaiheen työmäärää, mutta mallista saatavat hyödyt korvaavat kustannukset. Toteutuksen aikaansaamiseksi tarvitaan saumatonta yhteistyötä suunnittelun kaikkien osapuolten kesken. Ohjelmistojen ominaisuudet ja mahdollisuudet on tunnettava, jotta niitä pystytään käyttämään tehokkaasti tietomallien suunnittelussa.</p> <p>Työn tuloksena syntyi kehitysehdotuksia talotekniikka suunnittelun tehostamiseksi. Työn ohessa selvisi myös suunnitteluohjelmien hyödyllisiä ominaisuuksia, joiden käyttöönotto kehittää ja parantaa suunnittelua. Työ mahdollistaa talotekniikka suunnittelun toimintatapojen yhtenäistämisen. Työn teettäjänä ja rahoittajana toimi Optiplan Oy.</p>	
Avainsanat	tietomallintaminen, IFC, mallinnusohje, talotekniikka, LVI-suunnittelu

Author(s) Title	Lauri Jussila HVAC data modeling guidelines
Number of Pages Date	47 pages + 2 appendices 3rd May 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructor(s)	Heidi Sell, Project Engineer Juhani Eskelinen, Principal Lecturer
<p>The purpose of the final year project was to make a guideline for data modelling in building services engineering in order to make the working habits of a unit more efficient and uniform. The Project also mapped the present and the future of data modelling, and introduced programs used for data modelling. Furthermore, the phases of data modelling design process were described.</p> <p>Information for the project was gathered by interviewing experts with practical experience about working with data models. Material was also acquired by studying the features of and problems with data modelling programs.</p> <p>Executing a functioning data model requires careful preparation and planning. This might increase the workload of the design process, but the benefits gained from the model compensate the expenses. Cooperation between the design parties must be seamless. It is important to be familiar with all the features and possibilities of designing programs to be able to design efficiently.</p> <p>The result of the final year project is a set of suggestions to make the design of building services engineering more efficient. Furthermore, the Bachelor's thesis introduced useful features of design programs to be used to develop and enhance the design operation. Finally working habits in the building services design unit were harmonised.</p>	
Keywords	Building Information Modeling, IFC, modeling guide, Building Services, HVAC design

Sisälllys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tietomallien suunnittelu talotekniikassa	2
2.1	Nykytilanne	4
2.2	Tavoitteita	8
2.3	Tulevaisuuden näkymät	8
3	Tietomallipohjaisen talotekniikkasuunnittelun ohjelmistoja	9
3.1	Suunnitteluohjelmistot	9
3.2	Mallien tarkasteluohjelmistot	12
3.3	Muut ohjelmistot	15
4	Tietomallipohjaisen suunnitteluprosessin kuvaus	17
5	Talotekninen tietomallinnusohjeistus	21
5.1	Projektin perustaminen	21
5.2	Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheen tietomalli	22
5.3	Toteutusvaiheen tietomalli	26
5.3.1	Vesi- ja viemärijärjestelmät	27
5.3.2	Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät	31
5.3.3	Ilmastointijärjestelmät	36
5.3.4	Sähkö	38
5.4	Tarkastusmenettely	40
5.5	Loppuvaiheen tietomallit	43
6	Ohjelmistojen haasteet ja mahdollisuudet	43
7	Johtopäätöksiä	45
	Lähteet	47
	Liitteet	
	Liite 1. Tarkastusraportin pohja	
	Liite 2. AutoCAD Modeling -työkalun ohje	

Lyhenteet

IFC	Industry Foundation Classes; rakennusalan tiedonkuvauksen ja -siirron standardi
IAI	International Alliance for Interoperability; IFC-standardin kehittäjä järjestö
STEP	Standard for the Exchange of Product Model Data; standardi teollisen tuotetiedon siirtämiseksi tietokone- ja ohjelmistoriippumattomasti
MOSS	Optiplan Oy:n intranetjärjestelmä
EYP	energia- ja ympäristöpalvelut
2D	2-dimensional, kaksiulotteinen
3D	3-dimensional, kolmiulotteinen

1 Johdanto

Talotekninen tietomallipohjainen suunnittelu on yhä enemmän yleistynyt rakentamisessa. Lähitulevaisuudessa suurin osa taloteknisten järjestelmien suunnittelusta tullaan suorittamaan kolmiulotteisena tietomallintamisena. Optiplan Oy on suunnittelussaan käyttänyt tietomallinnusta toimintatapanaan jo vuosikymmenen ajan hyödyntäen Progran Oy:n MagiCAD-ohjelmistoa. Ohjelmistojen kehittyessä pystytään saamaan yhä enemmän irti tietomallisuunnittelun mahdollisuuksista. Suunnittelupuolella tietomalleja on hyödynnetty jo pidempään, mutta nyt myös rakentamisen muilla osa-alueilla ollaan yhä enemmän siirtymässä tietomallien käyttöön. Monella suurella rakennusyrityksellä onkin jo oma suunnitelmansa tietomallien hyödyntämisestä.

Taloteknisen tietomallin käytöllä on useita todettuja rakennusprosessia edesauttavia ominaisuuksia. Näitä ovat esimerkiksi kolmiulotteisten suunnitelmien huomattavasti parempi havainnollisuus ja ymmärrettävyys, määrätietojen käyttö kustannuslaskennassa ja prosessin parempi lopputulos sekä laadullisesti että elinkaaritaloudellisesti, vaihtoehtotarkasteluja ja analyysyjä on helpompi suorittaa. Suurimmalla osalla näistä edesauttavista ominaisuuksista on kuitenkin myös omat ongelmansa.

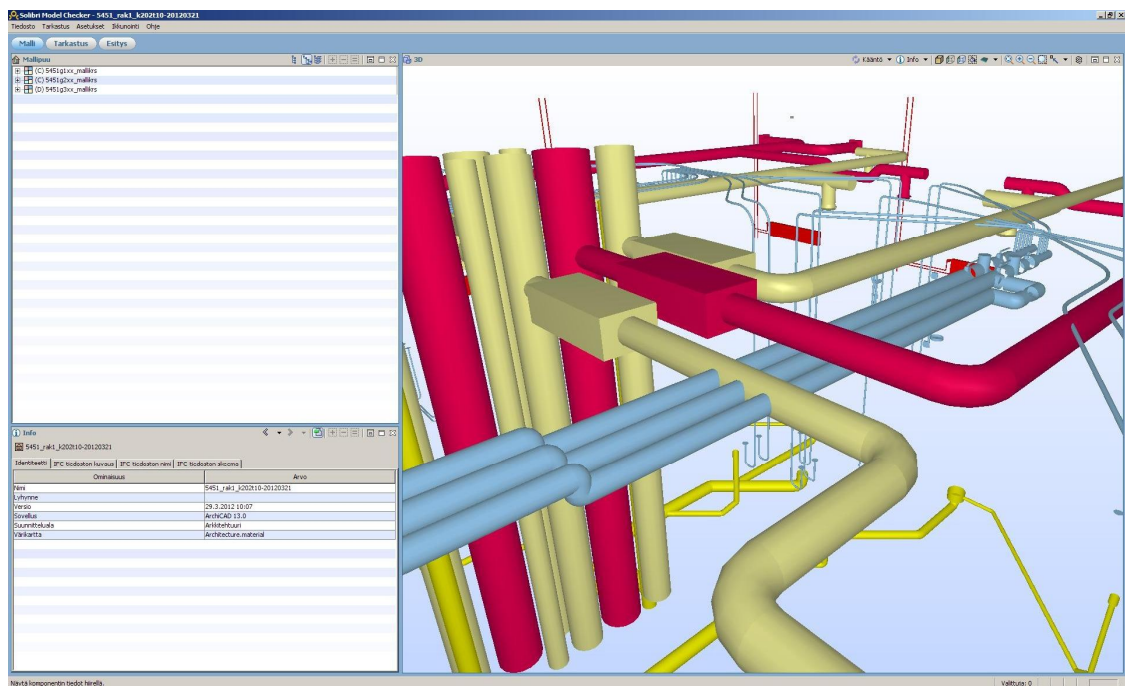
Optiplan Oy tarjoaa asiakkailleen kokonaissuunnittelukonseptia, jossa asiakkaalla on käytettävissään koko suunnitteluryhmä hankkeen alusta asti. Tällaisissa hankkeissa on tärkeää, että esimerkiksi talotekniikkasuunnittelussa on yhtenäiset toimintatavat. Tällöin koko suunnitteluryhmän on helpompaa ja tehokkaampaa työskennellä. Optiplan Oy onkin kehittänyt toimintamallia, jossa myös talotekniseen tietomallisuunnitteluun luotaisiin yhteiset toimintatavat.

Tietomallipohjaisen suunnittelun yleistymisen ja sen poikkeavuudet perinteiseen suunnitteluun tietäen onkin herännyt tarve kehittää Optiplan Oy:lle talotekninen tietomallinusoheistus. Ohjeistusta hyödyntäen saadaan luotua yhtenäiset tietomallinnuksen toimintatavat kaikkiin yksiköihin. Toimintatapojen yhtenäistämällä pyritään saamaan tietomallisuunnittelusta tehokkaampaa sekä ajallisesti että rahallisesti.

Tutkimukseni tuloksena syntyneen ohjeistuksen olisi tarkoitus kehittää ja tehostaa taloteknisen tietomallisuunnittelun toimintatapoja sekä luo pohjan taloteknisen tietomallisuunnittelun kehitykselle tulevaisuudessa.

2 Tietomallien suunnittelu talotekniikassa

Tietomallisuunnittelun ajatus on lähtöisin valmistavasta teollisuudesta, jossa kyseistä toimintatapaa on hyödynnetty jo 90-luvun alusta (1, s. 2). Rakennusalalla tietomalliajattelu lähti kehittymään 1900- ja 2000-luvun vaihteessa. Rakennuksesta tehtävä tietomalli käsittää kaiken rakennukseen liittyvän tiedon, joka kertyy rakennusprosessin elinkaaren aikana. (1, s. 2.)

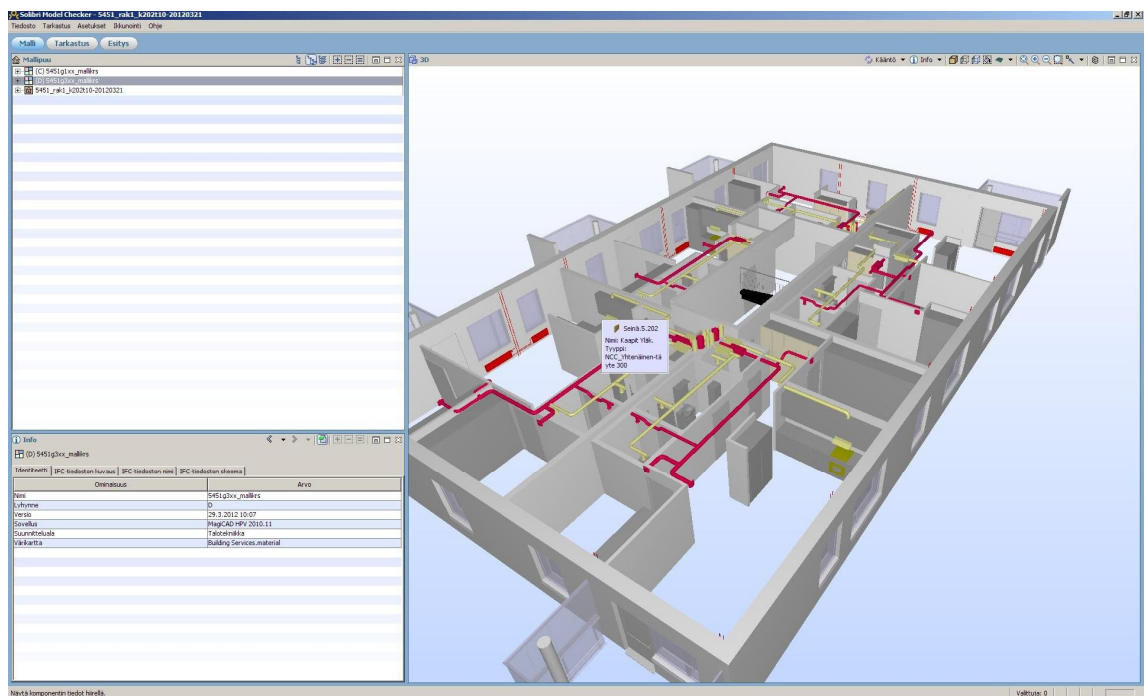


Kuva 1. Esimerkki järjestelmien törmäyksestä.

Talotekniikan tietomallien suunnittelu toteutetaan 3D-mallinnuksena. Suunnittelussa talotekniset järjestelmät piirretään malliin todelliseen korkeusasemaan todellisilla osilla ja laitteilla. Valmis tietomalli ilmenee kolmiulotteisena suunnitelmana sisältäen tietoa sisältäviä objekteja (2, s. 6). Tarkasti ja todenmukaisesti piirretty tietomalli mahdollistaa suunnitteluohjelmistojen ominaisuuksien hyödyntämisen, jolloin järjestelmästä saadaan tarkkoja laskelmia ja analyyskejä helposti ja nopeasti. Järjestelmästä saadaan laskettua esimerkiksi painehäviöt mille tahansa verkoston osalle. Talotekniikan eri järjes-

telmien tietomallit yhdistetään järjestelmämalliksi, jolloin niitä voidaan tarkastella ja vertailla kolmiulotteisessa maailmassa. Kolmiulotteisen mallin havainnollisuuden ansiosta järjestelmien törmäyksiä (kuva 1) on helpompi havaita. Ongelmat, jotka viimeistään tulisivat vastaan työmaalla, pystytään näin ottamaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa.

Tietomallisuunnittelu koostuu vaatimus-, inventointi-, tilaryhmä-, suunnittelu- ja yhdistelmämallista. Toteutus-, toteuma- ja ylläpitomallivaiheissa suunnittelijan tehtävät ovat vähäisempiä ja perustuvat käytännössä mallin päivittämiseen (1, s. 14-15). Talotekninen suunnittelu voidaan aloittaa, kun tietomallista on käytettävissä suunnittelumalli, joka sisältää arkkitehdin tekemän tilamallin. Suunnittelumalli (kuva 2) koostuu ehdotus-, luonnos- ja toteutussuunnitteluvaiheista, joista jokaiseen vaiheeseen sisältyy suunnittelijalle kuuluvat omat tehtävät, joista kerrotaan tarkemmin myöhemmin tässä työssä (3, s. 11-20). Lopputuotoksena tietomallisuunnittelussa rakennuksesta syntyy toteutumamalli, joka vastaa tarkasti oikeaa rakennettua lopputulosta (1, s. 15).



Kuva 2. Esimerkki ilmanvaihdon ja lämmityksen mallikerroksen suunnittelumallista.

Tietomallisuunnittelun suurimmat erot perinteiseen suunnitteluun ovat sen paremmissa hallittavuudessa, koska digitaalisessa muodossa olevaa tietoa on helpompi etsiä ja käsitellä. Tietomallin avulla myös tiedonsiirto eri osapuolten välillä tehostuu huomatta-

vasti. Teknologisesti kehittyneessä ja tietokoneisiin nojaavassa maailmassa tietomallit ovat luonnollinen siirtymä rakentamisen kehityksessä. Perinteisen suunnittelun tuottamat paperipiirustukset on tarkoitettu ihmisen käyttöön, kun taas tietokoneella järjestelmällisesti tuotettu tieto on tarkoitettu tietokoneohjelmien ja tietojärjestelmien hallittavaksi. (4, s. 6.) Ihmisen tehtäväksi jää enää järjestelmien tuottamien tietojen analysointi ja oikeellisuuden varmistaminen.

2.1 Nykytilanne

Tietomallipohjaisen suunnittelun nykytilanteen kartoituksessa käytettiin hyväksi tietomallien parissa työskentelevien asiantuntijoiden kanssa käytyjä keskusteluja. Maailmalla tietomallisuunnittelussa Suomea edellä kulkevat tällä hetkellä Ruotsi, Norja ja Tanska. Skandinavia on muuta Eurooppaa pidemmällä tietomallien hyödyntämisessä. Keski-Euroopassa pisimmällä on Hollanti. Yhdysvalloissa tietomallinnuksen toimintatapa on erilainen. Siellä tietomallin työstämisen hoitaa urakoitsija, jolloin malleista saadaan geometrisesti erittäin tarkkoja mutta järjestelmien tietosisältö on rajoittunutta. Virallisen kansainvälisen standardin puuttuessa ongelmaksi nousee eri maiden erilainen työskentely-ympäristö eri maissa. Kulttuurilliset eroavaisuudet ohjelmistoissa ovat ongelmallisia, mikä ei tule yllätyksenä otettaessa huomioon ohjelmien monimuotoisuuden jo Suomenkin sisällä. Suomessa tietomallinnuksen käyttö on keskittynyt pääkaupunkiseudulle.

Talotekninen suunnittelu

Optiplan Oy:ssä talotekninen suunnittelu suoritetaan jo nyt kolmiulotteisena mallinnuksena. Joissain kohteissa suunnittelua on jo viety tietomallitasolle.

Optiplan Oy:llä on yhdessä NCC Rakennus Oy:n kanssa kehitelty mallia yhtenäistämään toimiston suunnittelutavat. Optiplan Oy:lla on käytössä malliprojekti MagiCAD:iin, jota päivitetään NCC Rakennus Oy:n ohjeiden mukaan. Projektissa on valmiina esimerkiksi NCC Rakennus Oy:n kohteisiin yleensä tulevat vesikalusteet. Malliprojektia hyödyntämällä NCC Rakennus Oy:n kohteiden teko tehostuu ja helpottuu, kun esimerkiksi tarvittavia kalusteita ei tarvitse aina hakea erikseen tietokannasta. Malliprojektia käyttämällä myöskään mitoitus tietoja ei tarvitse asettaa erikseen, koska oikeat mitoitusasetukset

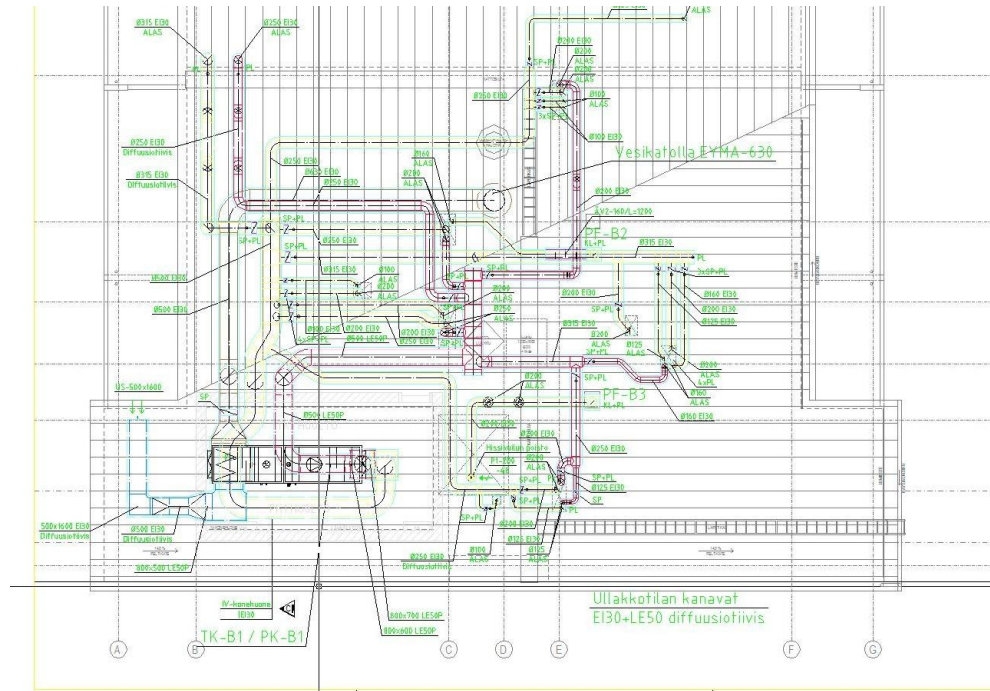
on jo valmiiksi asetettu projektiin. Varsinkin toistuvuutta sisältävissä kohteissa tietomallisuunnittelun merkitys korostuu. Tietomallisuunnittelu nopeuttaa ja samalla tehostaa huomattavasti työskentelyä.

MagiCAD:ista on mahdollista tulostaa suoraan määräluettelo. Tulostettavasta määräluettelosta selviää kaikki olennainen tieto, jota tarvitaan kustannuslaskennassa. Tietomalliin mallinnettujen objektien määrä, esimerkiksi venttiilit tai tarvittavan putkisarjan metrimäärät, ovat luettavissa määräluetteloista. Määräluetteloista on siis mahdollista saada suoraan suurta hyötyä kustannuslaskennassa, mutta tämä edellyttää sitä, että tietomalli on piirretty ja suunniteltu oikeilla objekteilla.

