

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA

Talonrakennustekniikka

Tuotantotekniikka

INSINÖÖRITYÖ

VANHAN RAKENNUKSEN TIETOMALLINNUS LINJASANEERAUKSESSA

**Työn tekijä: Tuula Haapasalo
Työn valvoja: Päivi Jäväjä
Työn ohjaaja: Atte Stambej**

Työ hyväksytty: __. __. 2008

**Päivi Jäväjä
Yliopettaja**



ALKULAUSE

Tämä insinööri työ tehtiin Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy:lle tietomallipohjaisen suunnittelun aloittamiseksi linjasaneeraushankkeissa. Haluan kiittää projektissa mukana olleita, opettajaa Päivi Jäväjää, ohjaajaa Atte Stambejta ja asiantuntijoita Mika Konttilaa sekä Juha Heikkistä, jotka tarkastivat ja kommentoivat työtäni.

Helsingissä 14.4.2008

Tuula Haapasalo

INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

Tekijä: Tuula Haapasalo	
Työn nimi: Vanhan rakennuksen tietomallinnus linjasaneerauksessa	
Päivämäärä: 14.04.2008	Sivumäärä: 39 s. + 4 liitettä
Koulutusohjelma: Rakennustekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotekniikka
Työn valvoja: yliopettaja Päivi Jäväjä	
Työn ohjaaja: projektipäällikkö Atte Stambej	
<p>Insinööri työ on laadittu Insinööritoimisto Mikko Vahnen Oy:lle linjasaneerauksiin kohdistuvaan IKE-PAP Palvelumallit asukaslähtöiseen perusrantamiseen kehityshankkeeseen. Tämän työn avulla verrataan nykyisen 2D AutoCADilla tapahtuvan työskentelyn ja tietomallintamisen eroavuuksia.</p> <p>Tehtävänä oli selvittää, millä menetelmillä linjasaneerauksissa tietomalli on järkevä tehdä. Työssä tehtiin mallit kahdella ohjelmalla kahdesta eri kerrostalon linjasaneeraushankkeesta. Lähtötiedot tietomalleille etsittiin vanhoista arkkitehti- ja rakennepiirustuksista. Mallinnustyön apuna käytettiin referenssi piirustuksia. Lasermittausmenetelmän avulla tuotettiin tietomalli erään linjasaneeraushankkeen saunaosastosta. Lasermittauksen pistepilvestä toteutettu tietomallin teko tapahtui ulkopuolisella toimeksiannolla. Saunaosaston tietomalli yhdistettiin Insinööritoimisto Mikko Vahnen Oy:ssä tehtyyn koko rakennuksen tietomalliin IFC:n avulla.</p> <p>Tietomallinnus on kerrostalojen uudistuotannossa jo ahkerassa käytössä. Olemassa olevien rakennuksien mallintaminen korjaushankkeen suunnittelua varten on käynnistynyt suurimmissa suunnittelutoimistoissa. Suuret korjaukset ovat asukkaille hankalia, pitkään kestäviä tapahtumia. Mallintamalla urakkalaskenta helpottuu ja tehtävälle työlle voidaan antaa tarkempi hinta-arvio, mallista saatavilla määrätiedoilla. Mahdolliset suunnitteluvirheet vähenevät, kun rakennus mallinnetaan ja törmäyskohdat tarkastetaan tarkastusohjelman avulla. Visualisoinnilla autetaan asiakasta tekemään päätöksiä oman asuntonsa muutostöistä.</p> <p>Tämän insinööri työ perusteella olemassa olevan rakennuksen tietomalli on järkevintä tehdä skannaamalla vanhat rakennuksen pohjapiirustukset tietomallin lähtötiedoiksi. Rakennuksista mallinnetaan vain korjattavat alueet. Linjasaneeraushankkeessa toteutettua tietomallia voidaan täydentää myöhemmin lisäämällä siihen julkisivu- ja kattorakennetietoja. Malli tulee palvelemaan taloyhtiötä jatkossakin sen tulevissa korjaushankkeissa. Jos hankkeen lähtötietoja ei löydy, tai kohde on haasteellinen, lasermittaus on hyvä ja kilpailuinen vaihtoehto mallin aikaansaamiseksi.</p>	
Avainsanat: linjasaneeraus, tietomallintaminen, putkiremontti, lasermittaus	

ABSTRACT

Name: Tuula Haapasalo	
Title: The Data Model of Pipe Reconstruction Processes in Old Buildings	
Date: 14.04.2008	Number of pages: 39 s. + 4 add.
Department: Civil Engineering	Study Programme: Production engineering
Instructor: Principal lecturer Päivi Jäväjä	
Supervisor: Project manager Atte Stambej	
<p>This thesis is made for the Engineering office Mikko Vahanen Co's pipe reconstruction development plan, which is directed to IKE-PAP Service model in corrective action areas. This work compares the current working and the data model working variations.</p> <p>The task was to investigate, which is the most practical way to make a data model in pipe reconstruction processes. In this thesis two models with two different programmes were made of. The information for the initial data investigates old construction plans. The plans were scanned to the system as a reference drawing. The laser scanning method was tested in the sauna department of the other building. The data model of the laser scanned sauna was made by an external office. The data model of the sauna was combined with the data model of the whole building by using IFC in the Engineering office Mikko Vahanen Oy.</p> <p>In the new flats the data modelling is often in use. The biggest design offices have also started to use data models in renovation design projects. The buildings big renovation projects are often difficult for the inhabitants because they last for a long time. With data modelling it is easier to make contract evaluations. The constructor can give an accurate price estimation of the work. The construction errors can also be reduced if the model is checked with the program. With visualizing we could also help the client to make the decisions about his own renovations in the apartment.</p> <p>According to this thesis the most practical way of making a data model of a building is to scan the old construction plans as a reference drawing. Only the areas to be renovated are modelled. The data model made in pipe reconstruction processes can be completed later by adding facade and construction types to it. The model shall serve the apartment house company later in its future renovation design projects. If the initial data are not found of the target is challenging in other ways, laser scanning is a good and competitive way to make a data model.</p>	
Keywords: pipe renovation, data model, laser scanning	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENNELUETTELO JA TERMISTÖ

1	JOHDANTO	1
1.1	Taustaa	1
1.2	Tavoitteet ja rajaukset	1
1.3	Rakenne ja menetelmät	2
2	MITÄ TIETOMALLINTAMINEN ON?	3
3	TIETOMALLINTAMISEN LÄHTÖKOHTIA	4
3.1	Mallintamisen edellytykset	4
3.2	Mallintamisen periaatteet	4
3.3	Mallintamistapa ja tarkkuus	5
3.4	Käytännön mallintaminen	8
3.5	Teoreettiset vaiheet	8
3.6	Rakennetyypit	10
3.7	Koordinaatisto	10
3.8	Kuvatasot ja aloituspohjat	11
3.9	Liittymien ja talotekniikan mallintaminen	12
3.9.1	<i>Liittymät</i>	12
3.9.2	<i>Talotekniikka</i>	12
3.10	Talo 2000 –nimikkeistö	12
4	MALLINTAMISOHJELMAT	13
4.1	ArchiCAD	13
4.2	Allplan Architecture	15
5	MALLINTAMISEN LÄHTÖTIETOJEN KERUUMENETELMÄT	16
5.1	Lasermittaus	16
5.1.1	<i>Laitteen kokoonpano ja mittausvaiheet</i>	17
5.1.2	<i>Mittauksen vaiheet</i>	17

5.1.3	Mittaus	18
5.1.4	Koordinaattien käsittely	18
5.1.5	Laserkeilaintyyppit	19
5.1.6	Millimetriluokan laserkeilaimen käyttömahdollisuudet	19
5.2	Nemetschek On-Site Photo	20
6	TIETOMALLIEN TARKASTUSOHJELMAT	20
6.1	NavisWorks	20
6.2	Solibri Model Checker	21
7	MALLISTA SAATAVIA HYÖTYJÄ	21
7.1	Visualisointi	21
7.2	Törmäystarkastelu	21
7.3	Määrälaskenta ja purkutyöt	21
7.4	Tietomallin jatkokäyttö	22
7.5	Analysointi- ja simulointiohjelmistot	22
8	TIETOMALLINNETTAVAT KOHTEET	22
8.1	As Oy Naavakallio	22
8.2	As Oy Albertinkatu 15	23
8.3	As Oy Maunulanmäki	24
9	MALLINTAMISEN KÄYTTÖKOKEMUKSIA	25
9.1	Mallintamisen laajuus linjasaneerauksissa	25
9.1.1	Kellaritilat	25
9.1.2	Kerrokset	25
9.2	ArchiCAD	25
9.2.1	Yleistä	25
9.2.2	Ohjelman avaaminen ja projektin perustaminen	26
9.2.3	Mallintamistyön aloitus ja työjärjestys As Oy Naavakalliossa	27
9.2.4	Työkalujen käyttö	27
9.2.5	Tasomaalima	27
9.2.6	Tuotevalmistajien GDL-objektien käyttö	28
9.2.7	Määräluettelot	28
9.2.8	Tulostaminen ja piirustus pohjat eli planssit	29
9.3	Allplan	29
9.3.1	Yleistä	29
9.3.2	Ohjelman avaaminen ja projektin perustaminen	29
9.3.3	Files ja Filesets	29
9.3.4	Mallintamistyön aloitus	30
9.3.5	Työkalujen käyttö	30
9.3.6	Tuotevalmistajien GDL-objektien käyttö	30
9.3.7	Tulostaminen ja määrälaskenta	31
9.4	Lasermittaus Albertinkatu 15	31
9.5	On-Site Photo	33

10 LUPA-ASIAKIRJAT	34
11 YHTEENVETO	35
11.1 Tietomallinnus	35
11.2 Ohjelmat	36
11.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimuksen aihe	37
VIITELUETTELO	39
LIITTEET	39

LYHENNELUETTELO JA TERMISTÖ

2D	Kaksiulotteinen.
3D	Kolmiulotteinen.
ACA	AutoCAD Architecture. Arkkitehdin suunnitteluohjelmisto.
Allplan Architecture	Arkkitehdin suunnitteluohjelmisto.
ArchiCAD	Arkkitehdin suunnitteluohjelmisto.
AutoCAD	2D- ja 3D-piirto- ja suunnitteluohjelmisto.
CAD	Computer Aided Design. Tietokoneavusteinen suunnittelu.
COM	Context Sensitive Menu System.
Digitointi	Menetelmä, jossa dokumentit muutetaan digitaalisiksi tiedostoiksi.
FTP	File Transfer Protocol. Tiedonsiirtämismenetelmä Internetissä. Tiedostojen siirtämiseen tarvitaan ohjelma, joka muodostaa tiedonsiirtoyhteyden kahden tietokoneen välille.
GDL	Geometric Description Language on kieltä, jota käytetään älykkäissä objekteissa eli olioissa, mallinnusohjelmat osaavat lukea sitä.
ID	Global Unique ID eli GUID. Rakennusosan ohjelman käyttämä tunnistetieto.
IFC	Industry Foundation Classes. Kansainvälinen tiedonsiirtostandardi. IFC määrittelee tietokonesovellusten tiedonsiirron yhteensopivuuden perustan.
Integroitu	Ohjelmaan sisäänrakennettu.
Intensiteetti	Laserkeilatun pisteen värin voimakkuus määritellään intensiteetillä.
Navis Works	3D-projektiointityökalu.
Objekti	Synonyymi sanalle olio.
Objektikirjasto / Tuotekirjasto	Työkalu, johon on koottu ohjelmistoissa käytettäviä objekteja.
Olio	Synonyymi sanalle objekti. Olio on kokonaisuus, jolla kuvataan asioita. Oliopohjaisessa tietomallintamisessa olioilla on ominaisuuksia sekä yhteyksiä toisiin olioihin.

Referenssi- eli viitepiirustus	Referenssi- eli viitepiirustus, joka luetaan sisään piirustusta avattaessa, on ainoastaan linkki viitattavan piirustuksen tietokantaan.
Solibri Model Checker	IFC-mallien laadunvarmistusjärjestelmä.
Tarkepiiste / tähys	Laserkeilauksessa seinälle kiinnitettävä mittauspiste.
Tietomalli	Todellista kohdetta kuvaava malli, jossa rakenteet sekä materiaalit ovat mallinnettu todellisuutta vastaavaksi.
Tuotemalli	Tietomallista aiemmin käytössä ollut nimi.

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Tuote- ja tietomallintaminen on ollut vahvasti esillä viime vuosien tutkimus- ja kehityshankkeissa. Rakennuksien mallintaminen ja visualisointi auttaa tekemään päätöksiä uuden tai korjattavan rakennuksen hankesuunnitteluvaiheessa. Rakennuttajat ovat myös alkaneet esittää vaatimuksia siitä, että suunnitelmat tehtäisiin tietomallimuodossa. Asunto-osakeyhtiöt haluavat saada sähköiseen muotoon olemassa olevien rakennusten piirustukset, mutta tietomallintamista ei ole vielä tarjottu vanhaan olemassa olevaan rakennukseen. Tietomallintamisen kehitystyö on käynnistynyt linjasaneerauksen mallinnuksen ensimmäisessä pilottikohteessa As Oy Albertinkatu 15.

Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy:ssä on eri vaiheissa olevia linjasaneeraushankkeita yhtä aikaa käynnissä noin 25 - 30 kappaletta. Hankkeissa työskentelee vaihtelevasti 10 - 15 henkilöä. Näissä korjaushankkeissa kaikki piirustukset on piirretty AutoCADilla. Korjauskohteiden määrä kasvaa 8 - 10 % vuosivauhdilla, koska pääkaupunkiseudun 1960- ja 1970-luvun kerrostalo-lähiöiden vesijohdot ja viemärit ovat saavuttamassa tuon kriittisen 50 vuoden iän. Pääkaupunkiseudulla on paljon myös jo toista kertaa linjasaneerauksen kohteena olevia rakennuksia. Nuo sata vuotta vanhemmat rakennukset ovat haasteellisia korjattavia ja niiden pohjapiirustuksien piirtäminen vaikeaa.

IKE-PAP (ihmisten ja kiinteistöjen elämänsykliä, palvelumallit asukaslähtöiseen perusparantamiseen) on käynnissä oleva kehityshanke. Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy:ssä kehitetyn PutkiremonttiPlus-toimintamallin mukaan toteutetussa korjaushankkeessa asunto-osakeyhtiön osakkaat pääsevät vaikuttamaan hankkeen suunnitteluun ja toteutukseen hankkeen alusta lähtien. Koska osakkaat ovat korjauksen rahoittajia ja korjattavien tilojen käyttäjiä korjaushanke toteutetaan osakkaiden toiveita kuunnellen.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Uusien suunnittelun työkalujen kehityksessä on korjausrakentamisenkin pysyttävä. Tällä hetkellä on tavoitteena selvittää kuinka tietomallintaminen sopii linjasaneeraushankkeisiin. Onko tietomallinnuksesta ja visualisoinnista hyötyä linjasaneerauksien suunnittelussa? Selvitetään mitä rakennusosia ja alueita kohteesta pitäisi mallintaa, jotta sen avulla voitaisiin korjaus toteuttaa.

