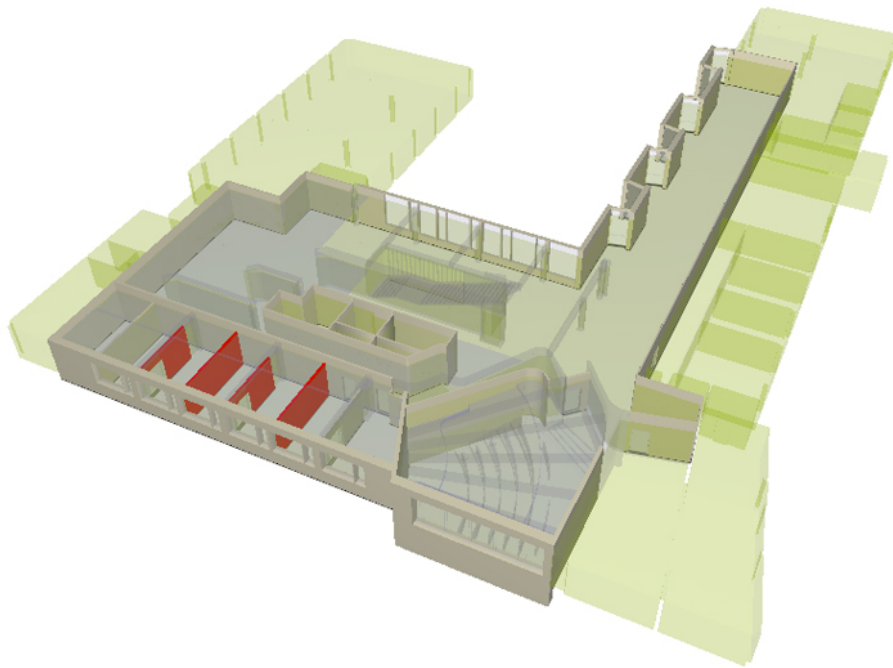


# ARVORAKENNUSTEN KORJAUSHANKKEET JA TUOTEMALLINTAMINEN

Case-kohteena Teknillisen korkeakoulun arkkitehtiosasto



**Simo Freese, Hannu Penttilä, Marko Rajala**  
22.4.2007

Teknillinen korkeakoulu, arkkitehtiosasto  
ArkIT-informaatiotekniikka



## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa esitetty korjaushankkeen kuvaus perustuu teoreettiseen käsitykseen tuotemallintamisen mahdollisuuksista. Hankkeen eteneminen esitetään perinteisen arvohankkeen korjausprosessin etenemisen mukaan ja tuotemallintamisen mahdollisuudet ja ominaisuudet yhdistetään korjausrakentamisen ominaispiirteisiin.

Tutkimuksessa on käytetty TKK:n arkkitehtiosastoa case-kohteena, jonka materiaalilla korjausrakentamisen tuotemallintamismahdollisuuksia on havainnollistettu käyttämällä 3D-laserkeilausmenetelmää, erillaisia 3D- ja tuotemalleja sekä niiden yhdistelmiä.

Eräs tutkimuksen keskeisimpiä havaintoja on, että mikäli arvokohteen korjaus aiotaan toteuttaa tuotemallintamalla, varsinainen suunnittelutyö on aloitettava nykyistä aikaisemmin, esimerkiksi Senaatin inventointiprosessiin verrattuna.

Tutkimushankkeen kuluessa on selkiytynyt tarve kehittää nk. inventointimalli säilyttämään kaikkea korjaushankkeen inventointi-, selvitys-, mittaustietoa läpi koko hankkeen elinkaaren. Erityisesti arvokohteissa suunnittelun tueksi tarvittavan tutkimus-, mittaus- ja inventointitiedon tehokas integrointi suunnitteluvaiheiden työskentelyyn ja suunnittelumalleihin on tärkeää.

## ENGLISH SUMMARY

This report presents a somewhat theoretical description of a renovation project in valuable building context.

Especially the possibilities of building information modelling (BIM) within renovation are evaluated. A renovation process of highly valued remarkable public buildings or landmarks, is connected in this report with the features and essentials of building information modelling.

The architectural department of Helsinki University of Technology HUT has been used in this project as a case-study, where renovation related BIM has been tested with 3D-laser scanning and various 3D- and information modelling examples and their combinations.

A few essential adjustments for BIM-based renovation have been recognized. Firstly, renovation design should be started earlier, even before the investment decision, which usually is the period for designer selection and further design phase. More resources has also to be assigned to the earliest design phases, if and when BIM is intended to be used extensively in the project, otherwise early BIM-based evaluations can not be performed.

Another important finding is the concept of an inventory model, which is proposed to be the storage for all building survey, inventory and measurement data. Especially so, when valuable, hence more demanding building renovation is concerned, because there are more needs for various kinds of surveys, data gathering and analyzing queries concerning the facility. The overall intention of the inventory model is to support the renovation design and also actual on-site renovation tasks, as well as later maintenance activities of the buildings.

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>4</b>
1.1 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET .....	4
1.2 CASE-KOHTEENA TEKNILLISEN KORKEAKOULUN ARKKITEHTIOSASTO .....	5
1.3 KESKEISET TOIMIJAT JA ASiantuntijahaastattelut .....	6
<b>2 TAUSTAT JA LÄHTÖKOHDAT</b> .....	<b>7</b>
2.1 TUTKIMUSMETODIT JA MENETELMÄT.....	7
2.2 KORJAUSRAKENTAMINEN ARVOKOHTEISSA.....	7
2.3 RAKENTAMISEN JA SUUNNITTELUN TIETOTEKNIikka .....	9
2.4 TUOTEMALLI JA TUOTEMALLINTAMINEN.....	10
<b>3 KORJAUSHANKE JA TUOTEMALLINTAMINEN</b> .....	<b>20</b>
3.1 HANKKEEN OHJELMOINTI JA KORJAUSSUUNNITTELUN VALMISTELU .....	20
3.2 TUTKIMUKSET JA INVENTOINTIMALLI .....	22
3.3 KORJAUSSUUNNITTELU .....	30
3.4 KORJAUSRAKENTAMINEN.....	35
3.5 TIEDONHALLINTA- JA TUOTEMALLINTAMISVAIHTOEHTOJA .....	36
3.6 VAIHEITTAINEN SIIRTYMINEN TUOTEMALLINTAMISEEN .....	45
<b>4 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ</b> .....	<b>49</b>
4.1 PÄÄSUUNNITTELUN MERKITYS KOROSTUU.....	49
4.2 TUOTEMALLINTAMISELLA TULEE OLLA TAVOITE JA RESURSSIT.....	49
4.3 TEHOA, MAHDOLLISUUKSIA JA UUSIA ULOTTUVUUKSIA .....	50
4.4 KORJAUSRAKENTAMISEN PROSESSI MUUTTUU - TUOTEMALLINTAMINEN KEHITTYY.....	51
4.5 MALLINTAMISEN SUDENKUOPAT - KRIITTINEN NÄKÖKULMA.....	52
4.6 JATKOTUTKIMUSKOhteITA .....	53
<b>5 CASE-ESIMERKKEJÄ</b> .....	<b>55</b>
5.1 INVENTOINTIMALLIESIMERKKEJÄ .....	55
5.2 ARKKITEHTIOSASTON PIIRUSTUSMATERIAALI .....	61
5.3 ARKKITEHTIOSASTON MALLINTAMISDEMONSTRAATIOT JA PILOTTIKOKEILUT.....	66
<b>6 LÄHTEET JA LINKIT</b> .....	<b>75</b>
6.1 LÄHTEET .....	75
6.2 WEBLINKIT .....	76
<b>7 LIITTEET</b> .....	<b>78</b>
7.1 TUOTEMALLINTAMISEEN LIITTYVIÄ OHJELMISTOJA .....	78
7.2 TIETOTEKNINEN SANASTO.....	80
7.3 KORJAUSRAKENTAMISSANASTO .....	84
7.4 RAKENNUSMITTAUKSEN TEKNIikoITA.....	86



# 1 JOHDANTO

## 1.1 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

### Tutkimushanke

Tutkimuksessa näytetään miten nykyaikaisia tietoteknisiä menetelmiä voidaan käyttää korjaussuunnittelussa ja laajemmin korjausrakentamishankkeissa, kun kyseessä ovat arvokohteiden korjaukset.

Erityisesti selvitettävänä on viime vuosina paljon tutkitun ja mm. ProIT-hankkeessa pilotoidun tuotemallintamisen liittymäpinnat ja sovellettavuus korjaushankkeisiin.