Jo nyt joistain kohteista tehdään kokonainen tietomalli. Tämä tehdään kääntämällä MagiCAD:issa tehdyt kolmiulotteiset tietomallit IFC-muotoon. IFC-muodossa olevat järjestelmät yhdistetään, jolloin saadaan koko kohteen käsittävä kolmiulotteinen malli. Kaikki järjestelmät näkyvät samassa mallissa, jolloin järjestelmien ristiinvertailu on helppoa. Kokonainen tietomalli saadaan, kun talotekniset järjestelmät liitetään arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan tekemään tietomalliin. Tällöin voidaan tarkastella koko rakennusta ja sitä kuinka talotekniset järjestelmät sinne sijoittuvat.

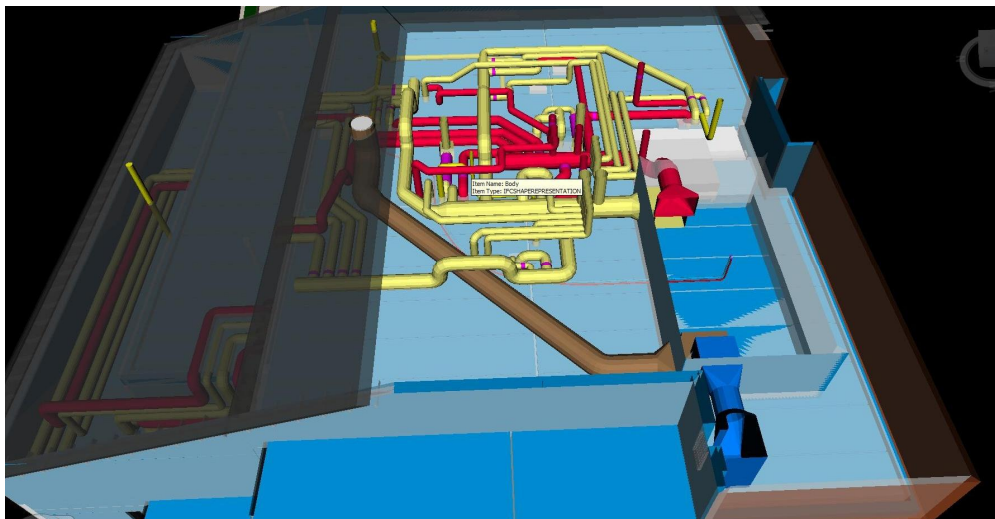
Esimerkiksi ilmanvaihdon konehuoneista piirretyt kuvat ovat varsin vaikealukuisia kaksiulotteisena esityksinä (kuva 3). Kolmiulotteinen suunnittelu helpottaa komponenttien sijoittelua tilaan ja syntyvää mallia voidaan havainnollistaa monipuolisesti (kuva 4).

Sähkösuunnittelussa tietomallisuunnittelun osuus on ollut vähäisempää. Mallinnuskoh-teissa on mallinnettu yleensä vain johtotiet ja keskuskeskukset. Tietosisältö sähkön puolella on heikkoa, ja MagiCAD ei esimerkiksi osaa laskea sähkövirtoja eikä muita sähkseen liittyviä laskentoja. Sähkössä tietomallintaminen on siis käytännössä rajoittunut tilava-rauksiin, ja niitäkään ei ole vielä laajalti mallinnettu. Tietomallinnuskohteiden yleistyessä tietomalleista avautuvat hyödyt saadaan varmasti käyttöön sähkönkin osalta.



Kuva 3. Perinteinen 2D-näkymä IV-konehuoneesta.

Talotekniikassa tietomalleja on hyödynnetty laajemmalti muutamien vuosien ajan. Tietomallien tarjoamien muiden mahdollisuuksien hyödyntäminen on kuitenkin vielä vähäistä. Esimerkiksi arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan malleja on saatavilla suunnittelussa vielä harvakseltaan. Ongelma onkin, että vaikka LVI-suunnittelussa usein kohteet jo mallinnetaan, suurinta hyötyä ei saada irti ilman muiden suunnittelualuejen malleja.



Kuva 4. 3D-näkymä IV-konehuoneesta.

Rakentamisen muut osa-alueet

Käydessäni keskusteluja eri työtehtävissä toimivien asiantuntijoiden kanssa kävi ilmi, että tietomallien hyödyntäminen on nyt yleistymässä myös muilla suunnittelualoilla. Rakentamisen muilla osa-alueilla tietomallit ovat vasta tulossa käyttöön.

Arkkitehtisuunnittelussa taloteknisten tietomallien hyödyntäminen on jokseenkin yleistä. Nykyään tietomalleja hyödynnetään parhaiten eri suunnittelualojen välisenä yhteensovittamisena ja parempana kommunikaationa, koska mallista on helpompi nähdä mahdolliset ongelmakohdat. Suurin hyöty saadaan mallin visuaalisuudesta. Rakennuksesta nähdään konkreettisesti, missä putket ja kanavistot kulkevat. Tällöin saadaan varmuus siitä, että kaikki tekniikka mahtuu kulkemaan tiloissa, jotka niille on varattu.

Kustannuslaskennassa tietomalleista tuotettuja määräluetteloita on yritetty hyödyntää hyvin paljon. Tältä osa-alueelta suurimmat ongelmat tietomallien luomien luetteloiden käyttöön tunnetaan. Talotekninen tietomalli tulisi vastata riittävän tarkasti tulevaa toteutusta, jotta siitä saadaan todellinen hyöty. Silloin mallista tuotettu määräluettelo voitaisiin hyödyntää suoraan. Nykyään kuitenkin luetteloissa on paljon virheitä, jolloin tavoiteltavaa hyötyä menetetään. Virheiden kustannukset voivat joissakin tapauksissa nousta suuriksi. Toinen ongelma on myös MagiCAD-ohjelman tuotekirjastojen tämänhetkinen suppeus. Kirjastoista on saatavissa suuri määrä tuotteita, mutta sieltä puuttuvien tuotteiden osuus on edelleen suuri. Kirjastosta puuttuvat tuotteet pystytään kyllä mallintamaan, mutta tämä lisää työmäärää.

Työmailla hyödynnetään tietomallia vielä vähän. Joillakin työmailla mallia hyödynnetään ns. yleishahmotelmissa, joissa asentajilla on mahdollisuus tutkia tietomallin avulla esimerkiksi, kuinka toteutuksen edetessä esiin tulevilla ongelmakohdissa tulisi edetä. Hyötyjä saadaan tietyissä paikoissa kuten ilmanvaihdon konehuoneissa ja kylpyhuoneissa, joissa tekniikkaa on paljon. Käytössä on myös ns. 4D-aikatauluja, joissa malliin otetaan neljänneksi ulottuvuudeksi aika. Nämä kohteet on mahdollista aikatauluttaa mallin kautta, ja rakennusprosessin etenemistä pystytään seuraamaan eri vaihtoehtoja hyödyntämällä.

Kiinteistön omistuksen ja ylläpidon piirissä tietomallien hyödyntäminen on vielä jokseenkin olematonta. Pääasiassa tämä johtuu siitä, että tietomallin käyttöön ja päivityk-

seen rakennuksen käytön aikana ei ole olemassa pätevää toimintamallia. Nykyään rakennusautomaation tarkastelu ja huoltokirjan käyttö tapahtuvat omalla ohjelmallaan. Joissakin tapauksissa nämä on kuitenkin saatu keskustelemaan keskenään, jolloin web-pohjaiseen huoltokirjasovellukseen on saatu yhdistettyä automaattisesti mahdolliset virheilmoitukset.

2.2 Tavoitteita

Lähitulevaisuudessa tietomallinnuksesta tulee yhä tärkeämpi osa rakentamista. NCC Rakennuksen strategian mukaan vuodesta 2013 lähtien ainakin osa jokaisesta rakennusprojektista on mallinnettu. Ohjelmistot kehittyvät ja päivitettyjen ominaisuuksien täysipainoinen hyödyntäminen on puutteellista. Tavoitteena on selvittää tietokoneohjelmien ominaisuuksien hyödyntämistä taloteknisessä suunnittelussa.

Optiplan Oy:llä on pyrkimyksenä hyödyntää tietomallinnuksen mahdollisuuksia mahdollisimman tehokkaasti. Suunnittelussa on muutamia projekteja, joissa päästään todenteolla tekemään mallinnussuunnittelua. Jo käytössä olevia tietomallinnuksen toimintatapoja tullaan kehittämään ja tehostamaan, ja ohjelmistojen käyttämättömiä ominaisuuksia on tarkoitus ottaa käyttöön asteittain. Näitä ovat mm. MagiCAD-ohjelman reikävarausten tekoon tarkoitettut ominaisuudet.

Tässä työssä haastatteluilla on kartoitettu toimintatapoja ja kohteita, joita tulisi kehittää ja ohjeistaa. Myös asiantuntijalausuntoja hyödyntäen on koottu ohjeistusta tietomallisuunnittelun toimintatapoihin.

2.3 Tulevaisuuden näkymät

Tietotekniikan ja toimintatapojen kehittyminen luovat lähes rajattomia mahdollisuuksia. Joidenkin arvioiden mukaan tietomallien käyttö rakennusprojekteissa viiden vuoden kuluttua olisi jo enemmän sääntö kuin poikkeus.

Huikkeimmat visiot liittyvät ns. virtuaalisessa maailmassa tehtävään suunnitteluun, jolloin suunnittelija kulkee valmiiksi mallinnetussa kolmiulotteisessa rakennuksessa tehden suunnitelmia. Mahdollisuuksia on myös tekniikan hyödyntämisessä, jolloin esimer-

kiksi huoltomies kulkee tablet tietokone kädessään rakennuksessa, josta hän pystyy samanaikaisesta katsomaan katossa kulkevien järjestelmien reittejä ja tietoja.

Tietomallisuunnittelu on ennen kaikkea tulevaisuuden suunnittelutapa, vaikka se on mahdollista jo nykyaikana. Se on vieläkin suuremmaksi osaksi kehitysasteella, ja nykyään siihen liittyy vielä monia kysymyksiä ja ratkaisemattomia ongelmia. Tulevaisuus näyttää, mitä kaikkia tietomallinnuksen tarjoamista hyödyllisistä ominaisuuksia on resurssien ja kustannusten puitteissa järkevää hyödyntää.

3 Tietomallipohjaisen talotekniikkasuunnittelun ohjelmistoja

Tietomallipohjaiseen talotekniikkasuunnitteluun on saatavilla ohjelmistoja moniin eri tarpeisiin. Tarjolla on suunnitteluohjelmistoja, joilla mallit luodaan ja mallien yhdistelyyn sekä tarkasteluun kehitettyjä ohjelmistoja. Markkinoilla on myös kustannuslaskentaohjelmistoja sekä erilaisia analysointiohjelmistoja, jotka hyödyntävät tietomalleista saatavia tietoja. Ohjelmien monimuotoisuudesta syntyy myös paljon ongelmia niiden yhteensopivuudesta toisten ohjelmien kanssa.

3.1 Suunnitteluohjelmistot

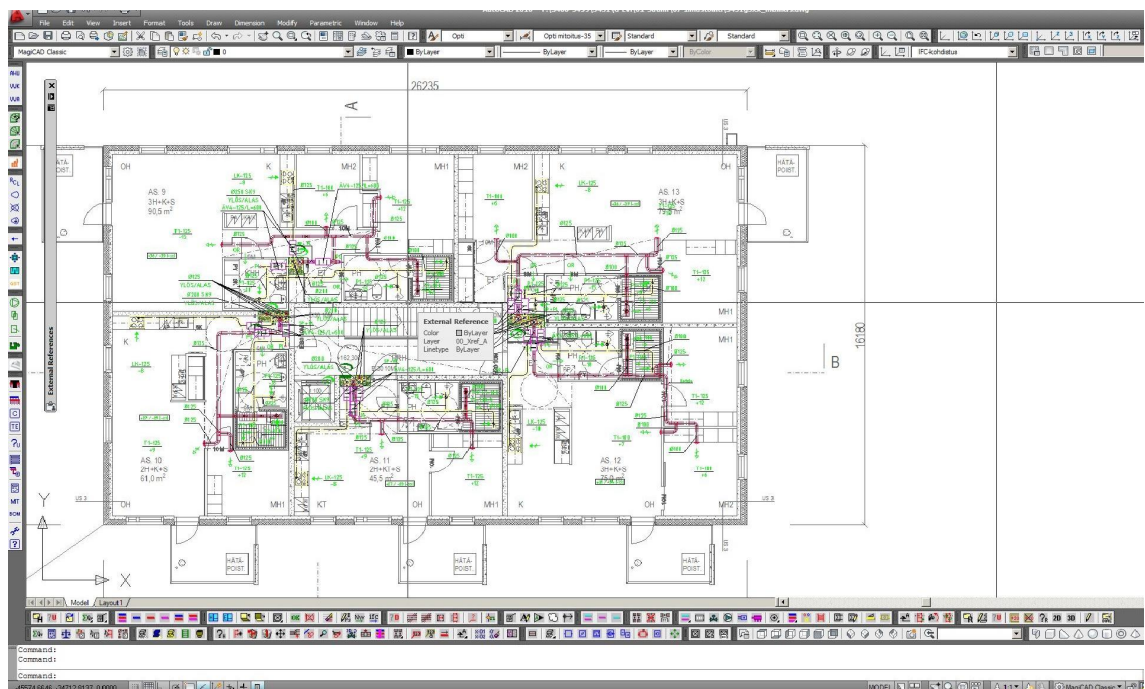
LVIS-suunnitteluun on Suomessa tarjolla käytännössä kolme ohjelmistoa: MagiCAD, Revit MEP sekä CADS Planner Hepac ja Electric Pro.

MagiCAD

MagiCAD on suomalaisen Progran Oy:n kehittämä suunnitteluohjelma LVI- ja sähkösuunnitteluun. MagiCAD toimii nykyään sekä Autocad- että Revit MEP -ohjelmistoalustoilla. Se on yhteensopiva uusimpien IFC-määritysten kanssa. Ohjelmalla voi piirtää joko kaksiulotteisena tai kolmiulotteisena. Se on kuitenkin kehitetty pääasiassa kolmiulotteiseen tietomallisuunnitteluun. MagiCAD:ssa on Euroopan laajin tuotekirjasto ja se sisältää huomattavan määrän tuotteita johtavilta laitevalmistajilta. Tuotteet sisältävät oikeat tekniset tiedot ja mitat. Kolmiulotteisuus ja tuotetiedot mahdollistavat laskentojen ja analyysien hyödyntämisen. MagiCAD:llä järjestelmät pystytään mitoittamaan ja tasapainottamaan. Niistä pystytään tarkastelemaan yksittäistä virtaus-

reittä, tekemään äänilaskelmia, lämpöhäviölaskelmia ja tulostamaan määräluettelot. Järjestelmistä on myös mahdollista ajaa törmäystarkasteluja, joka luo siitä vielä paremman työkalun tietomallisuunnitteluun. Kuvassa 5 näkyy MagiCAD:in perinteinen suunnittelunäkymä. (5, s. 5.)

MagiCAD:iin on saatavilla ohjelmistot ilmasto- (MagiCAD Ventilation), lämmitys- ja jäähdytys- (MagiCAD Heating & Piping), vesi- ja viemäri- (MagiCAD Heating & Piping), sähkö- (MagiCAD Electrical) ja sprinklerisuunnitteluun (MagiCAD Sprinkler Designer). Näiden lisäksi MagiCAD sisältää sovellukset piirikaavioiden tekoon (MagiCAD Circuit Designer), tilamallin tekoon ja lämpöhäviölaskentojen suorittamiseen (MagiCAD Room) ja erilaisiin energia- ja olosuhdesimulointeihin (MagiCAD Comfort). Uusin MagiCAD-sovellus on toimintakaavioiden, nousujohtokaavioiden ja virtauskaavioiden tekemiseen tarkoitettu MagiCAD System Designer. (5, s. 5.)

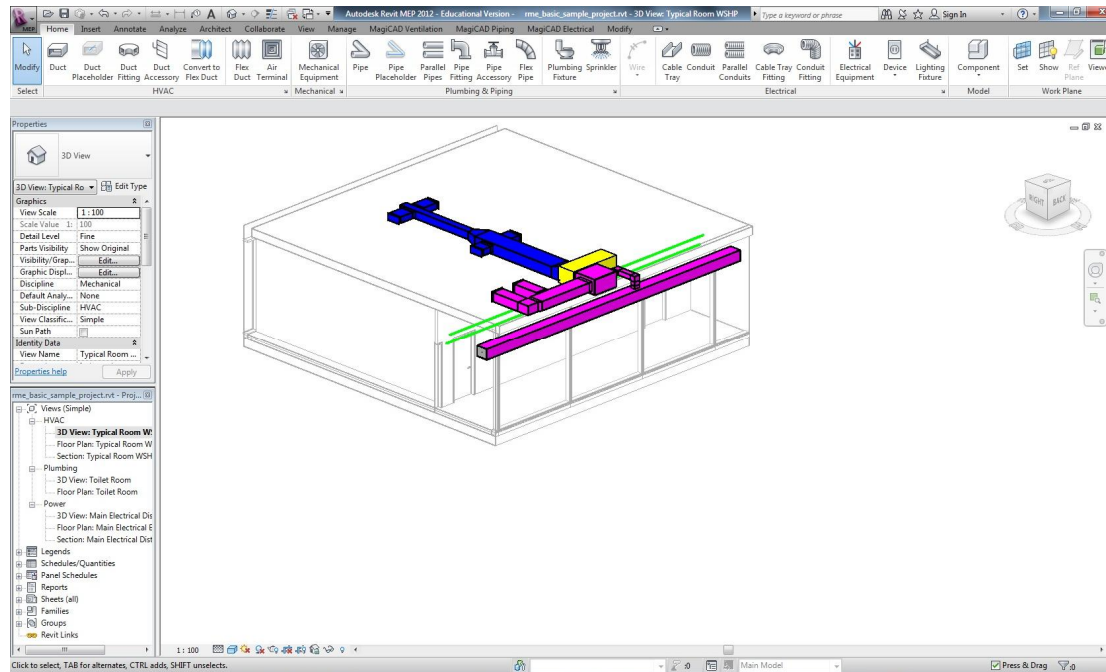


Kuva 5. Näkymä MagiCAD:ista.

Revit

Revit on Autodeskin kehittämä ohjelmistoperhe. Siihen kuuluvat mm. Revit Architecture-, Revit MEP- ja Revit Structures -ohjelmat. Revit MEP on kehitetty talotekniikan suunnitteluun. MagiCAD-ohjelma voidaan asentaa käyttöön myös Revit MEP -alustalle.