Pitäisikö linjasaneeraushankkeissa arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja LVI-suunnittelijan ohjelmien olla täysin yhteensopivat vai onnistuuko IFC-muodossa olevien tiedostojen yhdistäminen? Voidaanko rakennesuunnittelijan osuus normaalin asuinkerrostalon linjasaneerauksissa mallintaa arkkitehtiohjelmalla?

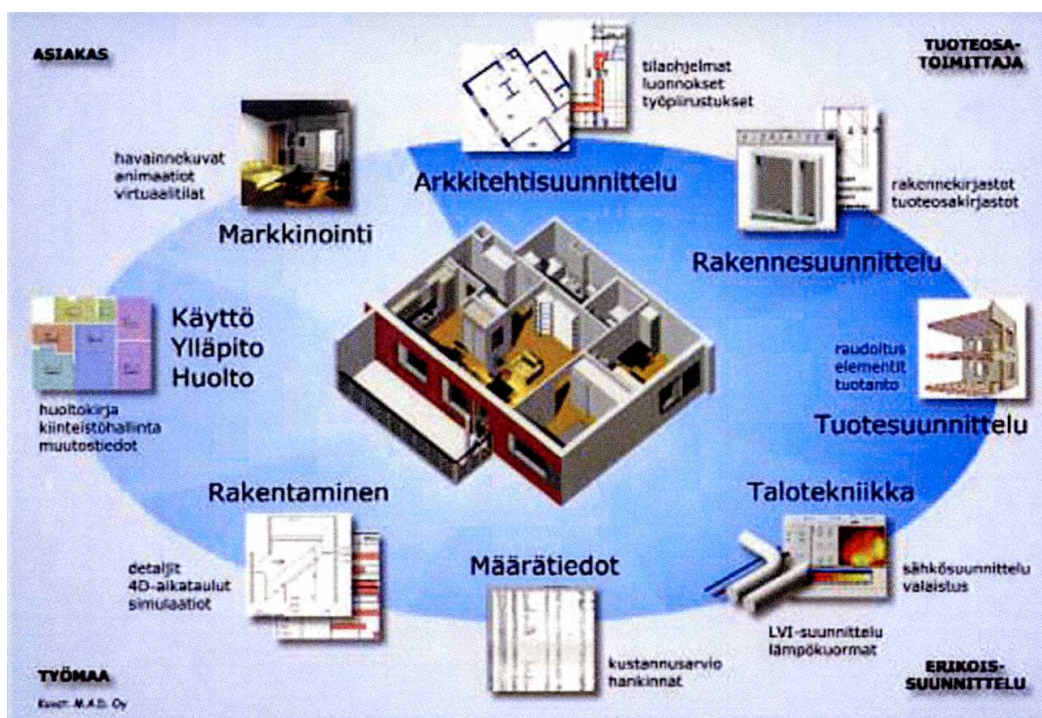
1.3 Rakenne ja menetelmät

Tässä tutkimuksessa verrataan nykyistä AutoCADilla tapahtuvaa linjasaneeraushankkeen suunnittelua tietomallintamalla toteutettuihin kohteisiin. Perehdytään kahteen CAD-mallinnusohjelmaan ja vertaillaan näiden ominaisuuksia. Käytetään mallinnuksen apuna referenssipiirustuksia. Tutustutaan lasermittaukseen, miten olemassa olevan vanhan rakennuksen mittatiedot siirretään tietomalliin lähtötiedoiksi. Nemetschekin On-Site Photo -ohjelma on tarkoitettu digitaalisen valokuvan muokkaamiseen. Selvitetään voidaanko ohjelmaa hyödyntää linjasaneeraushankkeissa.

2 MITÄ TIETOMALLINTAMINEN ON?

Nykyään informaatio eri osapuolien välissä kulkee sähköpostilla, paperilla ja projektipankkien piirustustietokantoja käyttämällä. Aikaa ja työtä kuluu sekä virheet lisääntyvät piirustuksien revisioita vertaillessa. Tietomallintamisen tavoite informaation suhteen on se, että tieto kulkee suoraan datana järjestelmästä toiseen.

Tietomallintaminen on kokonaisvaltainen, integroitu tapa hallita rakennushankkeen tietoja digitaalisessa muodossa. Mallin avulla suunnittelussa, toteuttamisessa, käytössä ja ylläpidossa tarvittava tieto on hallittavissa paremmin kuin perinteisiä piirustuksia käytettäessä./2, s. 8./ Tietomalli kuvaa tuotteen rakenteen ja sisältää sen tuottamiseen sekä sen käyttämiseen tarvittavan tiedon. Tietomallintaminen eroaa kolmiulotteisesta (3D) mallintamisesta siten, että CAD-ohjelmilla (Computer Aided Design) esitetyn rakennuksen kolmiulotteisen muodon lisäksi tietomalliin liittyy myös rakennuksen osien ja niihin liittyvien tietojen kuvaus./1, s. 3./ Visuaalisesti tietomalli ilmenee tosin yleensä kolmiulotteisena suunnitelmana, jossa rakenteet kuvataan viivojen sijaan kolmiulotteisina kappaleina tuoterakenteina /1/.



Kuva 1. Tuotemallitieto rakennusprosessissa /15/

Rakennusteollisuus RT ry:n PRO IT Tuotemallitieto rakennusprosesseissa tutkimushanke käynnistettiin vuonna 2002. Tavoitteena on ollut kehittää, dokumentoida ja soveltaa käytäntöön tietomalliin perustuvaa laajapohjaista kansallista rakennusprosessin tiedonhallintatapaa./2, s. 3./ Rakennushankkeen tietomallipohjainen tiedonhallinta liittyy yhteen suunnittelussa, tuotevalmistuksessa, rakentamisessa ja rakennusten käytössä sekä ylläpidossa tarvittavat tiedot. /15./

3 TIETOMALLINTAMISEN LÄHTÖKOHTIA

3.1 Mallintamisen edellytykset

Tietomalliin tallennetaan tietoa ja siitä saadaan poimittua tietoa mm. rakennuksen tiloista, rakenteista, materiaaliominaisuuksista sekä mitoista ja määrästä /2, s. 8/. Tietomallisuunnitelmasta voidaan lukea ja tarkistaa tilojen ja rakennusosien sijainti ja määrä. Tilojen nimeämisen ja tilatunnisteiden avulla tunnistetaan ja luokitellaan tiloja ja alueita. Linjasaneeraushankkeessa kaikki korjauksen kohteena olevat tilat tulee mallintaa.

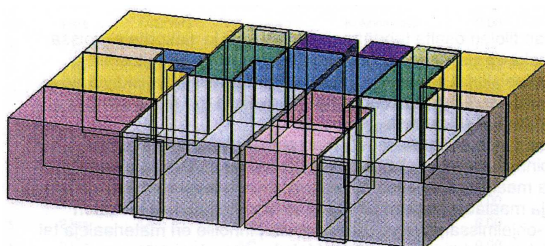
Tuotemallintamisoheissa rakennustietojen jäsentelyssä käytetään Talo 2000 -järjestelmän hankenimistöä. Tietomallin tiedot voidaan tallettaa ja siirtää eri rakennushankkeen osapuolten välillä nopeammin, luotettavammin ja tehokkaammin verrattuna perinteisiin menetelmiin, kuten piirustuksiin. IFC-standardi (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistönpidon eri tietojärjestelmien välillä.

3.2 Mallintamisen periaatteet

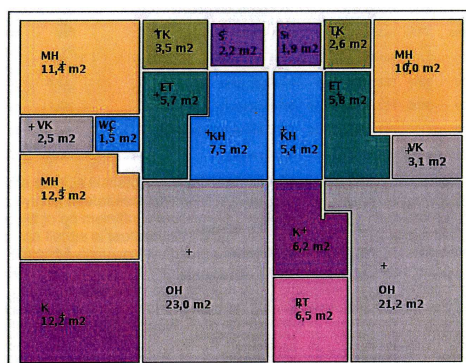
Rakennuksen korjaussuunnittelua aloitettaessa on aina selvitettävä tietyt lähtötiedot. Mitä paremmin lähtötiedot ovat selvillä, sitä paremmin pystytään suunnittelu toteuttamaan. Olemassa olevassa kohteessa tehdään rakennearvauksia ja otetaan näytteitä lähtötietoja varten kylpyhuoneiden seinä- ja lattiarakenteesta. Otetuista näytteistä saadut tiedot, esimerkiksi asbestitiedot voidaan liittää mallitietojen purkusuunnitelmiin.

3.3 Mallintamistapa ja tarkkuus

Senaatti Kiinteistöjen tietomallivaatimuksissa 2007, kun inventoitavana on vanhoja rakennuksia, lähtötilanteena mallinnetaan pääsisältö: tilat, kantavat rakenteet, seinät, ikkunat ja ovet. Mallinnus voidaan tehdä mittauksen, esimerkiksi lasermittauksen tai vanhojen piirustuksien ja muiden dokumenttien pohjalta. Yleensä rajoitetaan mallintamaan rakennusosat, jotka ovat kohteessa nähtävissä./7./

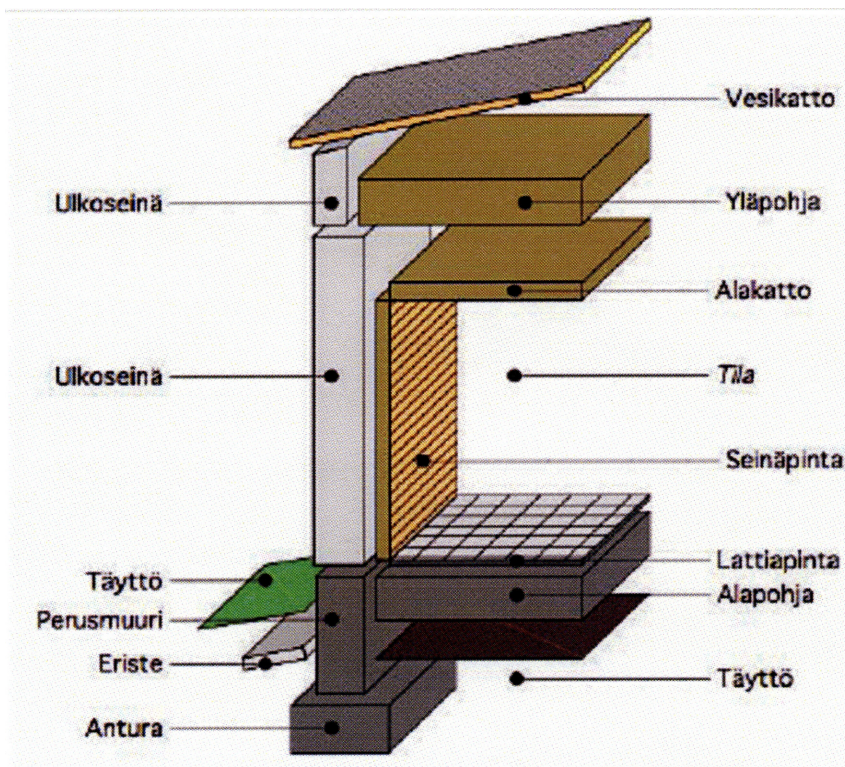


Kuva 2. Tilamalli /3, s. 20/



Kuva 3. Tilamallin pohjapiirustus /3, s.20/

Yksi rakennus mallinnetaan yhteen tietomalliin. Tietomallintamisessa rakennusosat mallinnetaan käyttämällä kullekin tuoteosalle ja -rakenteelle ohjelmassa tarkoitettua työkalua. Esimerkiksi seinille käytetään seinätyökalua. Malliin tuotetaan yksinkertaisia ja selkeitä rakenteita. Tarkempien yksityiskohtien esittämisessä voidaan käyttää detaljipiirustuksia. Mikäli käytetään erillisten objektien mallintamiseen esimerkiksi pöydässä laattatyökalua ja pilarityökalua jaloissa, niin kyseisestä kalusteesta on tehtävä objekti, joka sisältää tälle objektille ominaiset tuotetiedot. Näin menetellen tietomallin määräluettelo pysyy tiedoiltaan oikeana.



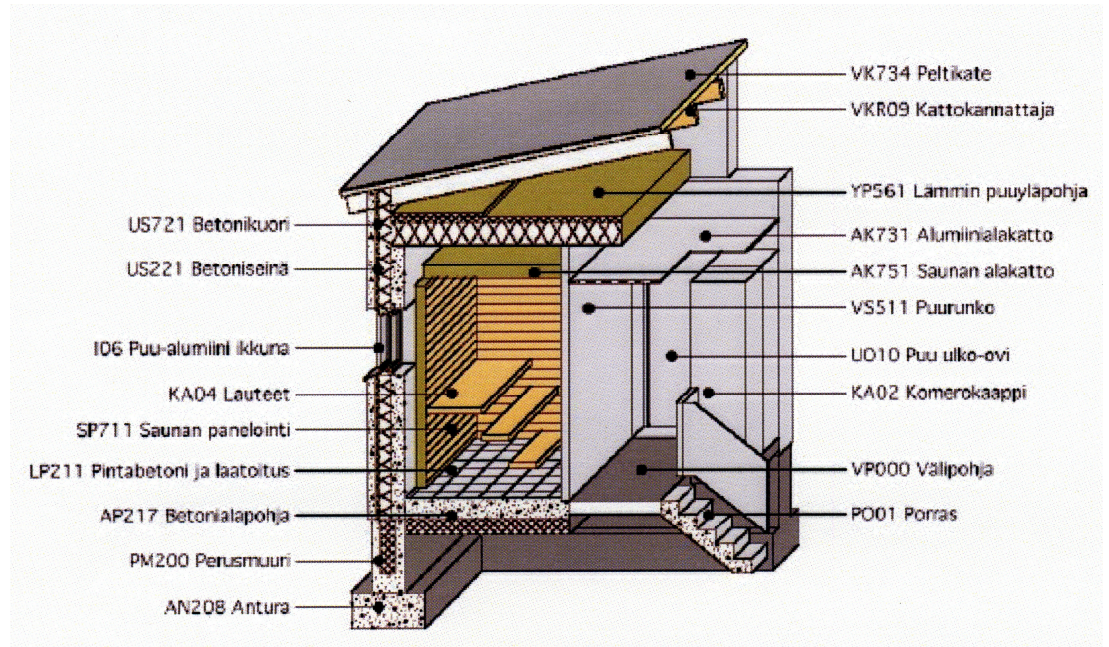
Kuva 4. Tietomallintaminen periaate /3, s.39/

Mallin rakenteet voidaan joutua tekemään erillisistä kappaleista mallintamisteknisistä syistä. Tapauskohtaisesti on sovittava mallintamistapa, esimerkiksi mallinnetaanko kantava laatta erillisenä ja pintarakenteet erikseen vai esitetäänkö rakenteet omina rakennekerroksinaan ja koodataan sen mukaan. Vanhassa olemassa olevassa rakenteessa kantava laatta, jota ei pureta, voidaan mallintaa yhtenäisenä rakenteena ja pintarakenteet mitkä vaihdetaan, mallinnetaan omina rakennekerroksinaan.