Mallintavan korjaussuunnittelun ydinkysymyksiä ovat:

- mitä lisäarvoa tuotemallintamisesta mahdollisesti saadaan korjaushankkeisiin
- miten mallintava korjaussuunnittelu eroaa "perinteisestä" korjaussuunnittelusta
- miten olemassa olevat arvorakennukset inventoidaan ja mallinnetaan
- miten rakennussuojelu vaikuttaa mallintavaan suunniteluun

Tutkimuksen tuottama loppuraportti voi toimia jatkossa arvokohteiden korjaushankkeissa tuotemallipohjaisen toiminnan viitekehystenä sekä esiselvityksenä jatkotutkimuksille.

Tässä raportissa on johdonmukaisesti käytetty termiä tuotemallintaminen, vaikka nykyisen ymmärryksen mukaan termi tietomallintaminen olisi kenties hieman täsmällisempi. Tuotemallintamisesta käytetään usein myös englanninkielistä termiä BIM, Building Information Modeling.

### Aiheen rajaus

Tutkimuksessa on keskitytty nimenomaan arvokohteiden mallintavaan suunnitteluun. Arvokohteilla tarkoitetaan tässä arkkitehtonisesti, kulttuurihistoriallisesti tai muista syistä merkittäviksi arvioituja korjauskohteita.

Arvokohteiden lisäksi tulokset ovat sovellettavissa korjausrakentamiseen yleisemmin, joskaan tavanomaisessa korjaamisessa ei kaikkia tässä raportissa esitettyjä yksityiskohtia yleensä tarvitse ottaa huomioon samassa laajuudessa kuin ns. arvokohteissa.

### Tutkimuksen näkökulmat

Korjaussuunnittelua ja -rakentamista on tarkasteltu eri näkökulmista; strategisesta, operatiivisesta, välineellisestä ja teknisestä näkökulmasta.

Strategisesta näkökulmasta (visio, yritysnäkökulma) korjaushankkeiden mallintamista on tarkasteltu periaatteellisessa valossa, osin jopa ideaalisin tavoitteellisin keinoin. Strateginen ydinkysymys on ollut, miten arvohankkeiden mallintava korjaaminen pitäisi periaatteessa tehdä, jotta noudatettaisiin Senaatti-kiinteistöjen julkistamia tuotemallintamisperiaatteita.

Hanke- ja projektinäkökulmasta tarkastellen raportissa on käytetty "operatiivisen" suorittamisen tapaa kuvaamalla korjaushankkeen prosessia ja menetelmiä. Operatiivinen ydinkysymys on, miten arvohankkeiden mallintava korjaaminen tulisi käytännössä tehdä.

Koska tuotemallintaminen on varsin kiinteästi sidoksissa nykyaikaiseen informaatiotekniikkaan, teknisiin välineisiin, ohjelmiin ja työkaluihin, mallintamista käsitellään tässä raportissa myös välineellisestä näkökulmasta.

Teknisestä näkökulmasta tarkastellen arvohankkeiden korjaushankkeissa, kuten rakennushankkeissa yleisemminkin, keskitytään osapuolesta ja hankkeen vaiheesta riippuen:

- hankkeen tavoite- ja vaatimustietojen hallintaan
- lähtötietojen hallintaan



- suunnittelutietojen hallintaan
- rakentamisen tiedonhallintaan
- kiinteistötiedon- ja tilanhallintaan

Vaikka tämän hankkeen painotus on korjaussuunnittelun tietojen hallinnassa, myös muut yllä mainitut osapuolet ja korjaushankkeen vaiheet on käyty läpi.

Rakennuttamisen ja kiinteistönhallinnan näkökulmasta korjaamista on tutkimuksessa tarkasteltu hankeohjauksen ja hankkeen yleisen ja kokonaisvaltaisen hallinnan tavoitteista lähtien. Tarkoituksena on ollut kuvata, mitä uusia asioita ja minkälaisia muutoksia mallintava suunnittelu ja rakentaminen voi rakennuttamiseen tuoda.

Korjaussuunnittelijoiden näkökulma on tässä tutkimushankkeessa ollut keskeinen. Pää- ja arkkitehtisuunnittelun näkökulmasta tarkastellaan nimenomaan arvokorjausten suunnittelullista sisältöä ja sen laatua. Erityisesti rakennussuojelulliset arvot ovat tärkeitä, kun tarkastellaan arvohankkeiden korjauksia.

Suunnitteluryhmän ja erikoissuunnittelijoiden kannalta tärkeää on ollut korjaussuunnitelmien yhteensovittaminen mallintamisen avulla sekä kaikkien eri teknisten näkökulmien riittävä huomioon ottaminen hankekokonaisuuden kannalta.

Selvityksessä otetaan myös kantaa siihen, mitä mallintavat suunnittelumenetelmät tarkoittavat korjaustöitä tekevien ammattilaisrakentajien näkökulmasta.

## **1.2 CASE-KOHTEENA TEKNILLISEN KORKEAKOULUN ARKKITEHTIOSASTO**



### **Teknillisen korkeakoulun arkkitehtiosasto**

Tutkimushankkeen demonstraatio- ja pilottikohteenä on käytetty Teknillisen korkeakoulun päärakennuksessa sijaitsevaa arkkitehtiosastoa. TTK:n päärakennuksen on suunnitellut arkkitehti Alvar Aalto vuonna 1965.

Päärakennuksen hallintosiiven korjaus käynnistettiin talvella 2007 ja arkkitehtiosaston korjaussuunnittelu on tarkoitus aloittaa lähivuosina.



## Demonstraatiot ja pilottikokeilut

Hankkeessa on tehty useita demonstraatiota ja pilottikokeiluja erilaisilla ohjelmilla ja työvälineillä. Toteutettujen demonstraatioiden materiaalia on käytetty tämän raportin kuvituksessa. Tehtyjen demonstraatioiden tiivistelmä on esitetty luvussa 5.3. Pilotit ovat myös nähtävissä webissä osoitteessa:

<http://arkit.tkk.fi/senaatti>

### 1.3 KESKEISET TOIMIJAT JA ASIAANTUNTIJAJAHAASTATTELUT

Tutkimus on tehty Teknillisen korkeakoulun arkkitehtiosaston Arkkitehtuurin informaatiotekniikan –yksikössä (ArkIT).

Kirjoittajina ovat olleet arkkitehtuurin informaatiotekniikan tutkijat, arkkitehdit Marko Rajala ja Hannu Penttilä sekä arkkitehti Simo Freese, joka on arvokorjausten korjausrakentamisen asiantuntija.

Penttilä ja Rajala ovat viime vuosina olleet mukana lukuisissa tuotemallintamishankkeissa, Freesellä on kokemusta useista arvokorjausten korjaushankkeista. Tutkimuksen hallinnollisena vetäjänä on toiminut TTK:n Arkkitehtiosaston rakennetekniikan professori Tor-Ulf Weck.

Arkkitehtiylöppilas Ville Riikonen on avustanut hankkeeseen liittyvien demonstraatioiden tekemisessä sekä mallintamisessa.

Senaatti-kiinteistöjen puolesta tämän hankkeen ohjaamiseen ovat osallistuneet Senaatin Yliopistokiinteistöjen toimialan

- Juha Lemström, johtaja
- Auli Karjalainen, arkkitehti, asiakaspäällikkö
- Pekka Mähönen, DI, rakennuttajapäällikkö, asiakaspäällikkö
- Kari Ristolainen, arkkitehti, projektipäällikkö

### Haastattelut ja raportin kokoaminen

Osa tutkimusraportin tausta-aineistosta on koottu haastattelemalla useita arvokohteiden korjaushankkeissa mukana olleita suunnittelijoita, sekä tietotekniikan ja tuotemallintamisen asiantuntijoita.