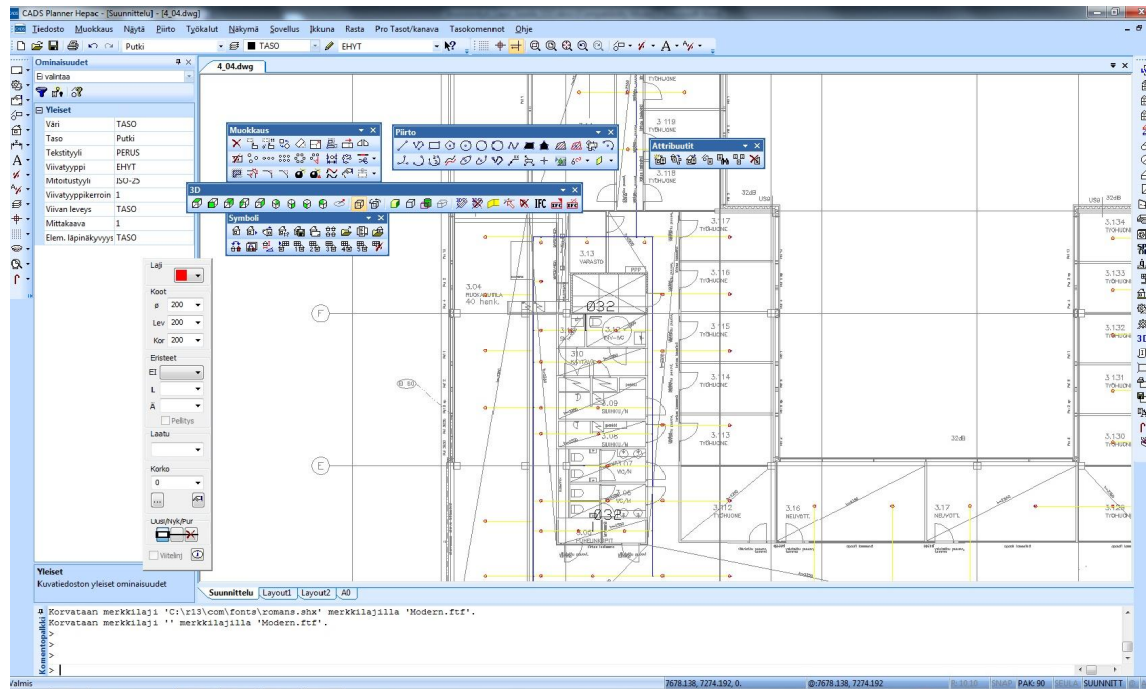
Näillä ohjelmistoilla koko kohteen talotekniikka voidaan tarvittaessa mallintaa samaan tietomalliin. Täten ei jaeta kohdetta esim. kerroskohtaisiin tiedostoihin. Tuotetietokannoista tuodut tuotemallit tallentuvat samaan Revit malliin sen objekteiksi. Kuvassa 6 esitetään Revit:in 3D-suunnittelunäkymä.(6)



Kuva 6. Näkymä Revit:istä

CADS Planner Hepac ja Electric Pro

CADS Planner Hepac ja Electric Pro on kotkalaisen Kyndata Oy:n kehittämä LVISA-suunnitteluohjelmisto. CADS Planner Hepac on täysin suomenkielinen ohjelmisto. CADS-ohjelmistosta on mahdollista hankkia eri versioita. Näitä ovat CADS Planner Hepac Lite, Standard ja Pro. Ohjelmistojen ominaisuuksien laajuus riippuu versiosta. Uusin versio on CADS Planner Hepac Pro 15. Se on tietomalleihin perustuva ohjelmisto, jolla piirretään ja mitoitetaan järjestelmät. Ohjelma tuottaa samalla niin kaksiulotteiset kuin kolmiulotteisetkin piirustukset. Valmis suunnitelma voidaan viedä ulos IFC-mallina, ja siihen on myös mahdollista tuoda muiden suunnittelualojen malleja. Molempiin suunnitteluun toimivan IFC-siirron ansiosta ohjelmalla on mahdollista luoda yhdistelmämallia. (7) Kuvassa 7 on esitetty CADS:n suunnittelunäkymä.



Kuva 7. Näkymä CADS:ista.

3.2 Mallien tarkasteluohjelmistot

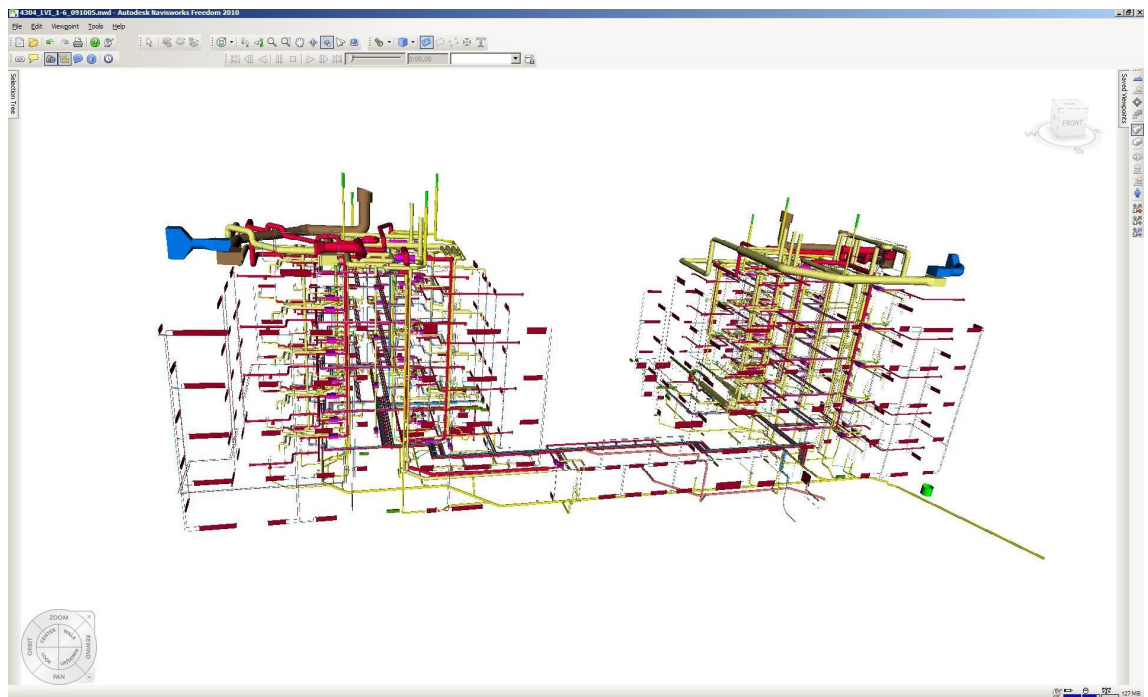
Rakennusten tietomallit sisältävät tietoa monissa eri tiedostomuodoissa. Esimerkiksi MagiCAD for AutoCAD:n tallennusmuoto on DWG, ja muut ohjelmat voivat tuottaa dokumentteja taulukoista ja tekstitiedostoista erilaisiin simulointi analyysiin. Tietomallien hyödyntämiseen on tarvittu yleistä tietomuotoa. Standardin perusajatus onkin ollut, että tietomallipohjaista tietoa pystytään siirtämään ohjelmistoista riippumatta. Tietomuotoista vahvimman aseman on saavuttanut IFC, jota käytetään nykyään yleisesti tietomallien välisessä tiedonsiirrossa. (1; 4; 8.)

IFC on kansainvälinen jatkuvasti kehittyvä rakennusalan standardi oliopohjaisen tiedonsiirtoon eri järjestelmien välillä. Sitä kehittää IAI-järjestö, joka tunnetaan nykyisin paremmin nimellä buildingSMART. IFC on saanut periaatteensa valmistavan teollisuuden STEP tietomalli standardista. IFC sisältää tietoa rakennusosien muodoista ja niille ominaisista piirteistä. IFC:hen liittyvät määrittelyt eivät ole vielä virheettömiä, mutta niiden kehitys on nopeaa ja jatkuvaa. IFC:n hyötyinä voidaan pitää, että se toimii parhaiden ohjelmistojen kanssa maasta riippumatta, sen yhteensopivuus säilyy paremmin kuin vuosittain uusiutuvilla ohjelmistoilla ja että tulevaisuudessa tullaan työskentelemään avoimilla standardeilla ja rajapinnoilla yhä enemmän. Tällä hetkellä IFC:stä on

käytössä versio 2 x 3, mutta lähiaikoina on tulossa uusi versio 2 x 4. IFC:tä hyödyntäviä mallien tarkasteluohjelmia ovat mm. Navisworks, Solibri Model Checker ja Tekla BimSight. (1; 4; 8.)

Navisworks

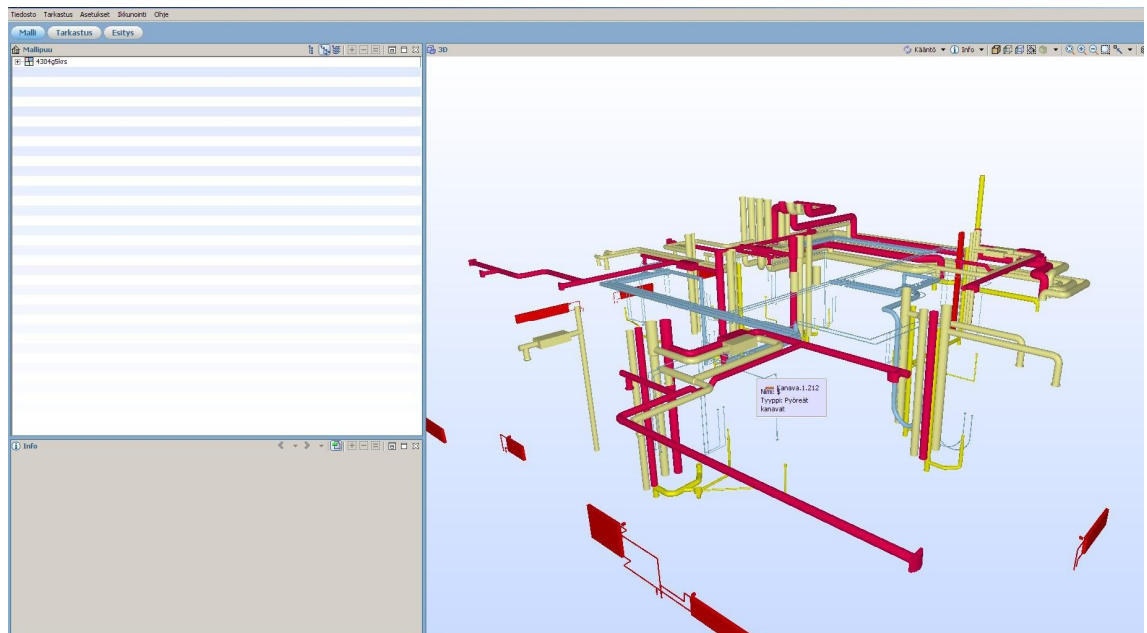
Navisworks on Autodeskin ohjelmisto mallien yhdistämiseen ja tarkasteluun. Navisworks tuoteperheeseen kuuluu Navisworks Review, Navisworks Simulate ja Navisworks Manage. Review on tarkoitettu mallin tarkasteluun ja visualisointiin (kuva 8). Simulate-ohjelmistolla on mahdollista tehdä erilaisia simulointeja. Näitä ovat esimerkiksi mahdollisuus yhdistää projektin 3D-mallit aikataulutuksiin ja saada käyttöön ns. 4D-malli, jolla saadaan havainnollinen esitys työmaalla tarvittavista resursseista ja materiaaleista kaikkien osapuolien käyttöön. Manage-paketissa on yhdistettynä Simulate- ja Review-paketit. Tämä mahdollistaa törmäystarkastelut, jolloin mallia pystytään tarkastelemaan todellisemmin. Tämä antaa mahdollisuuden huomata rakentamisen aikaisia virheitä jo suunnitteluvaiheessa. (9)



Kuva 8. Navisworks-näkymä.

Solibri Model Checker

Solibri Model Checker on Solibri Oy:n kehittämä tietomallien tarkasteluun, tarkastukseen ja laadunvarmistukseen tarkoitettu ohjelmisto. Solibrin tuoteperheeseen kuuluvat Solibri Model Checker-, Solibri Model Viewer-, Solibri IFC Optimizer- sekä Solibri Issue Locator-ohjelmistot. Solibrin tuoteperheestä kattavin on Solibri Model Checker, jolla analysoidaan rakennusten tietomallien oikeellisuutta ja laatua. Ohjelma antaa mahdollisuuden määritellä rakennukseen tietomallisäätöjä, tehdä sisäisiä laadunvarmistuksia, törmäystarkasteluja sekä testata suunnitelmien yhteneväisyyttä. Solibri Model Checkerin uusin versio on malli v7. Solibri Model Viewer on ilmainen ohjelmisto, joka on tarkoitettu mallien katselemiseen. Solibri IFC Optimizerilla, joka on myös ilmainen, optimoidaan IFC-tiedostojen sisältöä. Solibri Issue Locator on tarkoitettu arkkitehdeille ja sillä on mahdollista paikantaa mallista löytyviä ongelmakohtia. (10) Kuvassa 9 visuaalinen näkymä talotekniikan malleista Solibri Model Checkerissä.

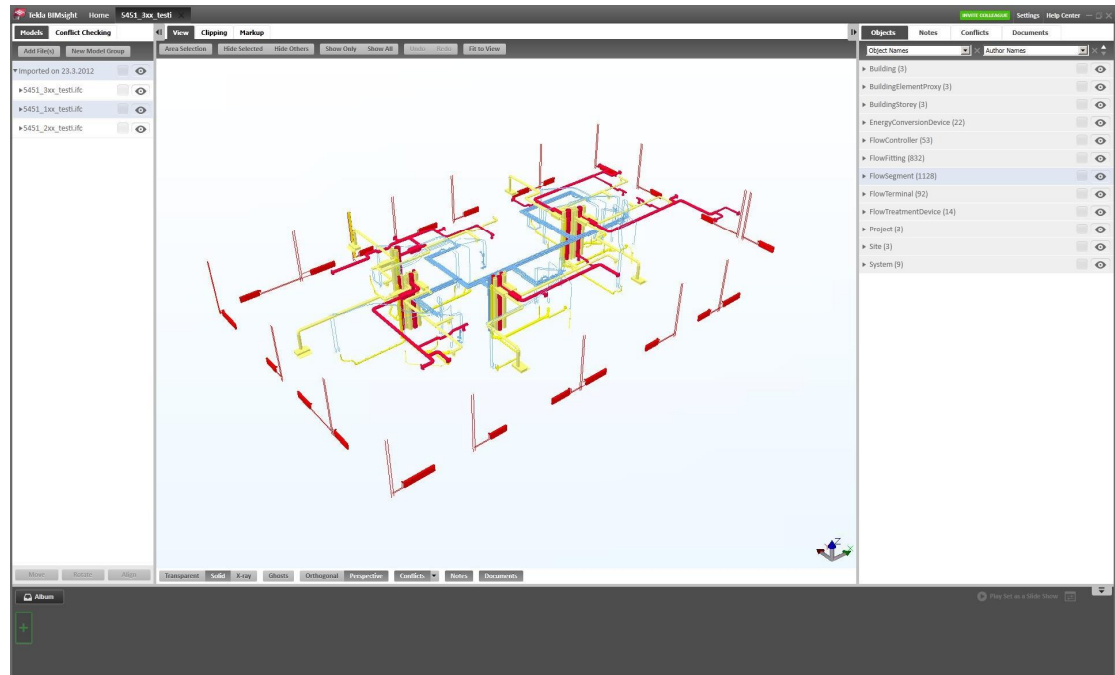


Kuva 9. Solibri Model Checker -näkymä.

Tekla BimSight

Tekla BimSight on Teklan kehittämä ilmainen ohjelmisto tietomallien katseluun ja tarkasteluun. Tuotevalmistaja kertoo ohjelmistosta seuraavasti: Tekla Bimsightilla on mahdollista katsella kaikkien rakennushankkeen osapuolien tietomalleja. Tämän lisäksi

se on helppokäyttöinen, ja se mahdollistaa tietomallipohjaisen viestinnän kaikkien toimijoiden välillä. (11) Bimsight sisältää myös ominaisuuksia, jotka muiden valmistajien tarkasteluohjelmistoissa ovat maksullisia. Bimsightissa pystyy mm. yhdistämään malleja sekä ajamaan niille törmäystarkasteluja. Kuvassa 10 on Bimsight'in näkymä visuaaliseen tarkasteluun.



Kuva 10. Tekla Bimsight -näkö.

3.3 Muut ohjelmistot

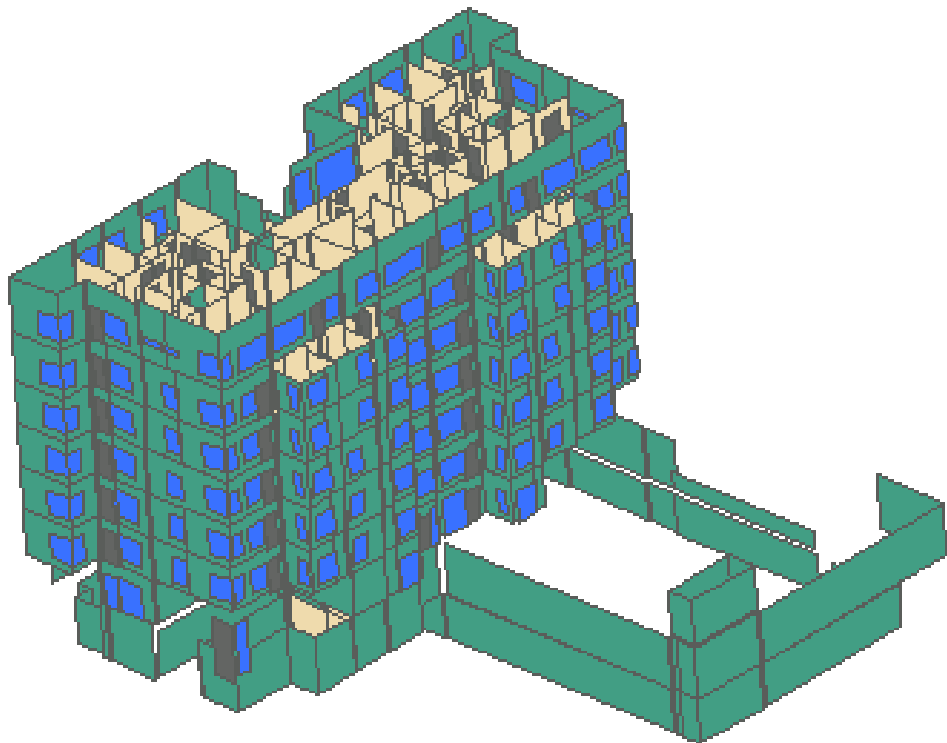
Muita taloteknisiä tietomalleja hyödyntäviä ohjelmistoja ovat kustannuslaskentaohjelmistot sekä erilaiset analyysit tuottavat ohjelmistot.

Ecom

Ecom on kustannuslaskentaohjelmisto, johon on mahdollista liittää suoraan Magi-CAD:ista tulostettu määräluettelo. Määräluettelosta Ecom hakee suoraan valmistajilta oikeat tuotteet ja osat. Määräluetteloiden on kuitenkin oltava täsmälleen oikein tulostettuja, jotta ohjelmasta saadaan suurin teho irti.

RIUSKA

Riuska on Insinööritoimisto Granlund Oy:n kehittämä ohjelmisto. Valmistaja kertoo ohjelmistostaan seuraavasti. Riuska on tehokas ja monipuolinen olosuhde- ja energiasimulointiohjelmisto. Se analysoi tietomallin avulla rakennuksen ja sen tilojen lämpötekniisiä muutoksia erilaisissa kuormitus- ja sääolosuhteissa. Ohjelmaa voidaan käyttää mm. seuraaviin analyysihin: tilojen lämpötilat kesällä ja talvella, järjestelmien vertailu ja mitoitus ja ongelmatilojen analysointi. (12) Kuvassa 11 näkyy RIUSKA:lla tehty malli rakennuksesta.

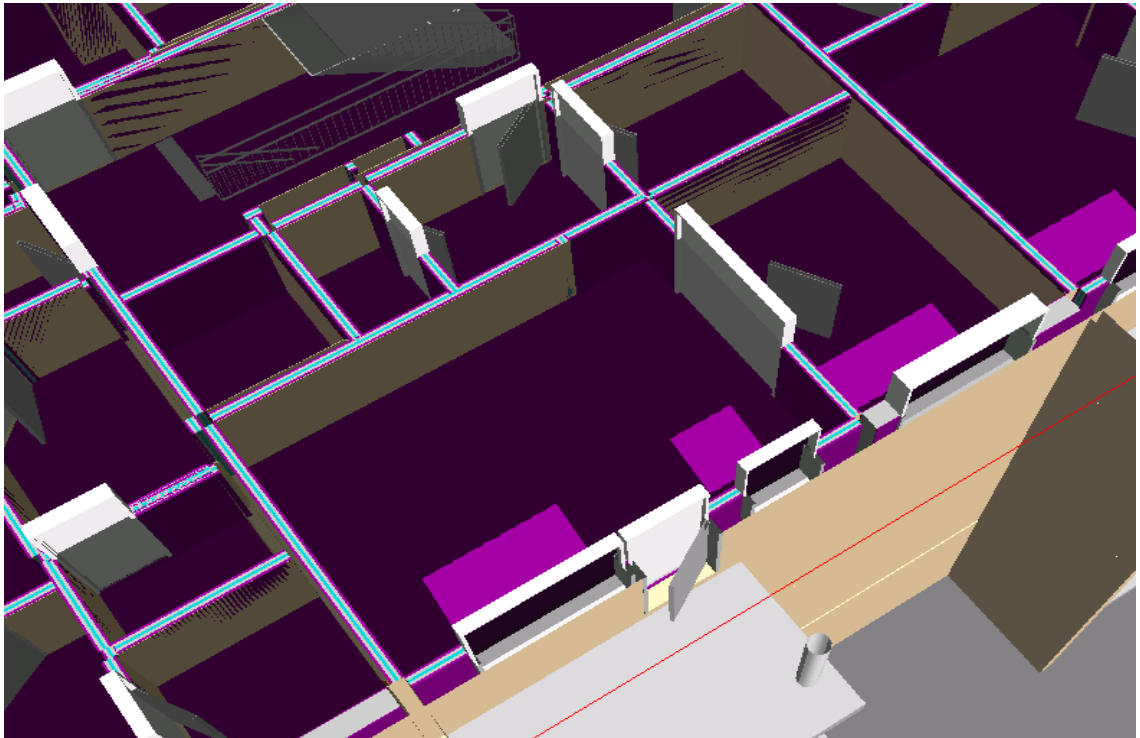


Kuva 11. Rakennuksen malli RIUSKA.