Tuotemallin rakennusosaan liittyy ohjelmallinen tunnistetieto, ID. Saman rakennusosan tunnistetieto tietomallintamisen eri vaiheissa tulee säilyä. Tämä on erityisen tärkeää käytettäessä tiedonsiirtona IFC-formaattia. Kaikki IFC-standardin mukaiset ohjelmistot perustuvat yksiselitteisen tunnisteen käyttöön: Global Unique ID eli lyhyesti GUID. Mikäli CAD-ohjelmassa on vaihtoehtona alkuperäisten tunnisteen käyttö "Keep Original Global Unit ID" tulee tämä vaihtoehto valita aina. Ilman tätä valintaa muilla järjestelmillä ei ole mahdollisuuksia päätellä muutostilanteita yksiselitteisesti. Samasta syystä rakennusosien muutokset tulee tehdä muokkaamalla alkuperäistä kompo-

nenttia (tunniste säilyy) eikä tuhota sitä ja luoda uutta rakennusosaa tilalle./3, s. 8./

Rakennusosien nimeäminen yhdenmukaisesti on tärkeää. PRO IT -projektissa on annettu suositus nimeämiskäytännöstä.



Kuva 5. Tietomallin rakennusosien nimeäminen /3, s. 40/

Olemassa olevan rakennuksen mallintaminen kaikilta osilta tarkasti ja oikein vaatii paljon resursseja, eikä kaikilla rakennusosilla välttämättä ole tarkasti mallinnettuna kovin suurta käyttöarvoa. Kohteessa korjattavasta rakennusosasta riippuu se miten laajalti ja tarkasti rakennuksen eri osat mallinnetaan. Se mitä olevista rakenteista mallinnetaan, on kuitenkin mallinnettava oikein, jotta mallista olisi hyötyä suunnittelussa. Erityisesti hankalien ja ahtaiden kylpyhuoneiden sekä, teknisten ratkaisujen esimerkiksi putkien mallintaminen ovat linjasaneerauksessa tärkeitä kohteita. Rakennusosille ja myös niiden pinnoille tehtävät esi- ja pintakäsittelyt voidaan liittää tilatietoihin.

3.4 Käytännön mallintaminen

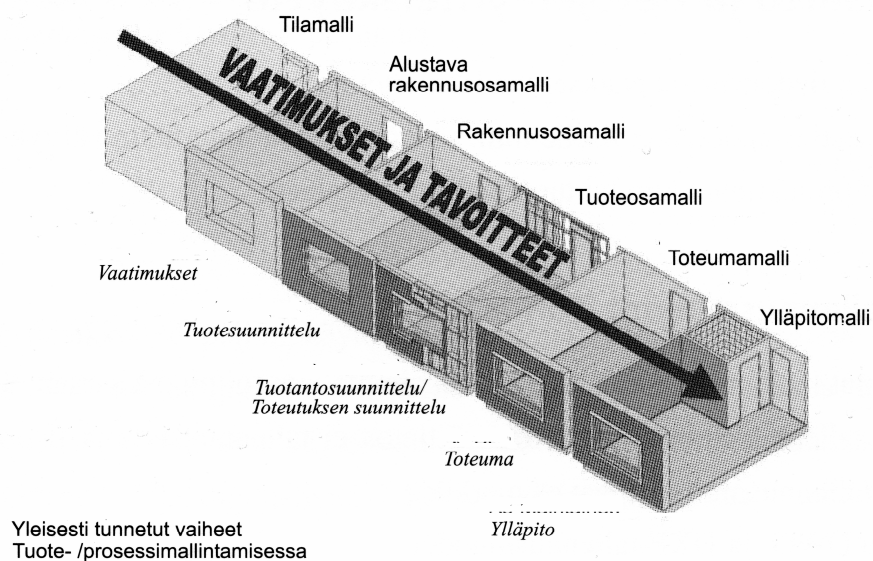
Ongelmat kylpyhuoneiden seiniä mallinnettaessa liittyvät lähinnä liittyviin rakenteisiin niin vaaka kuin pystytasossa. Tapauskohtaisesti on harkittava miten liittymät seinärakenteeseen esitetään.

Kylpyhuoneiden ulkoseinissä on usein pieniä tuuletusikkunoita. Visuaalisen ilmeen lisäksi on tärkeää ikkunaan ja oveen liittyvä tuotetieto, jos kohteen ovia tai ikkunoita kylpyhuoneissa uusitaan, maalataan, kunnostetaan. vaihdettavista ovista ja ikkunoista tehdään ovi- ja ikkunakaaviot. Ovien kynnysrakenne ja oven alareunaan jätettävä 10 - 20 mm:n tuuletusrako esitetään rakennepiirustuksissa. Rakennepiirustukseen detalji voidaan piirtää ohjelmissa olevilla 2D-viivapiirtämisen työkaluilla. Kylpyhuoneiden lattialämmitysputket sekä kantavan välipohjan ja alas lasketun katon välitilassa kulkevat viemärit esitetään poikkileikkauksessa. Lattiakaivojen paikat näytetään rakennusosamallin pohjapiirustuksessa. Valaisimet voidaan esittää karkeasti rakennusosamallissa. Pistorasiat, naulakot ja wc-paperirullatelineet ovat niin pieniä yksityiskohtia, ettei niitä kaikkia välttämättä esitetä vasta kuin tuoteosamallissa. Tietomallista tehtäviin seinäkaaviopiirustuksiin ja leikkauksiin voidaan lisätä tietoa näistä pienistä yksityiskohdista.

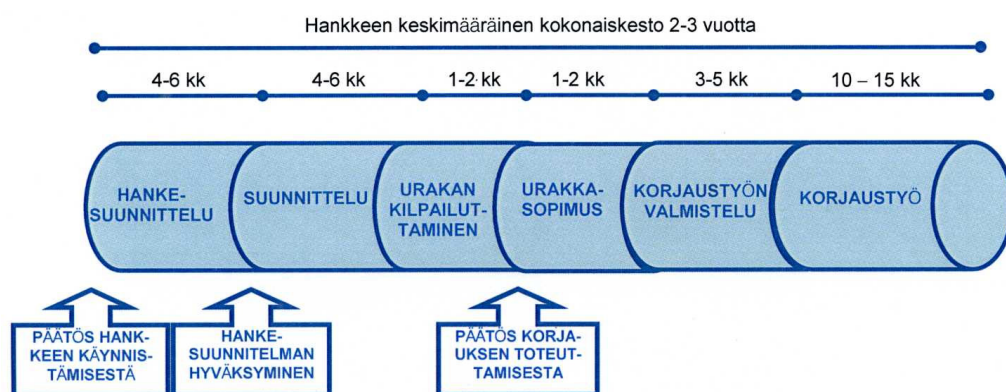
3.5 Teoreettiset vaiheet

Tietomallintaminen jakaantuu kuuteen eri teoreettiseen vaiheeseen, tilamalliin, alustavaan rakennusosamalliin, rakennusosamalliin, tuoteosamalliin, toteutumamalliin ja ylläpitomalliin.

Mallintamisen teoreettiset vaiheet



Kuva 6. Tietomallintamisen vaiheet /2, s. 19/



Kuva 7. Tietomallintamisen vaiheet PutkiremonttiPlus-toimintamallin mukaan /16/

Linjasaneerauksen mallintamiskuvaukset PutkiremonttiPlus-toimintamallin mukaan.

- Tilamalli on se olemassa oleva rakennus, mihin hankesuunnitteluvaiheessa valmistellaan ja päätetään korjauksen sisältö, laajuus ja laatuaste asiakkaan tarpeiden mukaan.
- Alustava rakennusosamalli hyväksytään hankesuunnitelmassa.

- Rakennusosamalli valmistuu suunnitteluvaiheessa. Suunnittelun aikana selvitetään myös osakkaiden halukkuus teettää omia töitä taloyhtiön suunnitelman lisäksi. Rakennusosamallin avulla urakka kilpailutetaan.
- Tuoteosamalli syntyy korjaustyön valmisteluvaiheen ja korjaustyön aikana sekä urakoitsijan kanssa käydyissä neuvotteluissa. Tämän jakson aikana osakkaan huoneistokohtaiset muutokset päätetään ja urakoitsija hankkii korjauksessa tarvittavat materiaalit.
- Toteumamalli on oikeilla tuotetiedoilla päivitetty mallitietokanta. Se on valmis lopputulos mikä korjauksella on aikaansaatu.
- Ylläpitomallia tarvitaan tulevassa kiinteistöhuollossa ja rakennuksen elinkaaritarkasteluissa.

3.6 Rakennetyypit

Rakennetyypillä tarkoitetaan yleisesti rakennusrunkoon tai tilan jako-osaan liittyvää osaa kuten seinää, laattaa, kattoa tai vastaavaa. Tietomallintamisessa rakennetyypin koodi kytketään rakennusosiin. Tyypirakenteita voidaan liittää malliin RT-kortistosta. Rakennetyyppejä voidaan myös tehdä ohjelman valmiista tyypeistä muokkaamalla.

3.7 Koordinaatisto

Rakennuksen x-, y- ja z-koordinaatiston nollapiste on päätettävä hankkeen alkuvaiheessa, jotta kaikki hankkeessa aikanaan tehtävät mallit ovat yhdisteltävissä. Mallin oikeellisuus ja sen virheet voidaan havaita helposti törmäystarkastelulla Solibri Model Checker tai Navis Works -ohjelmien avulla. Koordinaatiston avulla mallit sijoitetaan ohjelmaan sisäkkäin.

3.8 Kuvatasot ja aloituspohjat

CAD-kuvatasoista on tulossa uusi RT-ohjekortti. Kortista on tarkoitus tulla sellainen, että se on käytettävissä sekä nykyisissä että tietomallipohjaisissa hankkeissa. ArchiCAD-aloituspohjat löytyvät RT Net -palvelusta. Insinööri-toimisto Mikko Vahnen Oy:lle on rakennettu omat kuvatasot sisältävä All-plan-arkkitehtisuunnitteluohjelmassa käytettävä mallinnuksen aloituspohja. Tietomallintamisessa kaikki yhteiseen käyttöön tarkoitetut rakennuksen tiedot on mallinnettava sellaisille kuvatasoille, jotka kaikki projektin osapuolet tunnistavat.

1.	osapuolitunnus	2 merkkiä	pakollinen	esim. AR, RA, SI,...
2.	Talo 2000 -hankekoodi	4 numeroa	pakollinen	esim. 1241
3.	tarkenne	2 numeroa		esim. 42, Talo 2000 -tuotantonimikkeistön koodi betonielementtirakentamiselle
4.	tietotyyppi	kirjain + numero		esim. T1
5.	status	2 merkkiä		P purettava, S säilytettävä
6.	lohko tai vaihe	2-4 merkkiä		esim. A
7.	selkokielinen nimi	8 merkkiä		esim. US eli ulkoseinät

Kuva 8. RT-ohjekortin mukainen kuvatasojärjestelmän rakenne. Suppeimmillaan kuvatason nimenä on ainoastaan osapuolitunnus sekä Talo 2000 -hankekoodi /2 s. 40/

tasonimen sarakkeet							koko tasonimi yhteen kirjoitettuna	sisällön kuvaus
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.		
AR			P			PIIRROS	AR-P_PIIIRROS	piirustusmerkinnät
AR			D			MITTA	AR-D_MITTA	piirustuksen mitoitus
AR	1					RAKENNUS-OSAT	AR1_RAKENNUSOSAT	kaikki rakennusosat yhdellä kuvatasolla
AR	123					RUNKO	AR123_RUNKO	kaikki rungon rakennusosat yhdellä kuvatasolla
AR	1241					US	AR1241_US	ulkoseinät
RA	1241				L1	US	RA1241-L1_US	rakennesuunnittelijan ulkoseinät lohossa L1
RA	1241	42				US_BET_ELEM	RA124142_US-BET-ELEM	rakennesuunnittelijan betonielementtiulkoseinät

Kuva 9. Esimerkkejä käytettävistä kuvatasojen nimistä /2 s. 40/

3.9 Liittymien ja talotekniikan mallintaminen

3.9.1 Liittymät

Hankalista liittymistä tehdään useita leikkauksia ja niiden avulla voidaan selvittää kohdan rakenteet. Ohjelmien prioriteettiasetuksilla voidaan liittymärakenteita yrittää tehdä oikeanlaisiksi. Mutta jos liittymästä syntyy sellainen, ettei se vastaa todellisuutta, kannattaa yksinkertaistaa se. Kaikkea nippelitietoa ei kuitenkaan mallinneta, koska se vie kohtuuttomasti aikaa. Tarkka esimerkiksi AutoCADilla tai Allplanilla tehty detaljipiirustus linkitetään liittymäkohtaan. Rakenteiden liitosten määrittely ei kuulu arkkitehtipiirustuksiin./2 s.57./

3.9.2 Talotekniikka

Talotekniikan vaatimat tilatarpeet täytyy mallintaa, jotta esimerkiksi kylpyhuoneessa alakatot tai valaisimet osataan sijoittaa oikeille korkeuksille. Vanhassa rakennuksessa olemassa oleva talotekniikka, esimerkiksi ilmanvaihtokanavat paikallistetaan./2 s.58./ Mallinnusvaiheessa vanhat tekniikkatilat merkataan ja mahdollisesti poistettavat seinärakenteet sekä kanavat mallinnetaan purkutasolle.

Olemassa olevien taloteknisten järjestelmien mallintamisessa esimerkiksi vesipisteiden sijaintien merkitseminen inventointimalliin voi olla hyödyllistä./7./ Jos kohteessa käytetään sekatekniikoita, esimerkiksi pystyviemärien sukitusta, on paikalleen jäävän viemäriin paikan näyttäminen mallissa tärkeää. Viemäriin voi näyttää myös arkkitehtimallissa, jotta se osataan ottaa huomioon kylpyhuoneen tulevassa 3D-arkkitehtisuunnittelussa.

3.10 Talo 2000 –nimikkeistö

Tietomallintaminen rakennushankkeessa Yleiset periaatteet -kirjassa suositellaan käyttämään Talo 2000 -järjestelmän hankenimikkeistöä. Nimikkeistön kehittämisessä on nimenomaan otettu huomioon yhteensopivuus tietomallintamismenetelmien kanssa.