Haastateltavina ovat olleet seuraavat korjaussuunnittelun ja -rakentamisen asiantuntijat:

- Jyrki Iso-aho, arkkitehti, Arkkitehtitoimisto A-konsultit Oy, TTK:n hallintosiiven korjaussuunnittelija
- Reijo Mitrunen, arkkitehti QVIM-arkkitehdit Oy, Kuopion yliopiston korjaussuunnittelija
- Minna Lukander ja Mari Mannevaara, Arkkitehtuuri ja muotoilutoimisto Talli Oy, Finlandia-talon korjaussuunnittelija
- Hilla Tarjanne ja Antti Veltheim, Tmi Hilla Tarjanne
- Tommi Lindh, Museovirasto
- Hanni Sippo, Alvar Aalto-säätiö
- Aino Niskanen, arkkitehti, TkT, vt. professori, TTKn arkkitehtiosasto
- Kai Patja ja Pekka Talaskivi, Rapal Oy

Raportin sisältö on tuotettu tiiviillä ryhmätyöskentelyllä. Palaverien lisäksi sisällön muokkaaminen on tehty – ajan hengen mukaisesti - virtuaalisella web-työpöydällä, jossa kaikki kirjoittajat ovat voineet samanaikaisesti kirjoittaa raportin sisältöä, ja jossa ohjausryhmä sekä haastateltavat ovat voineet kommentoida sisältöä työn kuluessa. Raportti on virtuaalisesti luettavissa webissä:

<http://arkit.tkk.fi/senaatti>



## **2 TAUSTAT JA LÄHTÖKOHDAT**

### **2.1 TUTKIMUSMETODIT JA MENETELMÄT**

#### **Korjaushankkeen kulku ja tuotemalli tutkimuksessa**

Korjaussuunnittelu ja -rakentaminen sekä toisaalta rakentamiseen liittyvä tietotekniikka ovat kaksi hyvin erilaista aihealuetta omine perinteineen ja lähtökohtineen. Tutkimuksessa yhdistetään perinteiset rakennushistorian ja tutkimuksen menetelmät arkkitehtuurin informaatiotekniikan (ICT) moderneihin menetelmiin ja järjestelmiin.

Selvityksessä ennakoidaan korjausrakentamisen siirtymistä nykyaikaiseen mallintavaan suunnitteluun ja toteutukseen.

Raportin luvussa 3 korjaushankkeen eteneminen on esitetty perinteisen prosessin mukaisesti, alkaen korjaushankkeen tarveselvityksestä, siirtyen hankesuunnitelman kautta korjaussuunnittelun luonnosvaiheeseen ja yksityiskohtaisempaan toteutus suunnitteluun.

Jokaisen vaiheen tavoitteet ja tehtävät on käyty läpi käytännöllisen suunnittelu- ja rakennusprosessin pohjalta, tuotemallin niihin tuomien menettelytapojen, vaikutusten ja lisäarvon näkökulmasta. Tuotemallin osalta on esitetty käytön kuvaus teoreettisesti, kuvaus perustuu oletukseen tuotemallin mahdollisuuksista. käytännössä koeteltua tietoa ja läpikäytyä prosesia aiheesta ei ole olemassa.

Koska tuotemallintamista on yleisesti menetelmänä, toimintatapana ja tekniikkana kuvattu jo varsin kattavasti muissa tutkimusjulkaisuissa (mm. Pro IT -julkaisut), tässä raportissa mallintamisen perusteet on tiivistetysti kuvattu luvussa 2.

### **2.2 KORJAUSRAKENTAMINEN ARVOKOHITEISSA**

#### **Tuotemalli korjausrakentamisessa**

Lähtökohdat ja tarpeet tuotemallipohjaiseen toimintaan korjausrakentamisessa ovat kirjavat. Korjaushankkeet ovat ominaisuuksiltaan yksilöllisiä. Jokaisella korjattavalla rakennuksella on omat piirteensä kohteen arkkitehtonisten ratkaisujen, iän, historian ja sijaintinsa takia. Korjausrakentaminen on yleensä käsityövaltaista.

Tietotekniikan hyödyntäminen korjaushankkeissa on toistaiseksi ollut vähäistä. Yhtenäisen toimintamallin luominen esim. tiedonhallintaan ei ole ollut ajankohtaista. Rakennushankkeen ja työmaan valmistumisen jälkeen käynnistyvän kiinteistönhallinnan ja -ylläpidon väliltä on puuttunut päämäärätietoinen linkitys.

Korjaushankkeiden tavoitteet ja resurssit vaihtelevat. Korjausrakentamisen kentällä on suuria rakennuttajia rutinoituneine ja ammattimaisine organisaatioineen, löytyy myös epävarmoja kertarakennuttajia. Toisaalla – ja onneksi yleensä arvokohteissa - ymmärretään laadukkaan korjaussuunnittelun tärkeys, joissakin kohteissa se koetaan ainoastaan harmittavana lisäkuluna tai -rasitteena. Myös kiinteistöjen omistus pohja vaikuttaa korjauspäätösten tekemiseen, verrataan vaikka julkisten rakennusten ammattimaisesti ja yleensä pitkällä tähtäimellä tehtävää kiinteistöhoitoa eräisiin asunto-osakeyhtiöihin, joissa välttämättömiäkin korjaus- ja huoltotoimia helposti laiminlyödään.

Korjauskohteita voidaan luokitella myös käytetyn rakennetekniikan mukaan. Vanha, usein monoliittiseen kantavaan seinään perustuva rakenne poikkeaa suunnittelijan, korjausrakentajan ja mallintajan kannalta oleellisesti uudemmassa, kerroksellisista rakennusosista koostuvasta, esim. kantavan ja kuorirakenteen erottelevasta, rakenteesta. Teollisen rakentamisen tuotteena syntyneet talot eroavat monella tavoin käsityövaltaisesta rakentamisesta. Korjauskohteiden jako voidaan tehdä myös käytetyn talotekniikan (LVIS) mukaan.



Kun uudisrakentamishankkeissa talosta rakennetaan 100%, korjaushankkeissa lähtökohtana on olemassa oleva rakennus, jonka sisällä rakentamisen laajuus voi olla mitä tahansa nollan ja sadan välillä. Korjauksen luonne voi vaihdella kevyestä pintaremontista talotekniikkapitoiseen, perustuksien vahvistamisesta alkavaan, lähes uudisrakentamisen kaltaiseen peruskorjaukseen.

Tuotemallintamista voidaan käyttää korjausrakentamisessa uudisrakentamisen tapaan. Toisaalta varsinkin arvokohteissa mallintamisen hyödyntämismahdollisuudet ovat huomattavasti uudiskohteita laajemmat. Mallissa voidaan esimerkiksi kuvata rakennuksen historiallisia kerrostumia ja antaa työohjeita oikean työtavan varmistamiseksi.

## Arvorakennus

Arvorakennukselle ei ole yksiselitteistä määritelmää. Luokitus perustuu väistämättä enemmän tai vähemmän subjektiiviseen arvoanalyysiin. Omistaja voi itsenäisellä harkinnallaan kokea rakennuksensa arvokkaaksi tai se voidaan todeta viranomaisen päätöksellä. Korjattava vaatimatonkin rakennus saattaa paljastua arvokohteeksi työn aikana. Toisaalta korjausprosessi saattaa johtaa siihen, että kohde menettää ne ominaisuutensa, jotka aikaisemmin tekivät siitä arvorakennuksen. Tapaukset ovat aina yksilöllisiä.

Yksi tapa määritellä arvorakennus on sen suojelustatus. Suojellut rakennukset ovat arvorakennuksia, mutta ovatko kaikki arvorakennukset suojeltuja? Suomessa rakennusten suojelu tapahtuu kuntien asemakaavoissa tai erityistapauksissa rakennussuojelulailla. Lisäksi kirkot, valtion omistamat rakennukset, muinaismuistot sekä tietyt muut valtakunnallisesti tärkeiksi katsotut kulttuuriympäristöt ovat erityislaein ja asetuksin suojeltuja. Mutta arvokohteita on varmasti paljon muitakin. Kaikkea rakennettua ympäristöä ei ole inventoitu. Moni yksityiskoti, maatila, teollisuuslaitos tai liiketila täyttää arvokohteen tunnusmerkit, olematta kuitenkaan suojeltu.

Lisää arvorakennusten luetteloinnista esim.

<http://www.english-heritage.org.uk/principlesofselection>

## Onnistunut arvorakennuksen korjaus

Arvokohteen korjaus kysyy huolellisuutta. Voidaan puhua restauroinnista, kohteen siirtämisestä tuleville sukupolville parhaine ominaisuuksineen.

Onnistunut arvokohteen korjaaminen lähtee siitä, että hankkeeseen on varattu riittävät resurssit ja aikaa. Työssä käytetään parhaita asiantuntijoita, suunnittelijoita sekä korjauskohteen arvosta aidosti ymmärtäviä korjausrakentajia. Arvokohteissa on laajemmat tutkimus-, inventointi- ja mittaustarpeet kuin tavanomaisissa korjauskohteissa. Hankkeissa saattaa olla normaalia enemmän kohteen suunnittelun ja vaihtoehtojen havainnollistamis- ja esittelytarvetta. Ennen muuta käyttötarkoituksen tulee olla sopiva korjattavaan rakennukseen.

## Arkkitehtiosasto ja tuotemalli, lähtökohtia tutkimuksen alkaessa

Tutkimuksen alkaessa arvorakennuksien korjausrakentamisen tuotemallista ei ollut kokemuksia. Aavisteltiin, että pieniin ja paikallisiin korjauksiin, esimerkiksi muutaman huoneen pintaremontteihin tuotemallia ei kannata tehdä.