IDA ICE

IDA ice on ruotsalais-suomalaisena yhteistyönä kehitetty IFC-yhteensopiva ohjelmisto. Valmistaja esittelee tuotetta seuraavasti: IDA on monipuolinen ohjelmisto sisäilmaston ja energiatalouden laskentaan ja analysointiin. Sillä pystytään myös mitoittamaan LVI-laitteiden tehontarpeita ja lämmityksen ja jäähdytyksen tehontarpeet sekä laskemaan

operatiivinen lämpötila eri osissa huonetta. (13) Kuvassa 12 on näkymä IDA ICE:lla tehdystä mallista, jolla voidaan analysoida valon jakautumista.



Kuva 12. IDA ICE -näkö.

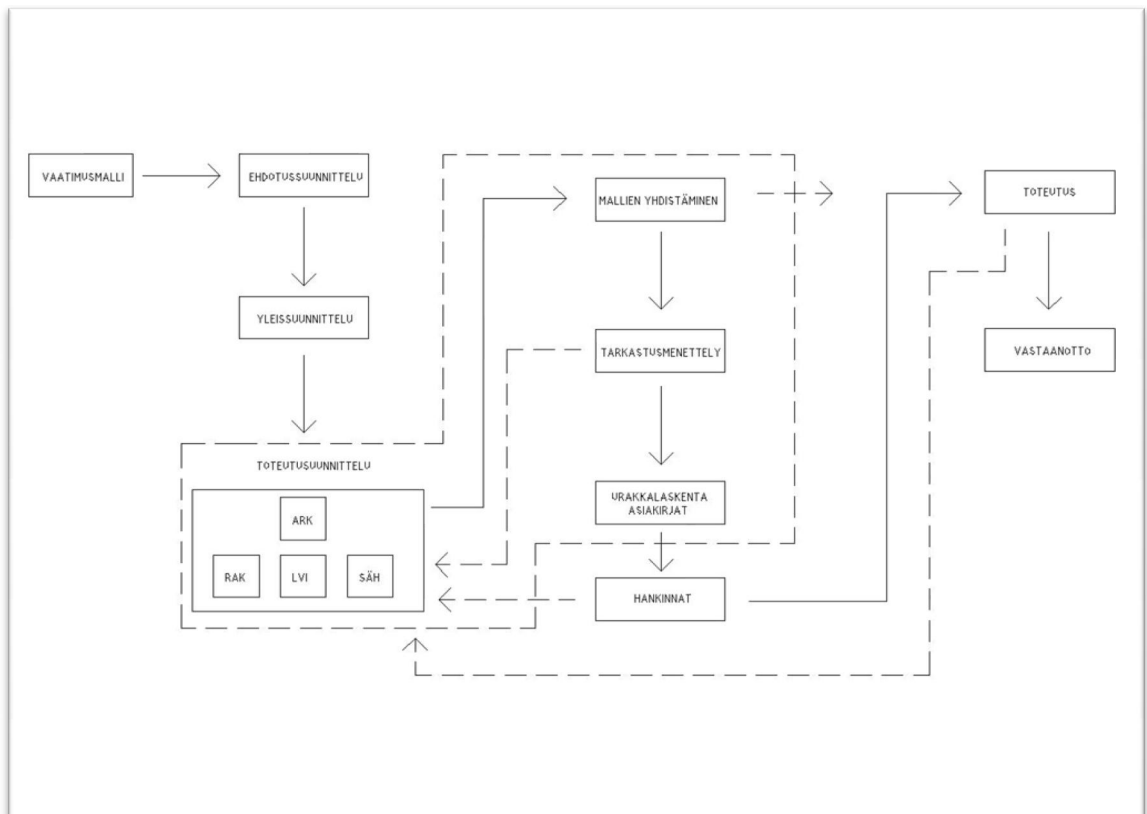
4 Tietomallipohjaisen suunnitteluprosessin kuvaus

Tässä osiossa kuvataan tietomallipohjaisen suunnitteluprosessin pääpiirteet. Kussakin suunnitteluprosessin vaiheissa selitetään perustehtäviä, joita tulee tehdä. Talotekniikkasuunnittelun tehtäviä käsitellään tarkemmin myöhemmin tässä työssä.

Tietomallipohjainen rakennusprosessi käynnistyy tarveselvitysvaiheesta, jolloin selvitetään kiinteistön omistajan ja tulevan käyttäjän pyrkimykset ja tavoitteet. Rakennus hankkeen tärkeimmät päätökset tehdään usein juuri rakennushanketta aloitettaessa. Hankkeen alussa selvitetään lähtötiedot, joiden perusteella koko suunnitteluprosessi viedään läpi. (3, s. 11.)

Tietomallipohjaisessa suunnitteluprosessissa ensimmäiseksi työstetään vaatimusmalli (kuva 13). Tässä vaiheessa varsinaisia suunnitelmia ei yleensä ole vielä saatavilla. Vaatimusmallin on vähintään oltava esimerkiksi taulukkomuodossa oleva dokumentti, joka

sisältää rakennuksen erilaisten tilojen tiedot ja vaatimukset. Dokumenttia voidaan käyttää esimerkiksi suunnitelmaratkaisujen vertailussa. Vaatimusmallissa esitetään myös rakennusta koskevia tavoitteita esimerkiksi kokonaisenergiankulutusta sekä vaatimuksia (esim. LVI-järjestelmien vaatimukset). Alkuperäisiä vaatimuksia muutetaan usein vielä varsinaisen suunnittelun aloittamisen jälkeen ja muutokset kirjataan vaatimusdokumentaatioon. Tässä vaiheessa otetaan huomioon myös kohteen viranomaisvaatimukset, tietomallitavoitteet ja aikataulutus. (3, s. 11-13.)



Kuva 13. Tietomallipohjaisen suunnitteluprosessin prosessikaavio.

Ehdotussuunnitteluvaiheessa (kuva 13) haetaan hankkeelle vaatimusten perusteella luontevinta ratkaisua hyödyntäen eri suunnittelualojen tietomalleja. Tietomallien visuaalisuus helpottaa eri ratkaisuvaihtoehtojen vertailua. Tietomalli myös helpottaa elinkaari- ja ympäristövaikutusten simulointeja ja alustavan kustannusarvion tekemistä. Kaikilla osapuolilla tulisi olla käytössään eri suunnittelualojen päivitettyt mallit. Mallien päivitys- ja tallennusvälistä sekä yhtenäisestä nimeämiskäytännöstä täytyy sopia. Tässä vaiheessa työstedään myös rakennuspaikan malli, joka selvittää rakennuspaikan olemassa olevan tilanteen. Rakennesuunnittelija tekee alustavan rakennusosamallin koko rakennuksesta sekä rakennusosamallin tasoiset suunnitelmat käytettävistä rakennetyy-

peistä. Talotekniikkasuunnittelijan tehtäviä ehdotussuunnitteluvaiheessa ovat tilavarausten tekeminen sekä esimerkiksi mahdollisen mallitilan mallintaminen. (3, s. 13-14.)

Yleissuunnitteluvaiheessa (kuva 13) ehdotussuunnitteluvaiheessa valittua ratkaisua lähdetään suunnittelemaan pidemmälle. Ratkaisu on tässä vaiheessa olemassa arkkitehdin tietomallina. Tässä vaiheessa on erityisen tärkeää, että kaikilla osapuolilla on käytössään toisten suunnittelualojen päivitettyt mallit. Mallien tallennusvälistä onkin sovittava. Eri alojen suunnittelijoiden työn tulee sujua johdonmukaisesti. Suunnittelua täytyy tehdä yhteisymmärryksessä ja kommunikoiden. Suunnittelussa pitää varautua siihen, että suunnitelmiin voi tulla vielä merkittäviäkin muutoksia. Arkkitehdin mallin tulee olla riittävä rakennuslupaa varten tarvittavien piirustusten tuottamiseen. Rakennesuunnittelija varmistaa rakennejärjestelmän toimivuuden ja selvittää rakenteiden aiheuttamat vaatimukset ja vaikutukset muiden suunnittelijoiden suunnitelmiin. Talotekniikkasuunnittelussa tehdään tilanvarausmalli, jolla selvitetään varsinaiset järjestelmien vaatimat tilantarpeet. Suunnittelija esittää myös järjestelmien vaikutukset muiden suunnittelijoiden suunnitelmiin. Talotekniikkasuunnittelijan on myös vähintään määriteltävä rakennuksen ilmavirrat ja IV-koneiden palvelualueet, valittava ilmanvaihtokoneet ja tehtävä alustavat IV-koneajot energialaskelmia varten. Tässä vaiheessa tulee kuvaan ensimmäistä kertaa mallien yhdistäminen ja tarkastaminen. Tarkastuksessa tehdään vähintään rakenteiden ja tilantarpeiden visuaalinen törmäystarkastelu. (3, s. 15-17.)

Toteutussuunnitteluvaiheessa (kuva 13) työskentely on samanlaista kuin luonnossuunnitteluvaiheessakin. Tosin tuotettavasta tiedosta tulee huomattavasti tarkempaa. Kaikki suunnitelmat suunnitellaan urakkalaskentakuvien tarkkuustasoon ja kaikkien alojen malleihin lisätään myös tyyppitiedot. Tässäkin vaiheessa on äärimmäisen tärkeää, että suunnittelijoilla on käytössään päivitettyt muiden suunnittelualojen mallit, jolloin päästään tekemään myös omia risteilytarkasteluja. Toteutussuunnitteluvaiheen päättyessä arkkitehtimallin on oltava ns. rakennusosamalli, joka tarkoittaa sitä, että se sisältää rakennusosat sellaisena kuin ne tullaan oikeasti toteuttamaan. Arkkitehtimalli toimii pohjana kaikkien muiden suunnittelualojen malleille. Rakennesuunnittelumallin ja taloteknisten mallien tulee olla yhdenmukaisia arkkitehdinmallin kanssa. Kaikkien alojen malleja tulee voida käyttää määrälaskennassa, suunnitelmien yhteensovittamisessa ja toteutusaikataulun luomisessa. Kaikkien alojen malleista tehdään yhdistelmämalli, jota käytetään apuna suunnitelmien havainnollistamisessa. Tätä mallia käytetään myös laa-

dunvarmistukseen ja tarkastamiseen. Näitä tehtäviä ovat mm. rakenteiden ja järjestelmien törmäystarkastelu. Malleista tehtävät määräluettelot ja kustannusarviot on mahdollista sisällyttää projektin tehtäviin sopimuksissa. (8, s. 17-18.)

Tarkastettujen mallien perusteella tuotetaan määräluetteloita, joihin perustuvia kustannusarvioita on helppo tehdä. Hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa (kuva 13) malleista saatavilla olevat määräluettelot, visualisoinnit ja muut dokumentit tuotetaan niin, että ne helpottavat tarjousten tekijöiden työtä. Mallit helpottavat myös kohteen analysoimista ja rakennustyön suunnittelua. Ne antavat mahdollisuuden mm. tutustua rakennuspaikkaan. Käyttöön on saatavilla myös 4D-aikatauluohjelmistoja, joilla voidaan suunnitella työmaalle erilaisia toteutuksia ja aikatauluja. Ohjelmistojen avulla on myös helppo vertailla erilaisia teknisiä vaihtoehtoja keskenään. Hankintoja palvelevista ominaisuuksista sovitaan yleensä erikseen suunnittelusopimuksessa. (3, s. 19.)

Toteutusvaiheen tietomalleja (kuva 13) hyödynnetään rakentamisen aikana. Suurimmat hyödyt perustuvat tietomallin visuaalisuuteen. Mallin perusteella voidaan suunnitella esimerkiksi asentamisjärjestys talotekniikassa. Lopullisena tuotteena tietomallisuunnittelusta tulee toteumamalli, joka vastaa rakennettua rakennusta. Toteumamallissa suunnitelmiin päivitetään kaikki rakentamisen aikana tehdyt muutokset. Toteumamallien käytöstä sovitaan tapauskohtaisesti. Niiden hyötykäyttö liittyy enimmäkseen rakennuksen käytössä esiintyvien ongelmien selvittämiseen, rakennuksen huollon tehostamiseen ja esimerkiksi peruskorjausten suunnittelemiseen. (3, s. 19-20.)

Tietomallisuunnitteluprojekteissa kaikki suunnittelijalle kuuluvat mallinnustehtävät on esitettävä suunnittelutarjouksissa ja sopimuksissa. Vastuu tietomallien ja siihen liittyvien tiedostojen laatutasosta on suunnittelijalla. Suunnittelijan on noudatettava annettuja tietomallivaatimuksia. Tietomallin puutteista on aina ilmoitettava tietomalliselostuksessa. (2, s. 16.)

Suunnittelijan vastuukysymykset on selvitettävä tarkasti. Suunnittelijan vastuun kasvaminen tietomallien käytön myötä on tiedostettava. Ennen putkiasentajalla oli paljon suurempi valinnan vapaus. Tietomallit suunnitellaan huomattavasti tarkemmin kuin 2D-piirustukset. Tällöin suunnittelijan vastuu asennuksista kasvaa. Myös virhetilanteista, jotka suunnittelija havaitsee, on raportoitava. Virheistä tehdään ratkaisupäätös tilannekohtaisesti ja vastuu on virheentekijällä. (2, s. 16.)

5 Talotekninen tietomallinnusohjeistus

Talotekninen tietomallinnussuunnittelu tiivistyy kahteen eri osa-alueeseen. Näistä ensimmäinen on ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe, jonka tavoite on saada riittävät tiedot taloteknisistä järjestelmistä ja laitteista arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan mallien suunnittelemiseksi. Talotekniikkasuunnittelussa tehdään tässä vaiheessa järjestelmävalintoja ja tilanvarauksia näille järjestelmille. Toinen vaihe on toteutussuunnitteluvaihe, jossa tuotetaan rakennuksen järjestelmämallit (14, s. 7-8). Seuraavaksi työssä esitetään ohjeistus taloteknisten tietomallien tekemiseen. Ohjeistus on tehty noudattaen ”Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 Osa 4: Talotekninen suunnittelu” vaatimuksia. Suomi on ensimmäinen maa maailmassa, joka julkaisi omat kansalliset tietomallivaatimuksensa. Optiplan Oy käyttää suunnittelussaan MagiCAD for AutoCAD –ohjelmistoa, ja ohjeistus käsittelee pääosin tietomallisuunnittelua tästä näkökulmasta.

5.1 Projektin perustaminen

Tietomallin suunnittelu alkaa, kun suunnittelusopimuksessa määritetään, että kohteesta tehdään tietomalli. Sopimuksessa on määriteltävä, mitä mallinnetaan ja kuinka tarkasti mallinnetaan (14, s. 7). Tarkkuustasona voi olla esimerkiksi, että kohde suunnitellaan Yleisten tietomallivaatimusten 2012 osan 4 mukaan. Tässä tapauksessa, jos vaatimusten joku tietty osa jätetään mallintamatta, on siitä mainittava sopimuksessa. Kaikki mallinnettava on mainittava suunnittelusopimuksessa. Esimerkiksi, jos kohteesta tulee tehdä myös reikävarausmalli, on siitä mainittava sopimuksessa (14, s. 37). Vaadittava työmäärä on myös otettava huomioon sopimusta tehdessä.

Ennen mallinnuksen aloittamista selvitetään mahdolliset rakennuttajan omat tietomallinnusohjeet. Esimerkiksi NCC:llä on oma tietomallinnustiimensä, jolla on omat suunnittelualakohtaiset mallinnus- ja käytäntöohjeensa. Tämän jälkeen kannattaa vielä ottaa yhteyttä tietomallikoordinaattoriin ja tietomallinnuksen suunnittelualavastaavaan, joilta saadaan käyttöön viimeisimmät yleiset ja suunnittelualakohtaiset ohjeistukset. Vielä ennen mallinnuksen aloittamista on syytä valmistella tietomalliselostus ja tarkastaa, mitä mallinnuksesta on määritelty suunnittelusopimuksessa. Selostuksessa selvitetään mallinnetut objektit, niiden tarkkuus geometrisesti ja niihin sisällytettävän tiedon määrä. Selostuksessa kerrotaan myös objektit, jotka on jätetty mallintamatta. Näitä voivat olla esimerkiksi lämmönjakokeskuksen sisäiset varusteet, joita ei esitetä mallissa vaan

kytkentäkaavioissa (14, s. 7). Tietomalliselostuksen mallipohja saadaan MOSS-järjestelmästä.

Arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja talotekniikkasuunnittelijoiden IFC-mallien yhdistämisessä on ollut ongelmia mallien kohdistamisen kanssa. Projektia perustettaessa onkin ensimmäiseksi arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan kanssa sovittava yhteinen kohdistuspiste, jolla IFC-mallit saadaan kohdistettua. Kohdistuspisteeseen sijoitetaan esimerkiksi kolmiulotteinen kuutio, joka siirtyy myös IFC-muunnoksen yhteydessä talotekniikan tietomalliin. Kuution avulla järjestelmät ja muiden alojen mallit saadaan kohdistettua. Kyseinen kolmio löytyy LVI-projektin aloitustiedostosta Z-asemalta. Kohdistuspiste on saatava kohdilleen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektia, koska myöhemmin sen siirtäminen voi olla jopa mahdotonta. Mallien kohdistaminen mahdollistaa tietomallien täysipainoisen hyödyntämisen. Yksittäisten rakennusten kohdistaminen on vielä helppoa, mutta jos kohde käsittää useampia rakennuksia, on kohdistus jo huomattavasti hankalampaa. Tarkemmat ohjeet mallien kohdistamisesta saadaan MOSS:ista.

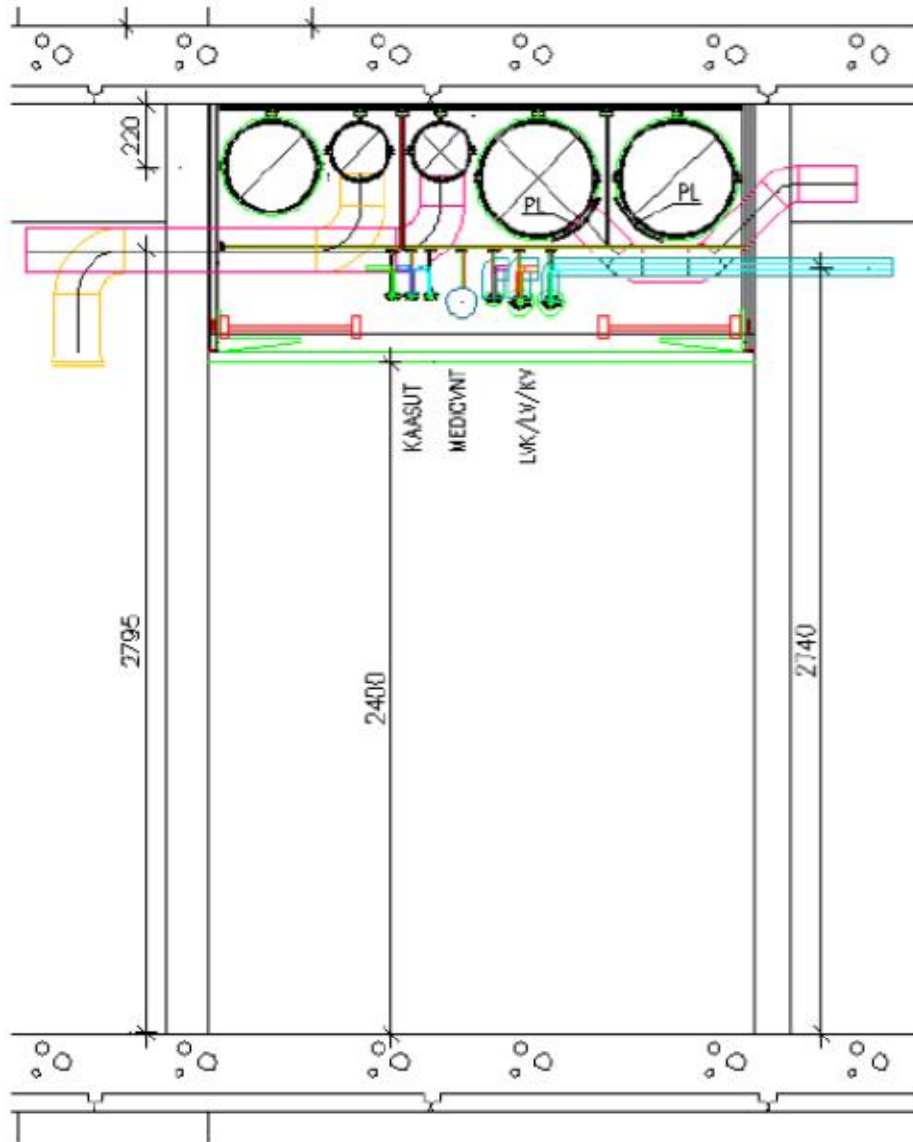
Projektin aloitus tehdään aina LVI-projektin aloituspohjaan, joka saadaan Z-asemalta. Tällä tavoin saadaan käyttöön mm. ajan tasalla olevat tuotetiedot. MagiCAD-suunnittelumallit tehdään kerroskohtaisesti. Tästä johtuen projektia perustettaessa on käytettävä korkeusasemina arkkitehdin tietomallin absoluuttisia kerroskohtaisia korkeusasemia eri kerroksille (14, s. 9). Näin talotekniikan mallit saadaan täsmäämään muiden mallien kanssa myös korkeussuunnassa. Eri rakennusten piirtoalueet tulee määrittää projektiin asemapiirustuksen pohjalta oikeille paikoille, jolloin niitä pystytään hyödyntämään tehtäessä IFC-käännöstä. Projektin tiedot ja määrittelyt on tehtävä huolellisesti ja ohjeiden mukaisesti. Niiden muuttaminen ja korjaaminen myöhemmin voi olla hankalaa. Projektitietojen määrittelystä löytyy myös tarkempi ja yksityiskohtaisempi ohje MOSS:ista.