	Nimikkeistö	Käyttötarkoitus	Käsitteellinen sisältö	Käyttö asiakirjoissa
Tilat	<i>Tilanimikkeistö</i>	Huoneistojen, tilaryhmien ja tilojen erittely	Tilojen erittely Tilojen ominaisuudet Tilahinnat	Tilaluettelo Tilaselostus Tilahintalaskelma Talospelostus
Rakennus- ja talotekniikka-osat	<i>Hanke-nimikkeistö</i>	Rakennuksen erittely fyysisiksi osiksi	Rakennusosien erittely Rakennusosaratkaisut Rakennusosahinnastot	Talospelostus Rakennusselostus Talotekniikkaselostus Rakennusosalaskelma
Hankepalvelut	<i>Hanke-nimikkeistö</i>	Hankkeen palvelujen erittely	Palveluiden erittely Palveluiden hinnat	Tarjouslaskelma Hankelaskelma
Hankinnat ja työt	<i>Tuotanto-nimikkeistö</i>	Toimitusten ja ammattialojen erittely	Hankinta- ja tehtävälue- telo	Tarjouslaskelma Tehtävälaskelma Tarkkailulaskelma Työselostukset
Panokset				
• Työpanokset	<i>Tuotanto-nimikkeistö</i>	Työn erittely	Tehtävälue- telo Työmenekki- ja työn hintatiedosto	Tehtävien tavoite ja tarkkailulaskelma Palkkalaskenta
• Rakennustuotteet	<i>Rakennustuote-nimikkeistö</i>	Rakennus- tuotteiden erittely	Hankintaluettelo ja hankintalaskelma Rakennustuote-hakemistot ja -hinnastot	Hankinta-asiakirjat
• Kalustopanokset	<i>Kalusto-nimikkeistö</i>	Kaluston erittely	Kalustosuunnitelmat ja laskelmat Kalustohakemistot ja -hinnastot	Hankinta-asiakirjat

Kuva 10. *Talo 2000* -nimikkeistön osanimikkeistöt, sisällöt, käyttötarkoitukset ja käyttö asiakirjoissa /1 s. 40/

4 MALLINTAMISOHJELMAT

4.1 ArchiCAD

ArchiCADilla rakennetaan virtuaalista rakennusta. ArchiCADin valmistaja on unkarilainen Graphisoft. Suomessa M.A.D. on ohjelman edustaja, heidän kotisivunsa on www.mad.fi. Seuraavat mallinnusohjelmätiedot ovat heidän sivuiltaan./11./

ArchiCAD on rakennussuunnittelijan näkökulmasta kehitetty suunnittelijan työkalu. ArchiCADin ohjelma pohjautuu ajatukseen rakennuksen simuloinnista. ArchiCADilla luodaan kolmiulotteista rakennusmallia. Vaikka ArchiCAD

on kehitetty arkkitehdin näkökulmasta, laajennusmahdollisuudet tekevät siitä työkalun mille tahansa rakennussuunnittelun osa-alueelle.

ArchiCADilla hallitaan koko rakennuksen elinkaarta. Se soveltuu hyvin aina hankesuunnittelusta kiinteistöhallintaan.

Rakennusosiin perustuvassa järjestelmässä hahmotellaan ja rakennetaan virtuaalista taloa. Samalla kun talo muotoutuu tietokoneen näytöllä, syntyvät myös piirustukset.

ArchiCADissa koko rakennus on yhdessä tiedostossa ja kaikki piirustukset sisältyvät tähän tiedostoon. Muutokset yhdessä piirustuksessa päivittyvät aina automaattisesti kaikkiin muihin piirustuksiin. Virhemahdollisuudet vähenevät muihin työmenetelmiin verrattuna.

Rakennuttajalle saadaan tarkat määrätiedot, automaattiset aukko-kaaviot ja jopa työselitys. Virtuaalinen rakennus siirretään kiinteistöhallintaan, johon on erillinen ArchiFM-ohjelmisto. Sen avulla on helppo hallita huoneiden kalustusta, pinta-aloja ja vuokralaisia, sekä huoltosyklejä.

Visualisointi, arkkitehdin vakuuttava esittäminen tehdään nykyään tietokoneavusteisesti. Koneella luodaan eri vaihtoehtoista perspektiivikuvia, jotka tulostetaan paperille. Myös animaatiotyökaluilla voidaan esittää välittyvän tilan tunne paremmin. Virtuaalimaailman sisällä ja ympärillä voidaan itse liikkua katselemassa.

ArchiCADin erityinen vahvuus on nopea ja monipuolinen piirustusten tuottaminen. Nopeaksi piirtämisen tekee automatiikka. Samalla, kun piirretään pohjaa, syntyvät myös leikkaus ja julkisivut. Automaattisesti syntyvät myös ikkunakaaviot ja määräluettelot. Monipuolisuutta ovat monet erilaiset työkalut, piirtotavat ja käytännölliset piirtämisen apuvälineet kuten pipetti. Pipetillä elementtiä klikkaamalla ohjelma tunnistaa kyseisen elementin ja tuo esiin kaikki tämän elementin muokkaamiseen tarvittavat työkalut. ArchiCAD sisältää useita työskentelyä tehostavia laajennuksia, kuten automaattisen mitoituksen.

ArchiCADin tärkein ominaisuus on kuitenkin helppokäyttöisyys. Työt ohjelmaa käyttäen voi aloittaa vain neljän päivän koulutuksen jälkeen.

Ohjelmaan tehty aloituspohjat sekä RT-kortiston 3D-tyyppirakenteiden ensimmäinen erä julkaistaan vuoden 2008 alussa RT Net -palvelussa, sekä myöhemmin RT-kortisto CD:n mukana RT CAD -levyllä.

Tietomallin pohjaksi voi tuoda skannatun pohjapiirustuksen tai AutoCADilla piirretyn dwg-piirustuksen referenssiksi.

4.2 Allplan Architecture

Allplan edustaa uutta, älykästä ns. tuotemallipohjaista CAD-sukupolvea, joka on räätälöity arkkitehtuurin, rakennesuunnittelun ja rakennusteollisuuden vaatimuksia vastaavaksi. Ohjelma on suunniteltu arkkitehdeille ja insinööreille rakennusteollisuuden tarpeita varten./10./ Tuoteperhe on laaja, kokonaisuuteen kuuluvat arkkitehtiohjelman lisäksi rakenne- ja geosuunnitteluun sopivat ohjelmapaketit.

Allplan sisältää sekä tiedostorakenteen (Files, Filesets) että tasorakenteen (Layers, Layer sets), joita tulee käyttää yhtä aikaa. Enintään 60:tä tiedostoa voi käsitellä samanaikaisesti. Tiedostot ovat erillisiä ja ne voidaan piilottaa, näyttää referenssinä, laittaa editointimuotoon ja tehdä aktiiviseksi yksi kerrallaan. Yhtä tai useampaa tiedostoa voidaan muokata samaan aikaan. Tiedostoja yhdistelemällä Fileseteiksi, voidaan tieto ryhmitellä sopiviksi tulostekokonaisuuksiksi. Ohjelmassa toimii Talo 2000 -tasojärjestelmä, mutta ohjelmassa on myös mahdollista käyttää vanhempia tasojärjestelmiä. /6./ Tasojärjestelmän voi myös muokata itse itselleen sopivaksi.

Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy:ssä arkkitehtiosastolla käytetään Allplanissa Talo 90 -tasojärjestelmää.

Allplanissa saadaan yhdistetyllä taso- ja tiedostorakenteella aikaan suuren rakennuskohteen tietorakenne helposti ymmärrettäväksi. Rakennus on järjkevä luoda niin, että kukin kerros muodostaa yhden tiedoston (File) ja rakennusosat, huonetilat, merkinnät, mitat ynnä muut sellaiset tiedot erotellaan eri tasoille (Layer)./6./

Seuraavat Allplanin mallinnusohjelmatiedot ovat www.pendata.fi:n sivuilta /10/. Allplanin verkkotyökalut ja tiedonjako-ominaisuudet helpottavat tiedon siirtoa muille suunnittelijoille. Tiedostojen eli Filesettien lukkiutumien varmis-

taa, että vain yksi käyttäjä voi kerralla avata kohteen tietyt tiedostot. Muutokset päivittyvät kaikille työasemille tallennettaessa kohdetta.

Ohjelmassa on mahdollista skannattujen kuvien työstäminen. Taustalle voidaan tuoda olemassa olevan rakennuksen vanhasta pohjapiirustuksesta skannattu tiedosto, jota käytetään pohjana uuden piirustuksen tekemisessä. Skannattuja piirustuksia voidaan käyttää myös referenssipiirustuksina.

Allplanista löytyvät automaattinen porrastoiminto ja kattotyökalu sekä integroitu massamallinnus joka mahdollistaa Boolean operaatiot. Voidaan luoda monimutkaisia muotoja kaarista ja profiileista.

Animaatiot, visualisointi, valot ja varjot toimivat 3D-mallin ikkunassa, josta voidaan käydä katsomassa suunnittelun etenemistä. Ohjelmalla saadaan aikaan todentuntuisia esittelykuvia.

COM-tekniikalla voidaan lopettaa menuissa seikkailu, klikkaamalla olemassa olevan elementin päällä voidaan lisätä samanlaisia elementtejä. Ohjelma tuo automaattisesti näyttöön klikatun elementin muokkaamiseen ja asetusten muuttamiseen tarvittavat työkalut.

Työpiirustukset syntyvät automaattisilla mitoitustoiminnoilla. Mitat syntyvät elementtiä osoittamalla.

Käyttäjä voi luoda omia älykkäitä symboleja (Smart Symbols), joiden tarkkuus muuttuu automaattisesti mittakaavan mukana. Symboleita voi tuoda toisista ohjelmista ja kirjastoista.

5 MALLINTAMISEN LÄHTÖTIETOJEN KERUUMENETELMÄT

5.1 Lasermittaus

3D-lasermittauksen perusideana on saada mittatarkkaa tietoa havaittavasta ympäristöstä itse kohdetta koskettamatta. Laserilla tehdyn mittauksen edut muihin mittaus- ja mallinnusmenetelmiin verrattuna ovat tarkkuus, nopeus ja turvallisuus. Tapahtuma on nopea; muutamassa minuutissa luodaan jopa

miljoonia pisteitä. Mittaus voidaan suorittaa kirkkaassa päivänvalossa (ei kuitenkaan aurinkoa kohden) tai jopa pilkkopimeässä heikentämättä tarkkuutta. Lasersäde ei ole vaarallinen silmille. Mittaustarkkuuden tai jopa työn mahdolliseksi tekemisen voi estää lumi- ja vesisade, pöly tai vastaavat ilmassa olevat partikkelit, jotka heijastavat lasersäteen ennenaikaisesti takaisin. /4./

Mittaus voi epäonnistua sisätiloissa, jos lattia on märkä, tilassa on suuria lasiseiniä tai erittäin kiiltäviä ja puhtaita laattapintoja.

5.1.1 Laitteen kokoonpano ja mittausvaiheet



Kuva 11. Neopoint Oy:ön mittauskalustoa /5/

Järjestelmä koostuu keilaimesta, kannettavasta tietokoneesta ja tähyksistä. Mittalaite suorittaa mittaukset ja digitaalkuvien tallennukset mittaushetkellä. Tapahtumaa valvotaan ja ohjataan tietokoneen avulla, jolla määritetään mittausalueet, mittausparametrit ja laskennalliset työtehtävät. Mittaukset yhdistetään toisiinsa sekä muihin koordinaattijärjestelmiin tähyksien avulla. Tähykset voivat olla palloja, joiden keskipiste tunnetaan tarkasti mitattujen mallien avulla tai puolipalloja, joissa tasaisen pinnan keskellä on tähyks. /4./

5.1.2 Mittauksen vaiheet

Työ voidaan jakaa neljään osaan: mittauksen suunnittelu, mittauksen toteutus, mallintaminen ja siirto CAD-järjestelmiin, joissa tiedon lopullinen hyödyntäminen tapahtuu /4/.

5.1.3 Mittaus

Mittaamiseen käytetään lasersädettä, joka on pulssitettu, eli laservalo ammutaan kohteeseen pieninä sykäyksinä. Keilaus alkaa mitattavan alueen vasemmasta yläkulmasta alaspäin, mitaten samalla kulmalla pystylinjan kaikki pisteet. Seuraava pystylinja aloitetaan taas ylhäältä, muuta se on siirtynyt vaakasuunnassa oikealle. Laserkeilaimen merkistä ja mallista riippuen pisteruudukon tiheyttä voidaan muuttaa haluttuun resoluutioon. Tasaista seinää mitattaessa kojetta lähinnä olevien pintojen mitatut pisteet ovat lähellä toisiinsa, kun taas kauempaa mitattujen pisteiden keskinäinen välimatka on suurempi saman kulmaeron ja pidemmän matkan vuoksi./4./ Käytettäessä tarkkaa resoluutiota tiedostokoko kasvaa nopeasti aika suureksi.

Kohteeseen osuessaan lasersäde heijastuu takaisin keilaimen ja kulkuajan perusteella lasketaan, miten kaukana säde kävi keilaimesta ((kesto aika x valon nopeus) / 2). Kullekin laserpulsille lasketaan koordinaatti. Mitatut pisteet muodostavat pistepilven, jonka jokaisella pisteellä on kolmiulotteinen koordinaatti (x, y, z)./4./

Kukin piste saa sävyarvon sen mukaan millä intensiteetillä lasersäde kohteesta palautuu. Tasaiselta pinnaltakin erottuvat tekstit ja kuviot selkeästi värien vaikuttaessa säteen intensiteettiin. Vaikutusta on ennen kaikkea materiaalilla, kohteeseen osumiskulmalla, värisävyllä ja kohteen tasaisuudella./4./

Mittauksessa vaihe-erokeilain on nopeampi ja sillä voidaan mitata noin 30 metriin asti. Keilaintyyppi sopii hyvin sisätiloissa tapahtuvaan keilaukseen. Pulssilaserkeilain on hitaampi ja sillä mitataan pidempiä matkoja. Pulssilaser sopii paremmin ulkona tapahtuvaan julkisivujen keilaukseen./4./

5.1.4 Koordinaattien käsittely

Mitattujen pisteiden koordinaatit voidaan haluttaessa helposti muuttaa valtakunnallisiin tai erillisiin koordinaattijärjestelmiin, mikäli tunnetaan riittävästi yhteisiä pisteitä 3D-mallissa ja halutussa koordinaattijärjestelmässä /4/.

Lasermittauksen lisäksi keilaimet ottavat mitattavista suunnista digitaalkuvia, joilla helpotetaan pistepilvien käsittelyä mallia tehtäessä. Mallintamisohjelmat eivät lue suoraan pistepilven tietoja vaan välissä käytetään kolman-

nen osapuolen ohjelmaa. Tämän avulla pistepilvien siirtäminen onnistuu hyvin ainakin AutoCAD Architecture -ohjelmaan tietomallin tekemisen pohjaksi.