Sen sijaan laajempiin ja varsinkin koko rakennuksen kattaviin korjaushankkeisiin mallintaminen on todennäköisesti jo perusteltua. Tiedossa oli myös, että uudishankkeiden tuotemallintamisessa on havaittu ensiarvoisen tärkeäksi, että hankkeeseen sidotaan osaavat mallintajat. Korjaushankkeessa heitä tarvitaan jo inventointimallivaiheessa.

Mallintaminen kannattaa, kun halutaan tehostaa kokonaisvaltaista hanketietojen hallintaa useiden korjaushankkeeseen liittyvien osapuolen yhteistoiminnan kannalta. Isoilla kiinteistönomistajilla mallintaminen voi olla keino automatisoida suuren kiinteistömässän hallinnointia. Erityisen perustelluksi tuotemallintaminen tulee, kun ymmärretään, että rakennuksen kaikkia tulevaisuudessakin tapahtuvia korjauksia voidaan pitkäjänteisesti ja kokonaisvaltaisesti hoitaa sen avulla, rakennuksen käytön ja ylläpidon ohjelmoinnin lisäksi.





Näistä syistä arkkitehtiosaston kaltainen merkkirakennus soveltuu tuotemallipohjaisen korjaussuunnittelun pilottikohteeksi. Se on laadukasta arkkitehtuuria, teoreettisesti haastava ja suunnitteluun on olemassa riittävästi resursseja. Rakennus pysyy alkuperäisessä käyttötarkoituksessaan.

Kun arvokohteiden restauroinnissa hoidetaan kulttuurista pääomaa pitkällä tähtäimellä, tukee tuotemallintaminen tätä tavoitetta rakennuksen elinkaaren huomioivien sisältöjensä, rakentamiseen, käyttöön ja ylläpitoon liittyvän tiedonhallinnan ansiosta. Mallintava suunnittelu ja tuotemallintaminen eivät ole vain lyhytaikainen tietotekninen trendi, vaan pitkän aikajänteen toimintatapa ja kokonaisvaltainen menetelmä, joka tähtää hanketietojen hallintaan entistä paremmin.

## **Senaatti-kiinteistöjen tuotemallintamisvaatimukset vuodelle 2007**

Eräänä lähtökohtana hankkeelle on ollut Senaatti-kiinteistöjen joulukuussa 2006 tekemä julkistus, joka on selkeä tuotemallipohjaisen suunnittelun ja rakentamisen "linjanveto". Julkistus tulee hyvin todennäköisesti kiihdyttämään tuotemallitekniikan käyttöönottoa lähivuosina.

"Senaatti-kiinteistöt on vuodesta 2001 alkaen toteuttanut useita tuotemallien käyttöä kehittäneitä ja tutkineita pilottiprojekteja. Niistä saatujen kokemusten pohjalta Senaatti-kiinteistöt on arvioinut tuotemallitekniikan riittävän valmiiksi otettavaksi käyttöön tavanomaisessa projektityössä ja päättänyt vaatia IFC-standardin mukaisia malleja projekteissaan alkaen 1.10.2007."

### **2.3 RAKENTAMISEN JA SUUNNITTELUN TIETOTEKNIikka**

#### **Dokumenttipohjaisesta tiedonhallinnasta kohti mallintavaa suunnittelua**

Suomalainen rakennusala toimii tällä hetkellä digitaalisessa dokumenttipohjaisessa toimintaympäristössä. Siirtyminen käsivaraisesta suunnittelusta digitaalisilla välineillä, pääasiassa CAD-järjestelmillä tehtävään suunnitteluun tapahtui Suomessa muiden länsimaiden tavoin 1990-luvun kuluessa (Samuelson 2002).

Perinteisessä käsivaraisessa [manuaalisessa] rakennussuunnittelussa dokumentoitu suunnitelmatieto on siirretty osapuolien kesken esim. piirustuksina, teksteinä ja taulukoina. Tietokoneavusteisen suunnittelun, tai alkuvaiheessa tietokoneavusteisen piirtämisen, myötä CAD-sovelluksilla on tehostettu suunnitelmadokumenttien tuottamista.

Kuitenkin suuressa määrin lähestymistapa on ollut dokumenttipohjainen, jossa ohjelmistosovelluksilla tuotetaan dokumentteja, joita siirretään osapuolien kesken paperimuodossa tai digitaalisina dokumenttiedostoina. 2000-luvun alkuvuosina rakennusalalla niin Suomessa kuin kansainvälisestikin vallitsevana käytäntönä olevan dokumenttikeskeisen tiedonhallinnan keskeisimpänä tiedonhallintavälineenä ovat olleet nk. projektipankit, joissa digitaalisia dokumentteja hallinnoidaan, säilytetään ja jaetaan hankeosapuolten välillä (Hjelt & Björk 2006).

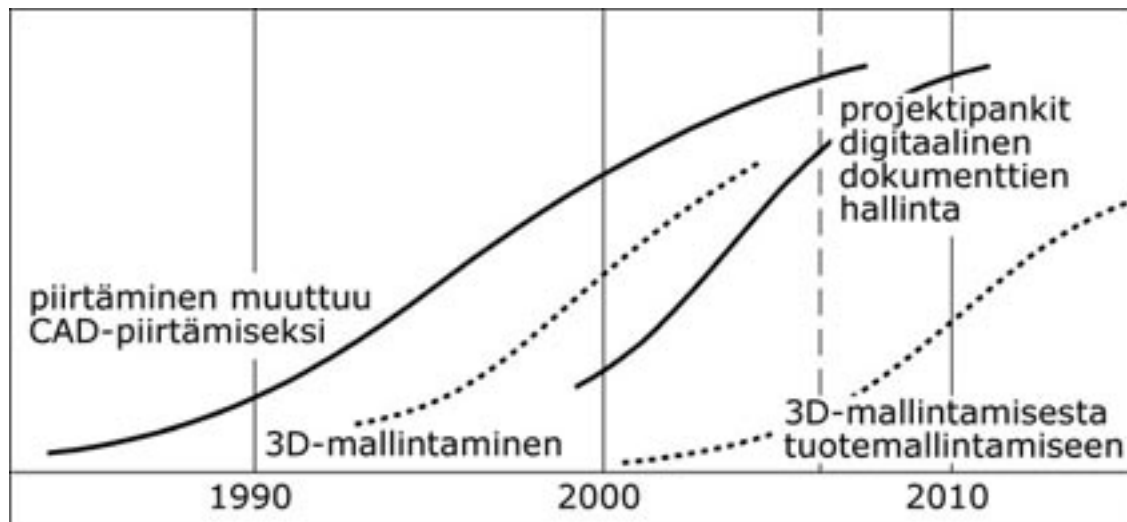
Suunnittelijoiden eittämättä tärkein nykyinen työväline on CAD-järjestelmät. CADin käyttöaste arkkitehtisuunnittelussa on nykyisin noin 70-80 % (mm. Samuelson 2002). Rakennussuunnittelijoiden CAD-järjestelmien keskeisenä tiedonjäsentelyn mekanismina ovat nk. kuvatason (engl. layers), joilla CAD-dokumenteissa olevaa tietoa järjestellään, eritellään ja lajitellaan.

Piirtämisen rinnalla, ja tietokoneavusteisen suunnittelun (CAD) sovellusten kehittymisen ohella siirtyminen kohti mallipohjaisia tai tuotemallipohjaisia sovelluksia on käynnissä. Tuotemallipohjaisessa lähestymistavassa suunnittelijat tuottavat CAD-sovelluksillaan rakennuksen suunnitteluratkaisua kuvaavan 3-ulotteisen mallin, joka käsittää rakennuksen tilat ja rakennusosat sekä niiden yksityiskohtaisemmat ominaisuustiedot.



Tällä hetkellä ollaan jonkinlaisessa siirtymävaiheessa, jossa toisaalta tuotetaan perinteisen kaltaisia piirustuksia perinteisin piirustusmerkinnöin, ja toisaalla tuotetaan myös erillaisia tulosteita, laskelmia sekä piirustuksia tuotemallimuotoisista suunnitelmista. Piirustuksia tullaan käyttämään mallien rinnalla jatkossakin.