5.2 Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheen tietomalli

Tilavarausmallia suunniteltaessa talotekniikkasuunnittelijan päätehtäviä on ilmoittaa tekniikan vaatimat tilantarpeet ja selvittää tarvittavien teknisten tilojen määrät ja koot. Teknisten tilojen kokoja määrittäessä on selvitetävä asennusten ja laitteiden tarvitse-

mat huoltoalueet ja huoltotilantarpeet. Esimerkiksi IV-konehuoneiden vaatimien tilantarpeiden periaatteet esitetään Suomen rakentamismääräys kokoelman osassa D2. Varattavia tiloja ovat kaikki tilat, jotka on varattu pelkästään tekniikalle. Tilanvaraus suunnitelmat tehdään normaaleina 2D-suunnitelmina ja ne käsitellään normaalein suunnitteluperiaattein arkkitehdin kanssa. Arkkitehti tekee näiden perusteella varaukset omaan malliinsa tilaobjekteina (14, s. 15). Tilantarpeiden määrittämistä tukevien laskelemien tekeminen, kuten mm. ilmanvaihdon konekoon määrittäminen ja ilmavirtalaskelmat kuuluvat tietenkin myös tämän vaiheen työtehtäviin.

Tilanvarausten lisäksi talotekniikkasuunnittelija mallintaa kerroksiin vaakasuuntaiset pääverkostot. Tarkoituksena on havainnollistaa järjestelmien pääreittien sijoittuminen ja sopiminen kerroksiin niille varattuihin tiloihin. Mallinnetut järjestelmien pääreitit eivät vielä tilanvaraus vaiheessa sisällä tietoa, mutta ne mallinnetaan käyttäen todellisia objekteja (14, Liite 1). Kanavisto- ja putkisto-objektien koot valitaan parhaan arvion mukaan. Suunnittelija tekee myös 2D-leikkaukset käytävistä (kuva 14), hormien ulostuloista ja muista niin sanotuista vaikeista paikoista. 2D-leikkausten tekemisestä löytyy ohje MOSS:sta. Asuntosuunnittelussa vaakasuuntaisten pääreittien esittäminen tarkoittaa käytännössä vain pohjakerrosta ja kerroksia, joissa tekniikkaa menee enemmän. Tavallisesti peruskerroksien käytäville ei tule kuin runkovesijohdot. Toimistosuunnittelussa pääverkostoreittejä tulee tässä vaiheessa mallintaa jo huomattavasti enemmän. Leikkauksissa esitetään myös järjestelmien kannakointi. Leikkausten avulla pystytään varmistamaan kaikkien järjestelmien asennettavuus ja huollettavuus hankalimmissakin paikoissa. (14, s. 16.)



Kuva 14. Esimerkki 2D-leikkauksesta (14, s. 17).

Yleissuunnitteluvaiheessa kohteesta valitaan suunnittelijoiden kesken mallinnettava mallialue, johon mallinnetaan talotekniset järjestelmät (14, s. 17). Asuntosuunnittelussa tämä tarkoittaa käytännössä mallikerrosta. Mallikerrokseksi valitaan niin sanottu peruseros, joka on kohteen eniten toistuvuutta sisältävä kerros. Toimistosuunnittelussa, jossa toistuvuus ei ole yhtä suurta, valitaan ja mallinnetaan pienempi osa rakennuksesta. Mallialueeseen mallinnetaan kaikki järjestelmät mahdollisimman tarkasti oikeilla objekteilla oikeaan korkeusasemaan ja paikkaan (14, Liite 1). Kalusteet ja laitteet mallinnetaan myös oikeilla valmistajan objekteilla, jos kohteeseen valittavat tuotteet ovat jo selvillä. (14, Liite 1) Jos tuotteita ei ole vielä saatavilla, ne suunnitellaan parhaiten tarkoitukseen sopivilla objekteilla ja vaihdetaan oikeisiin lähtötietojen tarkentuessa

(14, s. 17). Mallialueen erittäin tarkka suunnittelu on olennaista silloin kun kohde sisältää huomattavan paljon toistuvia alueita. Optimaalinen tilanne olisi, että samanlainen osa rakennuksesta suunnitellaan vain kertaalleen, jolloin työskentely on tehokkainta. Tarkempia yleisiä ja järjestelmäkohtaisia mallinnusohjeita esitellään luvussa 5.3. Järjestelmien ja laitteiden tarkalle sijoittelulle olennaista on, että kerroksesta tai alueesta on saatavilla ajan tasalla oleva tarpeeksi tarkka arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan tietomalli (14, s.17). Valmis mallialue on tarkastettava huolellisesti. Tarkastusmenettelystä kerrotaan tarkemmin luvussa 5.4.

Talotekniikkasuunnittelijan tietomallinnustehtäviin kuuluu tässä vaiheessa myös ilmanvaihtokoneiden palvelualuekaavioiden tekeminen. Palvelualuekaaviot voidaan tehdä perinteisellä tavalla eli niin, että ne laaditaan 2D-piirustuksiksi vaikka rasteroinnin avulla. Toinen vaihtoehto on tehdä palvelualuekaaviot tietomallipohjaisesti. Palvelualuekaaviot on luotava vähintään ilmanvaihtokoneista. Kaavioita voidaan luoda myös muista alueista kuten esimerkiksi sähkökeskusten palvelualueista (14, s. 18-19). Näistä on kuitenkin aina sovittava erikseen suunnittelusopimuksessa. Sopimuksessa on myös sovittava tehdäänkö palvelualuekaaviot tietomallipohjaisesti vai perinteisin menetelmin.

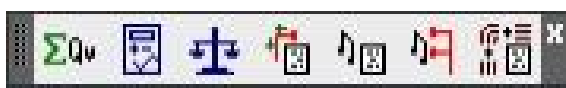
Tässä vaiheessa kohteesta tehdään myös MagiROOM-malli. MagiROOM mallilla lasketaan kohteen lämmityksen tehontarpeet. ROOM-mallin tilojen nimeämiskäytäntö löytyy MOSS:sta. Tilat tulee nimetä käytännön mukaisesti, jolloin niitä pystytään tehokkaasti hyödyntämään määräluetteloissa. MagiROOM-mallin avulla määräluettelot voidaan tuottaa helposti, vaikka pelkästään yhdestä asunnosta tai tilasta.

Suunnittelijan on myös määritettävä tarvittavat lähtötiedot energialaskelmia varten. Energialaskelmia varten tarvittavia laskelmia ovat esimerkiksi rakennuksen ilmavirtojen ja ilmanvaihtokoneiden määrittäminen. Laskelmat toimitetaan EYP-ryhmälle dokumenttimuodossa. Lähtötietolomake saadaan MOSS:ista. EYP-ryhmälle on myös toimitettava dokumenttipohjaisesti (esim. excel) talotekniikan vaatimusmalli. Vaatimusmalli käsittää tiedot tilatyypeistä ja niiden vaatimuksista (esim. rakennuttajan talotekniikan suunnitteluohjeet) (14, s. 12). Energialaskelmia varten tarvitaan myös talotekniikan palvelualueet. Palvelualueet toimitetaan dokumenttipohjaisesti.

5.3 Toteutusvaiheen tietomalli

Tässä osassa käydään tarkemmin läpi eri suunnittelualoja koskevia vaatimuksia. Alkuun kuitenkin esitetään kaikkia järjestelmiä yhteisesti koskevia vaatimuksia. Toteutusvaiheen ensimmäinen tehtävä on kuitenkin tarkentaa aikaisempia suunnitelmia, jos suunnitelmissa on havaittu puutteita tai tarvetta muutoksille. Tämän jälkeen rakennuksen yhtenevät osa-alueet voidaan monistaa, vailla pelkoa suuresta lisätyöstä.

Tarkennuksen jälkeen kaikki talotekniset järjestelmät suunnitellaan loppuun virtausteknisesti toimivina noudattaen hyviä suunnittelutapoja. Virtausteknisesti toimiva järjestelmä tarkoittaa, että MagiCAD:in mahdollistamia laskenta- ja analyysitoimintoja (kuva 15) pystytään käyttämään. Kaikkien kerrosten on siis oltava yhdistettyinä toisiinsa (14, s. 21). Kaikki laskentoihin vaikuttava tieto on vietävä MagiCAD:iin, jotta laskenta- ja analyysitoimintoihin voidaan täysin luottaa. Järjestelmien laskenta- ja tasapainotusperusteet on myös aina tarkastettava ennen laskelmien suorittamista. Järjestelmille yksilölliset lähtöarvot, kuten verkoston lähtöpainetaso, on laskettava ja määritettävä ohjelmistoon, jotta se osaa tehdä laskelmat oikein. MagiCAD:in mahdollistamia laskenta- ja analyysitoimintoja tulee käyttää, koska ne tuottavat tietomalliin oleellista tietosisältöä. Tietosisältö toimii osana laadunvarmistusta (14, s. 21). Ohjelmiston tekemisiin laskelmiin ja analyysihin ei saa kuitenkaan luottaa täysin, vaan niiden täsmällisyys on varmistettava (esim. tarkastelemalla jonkin verkoston osan laskelmia). Näin mallinnuksen tuottamaan tietosisältöön pystytään luottamaan.



Kuva 15. MagiCAD toolbar, johon on koottu laskenta- ja mitoitus toimintoja sekä tulosten raportointitoimintoja.

Kaikki järjestelmät mallinnetaan omaksi mallikseen ja ne jaetaan tarpeen mukaan osajärjestelmiin. Tästä esimerkkinä lämmityspatteri- ja lattialämmitysverkosto mallinnetaan omiin järjestelmiinsä ja tuloilma- ja poistoilmaverkosto tai sadevesi- ja jätevesiverkosto mallinnetaan omiin järjestelmiinsä. Jokaiselle osajärjestelmälle pystytään näin käyttämään MagiCAD:in laskentoja tarvittaessa erikseen (14, s. 22.). Seuraavissa luvuissa esitetään yksityiskohtaisempia ohjeita eri järjestelmien mallintamiseen. Edellytys

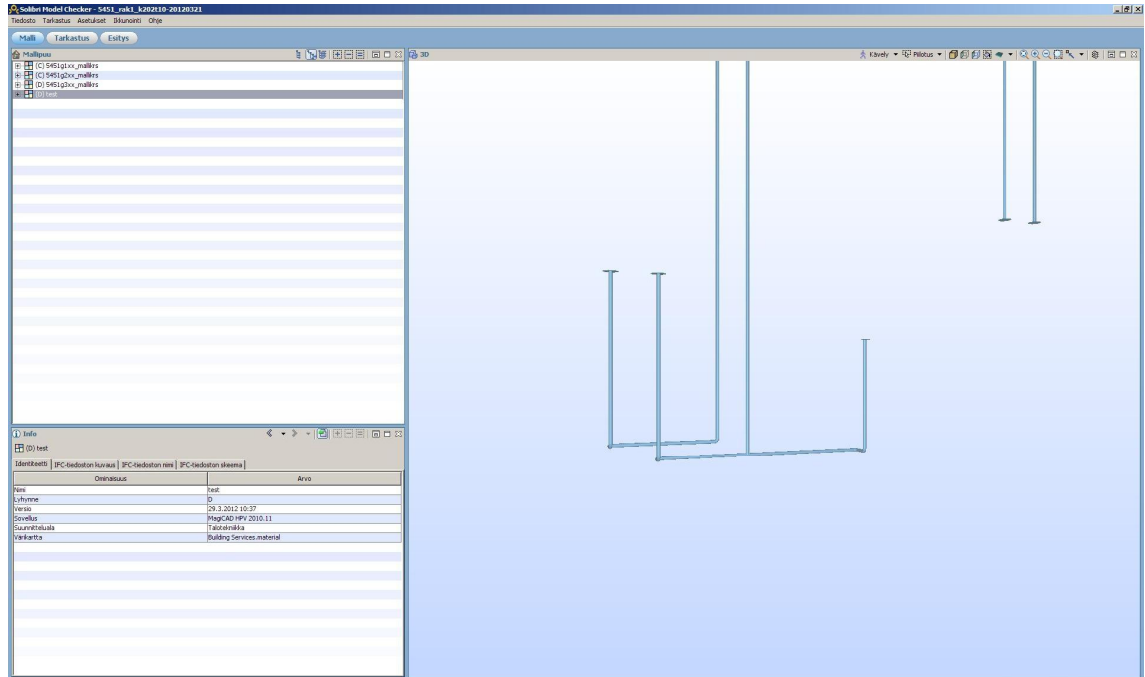
tarkkuustason saavuttamiselle on, että suunnittelijalla on käytössään päivitetty rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin tietomalli mallinnuksen aikana. (14, s. 17.)

5.3.1 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Vesi- ja viemärijärjestelmät on mallinnettava virtausteknisesti toimiviksi, kuten jo aiemmin ohjeistettiin. Vesi- ja viemärijärjestelmien runkoputkistojen on sijaittava yleissuunnitteluvaiheessa tehtyjen 2D-leikkausten (kuva 14) määrittelemässä paikassa. Runkoputkistot on pystyttävä asentamaan yhdistelmämallin tarkastelun perusteella (14, Liite 1). Tämä tarkoittaa, että putkistot on suunniteltava risteilyt huomioon ottaen (muut järjestelmät ja muiden alojen mallit) oikeaan korkeusasemaan. Suurille runkoputkistoille (yli DN40 tai Cu42) on 2D-suunnitelma-kuviin merkittävä absoluuttinen korkeusputken keskilinjaan mittaviivassa. Korkeus ilmaistaan 2D-kuvissa vähintään kerran jokaisessa kerroksessa sekä aina korkeusasteen muuttuessa (14, Liite 1). Korkeusasteen oikea määrittely ja risteilyjen mallintaminen on tärkeää, jotta laskennoista saadaan mahdollisimman tarkkoja. Mallinnus on tehtävä standardiosilla aina, kun siihen on mahdollisuus (14, s. 22). Runkoputkistot on mallinnettava todellisella materiaalilla ja putkikoolta eristeineen. Tämä tarkoittaa, että kupariputki on suunniteltava kupariputkiobjektilla ja muoviputket muoviputkiobjekteilla. Myös eri urakkaan kuuluvat putkistot on mallinnettava omilla objekteillaan, jotta ne pystytään erittelemään määräluettelossa. Näitä ovat esimerkiksi Elpotekin hormielementit (esim. putkisarja Cu_Elpo) sekä mahdollisesti elementteinä tulevat kylpyhuoneet (esim. putkisarja Cu_kph_elementti). Tällä tavoin mallia pystytään hyödyntämään myös kustannuslaskennassa ja putkistoista pystytään tuottamaan laskennoilla tarvittava tietosisältö. KUILUissa ja hormeissa kulkevat putkistot mallinnetaan kUILUun eristeineen. Mallinnusperiaatteet ja putkistojen tietosisältö on sama kuin runkoputkistoilla. Teknisiin tiloihin ja IV-konehuoneisiin tulevat vesiputket mallinnetaan myös samojen ohjeiden perusteella. Putkistojen kannakkeita ei mallinneta (kuva 14), vaan ne esitetään 2D-leikkauksissa. (14, Liite 1)

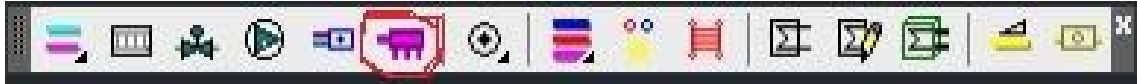
Kytkenäjohto mallinnetaan pääosin samoin periaattein kuin runkoputkistot. Tarkennuksena on, että esimerkiksi näkyvät kytkenäjohto kylpyhuoneessa mallinnetaan todellisiin sijainteihin todellisella materiaalilla, niin kuin ne tullaan asentamaan. Esimerkkinä kylpyhuoneissa ja WC:ssä pintaan asennettavat putket, jotka tulevat kromatulla kuparilla, suunnitellaan nimenomaan kromatulla kuparilla (esim. putkisarja CuCr).

Poikkeuksena runkojohtoihin on, että pienten kytkentäjohtojen (koot DN10-DN25) risteilyt sallitaan ja niitä ei tarvitse mallintaa väistämään toisiaan (14, Liite 1). Näistä esimerkkinä kylpyhuoneessa toisensa risteilevät kylmän ja lämpimän veden kytkentäjohtot (kuva 16).



Kuva 16. Esimerkki sallitusta risteilystä kytkentäjohtoilla.

Käyttövesikalusteet on mallinnettava arkkitehdin piirustusten määrittämään sijaintiin. Kalusteet mallinnetaan kohteeseen tulevien kalusteiden objekteilla (14, Liite 1). Ne mallinnetaan MagiCAD:in tuotekirjaston kalusteilla. Jos kalustetta ei löydy tietokannasta, se on mallinnettava itse MagiCAD:in mallinnustyökalulla (MagiCAD Product Modeler). Ohje mallinnustyökalun käyttöön saadaan MOSS:ista. Kalusteille määritellään tunnukset (esim. numerointi), joiden perusteella niistä esitetään tarkemmat tiedot kalusteluettelossa. Vesijohtojen jakotukit mallinnetaan oikean kokoisina todelliseen sijaintiin MagiCAD:in manifold -työkalulla (kuva 17). Työkalun käytössä kannattaa huomioida, että objektia on hankala siirrellä, jos siihen on liitetty putkia. Sijainti kannattaa miettiä tarkasti ennen kuin putket liitetään objektiin. Lattiakaivot ja vesilukot mallinnetaan arkkitehdin piirustusten mukaiseen paikkaan todellisilla objekteilla ja niille määritetään oikea normivirtaus. (14, Liite 1)

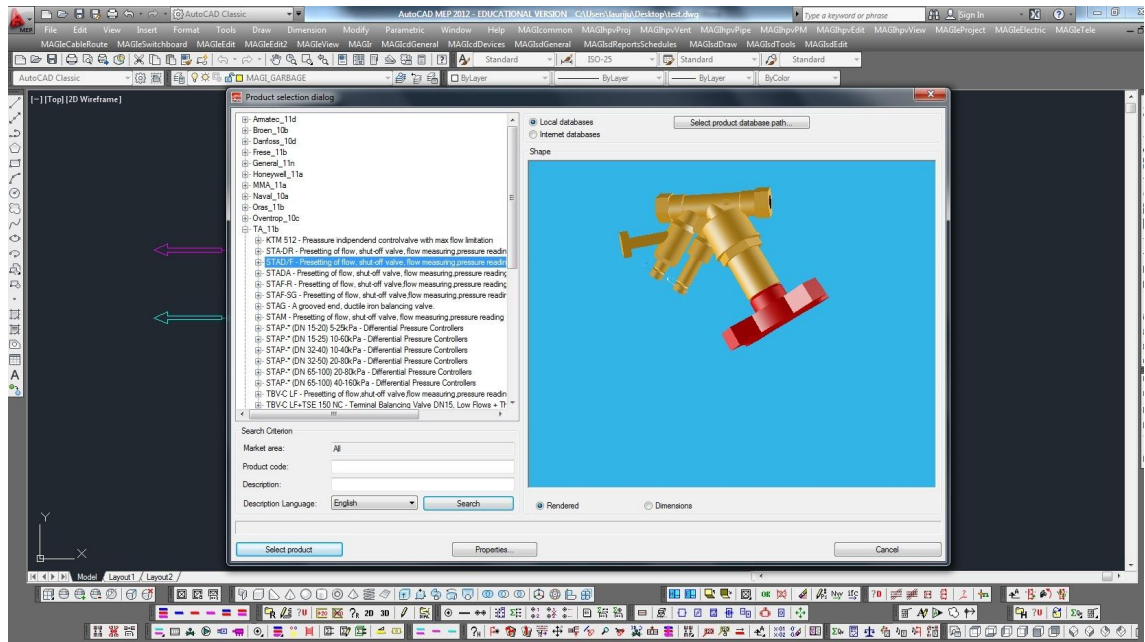


Kuva 17. MagiCAD toolbar, jossa kuudes vasemmalta sijaitseva painike käynnistää jakotukin luonnin.