5.1.5 Laserkeilaintyytit

Järjestelmiä on kolmea eri tyyppiä tarkkuuden ja käyttötarkoituksen mukaan:

- Millimetrinosien laserkeilaimet, joiden pistetarkkuus < 1 millimetriä ja jotka sopivat esimerkiksi metalliteollisuuden pienten objektien mittaukseen ja laadunvarmistukseen. Enimmäistoimintasäde $< 2,0$ metriä.
- Millimettiluokan laserkeilaimet, joiden pistetarkkuus < 1 senttimetriä. Nämä sopivat geodeettiseen ja teollisuusmittauksiin. Enimmäistoimintasäde < 250 metriä.
- Desi- ja metriluokan laserkeilaimet, joiden pistetarkkuus $> 0,2$ metriä. Näitä käytetään ilmakuvauksissa, kaukokartoitussatelliiteissa ja avaruusmittauksissa. Toimintasäde on sadoista metreistä sataan kilometriin.

5.1.6 Millimettiluokan laserkeilaimen käyttömahdollisuudet

Parhaimmat sovellusalueet ovat rakennusten ja julkisivujen mittaukset. Olemassa olevien rakenteiden ja rakennusten mittaus voidaan suorittaa entisöinnin suunnittelun apuna. Siltojen ja muiden rakenteiden mittaukset, joilla tarkkaillaan rakenteiden valmistusta. Tuotantolinjojen turvallisuus ja laadunvalvonta voidaan tarkastaa mittauksia tekemällä. Mittaukset tapahtuvat kohteisiin koskematta. Tunneleiden ja kaivosten rakenteiden suunnitteluun ja seurantaan, jossa voidaan tarkastella olemassa olevan ympäristön suhdetta työsuunnitelmaan tarkasti. Virtuaalimaailmojen rakennus, joissa käytetään laserkeilainta, on monessa paikassa mittausvälineenä tarkkojen kaupunkimallien toteuttamiseksi./4./



Kuvat 12 ja 13. *As Oy Albertinkatu 15 kuvaustyökalu ja pistepilvi kannettavan näytöllä*

5.2 Nemetschek On-Site Photo

On-Site Photo -ohjelmalla voidaan digitaalisessa muodossa olevan valokuvan pohjalta tehdä 3D-mallinnusta. Valokuva tuodaan ohjelmaan pohjaksi. Kuvaan muodostetaan hiusristikko, joka kiinnitetään kuvan seinänurkkiin. Ristikon avulla ohjelma suoristaa seinän, vaikka digitaalinen kuva ei olisi suoraan seinän edestä otettu. Ohjelmassa on työkaluja seinän muotojen käsittelyyn, pintojen määrittelyyn, seinän materiaalitietoihin ja seinäpaksuuden määrittelyyn. Ohjelmasta löytyvät myös laatta, ikkuna ja ovityökalut. Käsittelyn lopputuloksena saadaan aikaan pohjapiirustuksia sekä listattua tietoa rakennuksen määrästä.

6 TIETOMALLIEN TARKASTUSOHJELMAT

6.1 NavisWorks

NavisWorks JetStream on työkalu, jolla erilaiset 3D-CAD-mallit ovat yhdistettävissä yhdeksi malliksi, jota voidaan navigoida, leikata, tallettaa animaatioita, tehdä punakynämerkintöjä. Ohjelmalla voi tarkastella törmäyskohtia. Malli voidaan linkittää aikataulutustiedostoon työmaata varten. NavisWorks sopii työkaluksi kaikille rakennusprojektin osallisille.

Ohjelmassa on pienikokoinen tallennusmuoto ja tätä tiedostomuotoa voidaan lukea ilmaisella Freedom-versiolla./13./ Työkalu soveltuisi linjasaneerausessa asiakkaalle lähetettävien dokumenttien tarkasteluun.

6.2 Solibri Model Checker

Solibri Model Checker on suunnittelun laadunvarmistusjärjestelmä, joka tarkastaa ja käsittelee IFC-määräysten mukaisia tietomalleja kaikilta suunnittelualueilta. Ohjelmalla tarkastetaan ristiriidattomuudet helposti. Sillä tehdään lopullinen laadunvarmistus, ennen suunnitelman lähettämistä asiakkaalle. Tilaajalle esittelyä varten voidaan ohjelmalla tallentaa erilaisia näkymiä./14./

7 MALLISTA SAATAVIA HYÖTYJÄ

7.1 Visualisointi

Tietomallintamista voidaan hyödyntää kaikissa hankkeen vaiheissa. Mallin hyödyntäminen kylpyhuoneiden visualisoinnissa on asiakkaan näkökulmasta tärkeää. Päätöksenteko helpottuu, kun erilaisten vaihtoehtojen tarkastelu on mahdollista. Esimerkiksi alas lasketun katon hahmottaminen kylpyhuoneissa voi tuottaa vaikeuksia vanhemmille osakkaille.

7.2 Törmäystarkastelu

Mallista on hyötyä suunnitelmien tarkastamisessa, kun arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja LVI-asiantuntijan mallit yhdistetään ja törmäyskohdat tarkastetaan. Mahdolliset suunnitteluvirheet myös havaitaan aikaisemmin ja piirustuksissa on vähemmän virheitä, koska ne on generoitu suoraan mallista.

7.3 Määrälaskenta ja purkutyöt

Määrälaskenta tehostuu ja sen ansiosta urakoitsijan on helpompi arvioida korjauksen hintaa laskennassaan. Osakkaan näkökulmasta katsottuna korjauksen hinta tarkentuu.

Tietomallissa purkutasolle tai muulle määritellylle tasolle voidaan mallintaa kylpyhuoneiden purettavat seinä- ja lattialaatoitukset sekä purettavat vesika-

lusteet. Urakoitsija saa mallista hyödyn arvioidessaan purettavista kalusteista ja purkujätteestä tulevaa määrää. Purettavien osien tuotetietoihin voidaan lisätä esimerkiksi näytteestä löytnyt asbesti tai muu haitta-aine, mikä vaikuttaa suoritettavan korjaustehtävän määritykseen ja laatuun.

7.4 Tietomallin jatkokäyttö

Rakennuksen elinkaaren aikana on jatkossakin hyötyä tietomallista, joka on aloitettu linjasaneerauksella, samaa mallia täydennetään esimerkiksi tulevis- sa julkisivu- tai vesikattokorjauksissa. Tietomallia voidaan hyödyntää myös kustannusten laskennassa ja hallinnassa sekä logistiikassa.

7.5 Analysointi- ja simulointiohjelmit

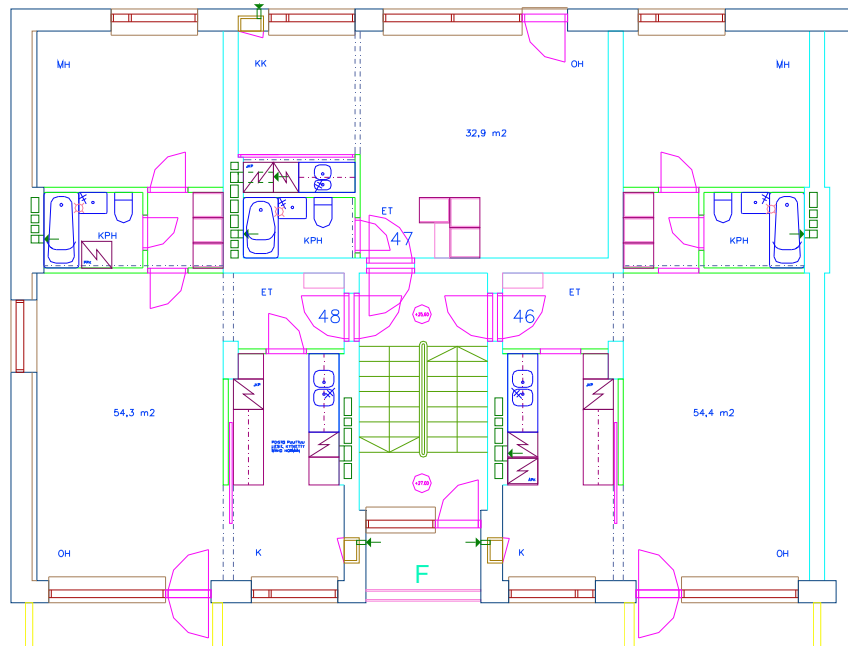
Tietomallien analyysi- ja simulointiohjelmissä voidaan analysoida mallien sisältöä erilaisten fysikaalisten ominaisuuksien näkökulmasta. Näitä ovat esimerkiksi rakenteiden statiikka sekä energiasimulaatiot. Tietomallikytkentäisiä analyysi- ja simulointiohjelmit ovat mm.

Constructor	Graphisoft	kustannusarviointi
RIUSKA	Granlund	olosuhde- ja energiasimulointiohjelmit
STAAD	Bentley	rakenteiden statiikka
SCIA		rakenteiden statiikka
TCM iLink	Tocoman	kustannusarviointi

8 TIETOMALLINNETTAVAT KOHTEET

8.1 As Oy Naavakallio

As Oy Naavakallio sijaitsee Espoossa Tapiolan keskustan läheisyydessä osoitteessa Naavakalliontie 1, 02120 Espoo. Kohteen valmistumisvuosi on 1958. Rakennuksia on yksi, sen tilavuus on 12155 m². Rakennuksessa on 49 huoneistoa. Kerrosala on 4406 m². Rakennuksessa on 6 porraskäytävää ja 3 kerrosta + kellarikerros. Vinttiä ei ole.

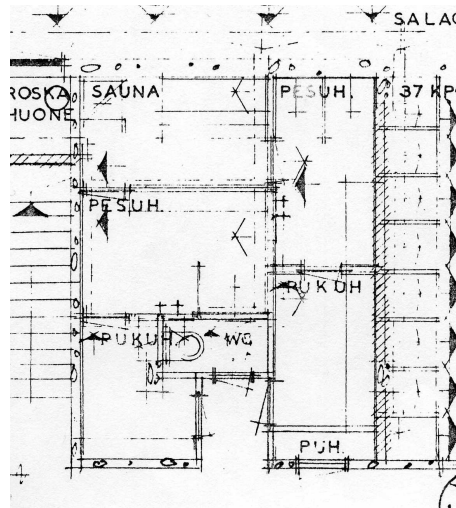


Kuva 14. As Oy Naavakallio F portaan pohjapiirustus, joka on toteutettu AutoCADilla

8.2 As Oy Albertinkatu 15

Asuinrakennus sijaitsee osoitteessa Albertinkatu 15, 00180 Helsinki, rakennuspaikka on Punavuoren kaupunginosassa. Rakennus on valmistunut 1959. Kohde käsittää yhden rakennuksen. Huoneistopinta-ala on 2128 m² ja liikehuoneistoja on talon kivijalassa 392 m². Asuinhuoneistojen lukumäärä on 50 kappaletta. Rakennuksessa on kaksi erikorkuista osaa, ensimmäinen osa neljäkerroksinen ja toinen osa kuusikerroksinen. Pohjakerroksessa on liikehuoneistoja ja alimpana on kellarikerros. Porrashuoneita talossa on kolme kappaletta. Rakennus on linjasaneerauksen mallinnuksen pilottikohde Insinööri-toimisto Mikko Vahnen Oy:ssä.

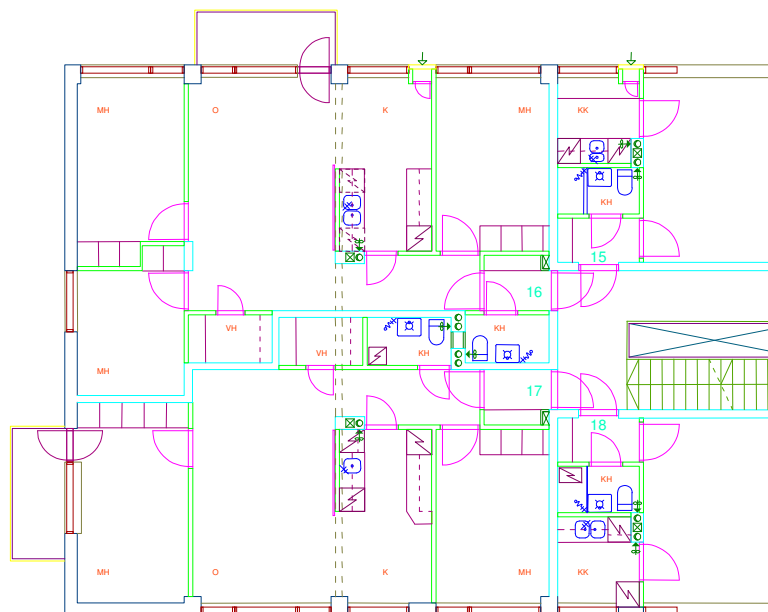
Taloyhtiön saunaosastossa tehtiin lasermittaus ja siitä tuotettiin tietomalli. Tämä tietomalli sijoitettiin Mikko Vahnen Oy:ssä tehdyn koko rakennuksen mallin sisään.



Kuva 15. As Oy Albertinkatu 15, skannaus alkuperäisestä piirustuksesta

8.3 As Oy Maunulanmäki

As Oy Maunulanmäki sijaitsee Maunulassa, Lampuotilantie 34 - 36, 00630 Helsinki. Rakennus on valmistunut 1959. Rakennushankkeena on vesijohtojen ja viemäreiden sekä sähköjärjestelmien uusimiseen liittyvät LVI-, sähkö- ja rakennustekniset työt. Asunto-osakeyhtiö käsittää kolme rakennusta, joissa on yhteensä kuusi porrashuonetta. Taloissa on 1+4 kerrosta ja 143 asuntoa. Rakennustilavuus on 31100 m³ ja huoneistoala on 7294 m². Vinttiä ei ole rakennuksessa on tasakatto.



Kuva 16. As Oy Maunulanmäki A portaan pohjapiirustus, joka on toteutettu AutoCADilla

9 MALLINTAMISEN KÄYTTÖKOKEMUKSIA

9.1 Mallintamisen laajuus linjasaneerauksissa

9.1.1 Kellaritilat

Linjasaneerauksissa arkkitehtimalliin mallinnetaan kellarista kaikki kantavat seinät ja niiden aukot, palkit sekä ovet ja ikkunat. Myös saunaosaston ja muiden erikoistilojen kuten sähköpääkeskuksen ja lämmönjakohuoneen ei kantavat väliseinät mallinnetaan. Varastokomeroitten ja kylmäkellareiden sisäpuolisia väliseiniä ei mallinneta. Kaikki kellarin vesipisteet ja viemärien paikat tulisi merkata mallista tehtäviin pohjapiirustuksiin. Lattioista mallinnetaan kantava laatta erikseen. Muista lattian rakennekerroksista voidaan tehdä yhtenäinen rakennetyyppi niille alueille, joita ei korjata. Korjattavien alueiden, kuten esimerkiksi saunaosaston lattian rakennekerrokset mallinnetaan omina olioinaan.