*Kuva. Tietotekniikan leviämisen suuria aaltoja. Suunnittelijoiden piirtäminen muuttui CAD-piirtämiseksi 1990-luvulla. Tällä hetkellä on käynnissä kehitys dokumenttipohjaisesta tiedonhallinnasta kohti mallintavaa suunnittelua.*



## 2.4 TUOTEMALLI JA TUOTEMALLINTAMINEN

### Mikä tuotemalli on ?

Rakennuksen tuotemallilla tarkoitetaan rakentamisen tiedonhallinnan viitekehystä ja toimintamallia, jossa kaikkien rakennushankkeen tietojen, rakennuksen suunnitelmien, käytännön toteutuksen (rakentamisen) sekä ylläpidon aikaisten tietojen kokonaisvaltainen mallintaminen, käsittely ja hallinta tieto- ja informaatiotekniikan (ICT) avulla.

Tuotemalli-käsitettä (product model) hieman täsmällisemmin voisi käyttää myös käsitettä tietomallintaminen (data/information modelling), joka paremmin luonnehtii asian ydintä, eli kaikkia suunnitelmiin ja rakennukseen liittyvien tietojen mallintamista.

### Suomalaisen tuotemallintamisen lyhyt historia

Tuotemallintamista kehitettiin 1980- ja 1990-lukujen taitteessa ensin hyvin teknispainotteisesti kansainvälisten nk. neutraalien tiedonsiirtostandardien muodossa (IGES/STEP). Tuotemallintamisesta muodostui 1990-luvun lopulla ja paljolti TEKES:in Vera-tutkimusohjelman 1997-2002 ansiosta Suomessa rakennusalan "kansallinen toimintamalli". Rakennusteollisuuden keskusliiton ja sittemmin Rakennustiedon ProIT-hankkeessa (2003-05) on ollut tavoitteena pilotoida ja ohjeistaa tuotemallintamista ja siirtää teoreettisia oppeja rakennusalan toimivaksi käytännöksi.

Tuotemallintamisen kehittämistä on Suomessa ohjannut ja rahoittanut varsin keskeisenä toimijana Teknologian kehittämiskeskus TEKES, jonka panostus suomalaiseen tuotemallintamiseen on ollut elintärkeä esim. Vera-tutkimusohjelmassa, jonka laajuus oli noin 50 milj. euroa.

Suomalaisen rakennusalan panostus rakentamisen informaatiotekniikkaan, mallintamiseen ja ohjelmistokehitykseen on 1990-luvulta lähtien ollut kansainvälisesti merkittävää (mm. Penttilä 2005, Froese 2002).

Asiantuntija-arvioiden mukaan jopa 10...20% nykyisten rakennushankkeiden (uudishankkeiden) volyymistä tehdään nykyisin jo tuotemallintamalla.



## Tuotemallipohjainen suunnittelu

Tuotemallintamisen keskeisenä tavoitteena on, että rakennuksen tuotemalli toimii rakennuksen virtuaalimallina, jota käyttäen suunnitelmaratkaisut ja niiden toimivuus on analysoitu erilaisina vaihtoehtoinen, ja jota käyttäen myös rakennuksen toteutusprosessi on suunniteltu ja simuloitu ennen kuin rakentamista on edes aloitettu.

Rakennuksen tuotemallia käytetään tarvittavien dokumenttien, kuten piirustusten, luetteloiden tuottamisessa. Koska dokumentit tuotetaan yhtenäisestä tuotemallista, dokumentit ovat keskenään ristiriidattomia.

Eräs keskeisimpiä tuotemallipohjaisen hankkeen hyötyjä on se, että kaikki rakennuksen elinkaaren aikana tarvittava tieto löytyy tuotemallista yhdestä paikasta ja tiedon on tarkoitus olla helposti ja ohjelmistoriippumattomasti haettavissa. Tuotemallipohjaisessa hankkeessa tietoa käsitellään vain kulloisenkin tiedontarpeen mukaan, eikä vaiheeseen tarpeetonta turhaa tietoa käsitellä (vrt. tietokonepelit).

## Tuotemallien vaiheistus, rakenne ja sisältö

Tuotemalli on suunniteltu koko rakennuksen elinkaaren aikaiseksi tietovarastoksi, joten sen rakenne ja sisältö on rakennushankkeiden vaiheiden mukaisesti kehittyvä.

Vaikka tuotemallintamisen periaatteita onkin pääasiassa kehitetty uudisrakentamisessa, ne ovat tämän raportin mukaisesti sovellettavissa myös korjausrakentamiseen. Koska rakennushankkeiden eri vaiheiden tavoitteet ja eri vaiheissa tapahtuva työskentely on hyvin eri luonteista, tuotemallin sisältö muotoutuu ja kehittyy seuraavassa esitetyn vaiheistuksen mukaisesti.

### 1. Vaatimusmalli

Vaatimusmalli on toistaiseksi suomalaisissa mallintamishankkeissa ja tutkimuksissa esitetty periaatteellinen ratkaisu hankemäärittelyjen kuvaamiseksi, pääasiassa tilaajan ja hankkeen omistajan näkökulmasta. Periaatteessa vaatimusmalli luotaisiin aivan hankkeiden alkuvaiheissa. Käytännössä vaatimusmalleja ei kuitenkaan pilottihankkeissa ole tehty, koska vaatimustiedon ja suunnitelmatietojen kytkemiseksi ei käytössä olevissa ohjelmistoissa ole ollut välineitä eikä mekanismeja.

### 2. Tilamalli

Tilamallia käytetään huonetiloihin liittyvän tiedon käsittelyssä.

### 3. Alustava rakennusosamalli

Alustava rakennusosamalli vastaa perinteisen suunnittelukäytännön mukaisia luonnossuunnitelmia. Alustavassa rakennusosamallissa rakenteet ja rakennuosat, kuten ovet, ikkunat, aukot ja tilojen varusteet (vakiokiintokalusteet, erityiskiintokalusteet, varusteet, laitteet ym.) esitetään vielä kaaviomaisesti ja karkean luonnosmaisesti.

### 4. Rakennusosamalli

Suunnittelun edetessä alustavan rakennusosamallin tiedot täydentyvät ja täsmentyvät rakennusosamalliksi, joka vastaa suunnilleen nykyistä toteutussuunnittelua. Rakennusosamallissa rakenteet esitetään todellisina tuotteina, mutta tuotteiden toimittajaa ei välttämättä ole vielä määriteltä. Rakennusosavaiheen mallintamistapaan vaikuttavat myös määrälaskennan ja hankinnan tarpeet eli mitkä määrät mallista halutaan saada erillisinä.

### 5. Tuoteosamalli ("toteutusmalli")

Tuoteosamallivaiheessa rakennusosien määrittely tulee edelleen yksityiskohtaisemmaksi, ja rakennusosiin liitetään yksityiskohtaisempaa tietoa esim. toimittajista ja materiaaleista.

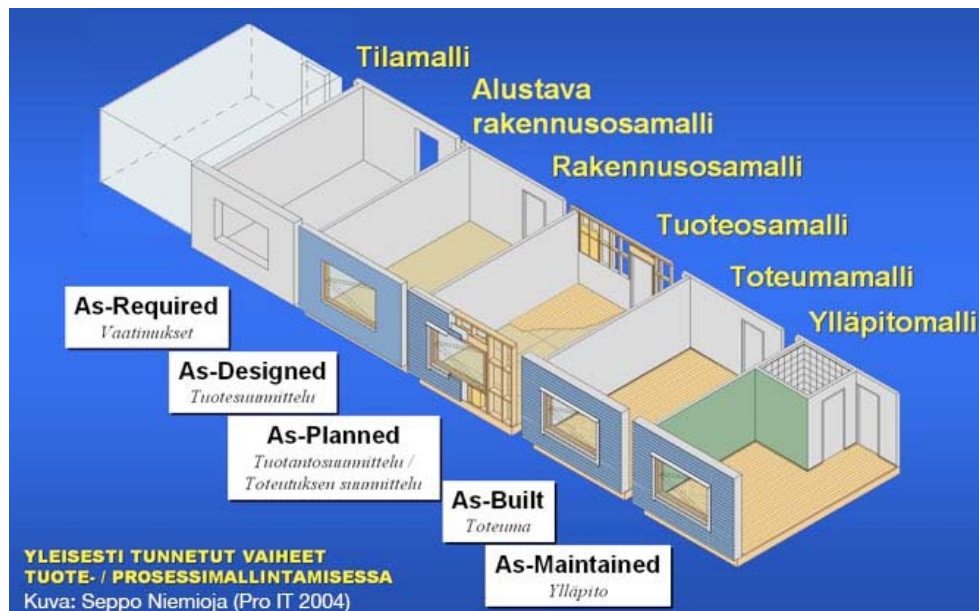


## 6. Toteutumamalli

Kertoo miten korjausrakentaminen on todellisuudessa toteutettu.