Pikapalopostit mallinnetaan arkkitehdin piirustusten määrittämään sijaintiin ulkomitoiltaan valitun tuotteen kokoiseksi. Objekti on valittava MagiCAD:in tuotekirjastosta, tai se tulee mallintaa itse MagiCAD:in tuotemallinnustyökalulla (MagiCAD Product Modeler). Ohje mallinnustyökalun käyttöön saadaan MOSS:sta. Pikapalopostit on mallinnettava todellisilla objekteilla, jotta saadaan tuotettua tarvittava tietosisältö. (14, Liite 1)

Putkistojen eristeet on mallinnettava. Helpon tämä onnistuu käyttämällä oikeaa eristysarjaa MagiCAD:illa suunnitellessa. 2D-piirustuksissa ei tarvitse esittää eristeitä. Mallista on oltava luettavissa eristyksen tyyppi ja paksuus. Tietosisällössä on myös mainittava metallisista ja selvästi kustannuksiin vaikuttavista pinnoitteista (14, s. 22-23 ja Liite 1). Eristeet on mallinnettava, jotta mallista saadaan suurin hyöty irti törmäystarkastelussa ja kustannuslaskennassa.

Venttiilit mallinnetaan todelliseen paikkaan todellisilla objekteilla. Venttiilien on vastattava valitun komponentin mukaisia ulkomittoja. Sulku- ja esisäädettävät venttiilit on mallinnettava kohteeseen valituilla todellisilla tuotteilla (14, Liite 1). Moottoriventtiilit ja muut venttiilit mallinnetaan ulkomitoiltaan kohteeseen valitun venttiilin kokoisella venttiiliobjektilla MagiCAD:in tuotekirjastosta (kuva 18). Jos sopivaa venttiiliä ei löydy kirjastosta, on se mallinnettava MagiCAD:in mallinnustyökalulla (MagiCAD Product Modeler). Ohje mallinnustyökalun käyttöön saadaan MOSS:sta. Moottori ja muut venttiilit tulee myös mallintaa ensisijaisesti kohteeseen valituilla todellisilla tuotteilla, jolloin tarvittava tietosisältö saadaan tuotettua laskentaohjelmistoilla ja niitä ei tarvitse määrittää objekteille itse. Poikkeuksena ovat varoventtiilit, joita ei tarvitse esittää mallissa, vaan niistä riittää, että ne on esitetty 2D-suunnitelmissa. (14, Liite 1)



Kuva 18. MagiCAD:in tuotekirjaston säätöventtiili.

Ilmanpoistimet ja putkistosuodattimet on mallinnettava todelliseen paikkaan ulkomitoiltaan todellisen kokoisena objektina. Tietosisällössä on kerrottava objektin DN-koko, sekä tunnus (esim. IP1 tai SU1), jotta tiedetään, mitä objekti esittää (14, Liite 1). Mallinnuksessa käytetään MagiCAD:in tuotekirjastosta löytyviä objekteja, jolloin tarvittava tietosisältö pystytään tuottamaan helpoiten.

Palomansetit mallinnetaan objektilla, josta ilmenee mansetin koko ja tunnus (esim. PM1), jotta objektin tarkoitus selviää (14, Liite 1). Joustavat liittimet esitetään MagiCAD:ista löytyvällä komponentilla.

Paisunta-astiat ja nestetankit mallinnetaan oikean kokoisena todellisiin sijainteihin ensisijaisesti MagiCAD:in tuotekirjastosta löytyvillä objekteilla (14, Liite 1). Jos tarvittavan kokoista astiaa ei löydy, se voidaan mallintaa esimerkiksi AutoCAD:in modeling-työkalulla. Modeling-työkalun käytöstä on erillinen ohje liitteessä 2. Astioiden ja tankkien tietosisällöstä pitää käydä ilmi niiden tilavuus. (14, Liite 1)

Viemärit mallinnetaan korkoasemaltaan, sijoitukseltaan, kooltaan ja materiaaleiltaan todellisena (14, Liite 1). Periaatteet ovat samat kuin vesijohtojen runkoputkistoilla. Kerroksissa kulkevat runkoviemärit ja perusmuurin sisällä kulkevat pohjaviemärit mallinnetaan todellisilla kaadoilla (14, s. 23). Määräysten mukaiset puhdistusluukut ja tarkas-

tusluukut on mallinnettava suunnitelmiin MagiCAD:ista saatavilla objekteilla. Kylpyhuoneita, kerroksien WC-tilaryhmiä ja vastaavia ei tarvitse suunnitella kaadoilla, mutta ne on suunniteltava todellisiin sijainteihinsa. Näidenkin putkiosuuksien kaadot otetaan huomioon törmäystarkastelussa ja reikävaraussuunnittelussa. Myöskään piha-alueella asemapiirustukseen kuuluvia eli perusmuurin ulkopuolella kulkevia viemäriverkostoja ei mallinneta kaadolla, mutta ne tulee mallintaa todellisiin sijainteihinsa. (14,s. 23-24.)

Kattokaivot mallinnetaan todellisilla MagiCAD:in tuotekirjastosta saatavilla objekteilla vesikattokuvan osoittamaan paikkaan. Muut vesikatolle tai julkisivulle tulevat laitteet ja komponentit mallinnetaan mahdollisuuksien mukaan MagiCAD:in tuotekirjastosta löytyvillä objekteilla. Jos tuotteita ei löydy tuotekirjastosta, tulee se mallintaa ulkomitoiltaan valitun laitteen mukaisesti esimerkiksi AutoCAD:in modeling-työkalulla. Tietosisällöksi riittää laitteen tunnus (esim. JS1). Ohjeet työkalun käyttöön on esitetty liitteessä 2. (14, Liite 1)

Perusmuurin sisäpuolella sijaitsevat sade- ja jätevesikaivot, erotuskaivot, pumppaamot, tarkastusputket ja tarkastuskaivot mallinnetaan todellisiin paikkoihin MagiCAD:n tuotekirjastosta löytyvillä objekteilla (14, Liite 1). Jos sopivaa tuotetta ei löydy, ne voidaan mallintaa ulkomitoiltaan parhaan arvion mukaan esimerkiksi AutoCAD:in modeling-työkalulla. Ohjeet työkalun käyttöön on esitelty liitteessä 2. Tietosisällöksi riittää kaivon tunnus (esim. JVPK1). Kaivot esitetään tarkemmin kaivokuvassa. Piha-alueella sijaitsevia vastaavia komponentteja ei mallinneta. Ne piirretään 2D:nä asemapiirustukseen pihasuunnitelman mukaisesti.

Verkostojen tyhjennyksiä, putkistojen liitostapoja, antureita ja anturitaskuja ei mallinneta. Tyhjennykset ja anturit esitetään kaavioissa. Liitostavat esitetään detaljikuivissa. (14, Liite 1) Detaljikuivissa on esitettävä käytettyjen tunnusten määrittelyt.

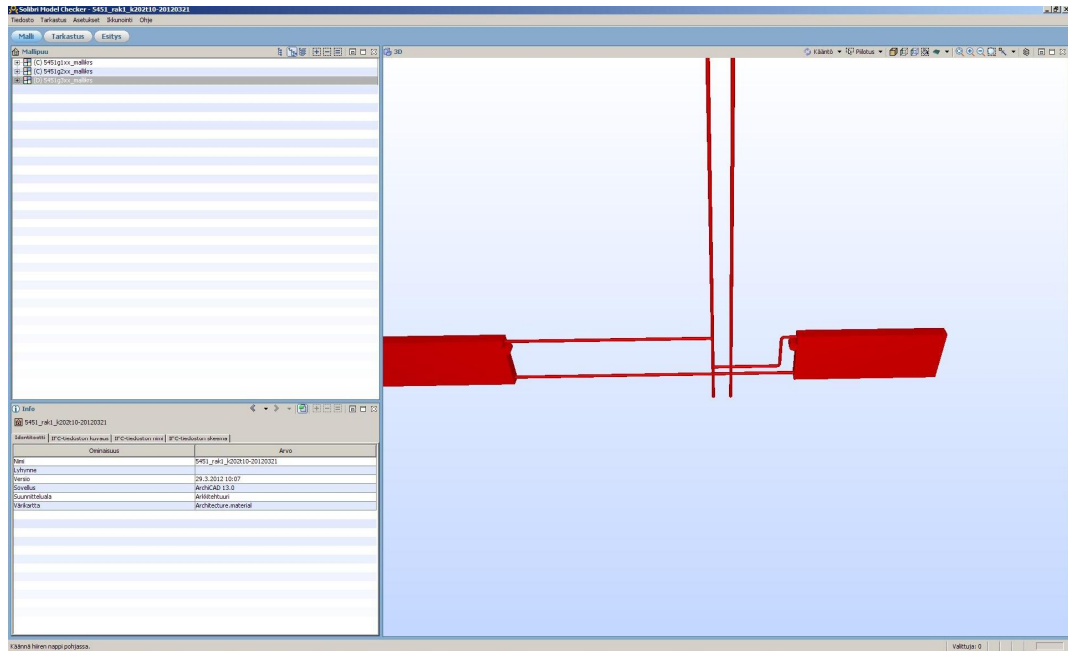
5.3.2 Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät

Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät on mallinnettava virtausteknisesti toimiviksi, kuten jo aiemmin ohjeistettiin. Järjestelmien runkoputkistojen on sijaittava yleissuunnitteluvaiheessa tehtyjen 2D-leikkausten (kuva 14) määrittelemässä paikassa. Runkoputkistot on pystyttävä asentamaan yhdistelmämallin tarkastelun perusteella (14, Liite 1). Tämä

tarkoittaa, että putkistot on suunniteltava risteilyt huomioon ottaen (muut järjestelmät ja muiden alojen mallit) oikeaan korkeusasemaan. Suurille runkoputkistoille (yli DN40 tai Cu42) on 2D-suunnitelmakuviin merkittävä absoluuttinen korkoasema putken keskilinjaan mittaviivassa. Korkoasema ilmaistaan 2D-kuvissa vähintään kerran jokaisessa kerroksessa sekä aina korkoaseman muuttuessa (14, Liite 1). Korkojen oikea määrittely ja risteilyjen mallintaminen on tärkeää, jotta laskennoista saadaan mahdollisimman tarkkoja. Mallinnus on tehtävä standardiosilla aina, kun siihen on mahdollisuus. (14, s. 22.) Runkoputkistot on mallinnettava todellisella materiaalilla ja putkikoolla eristeineen (14, Liite 1). Tämä tarkoittaa, että teräsputki on suunniteltava teräsputkiobjektilla ja muoviputket muoviputkiobjekteilla. Myös eri urakkaan kuuluvat putkistot on mallinnettava omilla objekteillaan, että ne saadaan eroteltua määräluetteloissa. Näitä ovat esimerkiksi Elpotekin hormielementit (esim. putkisarja Cu_Elpo). Tällä tavoin mallia pystytään hyödyntämään myös kustannuslaskennassa ja putkistoista pystytään tuottamaan laskennoilla vaadittu tietosisältö. Kuiluissa ja hormeissa kulkevat putkistot mallinnetaan kuiluun eristeineen. Mallinnusperiaatteet ja putkistojen tietosisältö ovat samat kuin runkoputkistoilla. Putkistojen kannakkeita ei mallinneta (kuva 14), ne esitetään 2D-leikkauksissa. (14, Liite 1)

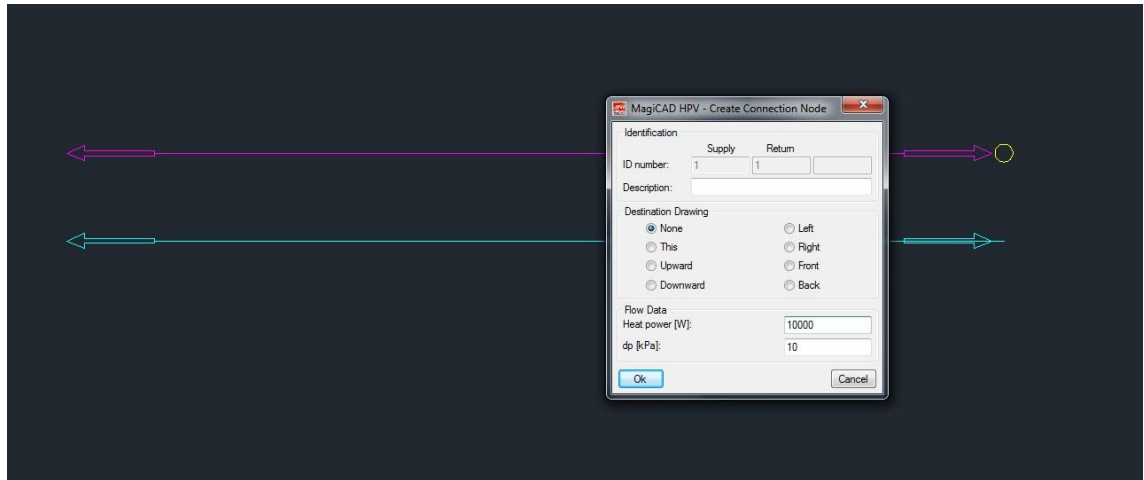
KytKentäjohdot mallinnetaan pääosin samoin periaattein kuin runkoputkistot. Poikkeuksena on, että pienten kytKentäjohtojen (DN10-DN25) putkistojen risteilyt sallitaan (kuva 19) ja niitä ei tarvitse mallintaa väistämään toisiaan (14, Liite 1). Näitä ovat esimerkiksi radiaattoreiden kytKentäjohdot.

Radiaattorit ja konvektorit mallinnetaan kohteeseen, huoneistojen lämmitystarpeen mukaan valituilla, MagiCAD:in tuotekirjastosta löytyvillä objekteilla venttiileineen (14, Liite 1). Kun ne mallinnetaan oikeilla objekteilla (esim. Purmon radiaattorit Purmon tuoteobjekteilla), niistä saadaan tuotettua tarvittava tietosisältö malliin. Radiaattorit ja konvektorit tulee mallintaa oikeisiin sijainteihinsa.



Kuva 19. Pattereiden kytkentäjohtojen sallittu risteily.

Lattialämmityspiirien putkistoja ei mallinneta täydellisesti lattiaan. Mallissa on kuitenkin esitettävä tarvittavat tiedot lattialämmityspotkistosta (14, s. 23). Lattialämmitykselle määritetään piirien määrä jakotukkia kohden ja piirien palvelualueet mallinnetaan lattiaan putkipiirroilla (niin sanottuna tyhjänä omaan järjestelmäänsä). Piirien tehontarve määritetään huoneistojen lämmitystarpeen mukaan. Piirien palvelualueet ja tehontarpeet ilmoitetaan lattialämmitystoimittajalle, joka mitoittaa piirien putkistojen koot ja asennusvälit sekä antaa niille säätöarvot suunnitelmien tarkentuessa. Piirien palvelualueet ja tehontarpeet toimitetaan 2D-suunnitelmina lattialämmitystoimittajalle. Piireistä on saatava tarvittava tietosisältö runkoputkistojen mitoittamista ja tasapainotusta varten. Tämä saadaan tuomalla lattialämmityksen jakotukeille putket ja lisäämällä putken päähän other pipe device (kuva 20), johon määritetään jakotukin piirien tehon tarve ja painehäviö. Jakotukit on määritettävä todellisille sijainneilleen todellisen kokoisina MagicAD:in manifold -työkalulla (kuva 17).



Kuva 20. Other pipe devicen avulla pystytään lisäämään putken päähän tietoa.

Putkistojen eristeet mallinnetaan samoin periaattein kuin vesijärjestelmissä. Nämä periaatteet on esitetty tässä mallinnusohjeessa vesijärjestelmien yhteydessä

Lämmitysjärjestelmien venttiilit mallinnetaan samoin periaattein kuin vesijärjestelmissä. Nämä periaatteet on esitetty tässä mallinnusohjeessa vesijärjestelmien yhteydessä.

Kiertoilmakoneet on mallinnettava valitun laitteen ulkomittojen mukaan oikeaan sijaan. Kone valitaan ensisijaisesti suoraan MagiCAD:in tuotetietokannasta (14, Liite 1). Jos tarvittavaa objektia ei löydy tietokannasta, sen tilanvaraus suunnitellaan esimerkiksi AutoCAD:in modeling-työkalulla. Modeling-työkalun käytöstä on tarkempi ohje liitteessä 2. Mallinnettuun objektiin on lisättävä tunnus, josta selviää, mitä objektilla tarkoitetaan. Mallinnetulle objektille viedään putket ja lisätään other pipe device putken päähän (kuva 20), johon määritellään laitteen teho ja painehäviö. IV-kanavistopattereista malliin täytyy saada tuotettua tehontarve, tilavuusvirta ja painehäviö. Nämä voidaan mallintaa samoin periaattein kuin kiertoilmakoneet. (14, Liite 1)

Lämmönjakokeskukset mallinnetaan ulkomitoiltaan valitun komponentin kokoiseksi (14, Liite 1). Mallinnus tehdään MagiCAD:in substation-työkalulla (kuva 21), jolloin saadaan tuotettua tarpeellinen tietosisältö. Substation-työkalun käytöstä on ohje MOSS:issa. Keskuksen laitteet ja putkistot esitetään lämmityksen kytkentäkaavioissa. Lämmönjakohuoneen putkistot mallinnetaan samoilla periaatteilla kuin runkoputkistot. (14, Liite 1)



Kuva 21. MagiCAD toolbar, jossa viides oikealta sijaitseva painike käynnistää substation määrittelyn.

Vedenjäähdytyskoneet mallinnetaan ulkomitoiltaan valitun laitteen komponentin kokoiseksi (14, Liite 1). Mallinnus tehdään MagiCAD:in substation-työkalulla (kuva 21), jolloin saadaan tuotettua tarpeellinen tietosisältö. Substation-työkalun käytöstä on ohje MOSS:issa. VJK-huoneen putkistot mallinnetaan samoilla periaatteilla kuin normaalit runkoputkistot. Pumppuille mallinnetaan viitteellinen sijoituspaikka AutoCAD:in modeling-työkalulla ja objektin tietosisällöksi riittää tarpeen mukainen tunnus. Modeling-työkalun ohje on liitteessä 2. Sekoitusryhmät ja komponentit esitetään tarkemmin erillisissä kaavioissa. (14, Liite 1)

IV-konehuoneessa sijaitsevat runko- ja kytkentäputkistot mallinnetaan samoin periaattein kuin normaalit runkoputkistot ja kytkentäjohdot. Ne on pystyttävä asentamaan yhdistelmämallitarkastelun perusteella. IV-koneiden pumppujen ja sekoitusryhmien tilanvaraukset mallinnetaan AutoCAD:in modeling-työkalulla tehdyllä niin sanotulla laatikko-objektilla arvioituun sijaintiin. Objektille annetaan tunnus, josta selviää käyttötarkoitus. Pumppujen ja sekoitusryhmien tekninen sisältö esitellään kaavioissa (14, Liite 1). Modeling-työkalun ohje on liitteessä 2. IV-koneiden lämmönsiirtimet mallinnetaan oikeaan sijaintiin MagiCAD:in tuotekirjastosta löytyvällä objektilla. Tieto objekteille tuodaan other pipe device -työkalulla (kuva 20), jolloin siirtimelle määritetään teho ja painehäviö. Myös kaikki muut erilliset lämmönsiirtimet mallinnetaan samoin periaattein.

Lämmitykseen ja jäähdytykseen liittyvien muiden teknisten tilojen putkistot mallinnetaan kuten normaalit runkoputkistot. Sekoitusryhmät ja komponentit mallinnetaan AutoCAD:in modeling-työkalulla tehdyllä laatikko-objektilla arvioituun sijaintiin. Objektille annetaan tunnus, josta selviää käyttötarkoitus. Pumppujen ja sekoitusryhmien tekninen sisältö esitellään kaavioissa (14, Liite 1). Modeling-työkalun ohje on liitteessä 2. Tekninen sisältö esitellään kaaviossa. Näitä voivat olla esimerkiksi lattialämmityksen shunttauspumppuryhmät. Shunttiryhmillä ja vastaaville tarvittava tietosisältö tuodaan other pipe device -työkalulla (kuva 20).