9.1.2 Kerrokset

Kerroksien mallintamisen lähtökohta on hissi ja porrashuone. Porrashuoneeseen johtavat huoneisto- ja muut ovet mallinnetaan. Huoneistosta mallinnetaan kaikki korjausalueeseen liittyvät seinärakenteet, ovet, palkit ja aukot. Lattiasta voidaan tehdä rakennetyypiltään yhtenäinen kaikkialla muualla paitsi kylpyhuoneissa, joissa kaikki lattian rakenteet mallinnetaan omina olioinaan. Kylpyhuoneen ikkuna tulisi mallintaa, jos siellä sellainen on. Kylpyhuoneiden viemäri- ja vesipisteiden paikat merkataan pohjapiirustuksiin. Kylpyhuoneiden vesikalusteet mallinnetaan paikoilleen. Keittiössä riittäisi tiskipöydän mallintaminen vesipisteineen. Linjasaneerauskohteessa julkisivun rakennusosia ei mallinneta.

9.2 ArchiCAD

9.2.1 Yleistä

Ohjelman manuaali on suomenkielinen, helppokäyttöinen ja valikot helposti omaksuttavia sekä työkalujen käyttö on selkeätä. Ohjelmasta löytyvät apuvälineet asetusten, työtapojen, käyttöliittymän, tuotemallintamisohjeen, piikaoppaan ja alkuun oppaiden muodossa. Tammikuussa 2008 on ilmestynyt

uusi suomenkielinen harjoituskirja ArchiCAD 11 -versiosta. ArchiCAD-mallinnusohjelman tasomaailma on AutoCADin kaltainen, siksi ohjelman tasojen omaksuminen on sujuvaa. Referenssipiirustuksen kanssa työskentely on helppoa ja nopeaa. Ohjelma tunnistaa helposti erilaisia pisteitä referenssipiirustuksesta.



Kuva 17. As Oy Naavakallio F portaan mallinnus toteutus ArchiCADilla

9.2.2 Ohjelman avaaminen ja projektin perustaminen

ArchiCADin käynnistysikkunasta valitaan luodaanko *uusi projekti*, avataanko vanha tai liitytäänkö tiimiprojektiin. Käynnistysikkunassa on myös vaihtoehdot *hae projekti* tai *käynnistä projekti*, ne valitaan esille tulevasta projektivalikosta.

Uutta projektia perustettaessa valitaan käyttöliittymäasetukset ja profiili. Vaihtoehdot ovat *oletus-* ja *edellinen profiili* sekä *standardi-*, *planssi-* ja *visualisointiprofiilit*.

As Oy Naavakallion projektiin valittiin uusi standardiprofiili.

9.2.3 Mallintamistyön aloitus ja työjärjestys As Oy Naavakalliossa

AutoCADilla piirretty pohjapiirustus tuotiin referenssipiirustuksena ArchiCAD-tietomalliin pohjaksi. Kohteen vanhan leikkauksen perusteella määriteltiin huoneistojen korkeudet ohjelman kerrosasetuksissa. Vanhoista rakennuspiirustuksista haettiin tietoa kohteen seinä- ja lattiarakenteista. Työssä tarvittavat rakennetyypit kopioitiin ja muokattiin ohjelmassa valmiina olevista rakennetyypeistä. Pohjapiirustuksen avulla sijoitettiin seinät, laatat, ikkunat ja ovet paikoilleen.

9.2.4 Työkalujen käyttö

Tietomalliobjektien parametrien määrittäminen ja näyttäminen oikein, on ikkunoiden ja ovien, kynnyksien sekä seinään liittymisen osalta vaikeaa, kun ArchiCAD-tietomallin pohjapiirustusta yritettiin saada näyttämään samalta kuin AutoCADilla perinteisesti on tehty. Seinä ja laattatyökalut ovat helpompikäyttöisiä, koska niissä ei ole niin paljon määriteltäviä parametreja.

Normaalisti objekti valitaan vaihtonäppäin alas painettuna. Monen objektin päällekkäisyys samassa kohtaa häiritsee hieman työskentelyä. Tabulaattorin + vaihtonäppäimen yhteispainalluksen avulla, objekti valitaan.

9.2.5 Tasomaalima

Käytössä on Talon 2000 -tasot. Kerroskorkeuksien määrittelyn jälkeen siirrytään mallissa *projektin sisältö* aloitussivulle. Aloitetaan mallinnus aloitus-tasosta esimerkiksi + 0.0 perustukset. Tehdään perustukset tasolle kaikki sitä koskeva mallinnus. *Suunnittelu* alusvetovalikossa valitaan kerrosasetukset ja kopioidaan yhdellä kertaa kaikki ne objektit, jotka halutaan siirtää seuraavaan kerrokseen. *Projektin sisältö* näkymässä liikutaan rakennuksen kerroksesta toiseen, valitsemalla aktiiviseksi kerros, jota muokataan. Eri kerroksia piirrettäessä voidaan käyttää apuna häämöasetuksia. Toinen kerrostaso saadaan näkymään vaaleammalla värillä aktiivisen tason kanssa samaan aikaan.

9.2.6 Tuotevalmistajien GDL-objektien käyttö

Tietomalliin voidaan hakea IDO:n kylpyhuoneobjekteja, wc-istuimia, lavuaareja ja suihkukaappeja. Objekteista pystyy rakentamaan erilaisia kalustekokonaisuuksia. ArchiCADilla toteutettiin As Oy Naavakallion kolmeen eri kylpyhuoneeseen kalustussuunnitelma. IDO:n kalusteet asettuivat hyvin paikoilleen oletuskorkeuksille. Lattiakaivo, hanaobjektit altaalle ja suihkunurkkaukseen, wc-paperiteline, pistorasia ja pyyhetanko löydettiin ArchiCADin peruskirjastosta, mutta niiden korkeusasema lattiaan nähden täytyy määrittellä, objektin tuontivaiheessa.



Kuva 18. As Oy Naavakallio kylpyhuoneen mallinnus toteutus ArchiCADilla

9.2.7 Määräluettelot

Luetteloita voi tehdä esimerkiksi tasovalinnan, elementtien, ovien ja ikkunoiden mukaan. Luetteloon voi valita monia erilaisia määreitä ja mittaustapoja elementeille ja objekteille. Luettelosta voi tehdä todella laajan. Mukaan voi valita esimerkiksi sisä- ja ulkomittoja, pinta-aloja, paksuutta ja materiaalmääryksiä. Tottumattomalle määräluetteloiden asetusten asettaminen kestää yllättävän kauan. Määräluetteloiden ulkonäköä voidaan myös muokata.

9.2.8 Tulostaminen ja piirustusohjat eli planssit

Tietomallista tehtiin As Oy Naavakallion F-portaan kaikkien kolmen kerroksen pohjapiirustukset. Ensimmäinen kerros kuvaa alkuperäistä tilannetta. Toinen kerros on purkupiirustus ja kolmannessa kerroksessa kylpyhuoneet on suunniteltu uudelleen. Ohjelman *Arkisto / Tiedot / Projektin tiedot*-osiossa määritellään kohteen ja suunnittelijan tiedot. Nimiön muut tiedot tulevat planssiin tuotavien ikkunoiden omista määrittelyistä, joiden määrittely tapahtuu masterplanssissa. Jokainen pohjaan tuotava näkymä tai leikkaus nimitään erikseen. Piirustusohjaan näkymät sijoitetaan hiirellä ja tulostusmittakaavan valinta voidaan tehdä planssinäkymässä.

Tulostaminen A3-kokoon verkon kautta kopiokoneella onnistuu hyvin. Myös tulostaminen oikeaan arkkikokoon toimii, tulostimena käytettiin Halsuantie 4:ssä olevaa Oce-tulostinta.

9.3 Allplan

9.3.1 Yleistä

Allplan Architecture -ohjelma on englanninkielinen. Myös AutoCADissa piirto-ohjelmat ovat sekoitus englannin- ja suomenkielisistä valikoista ja termeistä. Allplanissa käytetään monia AutoCADista tuttuja englanninkielisiä komentoja. Ohjelman käyttäjä tarvitsee myös monia erikoisanoja ja ilman niiden ymmärtämistä työnteko ei suju. Ohjelmaan tutustuminen vain kokeilemalla toimintoja on tuskastuttavaa.

9.3.2 Ohjelman avaaminen ja projektin perustaminen

Perusta projekti avaamalla, *Open project / New project* tai *Open project Project pilot*. Valitaan Template ARK prj. ja hiiren oikealla näppäimellä valitaan *Copy project to* -kohdassa projektille uusi nimi. Ohjelma kopioi vanhasta projektista kaiken mahdollisen uuteen projektiin.

9.3.3 Files ja Filesets

Open on a project-specific basis files and filesets -valikossa voidaan valita aktiivinen taso klikkaamalla merkkiruutu punaiseksi, vihreän värinen ruutu on editointitilassa ja harmaa referenssitilassa. Ainoastaan yksi tiedostosetti voi olla aktiivinen kerrallaan.

9.3.4 Mallintamistyön aloitus

As Oy Maunulanmäestä oli valmiina AutoCADilla piirretty pohjapiirustus, joka tuotiin Allplaniin AutoCAD-tiedostona. Ensimmäisen kerroksen pohjapiirustus siirrettiin suoraan tietomalliin ensimmäisen kerroksen filesettiin. Aktiiviseksi valittiin seinätaso ja aloitettiin seinien teko. Seinät syntyvät automaattisesti *Extrude Walls* -komennolla, kun määrittelee seinälle paksuuden. Ohjelma etsii siihen tuodusta AutoCAD-piirustuksesta paksuuden levyisiä, viivoista muodostuvia alueita ja tekee niistä seiniä. Automaattitoiminto ei ymmärrä kuin leveyden ja tekee virheitä seinän muodostamisessa. Seiniä muodostuu muistakin yhtä leveistä rakenteista.

Convert Line to Wall -komennolla voidaan myös tehdä viivoista seiniä. Komentoa kokeiltiin mutta sen käyttö osoittautui vaikeaksi. Seinät syntyivät kohteeseen vain sisäpinta ulkopuolella. Osa komennon vaiheista jäi ymmärtämättä.

9.3.5 Työkalujen käyttö

Työkaluja on hieman vaikeampi käyttää, koska osa komennoista annetaan ohjelman komentorivillä ja osa taas valikkoikkunassa. Allplanissa tehdään ensin seinään aukko ovea tai ikkunaa varten. Valmiiseen aukkoon mallinnetaan sitten ikkuna tai ovi. Laatan tekeminen oikeaan korkeuteen on vaikeaa, koska sen asetusten määrittelyssä käytettävässä valikkoikkunassa on niin monta vaihtoehtoa mistä valita.

9.3.6 Tuotevalmistajien GDL-objektien käyttö

Tuotevalmistajien GDL-objekteja ei onnistuttu tuomaan Allplaniin. Oliot pitää ensin tallentaa sellaiseen paikkaan, mistä ohjelma osaa ne lukea. Tallennustehtävään tarvitaan toimistomme pääkäyttäjä, joka voi viedä tietoja Allplanin tiedostoihin.

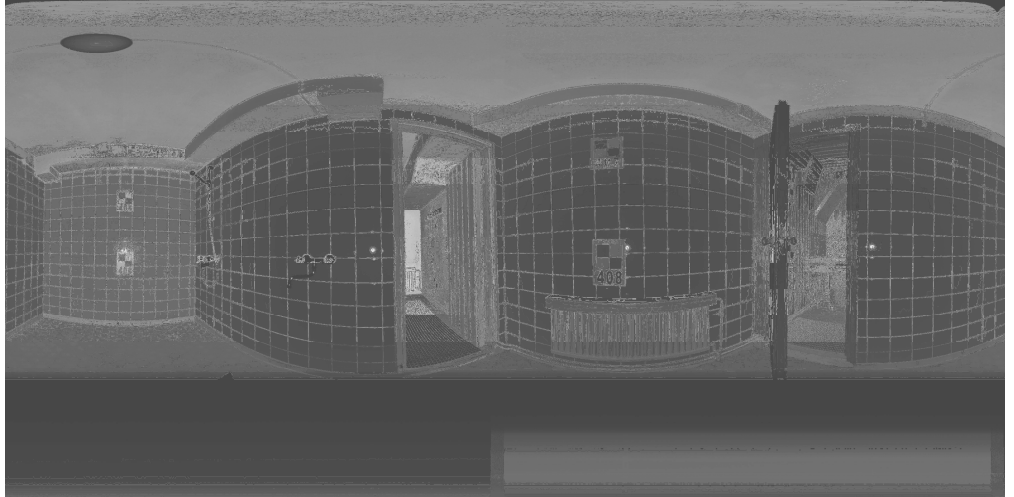
9.3.7 Tulostaminen ja määrälaskenta

Tulostaminen kopiokoneelle onnistui *File*-valikon *Print*-komennolla. Myöskään toimistossamme Allplanilla pidempään mallintanut, ei tulostamista plotterille hallitse, joten tulostamista ei kokeiltu. Määrälaskennan kokeileminen ei onnistunut, ohjelman työkalujen käytön opettelu olisi vienyt niin paljon aikaa.

9.4 Lasermittaus Albertinkatu 15

Asunto Osakeyhtiö Albertinkatu 15:sta saunaosastossa tehtiin lasermittaus 18.12.2007. Saunaosaston, mikä käsittää saunan, kaksi pesu- ja pukuhuonetta sekä wc:n mittaus kesti aamupäivän. Työssä käytettiin vaihe-erokeilainta ja takymetriä. Ensimmäiseksi kiinnitettiin tarkepisteet seinille. Tarkepisteiden kiinnitys ja sijoituskohdat riippuvat tilaajan määrittelemästä koordinaatistosta. Mittauskohtaan näkyvien kolmen tarkepisteen menetelmää käytettäessä, ei tarvitse vaaita keilauslaitetta suoraan jokaisella mittauspisteellä. Minimi mittausetäisyys seinästä vaihtelee laitekohtaisesti noin 1000 - 700 millimetriä. Keilausmittalaite on yleensä kiinni kolmiojalassa. Mitä matalammalle korkeudelle mittalaite voidaan kiinnittää, sitä laajemman osan pienen huoneen seinistä laite pystyy mittaamaan.