## 7. Ylläpitomalli (käyttö- ja ylläpitovaihe)

Kuva. ProIT-hankkeessa luotu eri hankevaiheissa tarvittavien mallien määrittely



## Tuotemallintaminen muuttaa toimintatapoja

Tuotemallipohjaiset menetelmät tulevat tuomaan korjausrakentamishankkeisiin muutoksia nykyisiin toimintatapoihin verrattuna. Erityisesti nykyinen piirustus- ja dokumenttikeskainen suunnitteluprosessi tulee muuttumaan, mutta mallintaminen tulee muuttamaan myös rakentamista sekä lopulta myös käytännön toteutusta työmailla.

Suunnittelun painopiste siirtyy tuotemallipohjaisessa hankkeessa enemmän hankkeen alkuvaiheisiin.

Rakennusalan nykyisten toimintamallien muuttamista ovat viime vuosina alkaneet edistää myös muutamat keskeiset kansalliset toimijat, esimerkiksi Senaatti-kiinteistöt ja Skanska Oyj, jotka kummatkin ovat julkistaneet visionsa kehittää tuotemallimuotoisia toimintatapoja. Rakennusteollisuuden keskusliitto on Pro IT –hankkeessa aktiivisesti tiedottanut, pilotoinut ja ohjeistanut mallimuotoista suunnittelu- ja rakennustoimintaa. Suunnittelujärjestöistä arkkitehti-toimistojen liitto ATL on parin viime vuoden kuluessa aktivoitunut yhdessä SAFAn kanssa järjestämään mallintamiseen liittyvien sopimuskäytäntöjen selvitystyötä sekä tiedottamista.

Tuotemallintaminen on nykyisin - noin 20 vuoden perus- ja soveltavan tutkimuksen jälkeen - vähitellen siirtymässä tutkimuksen, tiedottamisen, pilottihankkeiden sekä ohjeistuksen avustamana rakennusalan toimivaksi käytännöksi. Siirtyminen piirtämisestä mallintamiseen tulee tosin kestämään pitkään ja se tulee tapahtumaan aluksi hankkeissa, joissa on selkeästi keskeinen, pitkäjänteisyyteen ja elinkaariajatteluun panostava toimija.

Mallintava suunnittelu edellyttää myös osallistujilta uudelleen koulutusta ja olemassa olevien sopimus- ja toimintamallien muuttamista, joten tuotemallintamisella toteuttavat hankkeet tulee nähdä paremminkin "perinteisten hankkeiden" rinnalle syntyvänä uutena käytäntönä, kuin nykyistä toimintaa korvaavana toimintamallina.

Mallintaminen on myös painottunut yksityiskohtaiseen toteutussuunnitteluun ja rakentamisvaiheeseen, suunnittelun alkuvaiheiden mallinnuspilointi on toistaiseksi ollut varsin viitteellistä.



## Tuotemallintamisen etuja

Tuotemallintamishankkeissa on selkeimmin ollut osoitettavissa hyötyjä yritysten tavanomaisessa "standardituotannossa" sekä yritysten omassa sisäisessä tuotannossa. Yksilöllisempää ja monimuotoisempaa suunnittelua hyödyntävässä rakentamisessa sen sijaan on tuotemallintamista toistaiseksi pilotoitu vähemmän.

Tuotemalliin perustuvaa rakennuksen mallintamistapaa käytettäessä saadaan suunnittelusta mahdollisimman suuri, koko rakennushankkeen elinkaarelle ja kaikille hankeosapuolille jakautuva hyöty.

Yleisesti tuotemallintamisesta saatavia hyötyjä ovat mm:

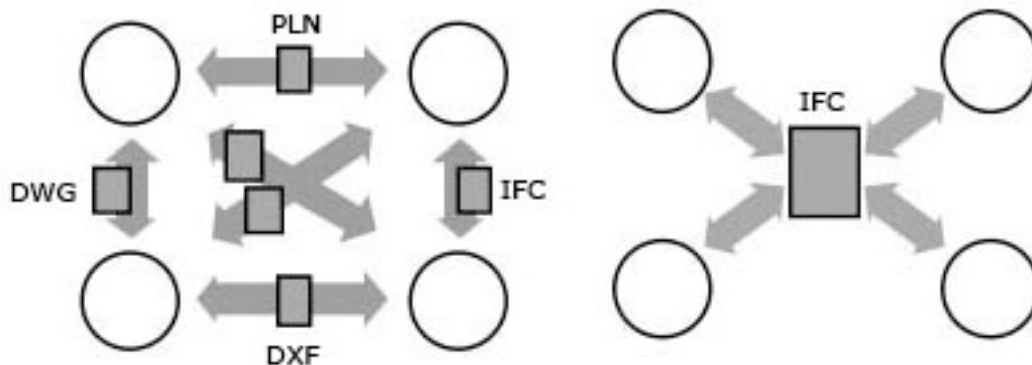
- suunnittelun lopputulos ja suunnitelmien tietosisältö tulee tarkemmaksi ja monipuolisemmaksi,
- suunnitelmien havainnollisuus paranee,
- suunnitteluvirheet havaitaan aikaisemmin,
- vaihtoehtojen tarkastelu helpottuu,
- tuotemallin sisältämän tiedon jatkohyödyntäminen paranee
- tuotemallintaminen edistää ennen kaikkea pitkäjänteistä elinkaaritietojen hallintaa.

## Tuotemallintaminen ja tiedonsiirto

Koska tuotemallintaminen on yhteistoimintaa, siihen liittyy paljon tiedonsiirtoa eri hankeosapuolten välillä. Keskeinen tiedonsiirron tekninen perusta tuotemallintamisessa on nk. neutraalin, useille ohjelmille yhteisen tiedonsiirtomuodon käyttäminen, jollainen on esim. IFC-tiedonsiirtomuoto (=tiedonsiirtostandardi, tallennusmuoto).

*Kuva. Vasemmanpuoleisessa tiedonsiirtokaaviossa on esitetty nykyisin hyvin tyypillinen toimintatapa: eri ohjelmilla käytetään niiden omia tallennus- ja tiedonsiirtomuotoja, esim. AutoCADin DWG-tallennusmuotoa, ArchiCADin PLN-tallennusmuotoa, JPG-tallennusmuotoa valokuville, DOC-tallennusmuotoa teksteille ja vaikkapa XLS-tallennusmuotoa taulukoille.*

*Oikeanpuoleisessa tiedonsiirtokaaviossa havainnollistuu selvästi neutraalin tiedonsiirtomuodon, esim. IFC:n tiedonsiirtoa yksinkertaistava vaikutus. IFC:n kaltaisilla tallennusmuodoilla voidaan eri ohjelmasovellusten välillä siirtää tehokkaasti erilaista rakennukseen liittyvää tietoa.*



## Eri vaiheiden tuotemallien yhdistäminen ja tiedonsiirto

Koska korjausrakentamisen tuotemallin tietosisältöä käsitellään eri vaiheissa hyvin pitkällä aikajänteellä, ja koska mallien tietojen käsittelyyn osallistuu eri vaiheissa myös lukuisia eri toimijoita erillaisine tiedontarpeineen, on erittäin oleellista, että tiedonsiirto - tavat, menetelmät, välineet - liittyy tuotemalli-konseptiin varsin keskeisenä teemana (tietojen integrointi).

IFC-tiedonsiirtostandardi on 1990-luvulla kehitetty standardi tuotemallimuotoisten tietojen hallintaan, ja se on ollut tekemässä tuloaan myös suomalaiseen rakentamiseen.