Ilmanpoistimet ja putkistosuodattimet mallinnetaan samoin periaattein kuin vesijärjestelmissä. Nämä periaatteet on esitetty tässä mallinnusohjeessa vesijärjestelmien yhteydessä.

Palomansetit ja joustavat liittimet mallinnetaan samoilla periaatteilla kuin vesijärjestelmissä. Nämä periaatteet on esitetty tässä mallinnusohjeessa vesijärjestelmien yhteydessä.

Paisunta-astiat ja nestetankit mallinnetaan samoilla periaatteilla kuin vesijärjestelmissä. Nämä periaatteet on esitetty tässä mallinnusohjeessa vesijärjestelmien yhteydessä.

Verkostojen tyhjennyksiä, putkistojen liitostapoja, antureita ja anturitaskuja ei mallinneta. Joustavia liittimiä ei tarvitse esittää mallissa, vaan riittää, että ne on esitetty 2D-piirustuksissa. Tyhjennykset ja anturit esitetään kaavioissa ja liitostavat detaljikuivissa. (14, Liite 1) Detaljikuivissa on esitettävä käytettyjen tunnusten määrittelyt.

5.3.3 Ilmastointijärjestelmät

Ilmastointijärjestelmät mallinnetaan virtausteknisesti toimiviksi, kuten jo aiemmin ohjeistettiin. Jokainen ilmastointikone ja -puhallin verkostoineen on mallinnettava omiksi osajärjestelmikseen. Runkokanavat mallinnetaan 2D-leikkausten (kuva 14) mukaisiin paikkoihin, ja ne on pystyttävä asentamaan yhdistelmämallitarkastelun perusteella. 2D-suunnitelmauviin on merkittävä kanavien absoluuttinen korkoasema kanavan keskilinjaan mittaviivassa (14, Liite 1). Korkoasema ilmaistaan 2D-kuvissa vähintään kerran jokaisessa kerroksessa sekä aina korkoaseman muuttuessa. Korkojen oikea määrittely ja risteilyjen mallintaminen on tärkeää, jotta laskennoista saadaan mahdollisimman tarkkoja. Mallinnus on tehtävä standardiosilla aina, kun siihen on mahdollisuus (14, s. 22). Runkokanavat on suunniteltava todellisella materiaalilla ja kanavakoolla eristeineen. Myös eri urakkaan kuuluvat kanavat on mallinnettava omilla objekteillaan. Näitä ovat esimerkiksi Elpon hormielementit (esim. pyöreätkanavat_Elpo). Tällä tavoin mallia pystytään hyödyntämään myös kustannuslaskennassa ja kanavista pystytään tuottamaan laskennoilla tarvittava tietosisältö. Kuiluissa ja hormeissa kulkevat kanavat mallinnetaan kuiluun eristeineen. Mallinnusperiaatteet ja kanavien tietosisältö ovat samat kuin runkokanavilla. Kytöntäkanavat mallinnetaan samoin periaattein kuin runkokana-

vat, mutta niiden absoluuttista korkoasemaa ei tarvitse esittää 2D-kuvissa. Kanavien kannakkeita ei mallinneta (kuva 14), ne esitetään 2D-leikkauksissa. (14, Liite 1)

Kanavien eristeet on mallinnettava. Eristeiden tulee näkyä myös 2D-kuvissa. Helpoiten tämä onnistuu käyttämällä oikeaa eristyssarjaa suunniteltaessa MagiCAD:illa. Mallista on oltava luettavissa eristyksen tyyppi ja paksuus. Tietosisällössä on myös mainittava metallisista ja selvästi kustannuksiin vaikuttavista pinnoitteista (14, Liite 1). Eristeet on mallinnettava, jotta mallista saadaan suurin hyöty irti törmäystarkastelussa ja kustannuslaskennassa.

Suunnittelija mitoittaa koteloidut IV-koneet laitevalmistajan ohjelmistolla ja käyttää ohjelmiston tuottamaa koneobjektia (14, Liite 1). Valmistajan koneobjektit eivät aina sisällä tietoa ja ne eivät käänny IFC-tiedostoon. Tässä tapauksessa objektiin on lisättävä tietoa MagiCAD data for AutoCAD object -työkalulla (kuva 22). Jos koneobjektia ei ole saatavilla, koneen tarvitsema tila täytyy mallintaa AutoCAD:in modeling-työkalulla. Työkalun ohje on liitteessä 2. Kone merkitään tunnuksella (esim. TK/PK1) (14, Liite 1). Huoneistokohtaiset IV-koneet mallinnetaan laitevalmistajan ohjelmistolla tai MagiCAD:n distribution box -työkalulla (kuva 23). Laitevalmistajan ohjelmistoista esimerkkinä MagiCAD:in Vallox-plug in sovellus, jolla pystyy lisäämään malliin Valloxin ilmanvaihtotuotteita. Valmistajien sovellukset ovat ladattavissa MagiCAD:in internetsivuilta.



Kuva 22. MagiCAD toolbar, jossa ensimmäinen oikealta sijaitseva painike käynnistää MagiCAD data for AutoCAD object -toiminnon.

Huippumurit ja ulospuhallushajottajat mallinnetaan julkisivukuvan ja vesikattokuvan mukaiseen sijaintiin. Oikeankokoiset tuotteet valitaan MagiCAD:in tuotekirjastosta. Ulkosäleiköt mallinnetaan julkisivukuvan määrittämään sijaintiin MagiCAD:in tuotekirjastosta oikeankokoisella tuotteella. (14, Liite 1)



Kuva 23 MagiCAD toolbar, jossa kolmas oikealta sijaitseva painike käynnistää distribution box määrittelyn.

Kanavapuhaltimet mallinnetaan oikeaan sijaintiin MagiCAD:in tuotekirjastosta saatavilla oikeankokoisilla tuoteobjekteilla.

Päätelaitteet on mallinnettava alakattokuvan mukaan oikeaan sijaintiin (14, Liite 1). Päätelaite mallinnetaan kohteeseen valitun laitteen objektilla, jos se on saatavilla MagiCAD:in tuotekirjastosta. Muuten tuote mallinnetaan MagiCAD:in mallinnustyökalulla (MagiCAD Product Modeller). Päätelaitteelle on määriteltävä koko ja ilmavirta. Siirtoilmasäleiköt, säätöpellit, palopellit, kanavapuhaltimet ja äänenvaimentimet on mallinnettava MagiCAD:in tuotekirjastosta löytyvillä objekteilla oikeaan sijaintiin. Puhdistusluukut mallinnetaan oikeille paikoille MagiCAD:ista löytyvillä objekteilla.

Ilma- ja vakiovirtasäätimet ja moottoroidut palopellit mallinnetaan tuotekirjastosta löytyvillä oikeilla tuotteilla oikeaan sijaintiin. Niille on määritettävä yksilöllinen tunnus, josta käy ilmi järjestelmä, säädin/palopelti, sijainti ja numero (esimerkiksi 201IMS100.1). Yksilöllinen tunnus on määritettävä näille tuotteille, koska rakennusautomaatiojärjestelmä kerää niistä tietoa ja kohdistaa niille ohjauksia. (14, s. 11 ja Liite 1)

IV-kanavistopatterit mallinnetaan valitun komponentin ulkomittojen ja vaaditun otsapintanopeuden mukaan MagiCAD:in tuotekirjastosta löytyvällä objektilla todelliseen sijaintiin. Myös ilmanlaatuun vaikuttavat kanavakomponentit, kuten suodattimet ja kostuttimet, mallinnetaan samoin periaattein. (14, Liite 1)

Antureita, kanavistojen liitostapoja ja joustavia liittimiä ei mallinneta. Anturit esitetään rakennusautomaatiokaavioissa. Liitostavat esitetään detaljikuvissa ja joustavat liittimet 2D-piirustuksissa (14, Liite 1). Detaljikuvissa on esitettävä käytettyjen tunnusten määrittelyt.

5.3.4 Sähkö

Muuntajat, kytkinlaitokset, kojeistot, keskuskeskukset, kompensointiparistot, akustot, ristikytkentätelineet ja tele- ja turvajärjestelmien keskuslaitteet mallinnetaan, joko parhailla suunnittelijan arvioimilla mitoilla tai laitteiston oikeilla mitoilla oikeaan sijaintiinsa. (14, Liite 1) Jos tuotetta ei ole saatavilla 3D-objektina, suunnittelija mallintaa tuotteen ulkomittojen mukaan esimerkiksi AutoCAD:in modeling-työkalulla ja lisää tarvittavan tuo-

tesisällön tietomallia varten. Modeling-työkalun ohje on liitteessä 2. Tarvittava tuotesisältö on laitteiston tunnus, josta selviää, mitä laitteistoa objektilla tarkoitetaan (esim. JK1). (14, Liite 1)

Kaapelihyllyt, virtakiskosto, ripustuskiskot, johtokourut ja lattiakanavat ja -rasiat on mallinnettava todellisen kokoisilla objekteilla todelliseen sijaintiinsa. Ensisijaisesti käytetään MagiCAD:in tarjoamaa tuotekirjastoa. Tarvittava tietosisältö virtakiskostoilla, johtokouruilla ja lattiakanavilla on koko (14, Liite 1). Kaapelihyllyistä ja ripustuskiskoista on koon lisäksi kerrottava tyyppi ja 2D-suunnitelmissa on esitettävä niiden absoluuttinen korkoasema mittaviivassa. Kannakkeita ei mallinneta. Ne esitetään 2D-leikkauksissa. (kuva 14) Pystynousut esitetään samalla tavoin kuin virtakiskostot. (14, Liite 1)

Valaisimet mallinnetaan kohteeseen valituilla MagiCAD:in tuotekirjastosta löytyvillä objekteilla. Valaisimet mallinnetaan oikeille paikoilleen. Jos oikeaa tuotetta ei löydy tuotekirjastosta käytetään toista samankokoista ja -näköistä objektia tai mallinnetaan oikean kokoinen objekti itse (esim. AutoCAD:in modeling-työkalu). Tarvittava tietosisältö on laitteen positio. (14, Liite 1)

Kytkimet, pistorasiat, turvakytkimet, kamerat, merkinantokojeet, muut telejärjestelmien anturit ja käyttölaitteet ja muut turvajärjestelmien anturit ja käyttölaitteet mallinnetaan vain erikseen sovituille mallialueille (14, Liite 1). Mallinnuksen laajuutta voidaan lisätä, mutta siitä pitää mainita erikseen suunnittelusopimuksessa. Mallialueille laitteet mallinnetaan oikeaan sijaintiinsa oikeilla objekteilla. Tietosisällöksi tarvitaan laitteen tyyppi (esim. 6-kytkin) (14, Liite 1). Liike- ja läsnäolotunnistimet mallinnetaan samoin periaattein, mutta tietosisällöksi tarvitaan vain laitteen tunnus (esim. PIR). Palonilmaisimet, palopainikkeet ja telepistorasiat mallinnetaan myös samoin periaattein. Tietosisällöksi vaaditaan kuitenkin laitteen tyyppin lisäksi myös laitteen osoite. (14, Liite 1)

Kaiuttimet mallinnetaan oikeilla objekteilla oikeaan sijaintiinsa. Tietosisällöksi tarvitaan laitteentyyppi. Sähköurakan ulkopuoliset laitteet (esim. oviohjauskeskukset) mallinnetaan samoin periaattein. (14, Liite 1)

Nousujohtoja ja telerunkujohtoja ei mallinneta vaan ne esitetään kaavioissa. Jako- ja kytkentärasioita ja sähköpisteiden kaapelointia ei mallinneta. Riittää, että nämä esite-

tään 2D-kuvissa. Telepisteiden- ja turvajärjestelmien kaapelointi esitetään samoin periaattein. Niiden tähtimäiset verkot on esitettävä myös kaaviossa. Käyttäjän aktiivilaitteita ei mallinneta eikä esitetä 2D-piirustuksissa. Ne on kuitenkin otettava huomioon liitynnöissä. (14, Liite 1)

5.4 Tarkastusmenettely

Kaikkien järjestelmien suunnittelu on tehtävä hyviä suunnittelutapoja noudattaen. Suunnitelmat on tehtävä alusta alkaen järjestelmien risteilyt ja korkeuserot huomioon ottaen. Suunnittelija voi tehdä järjestelmien välisiä oma tarkastuksia MagiCAD:illa, Solibri Model Checkerillä tai Tekla Bimsightilla missä vaiheessa suunnittelua tahansa saadakseen parhaan lopputuloksen (14, s. 32-36). Jokaisen tarkastuksen yhteydessä on hyvä käyttää tietomallien tarkastusraporttia. Raportin mallipohja on Liitteessä 1. Suunnittelijan tulee tarkastaa suunnitelmat myös perinteisiä menetelmiä käyttäen. Tästä esimerkkinä tarkastuslista, joka saadaan MOSS:ista. Erityisesti tarkastuksia tehdessä on tärkeää, että käytössä on kaikkien alojen uusimmat ja päivitettyt tietomallit.



Kuva 24. MagiCAD toolbar, jossa ensimmäinen oikealta sijaitseva painike käynnistää IFC-export-toiminnon.

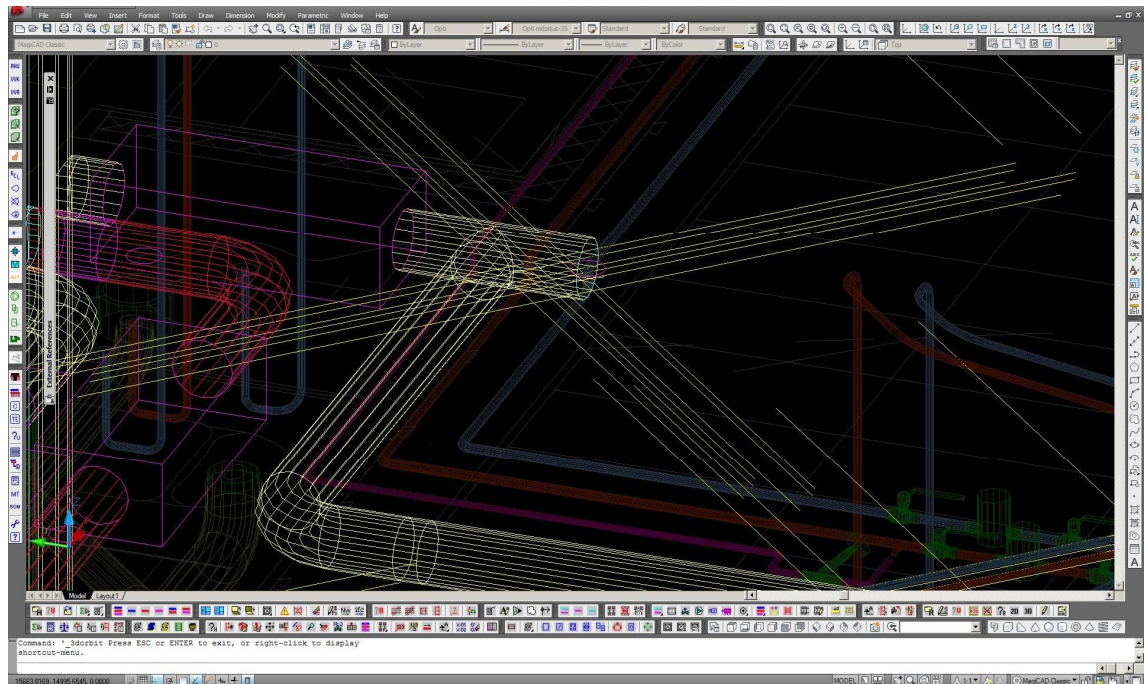
Ensimmäinen askel tietomallin tarkastusmenettelyssä tehdään jo projektia määrittäessä, kun kohteelle määritetään kohdistuspiste. Kohdistuspisteen avulla kohdistamisesta on erillinen ohje MOSS:ista. Ensimmäinen taloteknisten järjestelmien ristiinvertailu tehdään viimeistään mallikerrosten tai alueiden valmistuttua (14, s. 32-36). Ristiinvertailu tehdään visuaalisena esimerkiksi MagiCAD:illa, Solibri Model Checkerillä tai Tekla Bimsight:illa. Ohjelmistoilla voidaan myös tehdä automaattinen törmäystarkastelu järjestelmien kesken. Automaattisten tarkastusten avulla täydennetään visuaalista tarkastusta ja sen avulla tarkastuksesta saadaan kattavampi. Järjestelmien visuaalinen ja automaattinen ristiinvertailu Solibrilla tai Teklalla onnistuu lisäämällä kaikkien järjestelmien IFC-mallit ohjelmaan. Järjestelmät on muutettava IFC:ksi MagiCAD:in IFC-export-työkalulla (kuva 25). IFC käännön tarkempi ohje on MOSS:issa. Jos järjestelmien kohdistus on suoritettu oikein, ne tulevat automaattisesti oikeille paikoilleen. Automaatti-

sessä törmäystarkastelussa ohjelmistoilla tehdään vielä erillinen tarkastus tarkastustyökalulla, joka ilmoittaa järjestelmien törmäyksistä. MagiCAD:issa automaattinen tarkastus tehdään collision control -työkalua käyttäen. Pohjalle tuodaan ensin referenssinä kaikki vertailtavat järjestelmät, jonka jälkeen ajetaan toiminto (kuva 26). Toiminnolle määritetään toleranssit ja objektit mitä vertaillaan. Ohjelman määrittäessä pitää myös huomioida, että vertailu tehdään nimenomaan myös referensseinä olevista kuvista.



Kuva 25. MagiCAD toolbar, jossa ensimmäinen oikealta sijaitseva painike käynnistää collision control -toiminnon.

Järjestelmien välisen vertailun jälkeen mallialueet tai kerrokset vertaillaan vielä visuaalisesti arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan vastaavien mallien kanssa (14, s. 32-36). Yhdistelmämallin vertailun pitäisi sujua ongelmitta, jos mallien kohdistus on tehty oikein projektin alussa. Kaikki mallit yhdistetään esimerkiksi Solibri Model Checkerillä tai Tekla Bimsightilla, jonka jälkeen ohjelmalla tehdään visuaalinen tarkastelu. Tarkoitus on varmistaa, että kaikki tekniikka sopii niille varattuihin tiloihin (esimerkiksi, että alakatot ja kotelot ovat oikeilla paikoillaan). Tässä vaiheessa kannattaa myös suorittaa automaattinen tarkastelu arkkitehdin ja rakenteenmallin sekä taloteknisten järjestelmien kesken Solibrilla tai Bimsightilla. Perusteellisen tarkastuksen jälkeen mallialue tai kerros voidaan monistaa.



Kuva 26. Collision control -toiminto merkitsee törmäykset ruksella.

Suunnitelmien valmistuttua kaikille mallikerroksesta tai alueesta poikkeaville rakennuksen osille tehdään aiemmin kuvattu ristiinvertailu. Nämä alueet täytyy myös tarkastaa arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan mallin kanssa (14, s. 32-36). Tarkempi ja yksityiskohtaisempi ohje tietomallien tarkastuksesta löytyy MOSS:sta.



Kuva 27. MagiCAD toolbar, jossa näkyvät provision for voids -toiminnot.

Jos suunnittelusopimuksessa on sovittu myös reikävarausten tekemisestä tietomalliin, ne tehdään MagiCAD:n provision for voids -työkalulla. Tarkempi ohjeistus reikätyökalun käyttöön on MOSS:issa. Reikävaraukset on mahdollista tehdä myös perinteisin menetelmin, mutta tällöin niistä ei saada täyttä hyötyä mallissa (14, s. 36-39). Jos reikävaraukset tehdään, kuten ohjeistettu, niiden avulla voidaan tehdä reiät rakennemalliin helposti. Kun rakennemalliin saadaan myös reikävaraukset, on mahdollista hyödyntää esimerkiksi Solibri Model Checkerin törmäystarkastelu työkalua reikiä tarkastamiseen visuaalisen tarkastelun lisäksi. Törmäystarkastelu työkalulla pystytään tarkastamaan taloteknisten järjestelmien törmäilyt rakenteisiin. Törmäystarkastelutyökalun käyttäminen on ohje MOSS:issa.

Tarkastetuista ja oikein suunnitelluista malleista tehdään koko rakennuksen yhdistelmämalli. Yhdistelmämallista määrättyllä tavalla tuotettuja määräluetteloja voidaan tehokkaasti hyödyntää kustannuslaskennassa. Ohje määräluetteloiden oikeaoppisesta tekemisestä saadaan MOSS:ista. Määräluetteloiden tekemisestä sovitaan aina erikseen suunnittelusopimuksessa. (14, s. 39.)