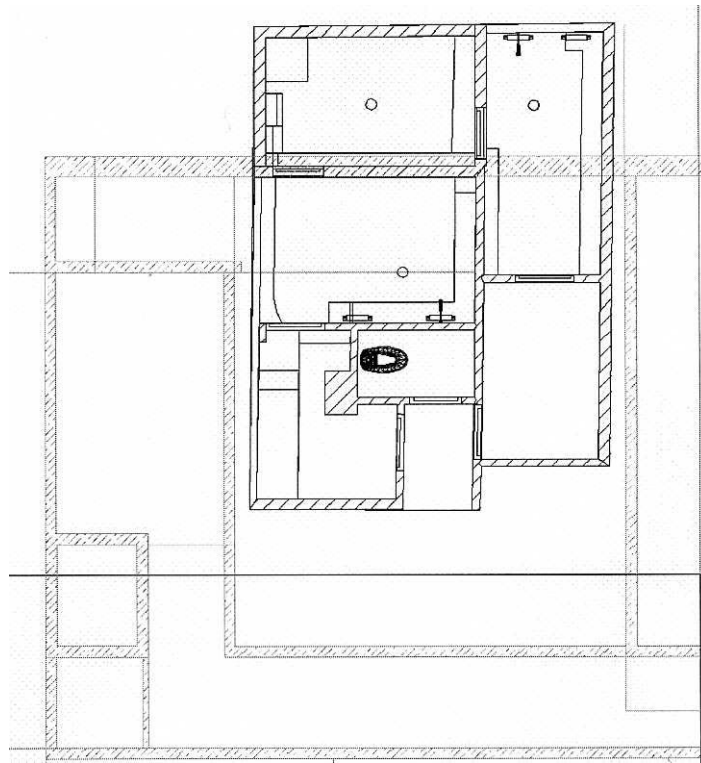
Seuraavaksi kierrettiin kaikki tarkepisteet keilaimen kanssa läpi. Seinien vierustoilta siirrettiin pois saunaosaston penkit, jotta keilaimen lasersäde osuisi seiniin eikä penkkeihin. Ovia avattiin ja suljettiin tiloissa tarpeen vaatiessa pois lasersäteen tieltä. Keilain käynnistettiin kannettavassa tietokoneessa olevan ohjelman avulla. Yhden mittauspisteen keilaus kestää vain joitain minuutteja. Keilaustapahtumassa laitteen keskellä pyörii kiekko, josta lähtee kahteen suuntaan säteet. Säde näkyy punaisina viivoina seinillä. Mittauksen jälkeen syntyneen pistepilven pystyi näkemään kannettavan tietokoneen näytöllä. Mittauspisteiden resoluutio valitaan ennen ohjelman käynnistämistä. Resoluutio valitaan kohteen vaativuuden mukaan.



Kuva 19. As Oy Albertinkatu 15, Laserkeilaimen kuva saunaosastosta

Tietomalli saunaosastosta lähetettiin toimistollemme sähköpostilla. Tietomallin tarkastus tehtiin Solibri Model Checker -ohjelmalla. Tietomallista tehty IFC-tiedosto avautui normaalisti, eikä siinä näkynyt tarkastuksessa virheitä. Allplan ohjelmalla tietomallin avaus, ilmoitti virheen IFC-importissa. Mallista löytyi yksi väärällä korkeustasolla oleva seinä. Tämän saunan tietomallin IFC-tiedosto oli tehty AutoCAD Architecture 2008 Build 5.5.235.0 - 1.0 - ohjelmalla eikä uudemmalla AutoCAD Architecture 2008 Bild 5.5.256.0 -1.0 - ohjelmalla. Siksi IFC-tiedosto jumitti toimistossamme käytössä olevaa Allplan-ohjelmaa.

Kun tietomallit sijoitettiin sisäkkäin samaan malliin, IFC-oliot kääntyivät automaattisesti Allplaniin aivan aidoiksi olioiksi. Esimerkiksi rasteroidusta seinästä tuli täysin muokattavissa oleva olio. Poikkileikkauksesta näkyi saunan olevan oikeassa z-korossa ja oikeassa kerroksessa. Kuvan 20 pohjapiirustuksesta näkyy, etteivät x- ja y-koordinaatit osuneet kohdilleen. Kuvasta nähdään, kuinka merkittävä on oikea koordinaattitieto. Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy:ssä tehty tietomalli perustuu vanhoihin pohjapiirustuksiin ja niiden mittatietoihin. Laserkeilatusta pistepilvestä toteutettu tietomalli on todennäköisesti lähempänä todellisuutta saunaosaston sisämitoissa. Tilan ulkoseinät ovat kuvitteelliset, koska vain keilaamalla seinä sen molemmilta puolilta voidaan selvittää seinärakenteen paksuus. Saunaosaston tietomallia voidaan vielä siirtää.



Kuva 20. As Oy Albertinkatu 15, saunaosaston malli on tuotu rakennuksen tietomallin sisään

Lasermittauksella saavutetaan aina luotettavampi tulos kuin vanhoilla pohjapiirustuksilla. Näinkin pienellä mittausalueella vanhoihin piirustuksiin verrattuna reilu kolmen väliseinän leveys on suuri ero leveysmitoissa. Pituussuunnassa eroa ei ole kuin seinän puolikkaan verran. Näin suuri ero vaikuttaa jo esimerkiksi laatoituksen määrälaskentaan. Tarkka malli on hyvä lähtökohta suunnittelulle. Esimerkiksi laatoituksen suunnittelussa lattia- ja seinämittojen täytyy olla oikein. Myös lattiakaivon osuminen sopivasti laatoitukseen on otettava suunnittelussa huomioon. Suorat seinät ja kulmat ovat tae laatoituksen onnistumiselle. Mittauksen perusteella voi myös tehdä sellaisen havainnon, että tässä saunaosastossa seinät eivät ole toisiinsa nähden 90° kulmassa.

9.5 On-Site Photo

Pieniä kylpyhuoneita on erittäin vaikea kuvata niin, että yhteen digitaaliseen valokuvaan mahtuisi koko seinä. Pienen wc:n seiä kuvattiin kameran panoraama kuvaustoiminnolla. Wc oli suorakaiteen muotoinen 1,7 x 0,9 metriä.

Seinän korkeus oli 2,4 metriä. Kapeampia päätyseiniä kuvatessa seistiin aivan takaseinässä kiinni, jotta vastakkaisen seinän koko seinäpinta tulisi kuvaan mukaan. Kameraa pidettiin pystyasennossa. Panorama valokuvauksessa toinen kuva jatkuu siitä mihin ensimmäinen kuva on päättynyt eli kuvat laitetaan hieman päällekkäin. Valkeaa seinäpintaa kuvatessa edellisen kuvan reunaa ei hahmottanut, jotta olisi seuraavassa kuvassa oikeasta kohdasta osannut jatkaa kuvaamista. Yhden kapean seinän kuvaamiseen otettiin neljä kuvaa. Pitkän sivun kuvaukseen olisi joutunut ottamaan kahdeksan kuvaa. Koko pienen wc:n taltioidakseen olisi pitänyt ottaa yhteensä 24 kuvaa. Tämän jälkeen aineisto yhdistettäisiin kuvankäsittelyohjelmalla seinäkohtaisiksi tiedostoiksi. Tämän kuvankäsittelyn jälkeen seinät voisi viedä On-Site Photo -ohjelmaan käsittelypohjaksi.

On-Site Photo -ohjelman tarvitsemien valokuvien tekeminen on niin työläs tehtävä sisätiloissa, että en suosittele ohjelmaa linjasaneerauksissa käytettäväksi. Ohjelma soveltuu paremmin julkisivukorjauksiin, missä yhteen valokuvaan saadaan sopimaan koko julkisivu.

10 LUPA-ASIAKIRJAT

Linjasaneerauksissa tarvitaan rakennuslupaa varten 1:100 mittakaavassa olevat pääpiirustukset. Piirustukset piirretään kellarista, kaikista asuinkerroksista sekä ullakosta. Nykyisin pohjapiirustukset piirretään AutoCADilla vanhojen pohjapiirustuksien tietojen perusteella. Vanhoista piirustuksista ei aina löydy työtä helpottavia mittatietoja, vaan rakenteiden välimatkoja joutuu mittatikun kanssa mittailemaan. Mittaaminen hidastaa piirustustyötä.

Tietomallintamisessa mittakaavaan skannatut pohjapiirustukset tuodaan mallinnusohjelmaan ja niiden avulla mallinnetaan vain korjausalueen vaativat rakenteet. Skannatun pohjapiirustuksen avulla tietomallin tekeminen on joutuisaa ja mittatarkkuus on sama kuin mittaamalla rakenteita vanhasta piirustuksesta. Jos skannatut tiedostot ovat hyvälaatuisia ja selkeitä sekä niihin tietomallintamalla aikaansaadut muutokset erottuvat hyvin, voitaisiin rakennuslupaa varten tehtävät pohjapiirustukset tehdä näin menetellen.

Suomen Rakentamismääräyskokoelman A2 kohdassa 5.1.1 Määräys lukee: ”Rakentamista koskevan suunnitelman esitystavan tulee olla selkeä ja noudattaa yleisesti käytössä olevaa hyvää piirustustapaa.”/12./

5.2.4 Määräyksessä sanotaan, että: ”Pohjapiirroksien ja leikkauspiirroksien tulee osoittaa asian käsittelyn vaatimalla tarkkuudella, että suunniteltu rakentaminen täyttää tilasuunnittelultaan, mitoitukseltaan sekä rakenteiden perusratkaisujen ja ominaisuuksien osalta säännösten ja hyvän rakennustavan vaatimukset.”/12./

11 YHTEENVETO

11.1 Tietomallinnus

Linjasaneerauksessa hankesuunnitteluvaiheen alussa päätetään tapa, miten kohteen suunnittelu toteutetaan. Hankesuunnittelutarjouksessa voitaisiin tarjota piirustuksien tuottamiseen AutoCADin lisäksi myös lasermittausta tai tietomallintamista. PutkiremonttiPlus-toimintamallin käyttö ja visualisoinnin avulla esitetyt suunnitelmat auttaisivat hankkeen kaikkia osapuolia. Hankesuunnitteluvaiheessa tilaajan kanssa sovittaisiin tietomallinnettavat alueet.

3D-mallintamalla rakennuksen rakennusosat toteutetaan eri tavalla kuin 2D-piirtämisellä. AutoCADilla piirretään seinää viivatyökälulla. Mallintamalla seinästä tehdään todellinen kolmiulotteinen objekti. Kolmiulotteinen visuaalinen tiedonkäsittely on tänä päivänä niin kehittynyttä, että mallinnusohjelman hyvin hallitseva käyttää sitä tehokkaasti ja erittäin mielellään. Visualisoimalla saadaan aikaan näyttäviä valokuvamaisia tulosteita ja mallia voidaan tarkastella kolmiulotteisesti sekä sisä- että ulkopuolelta. Kaikissa piirto- ja mallinnusohjelmissa valitaan taso, mille rakennusosa piirretään, annetaan sille leveys, pituus ja mallintamalla myös korkeus, joko kopioimalla viivaa tai määrittelemällä rakennetyyppi kirjastoon.

Lattia- ja seinärakenteet ovat perinteisesti AutoCADilla piirrettynä näkyneet vain rakennuksen pituus- ja poikkileikkauksissa. Pohjapiirustuksiin ei ole piirretty seinärakennemerkintöjä, eli kaikki tieto ei ole ollut niissä näkyvillä. Koko

rakennuksen mallintamalla siitä saadaan tulostettua täydelliset piirustusohjat kerroksittain, julkisivupiirustukset ja leikkauksia sekä rakennusosien määrät. Mallista otetussa pohjapiirustuksessa tai leikkauksessa saadaan näkymään seinien ja lattioiden rakennekerrokset sekä rasterimerkinnät. Kerrostalojen uudiskohteet mallinnetaan näin nykyään.

Tietomalliin voisi linjasaneerauksessa toteuttaa kaikista kerroksista porrashuoneet ja vesipisteisiin sekä hormeihin liittyvät tilat, keittiöt, kylpyhuoneet ja niiden rakenteet. Rakennuksen ulkoseinät mallinnettaisiin ilman ikkunoita. Kellaritilat on syytä mallintaa kokonaan, koska niissä tiloissa on paljon vesi- ja viemäriputkia sekä saunaosastot, jotka usein kunnostetaan myös linjasaneerauksen yhteydessä. Korjattavien alueiden kaikki ovet pitää mallintaa, jotta urakoitsijat tietävät millä reiteillä talossa liikutaan.

11.2 Ohjelmat

Mallinnus- ja piirto-ohjelmia keskenään vertailtaessa, kaikissa kolmessa ohjelmassa pitää muistaa suuri määrä komentoja ja työskentelytapoja sekä tehtäväpolkuja. Ohjelmia pitää käyttää säännöllisesti, ettei opittuja taitoja unohdeta. Toistojen kautta oppiminen on oleellista kaikissa piirto-ohjelmissä. Ohjelmien opettelulle pilottikohteissa pitää varata riittävästi aikaa, ettei hanke kaadu aikataulun pettämiseen. Linjasaneerauksissa rakennesuunnittelija ja arkkitehti voivat käyttää arkkitehdeille suunniteltuja mallinnusohjelmia.

Tutkimuksessa vertailtiin ohjelmien valmiusastetta ja sitä, kuinka nopeasti niiden avulla suunnittelu voitaisiin aloittaa linjasaneerauksissa. Allplanissa toimii vanhan rakennuksen mallinnus nostamalla seinät pohjapiirustuksesta. Se on nopea tapa saada aikaan näkyvää mallia. ArchiCADissa ei tällaista toimintoa ole, mutta seinät tehdään seinätyökalulla helposti. ArchiCADissa kerrosasetukset valikkoon määritellään samalla kertaa koko rakennuskokonaisuuksena. Allplanin tällainen toiminto on tulossa seuraavaan versioon. Allplanin kerrosasetuksia voi määritellä *Default Planes* -työkalulla aktiivisella tasolla. Arkkitehtien tarvitsemia kylpyhuonekalusteita visualisointia varten löytyy ArchiCADiin monen eri valmistajan objekteista. ArchiCADin puolella voit määritellä valikkoikkunassa objektille mitat, mutta Allplanissa tuot ensin olion malliin ja sen jälkeen ohjelman vakio-olio muokataan sopivaksi venyttämällä tai kaventaen. Allplanissa työkaluina ovat ohjelman omat kylpyhuonekalusteet,

jotka muistuttavat kovin vähän suomalaisia kylpyhuonekalusteita. ArchiCADin valmiudet aloitukseen ovat kehittyneemmät.

Lasermittaus on toiselta yritykseltä ostettava palvelu. Jos kohteessa päätehtään käyttää lasermittausta, siitä pitää pyytää tarjous. Tarjouksen saaminen, mittauksen toteutusajankohta sekä siitä tuotetun mallin valmistuminen ja tarkastaminen pitää osata arvioida oman suunnittelutarjouksen kanssa toimivaksi kokonaisuudeksi. Toiselta yritykseltä ostetun mittatiedon tai mallin yhteensopivuus omien suunnitteluohjelmien kanssa pitää varmistaa oikein tehdyllä tarjouspyynnöllä. Lasermittauksella saadaan nopeasti puuttuva mittatieto kohteesta, mallia varten, jos piirustuksia ei tilaajalta löydy. Mittaukseen kuluvaa aikaa voidaan verrata vanhoista piirustuksista rakennuksen pohjapiirustuksien AutoCAD-piirtämiseen. Lasermittauksen avulla aikaansaatu tulos on varmasti suunnittelun kannalta luotettavampi lähtötieto kuin vanhat pohjapiirustukset. Pienen kerrostalon lasermittaus on parin päivän työ.