Tuotemallintamisen tekninen toteutus ja eri suunnittelijoiden välinen yhteistoiminta voidaan käytännössä toteuttaa muutamalla eri tavalla:

**hajautettu mallien käsittely eri ohjelmilla**

mallit tehdään ja niitä muokataan eri paikoissa, eri suunnittelijoiden digitaalisilla työpöydillä ja mallit siirretään toisille käyttäjille erillisinä tiedostoina

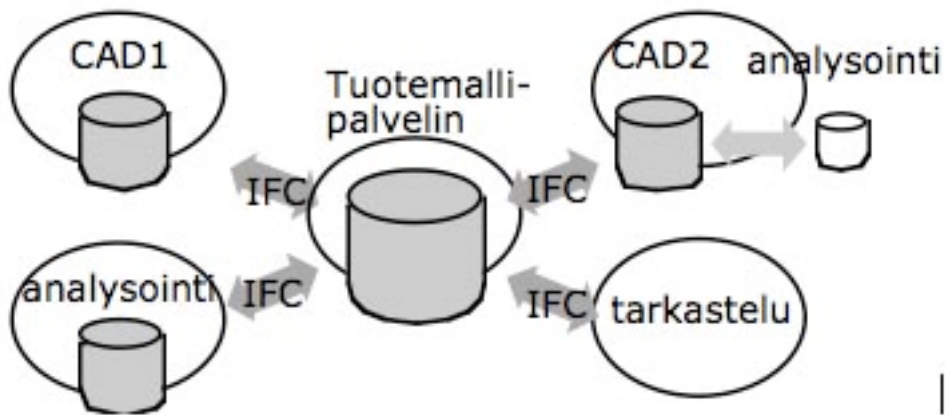
**mallien yhteiskäyttö ja tietojen yhdistäminen**

eri suunnittelijoiden mallien tiedot yhdistetään nk. yhdistelmämalleiksi joista tehdään tarvittavat analyysit

**mallipalvelimet tulevaisuudessa**

eri suunnittelijoiden suunnittelujärjestelmät kommunikoivat (hakevat ja tallentavat tietoa) yhden mallipalvelimen välityksellä

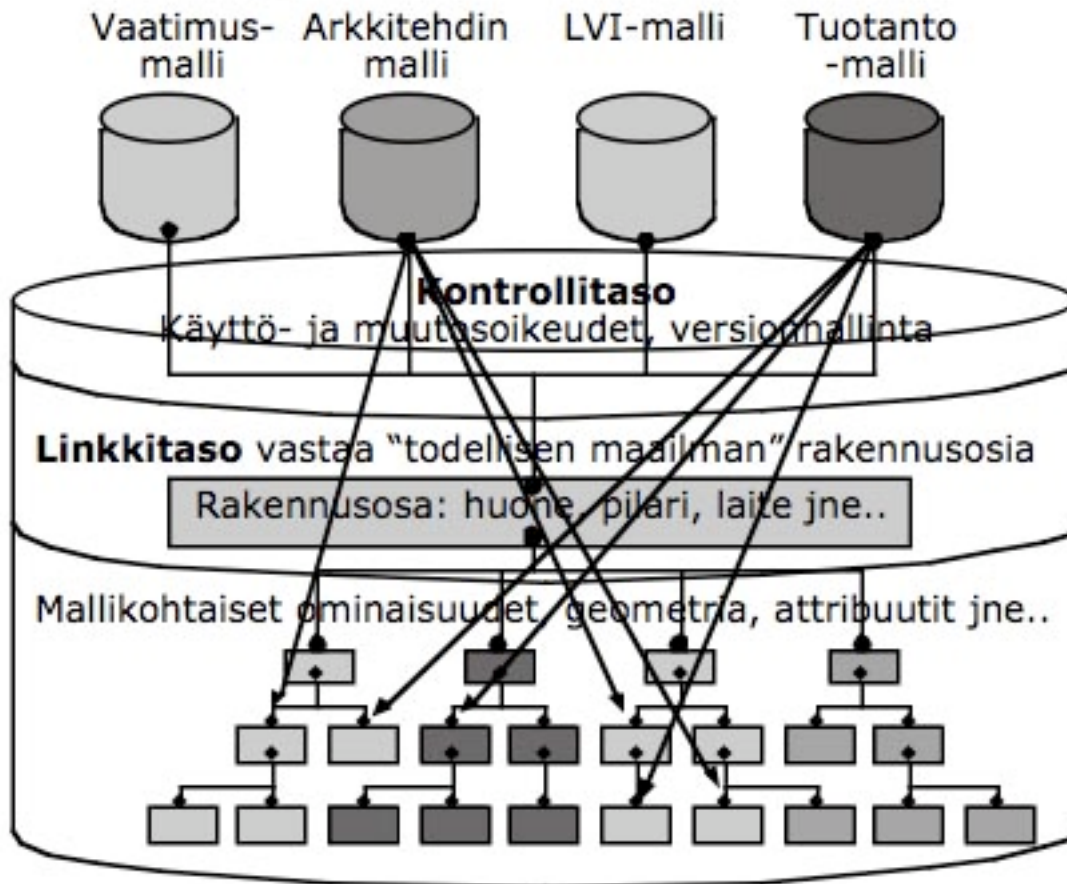
*Kuva. Tuotemallipalvelimien periaate. Kaikkea tuotemallin sisältämää tietoa säilytetään yhdessä paikassa mallipalvelimella, ja sitä voidaan muokata eri ohjelmilla, esim. suunnittelijoiden CAD-järjestelmillä.*





Kuva. Vaikka tuotemallipalvelinten periaate on yksinkertainen, mallipalvelimet ovat teknisesti kuitenkin monimutkaisia, koska niiden on kyettävä ylläpitämään ja jakamaan suuria tietomääriä monien eri osapuolten ja eri sovellusohjelmistojen välillä.

### Integroitu rakennuksen tuotemalli







## Tuotemallipilotit

Tuotemallintamista on Suomessa toistaiseksi pilotoitu pääasiassa rakennussuunnittelussa, erityoten suunnitteluun kytketyssä toteutussuunnittelussa sekä jonkin verran myös rakentamisvaiheessa. Mallinnuspilotit ovat olleet varsin uudisrakentamispainotteisia, korjaussuunnittelussa ja -rakentamisessa tuotemallintamista ei olla vielä laajamittaisesti kokeiltu.

*Kuva. Aurora II -hanke Joensuussa ollut Senaatti-kiinteistöjen viime vuosien laajimpia ja monipuolisimpia pilottihankkeita, joilla mallintavaa suunnittelua ja rakentamista on testattu ja kehitetty uudisrakentamisessa.*



*Kuva. Arkkitehtien havainnekuva Aurora II -hankkeesta.*



## Mitä tuotemallintaminen on ja mitä se ei ole

Tuotemallintaminen on tarpeen suhteuttaa esim. CAD-järjestelmillä tehtävään piirtämiseen sekä visualisointiin, koska ne eivät ole sama asia.

### Piirustukset ja tuotemallintaminen

Nykyistä piirustuskeskeistä tiedonhallintatapaa kuvaa hyvin TKK:n arkkitehtiosaston olemassa oleva piirustusdokumentaatio. TKK:n arvokohteesta 25 vuoden aikana tehdyt piirustukset ovat jatkuvasti kasvava esimerkki monimuotoisesta, monitahoisesta, rikkaasta, osittain päällekkäisestä ja ajan mukana kumuloituneesta tiedosta, joka koostuu lukuisten erityyppisten ja -





tasoisten piirustusten lisäksi myös luetteloista, kirjoitetuista selvityksistä, huomautuksista, kommentteista, havainnoista, hyväksymisistä jne.

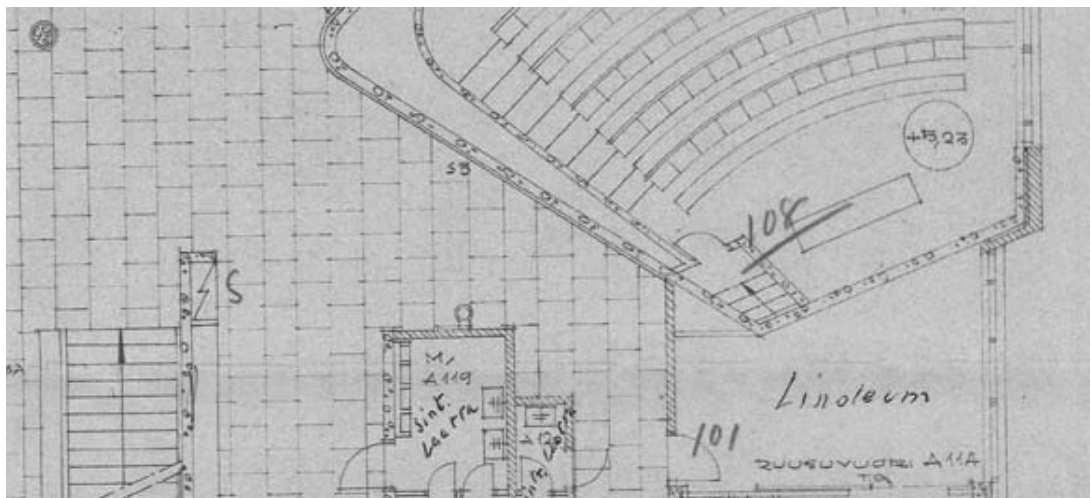
Tuotemallien yhteys perinteisiin, totuttuihin ja tärkeisiin piirustuksiin ja tuttuihin piirtämiskäytäntöihin on paljon keskustelua herättänyt, keskeinen ja oleellinen asia. Tuotemallintaminen ei tule lähivuosina poistamaan piirustuksia eikä vähentämään piirustusmuotoisten dokumenttien tärkeyttä. Piirustukset tulevat myös mallipohjaisessa suunnittelussa edelleen olemaan keskeinen tapa tarkastella suunnitelmätietoa.