5.5 Loppuvaiheen tietomallit

Urakka- ja tuotantovaiheessa talotekniikkasuunnittelijan tehtäviin kuuluu pääasiassa mallien täydentäminen ja korjaaminen rakentamisen aikana tulevilla muutoksilla. Näin mallista saadaan lopputuotoksena rakennuksen valmistuttua toteumamalli. Toteumamalli on rakennus digitaalisessa muodossa, jolloin sitä pystytään mahdollisesti hyödyntämään vielä rakennuksen valmistumisen jälkeenkin (14, s. 40). Toteumamallin teosta täytyy myös sopia erikseen suunnittelusopimuksessa. Muutosten hallinnan ongelma on, että sille ei ole käytettävissä selkeää toimintatapaa. Muutoksia tehtäessä on otettava huomioon, että IFC-muunnos on aina tehtävä uudelleen, jokaisen muutoksen jälkeen. Ainoastaan näin muutokset saadaan näkyviin rakennuksen tietomallissa. Muunnoksen tekeminen on aikaavievää, jolloin pienen muutoksen tekemiseen kuluu enemmän aikaa kuin normaalisti.

6 Ohjelmistojen haasteet ja mahdollisuudet

Ohjelmistojen toimivuus ja yhteensopivuus tietomallinnussuunnitteluun on huomattavasti parantunut viime vuosina. Ongelmattomia ne eivät ole, ja suurimmat ongelmat syntyvät eri suunnittelualojen ohjelmistojen yhteensopivuudesta muiden alojen ohjelmistoihin nähden. Tarjolla on niin paljon erilaisia ohjelmistoja, että yhteensopivuus ongelmat eivät ole yllätys. IFC:n käyttö on parantunut tilannetta, mutta toimivuus ei vielä ole aukotonta.

MagiCAD:issa joitakin ongelmia on saatu korjattua. Näitä on esimerkiksi Teklan 3D-dwg mallin tunnistettavuus, joka mahdollistaa rakenteiden hyödyntämisen MagiCAD:in muissa sovelluksissa. Esimerkiksi MagiCAD:in reikätyökalu hyödyntää rakenteen 3D-dwg:tä reikäobjektien tekemiseen. MagiCAD:issa on silti vielä korjaamattomia ongelmia. Yksi on viemärien piirtäminen. Varsinkin tietomallinnuksessa, kun osa viemäreistä

on piirrettävä kaadolla, standardiosilla piirtäminen osoittautuu lähes mahdottomaksi. MagiCAD:illa viemärien liittäminen runkokanavaan on työlästä puhumattakaan jo piirrettyjen viemärien siirtämisestä. Viemärit on tässä tapauksessa käytännössä aina piirrettävä uudelleen. Vesi- ja viemäriputkien siirtely, kääntely ja kopiointi ovat osoittautuneet hankaliksi viemäreiden takia. Tämä johtaa siihen, että muiden järjestelmien suunnittelu on huomattavasti vähemmän aikaa vievää. MagiCAD:issa on joitakin tietomallisuunnittelua helpottavia ominaisuuksia, esimerkiksi crossing -työkalu, jolla pystytään helposti määrittämään kanaviston tai putkiston korkomuutoksia. Työkalu toimii kuitenkin ainoastaan tehdessä risteilyitä samaan järjestelmään, koska se ei lue referensseinä olevia tiedostoja. Toisena esimerkkinä on 3D-rotate-työkalu. Sen avulla MagiCAD:in objekteja pystytään helposti kääntelemään.

Myös MagiCAD:in saatava Uponorin lattialämmitystyökalun toiminta ei ole moitteetonta. Työkalulla on mahdollista piirtää lattialämmityspotkistot rakennukseen todellisena, mutta ohjelmiston käyttönopeus on todella hidas, kun MagiCAD toimii suoraan verkkoasemalta. Työskentelynopeus on niin hidasta, että lattialämmityspiirit on tehokkaampaa piirtää normaalein menetelmin. Tässä tulevat vastaan tekniikan rajoitukset, joiden takia ohjelmistoilla ei kannata työskennellä. MagiCAD:ista puuttuu muutenkin toimiva työkalu lattialämmitysjärjestelmien suunnittelemiseen. Järjestelmät on mahdollista mallintaa samoin periaattein, kuten luvussa 5.3.2 kerrottiin, mutta tietosisällön tuottaminen malliin tällä tavoin on vajavaista. Tästä esimerkkinä, että piirien tehontarpeiden tuonti malliin on hankalaa.

MagiRoom-sovelluksessa yhteensopivuusongelmat tulevat esiin. Siihen ei pystytä tuomaan mitään muuta tietoa kuin tilatiedot arkkitehdin IFC-mallista. Jos Magiroomiin saataisiin tuotua myös rakenteita IFC-mallista, se mahdollistaisi niiden hyödyntämisen niin lämpöhäviölaskelmissa kuin reikävarauksissa, joka vähentäisi huomattavasti työmäärää. Nyt MagiRoomiin on mallinnettava rakenteet itse, jos niitä halutaan hyödyntää reikävarauksissa tai törmäystarkastelussa. Tosin Roomilla tehtyä mallia on mahdollista hyödyntää myös muissa analyyseissa, mutta rakennuksesta on mahdollista tehdä malli monella muullakin ohjelmistolla. Jos Roomin mallista ei ole hyötyä muussa kuin lämpöhäviölaskelmissa, herää kysymys, onko sitä järkevää käyttää siihenkään. Lämpöhäviölaskelmat on kuitenkin mahdollista tehdä myös muilla, ehkä jopa Roomia paremmilla, ohjelmilla.

MagiCAD:ssa on myös joitakin ominaisuuksia, joita ei niiden tarpeettomuuden ja suuren työmäärän vuoksi hyödynnetä. Esimerkiksi lämmönjakokeskussovellusta, jolla pystytään suunnittelemaan lämmönjakokeskus todellisena tietosisältöä sisältävänä objektina, ei ole vielä hyödynnetty. Toinen on MagiCAD:in reikätyökalusovellus, joka otetaan vasta nyt käyttöön, kun ohjelmistot antavat siihen mahdollisuuden. MagiCAD:issa on myös paljon muita ns. valmistajien lisäosia, joita ei käytetä yleisesti. Ne antavat ohjelmaan lisää tietosisältöä, mutta käyttäminen on kuitenkin harkinnanvaraista. Näitä ovat esimerkiksi Purmon lisäosa, jolla pystyy valitsemaan ja mitoittamaan Purmon tuotteita suunnitelmiin, sekä jo aikaisemmin mainittu Uponorin sovellus.

Ohjelmistoilla on siis vielä paljonkin haasteita, joiden ratkaiseminen on vielä kesken. Siitäkään ei ole täyttä varmuutta, onko IFC kaikkeinärkevin tapa siirtää tietoa. On hyvinkin mahdollista, että kymmenen vuoden kuluessa IFC:n on korvannut joku toinen parempi vaihtoehto. Mikäli ohjelmistot saadaan toimimaan toistensa kanssa, tietomallinnuksen tarjoamat mahdollisuudet ovat lähes rajattomat.

7 Johtopäätöksiä

Tietomallipohjainen suunnittelu on arkipäivää ja sillä saavutettavat hyödyt on tiedostettu. Työmaaolosuhteisiin digitaalisen mallin käyttötapoja vasta luodaan. Asenteet ovat muuttuneet myönteisemmiksi työskentelytapoja kohtaan myös ohjelmistojen paremman käytettävyyden ja laajemmiksi luotujen tuotetietokantojen seurauksesta. Tehokkuutta toimintaan tullaan lisäämään kokemusten avulla ja aikaisemmin toteutettuja tuotemallinnusprojekteja hyödyntäen.

Kokonaista tietomallisuunnitteluprosessia tarkasteltaessa nousee esiin eri suunnittelualojen välinen yhteistyö. Tietomallit parantavat suunnitelmien havainnointia olennaisesti, mutta tämä edellyttää, että kaikkien suunnittelualojen mallit ovat ajan tasalla ja käytettävissä. Tällöin kaikki projektissa mukana olevat suunnittelijat saavat hyödyn irti tietomalleista. Tähän asti tietomallinnuksesta ovat myös puuttuneet selkeät vaatimukset. Suomessa otettiin tänä keväänä askel eteenpäin, kun julkaistiin tietomallisuunnitteluun kansalliset "Yleiset Tietomallivaatimukset 2012", jotka sisältävät vaatimukset eri suunnittelualojen malleille.

Taloteknisessä tietomallinnusprojektissa yksi tärkeimmistä, ellei jopa tärkein vaihe, sijoittuu heti projektin alkuun, jolloin määritetään projekti ja testataan IFC-mallin kohdistus. Tämä vaihe on suoritettava oikeaoppisesti ja tarkasti, koska määritysten muuttaminen myöhäisemmässä vaiheessa vie hyvin paljon työtunteja, jos se ylipäänsä on enää edes mahdollista. Toimivan projektin määrittelyyn käytetty työaika voitetaan suunnittelun loppuvaiheessa, jolloin mallin toimivuuteen ja yhteensopivuuteen muiden suunnittelualojen kanssa ei tarvitse enää käyttää aikaa. Oikeita toimintatapoja noudattamalla yhdistelmämallin tekeminen on myös vaivatonta.

Varsinainen tietomallisuunnittelu ei eroa paljoa tasosta, jolla talotekniikkasuunnittelua on Optilan Oy:ssä jo aikaisemmin suoritettu. Suurimmat erot ovat suunnittelun tarkkuuden lisääntymisessä, jolloin esimerkiksi risteilyt on oikeasti piirrettävä suunnitelmiin. Tämä tietenkin lisää suunnittelun työmäärää. Suunnitellessa pitää myös ottaa huomioon, että samaan aikaan tuotetaan myös perinteiset 2D-piirustukset. Tietomallia ei yksin pystytä hyväksymään suunnitelmana, ainakaan vielä. Ohjelmistojen ja tekniikan kehittyessä ehkä joskus tulevaisuudessa paperitulosteita ei enää tarvita. Ensisijaisesti käytetään valmistajien tuotekirjastoja. Tuotekirjastojen puuttuessa ja tuotteita erikseen mallinnettaessa vaaditaan vähintään, että mallinnettavan tuotteen tulee vastata oleellisilta fyysisiltä mitoiltaan todellista tuotetta.

Tutkimukseni tuotti tietomallisuunnittelun eräisiin työvaiheisiin yksityiskohtaisempia ohjeita toiminnan tehostamiseksi. Tästä esimerkkinä projektin perustamista ja IFC-kohdistusta koskeva ohjeistus. Yhteistyössä rakennussuunnittelijan kanssa selvitimme MagiCAD-ohjelman reikävarausten mallintamista, josta kokosimme ohjeen. Minulle selvisi tutkimusta tehdessäni paljon tietomallinnuksesta ja ohjelmista, joilla tietomallisuunnittelua nykypäivänä tehdään. Opin käyttämään monia itselleni aikaisemmin tuntemattomia ohjelmistoja ja ohjelmistojen sovelluksia. Oppimistani työtavoista tulee olemaan hyötyä työssäni. Ohjeiden muodossa ne ovat myös muiden hyödynnettävissä.

Insinöörityönä tekemäni ohjeistuksen ja tutkimustyön perusteella Optiplan Oy:lle luodaan tiivistetty ohjeistus talotekniikan tietomallinnustehtäviin. Ohjeistuksen pohjalta järjestetään sisäisiä koulutuksia, joilla tietomallinnuksen periaatteet tuodaan kaikkien yksiköiden tietoisuuteen. Työn kautta esille tulleita kehitysmahdollisuuksia pyritään ottamaan käyttöön taloteknisessä suunnittelussa asteittain.

Lähteet

- 1 MagiCAD BIM ja 3D koulutusmateriaali. 2011. Progman Oy, Rauma.
- 2 LVI-tietomallin hyödyntäminen kustannuslaskennassa. 2008. Jyrki Marttila, Espoo.
- 3 Yleiset Tietomallivaatimukset 2012, Osa 1: Yleinen osuus. 2012. BuildingSMART Finland. Helsinki.
- 4 Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa. 2007. PRO IT TATE. Helsinki.
- 5 MagiCAD Suite – laajentaa suunnittelumahdollisuuksia. 2011. Progman Oy. Rauma.
- 6 Performance by Design. 2010. Autodesk Revit MEP. Autodesk Oy.
- 7 CADS Planner Hepac: Vahvasti kiinni suunnittelussa. 2012. Verkkodokumentti. Kymdata Oy. < <http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/LVIA/>>. Luettu 2.2.2012.
- 8 IFC Support. 2012. Verkkodokumentti. Graphisoft <<http://www.graphisoft.com/support/ifc/>> Luettu 1.3.2012
- 9 Coordinated. 2010. Complet Control. Autodesk Oy.
- 10 Solibri Model Checker. 2012. Verkkodokumentti. Solibri Oy. <<http://www.solibri.com/solibri-model-checker.html>> Luettu 2.2.2012.
- 11 What is Tekla Bimsight?. 2012. Verkkodokumentti. Tekla Corporation. <<http://www.teklabimsight.com/getStarted.jsp>> Luettu 2.2.2012.
- 12 Riuska. 2012. Verkkodokumentti. Insinööritoimisto Granlund Oy. <<http://www.granlund.fi/palvelut/granlund-ohjelmistot/riuska/>> Luettu 2.2.2012.
- 13 Building Simulation Software. 2012. Verkkodokumentti. Equa Simulation Ab. <<http://www.equa-solutions.co.uk/>> Luettu 1.3.2012
- 14 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 4: Talotekniikkasuunnittelu, Insinööritoimisto Olof Granlund Oy, Helsinki: 2011

Tarkastusraportin pohja

Yleiset Tietomallivatimukset 2012
Osa 4, Talotekninen suunnittelu
LVI-tekniikka

Liite 4, Sivu1/2

Tietomallin tarkastusraportti

Paikka:	
Aika:	
Tarkastaja:	
Kohde:	
Versiot:	
Versioiden päiväykset:	

	Kunnossa	Puutteita	Ei relevanttiä	Kommentit
LVI-mallin tarkastuslomake				
Tietomalliselostus				
Mallit käytössä sovitettuina tiedostoformaateina (IFC ja muut sovitut tiedostot)				
Kerrokset on määritetty				
Komponentit on määritetty kerroksittain				
Sovitut / vaatimusten mukaiset komponentit on mallinnettu				
Komponentit on mallinnettu oikeilla työkalulla				
Komponentteille on määritetty järjestelmät				
Järjestelmien nimet ovat sovitunmukaiset				
Järjestelmien värit ovat sovitunmukaiset				
Mallissa ei ole ylimääräisiä komponentteja				
Mallissa ei ole sisäkkäisiä tai tuplakomponentteja				
Mallissa ei ole merkittäviä komponenttien välisiä leikkauksia				
IV-koneet on mallinnettu				
Komponentit eivät leikkaa merkittävästi sähkömallin komponenttien kanssa				
Komponentteilla on vain sovitunlaisia törmäyksiä arkkitehtirakenneosien kanssa				
Järjestelmissä on laskentatietoa (vähintään tilavuusvirta ja painetasotieto)				
Komponentteilla on tunnusluekotilite 1:n mukaisesti				

Allkirjoitus:

Tietomallin tarkastusraportti

Päivä:	
Ala:	
Tarkastaja:	
Kohde:	
Versio:	
Versoiden päivitykset:	

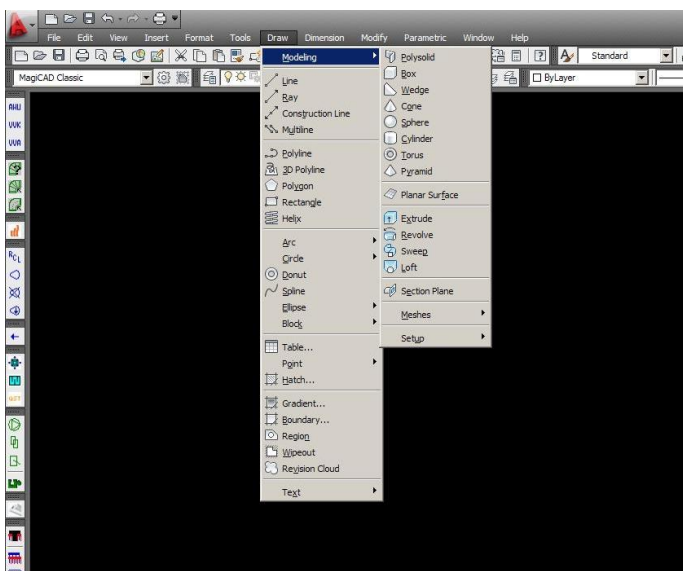
	Onnistui	Poistui	Onnistui	Kommentit
Sähkömallin tarkastuslomake				
Tietomalliselostus				
Mallit sovitteina tiedostoformaateina (IFC ja muut sovitut tiedostot)				
Kerrokset on määritetty				
Komponentit on määritetty kerroksittain				
Sovitut / vaatimusten mukaiset komponentit on mallinnettu				
Komponentit on mallinnettu oikeilla työkavilla				
Mallissa ei ole ylimääräisiä komponentteja				
Mallissa ei ole sisäisiä tai tulokomponentteja				
Mallissa ei ole merkittäviä komponenttien välisiä leikkauksia				
Komponentit eivät leikkaa merkittävästi LVI-mallin komponenttien kanssa				
Komponentit eivät törmää merkittävästi rakenteiden kanssa				
Komponentilla on vain sovitteilaisia törmäyksiä sähkötekniikan rakenteiden kanssa				
Komponentilla on postio- ja tunnustiedot liite 1:n mukaisesti				
Komponentit eivät leikkaa merkittävästi sähkömallin komponenttien kanssa				
Komponentilla on vain sovitteilaisia törmäyksiä sähkötekniikan rakenteiden kanssa				
Järjestelmässä on laskentatietoja (vähintäänä tilavuusvirta ja painetasoero)				

Allekirjoitus:

Autocad modelling -työkalun ohje

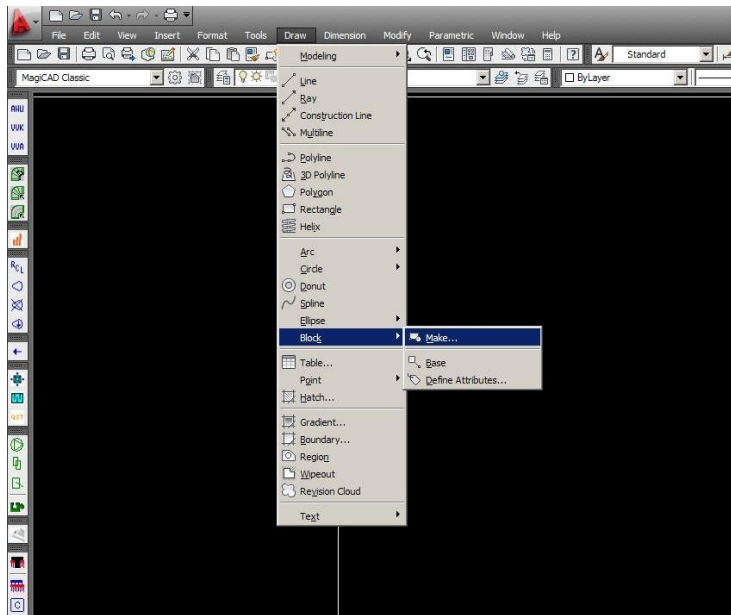
AutoCAD:n modeling työkalulla voi mallintaa kolmiulotteisia laatikoita, ympyröitä ja muita geometrisia objekteja. Objekteilla pystytään mallintamaan suunnitelmiin erilaisia tilanvarauksia (esim. pumppuryhmän vaatima tila) laatikkona. Mallinnetut objektit näkyvät MagiCAD:ssa kolmiulotteisena, mutta eivät näy enää käännettäessä tiedostoa IFC- muotoon. Seuraavassa ohjeistus, kuinka tiedostot saadaan näkymään myös IFC-tiedostossa.

1. Valitse AutoCAD:n Draw-valikosta kohta Modeling. Valitse esim. kuutio.



Kuva 28 Draw-valikko

2. Mallinna halutun kokoinen kuutio. Kuutioon pystyy jo nyt lisäämään tietoa MagiCAD data for AutoCAD objects työkalulla (kuva 22), mutta objekti ei käänny IFC-tiedostoon.
3. Kuutiosta on tehtävä Block, että se näkyy IFC-tiedostossa. Valitse AutoCAD:n Draw-valikosta kohta Block ja Make Block. Tee kuutiosta Block.



Kuva 29 Make Block valikko.

4. Lisää kuutioon tietoa MagiCAD:n MagiCAD data for AutoCAD objects työkalulla (kuva 22).
5. Käännä kuutio IFC-muotoon (kuva 24). Kuutio näkyy IFC-tiedostossa piirretyn kokoisena kuutio.