11.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimuksen aihe

Nemetschek osti ArchiCADin tuoteperheeseensä jokin aika sitten. Toivottavasti yhteistyö edesauttaa Allplanin kehittymistä ArchiCADin suuntaan eikä toisinpäin. ArchiCADin kehitystyöprojekti lähitulevaisuudessa on saada lasermittauspisteiden pistepilvien tieto siirretyksi ohjelmaan tietomallin pohjaksi. IFC-standardin mukainen toimiva tiedonsiirto pitää varmistaa, ennen yhteistyön käynnistämistä muiden yritysten kanssa.

Linjasaneerauksien mallintamisen aloittamiseen ArchiCAD-ohjelma soveltuu paremmin, koska sen tarjoamat työkalut arkkitehdeille ovat kehittyneempiä kuin Allplanin. Ohjelmien käytön aloitukseen tarvitaan lisäkehitystyötä perustamalla linjasaneerauksen DGL-objektikirjasto työkalujen parantamiseksi. Arkkitehdit tarvitsevat työssään olioita, GDL-objekteja joiden avulla visiot syntyvät. Tietomallinnusohjelmissa on myös monia viivojen piirtotyökaluja, joten niiden avulla onnistuu myös perinteinen 2D-piirtäminen.

Jatkotutkimuksena voitaisiin selvittää, miten tietomallinnus onnistui linjasaneerauksen pilottikohteessa. Oliko pilottikohteessa käytetty Allplan Architecture oikea ohjelmavalinta? Kuinka rakennuksen mallia hyödynnettiin? Minkälaiset piirustukset mallista toteutettiin? Miten kohde visualisoitiin tilaajalle? Auttoiko malli korjaussuunnittelussa? Oltiinko mallinnukseen ja siitä

saataviin purkumääriin tyytyväisiä urakoitsijan puolelta? Muuttiko mallinnus linjasaneerausurakoitsijan laskentatyötä?

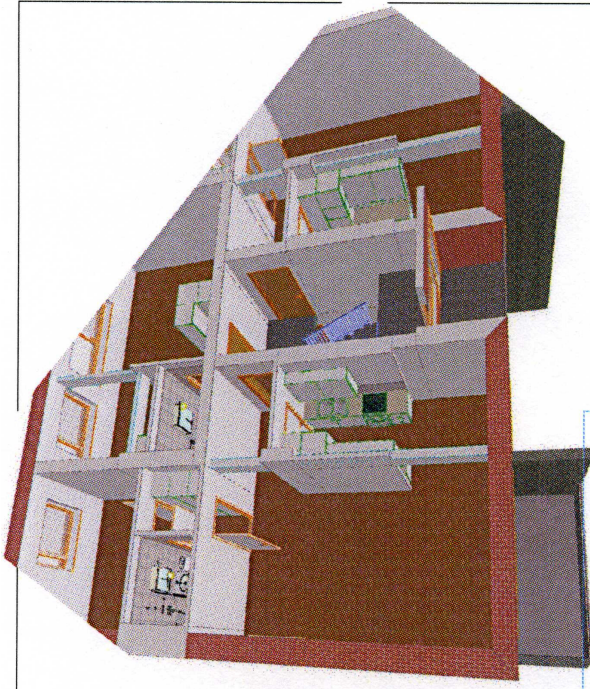
Tietomallipohjainen suunnittelu on tulossa varmasti korjausrakentamisen hankkeisiin mukaan. Piirtäjien kouluttaminen mallintajiksi on aloitettava lisäämällä pilottikohteita. Virtuaalisen mallin avulla korjauksen suunnitteluratkaisuja ja niiden toimivuutta voidaan tarkastella. Mallinnus ja visualisoinnit tulevat auttamaan tilaajaa korjaushankkeiden päätöksenteossa.

VIITELUETTELO

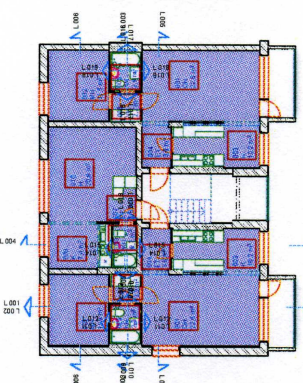
- /1/ Penttilä Hannu, Nissinen Sampsa ja Niemioja Seppo, Tuotemallintaminen rakennushankkeessa, yleiset periaatteet, Rakennustieto 2006.
- /2/ Penttilä Hannu, Nissinen Sampsa ja Niemioja Seppo, Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa, yleiset periaatteet, Rakennustieto 2006.
- /3/ Niemioja Seppo, arkkitehti, Arkkitehdin tuotemallisuunnittelu, Yleiset perusteet ja ohjeita, Innovarch Oy 2005.
- /4/ Koski Jarkko, Laserkeilaus – uusi ulottuvuus paikkatiedon keräämiseen, Maankäyttö 4/2001.
- /5/ <http://neopoint.net> (sivulla käyty 24.11.2007).
- /6/ Senaatti Kiinteistöt, Digitaalisten loppudokumenttien muotovaatimukset. Sovelluskohmainen liite Allplan.
- /7/ Senaatti Kiinteistöt Tietomallivaatimukset 2007.
- /8/ ArchiCAD 10, ArchiCADin peruskäsitteet ALK.
- /9/ Senaatti Kiinteistöt, Digitaalisten loppudokumenttien muotovaatimukset. Sovelluskohmainen liite ArchiCAD.
- /10/ penDATA:n kotisivut www.pendata.fi (sivulla käyty 5.1.2008).
- /11/ M.A.D.:n kotisivut www.mad.fi (sivulla käyty 5.1.2008).
- /12/ Ympäristöministeriön kotisivut www.ymparisto.fi (sivuilla käyty 23.2.2008).
- /13/ Profox Companies Oy:n kotisivut www.profox.fi (sivuilla käyty 9.3.2008).
- /14/ Solibri Model Checker -esite
- /15/ PRO IT -esite
- /16/ PutkiremonttiPlus-esite

LIITTEET

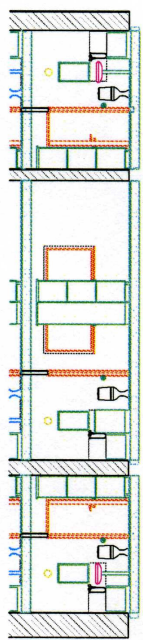
- Liite 1 (1/4), ArchiCADilla tehty mallinnus.
- Liite 1 (2/4), ArchiCADilla tehty mallinnus.
- Liite 1 (3/4), ArchiCADilla tehty mallinnus.
- Liite 1 (4/4), kaksi Allplanilla tehtyä mallinnusta.



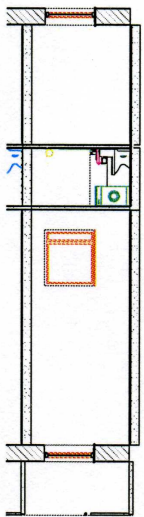
Projektointi 3.3.2008	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Projekti Arkki		Kohde Hämeenlinna		Kartta 1:200		Pohjan nimi POHJA 1, Krs 20, 1:50, 1:100, 1:1		Pohjan numero L02, P1, DET6, L03		Kartan nimi ARKKI	
Alustajien nimi ARKKI		Suunnittelija Matti Pitkanen		Mittakaava 1:100		Pohjan nimi POHJA 1, Krs 20, 1:50, 1:100, 1:1		Pohjan numero L02, P1, DET6, L03		Kartan nimi ARKKI	
Kokoonpanon nimi Matti Pitkanen		Suunnittelija Matti Pitkanen		Mittakaava 1:100		Pohjan nimi POHJA 1, Krs 20, 1:50, 1:100, 1:1		Pohjan numero L02, P1, DET6, L03		Kartan nimi ARKKI	
Alustajien nimi ARKKI		Suunnittelija Matti Pitkanen		Mittakaava 1:100		Pohjan nimi POHJA 1, Krs 20, 1:50, 1:100, 1:1		Pohjan numero L02, P1, DET6, L03		Kartan nimi ARKKI	
Kokoonpanon nimi Matti Pitkanen		Suunnittelija Matti Pitkanen		Mittakaava 1:100		Pohjan nimi POHJA 1, Krs 20, 1:50, 1:100, 1:1		Pohjan numero L02, P1, DET6, L03		Kartan nimi ARKKI	
Alustajien nimi ARKKI		Suunnittelija Matti Pitkanen		Mittakaava 1:100		Pohjan nimi POHJA 1, Krs 20, 1:50, 1:100, 1:1		Pohjan numero L02, P1, DET6, L03		Kartan nimi ARKKI	
Kokoonpanon nimi Matti Pitkanen		Suunnittelija Matti Pitkanen		Mittakaava 1:100		Pohjan nimi POHJA 1, Krs 20, 1:50, 1:100, 1:1		Pohjan numero L02, P1, DET6, L03		Kartan nimi ARKKI	



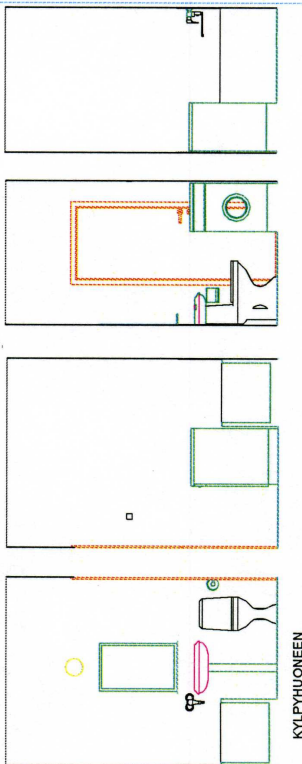
POHJAPIIRUSTUS 1:100



LEIKKAUS L 003 1:50



LEIKKAUS L 002 1:50



KYLPUHUNEEN SEINÄKAAVIOT 1:20

ARKKI	Matti Pitkanen	SUUNNITTELUKAAVIA		1:1	DET 6
		Kohde Hämeenlinna			
Matti Pitkanen		Suunnittelija		Matti Pitkanen	
18.07.2008		18.07.2008		18.07.2008	

DET 6
 Ovi-ikkunaliitännäksen yläosa. Ovi-ikkunaliitännäksen yläosa on seinän ja ikkunan välillä. Se sisältää ikkunan ja ovi-ikkunaliitännäksen yläosan. Se on osittain asennettu seinään ja osittain ikkunaan. Se on asennettu seinään ja ikkunaan. Se on asennettu seinään ja ikkunaan.

	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1500	1800	2000	2500	3000
KUORIKO															
200	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
300															
400															
500															
600															
700															
800															
900															
1000															
1200															
1500															
1800															
2000															
2500															
3000															

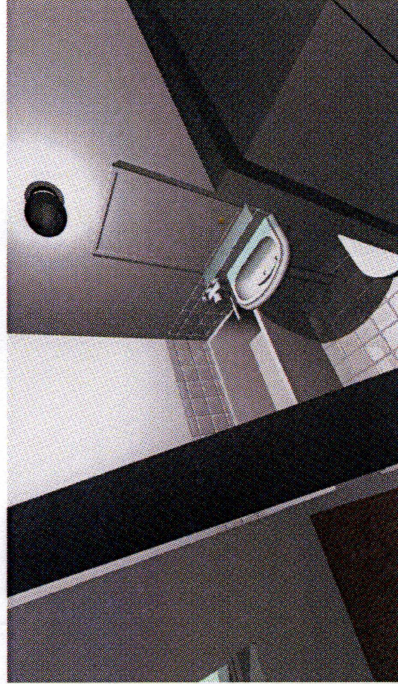
PURETTAVIEN OBJEKTtien
MÄÄRÄLUETTELO

Objektin nimi	Määrä	Yksikkö	Yhteensä
Kuori	1	kpl	1
...

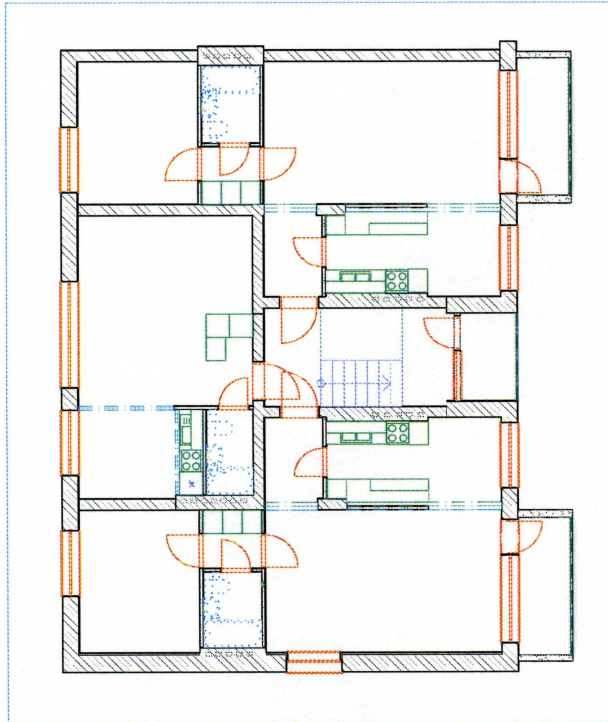
PURETTAVIEN LAATOITUSTEN
MÄÄRÄLUETTELO

Objektin nimi	Määrä	Yksikkö	Yhteensä
Kuori	1	kpl	1
...

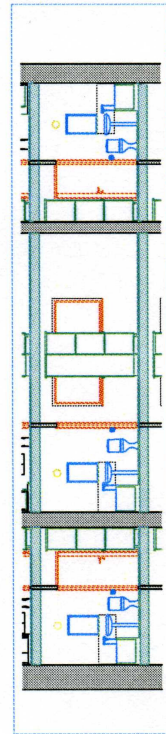
PURETTAVIEN LATTIARAKENTEIDEN
MÄÄRÄLUETTELO



ALKUPERÄINEN
KYLPIHUONEEN MALLI



2. KERROS POHJIA 1:50



2. KERROS LEIKKAUS 1:50

Projekti	3	Yhteystiedot	Verstämön rakentaminen
Projektinjohtaja	150	Projekti	
Kuohittaja		Kuohitus	PURKUPiIRUSTUS
Yhteyshenkilö		Kuohitus	1:1, 1:50
Yhteystiedot		Yhteystiedot	
Kuohitus		Kuohitus	
Yhteystiedot		Kuohitus	
Kuohitus		Kuohitus	
Yhteystiedot		Kuohitus	
Kuohitus		Kuohitus	
Yhteystiedot		Kuohitus	
Kuohitus		Kuohitus	
Yhteystiedot		Kuohitus	
Kuohitus		Kuohitus	
Yhteystiedot		Kuohitus	

ARK 03-02