Tuotemallintaminen tulee sen sijaan muuttamaan niitä tapoja, joilla piirustuksia tehdään, säilytetään ja myös jaetaan eri hankeosapuolille. Piirustusten tekeminen CAD-järjestelmillä "automatoitui" 1990-luvulla CADin korvautessa vuosikymmenen kuluessa käsinpiirtämisen. Käsin tussatut seinän liittyvät viivat, tiili- ja villamerkitöineen ja mittatekstityksineen voidaan nykyisin tuottaa CAD-järjestelmällä osoittamalla ainoastaan seinän päätepisteet. Tiedon luomisen ja ennen kaikkea tietosisällön myöhemmän muuttamisen automatoituminen ja sen kautta myös tietojen hallinnan monimutkaistuminen tulee eittämättä edelleen automatoitumaan ja monimutkaistumaan mallipohjaisessa suunnittelussa vielä lisää.

Tuotemallimuotoinen tiedonhallinta tulisi ymmärtää - ei korvaavana - vaan rinnakkaisena ja muutoksena, lisänä ja laajenuksena nykyisiin piirustus- ja dokumenttikeskeisiin tiedonhallintatapoihin.

Piirustusten materiaalimerkinnät, mitoitusviivat tai viivatyypit sisältävät tärkeää tietoa piirustusten katsojalle, mutta piirustuksissa kuvattu suunnitelmätietojen esitystapa ei oikeastaan mitenkään liity tuotemalliin. Piirustukset on tarkoitettu ihmisen luettaviksi, tulkittaviksi ja ymmärrettäviksi. Tuotemalli taas on tarkoitettu tiedonsiirto-, tallennus- ja säilytystavaksi pääasiassa ohjelmien välillä.

*Kuva. Osakatkelma TTK:n arkkitehtiosaston 1. kerroksen pohjapiirustuksesta. Koko päärakennuksen pohjapiirustus on 1:100 mittakaavassa noin 2,5 x 1 m:n kokoinen dokumentti, josta on käytännön "mukavuussyistä" otettu varsinaista aktiivikäyttöä varten lukuisia pienempiä kopioita. Juuri tähän piirustuskopioon on ajan saatossa lisätty käsin kynällä tarpeelliseksi katsottuja merkintöjä lattiamateriaaleista ja huonenumeroinnista.*



Piirustusprojektiot (esim. pohjapiirustukset, julkisivut, leikkaukset) sekä piirustusmerkinnät (esim. viivatyypit, viivanpaksuudet, materiaalimerkinnät) ovat rakennusalan perinteinen tapa kuvata rakennuksen osia kuvaustasoille, eivätkä ne liity tuotemallintamiseen. Tämä ei tietenkään poista piirustusprojektioiden tai -merkintöjen tarvetta rakennuksen esittämisessä.

Piirustuksissa mittakaava on oleellinen tarkastelu- ja tarkkuustason mittari, joka määrittelee, mitä piirustuksessa kulloinkin näytetään. Tuotemallissa taas mittakaavaa ei ole, vaan kaikki asiat esitetään todellisina, eli tavallaan 1:1 mittakaavassa.



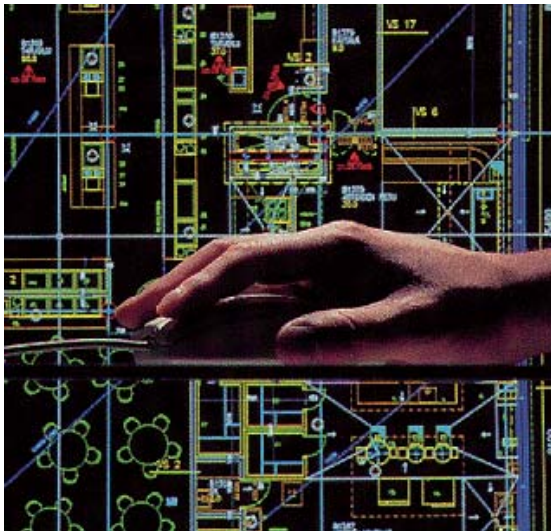
## Tuotemallintaminen ja kuvatasot

Käsinpiirtäminen muuttui CAD:illä piirtämiseksi 1990-luvun kuluessa. Kuvatasot (engl. layers), eli "läpinäkyvät" piirustuskalvot ovat nykyisin varsin keskeinen väline suunnittelijoiden CAD-järjestelmissä olevan tiedon jäsentämiseen, järjestelmiseen ja lajittelemiseen. Käytännössä kaikissa nykyisin rakennusalalla käytössä olevissa CAD-järjestelmissä on käytössä kuvatasot.

Kuvatasot ovat sekä piirustuksia että tuotemalleja käsitteleville ihmisille hyvä apu jäsentää suunnittelutietoa ja järkevä tapa hallinnoida digitaalisissa tiedostoissa näkyviä, tulostettavia ja tallennettavia asioita. Ihmissilmälle esim. väreillä voidaan CAD-järjestelmissä ja myös tuotemalleissa hyvin erotella ja jäsentää tietoa.

Rakennusalalla käytettävien kuvatasojärjestelmien ja nimikkeistöjen tulee olla sellaisia, että ne ovat käytettävissä sekä nykyisissä piirtämiskeskeisissä hankkeissa että myös tulevaisuuden mallipohjaisissa hankkeissa. Esimerkiksi käynnissä olevassa CAD-kuvatasojen RT-ohjekortin uudistamisessa tämä "monikäyttöisyys" tullaan ottamaan huomioon.

*Kuva. Tyypillinen arkkitehdin pohjapiirustus 1990-luvun puolivälin CAD-järjestelmässä.*



## Tuotemallintamisen ja 3D-mallintamisen erot

Vaikka tuotemallintaminen samaistetaan nykyisin yleiskeskusteluissa sekä myös asiantuntijakielessä usein 3D-mallintamiseen, ne eivät kuitenkaan tarkkaan ottaen ole sama asia.

Rakennuksen geometrinen 3D-mallintaminen on rakennuksen muodon, värien ja materiaalien kuvaus- ja esittämistapa ja sitä käytetään erillaisissa visualisoinneissa ja havainnollistamisessa. 3D-mallintamista voidaan tehdä esim. suunnittelijoiden CAD-järjestelmillä (esim. AutoCAD, ArchiCAD) sekä visualisointiohjelmilla (esim. Autodesk Viz).

Rakennuksen tuotemallintaminen sen sijaan tulee ymmärtää 3D-mallintamista ja geometrista mallintamista laajemmin rakennuksen tietojen mallintamisena. Rakennuksen muodon (geometria) mallintamisen lisäksi tuotemallissa on oleellista liittää rakennuksen osiin tietoa myös esim. osien

- ominaisuuksista (esim. materiaalin U-arvo, pinnan väri jne.),
- luokittelusta (esim. rakennusosan Talo 90-koodi, Talo 2000-koodi)
- iästä (esim. rakennettu 1961, purettu 1995),

tai vaikkapa

- kustannuksista (esim. hinta 2300 e/kpl (alv 0%).



Tämä "muu tieto" voidaan esim. CAD-järjestelmissä esittää rakennusosiin liittyvänä nk. attribuuttitietona. Tuote- tai tietomalli kuvaa rakennusta laajemmin ja kokonaisvaltaisemmin, geometrinen 3D-malli kuvaa ainoastaan rakennuksen muotoa ja "ulkonäköä".

*Kuva. Tyypillisiä arkkitehtien 3D-malleista tehtyjä visualisointeja ja havainnekuvia.*



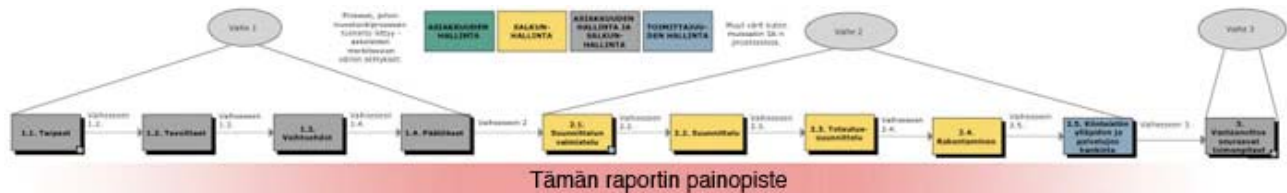


## 3 KORJAUSHANKE JA TUOTEMALLINTAMINEN

### 3.1 HANKKEEN OHJELMOINTI JA KORJAUSSUUNNITTELUN VALMISTELU

Arvorakennuksen korjaushankkeen ohjelmointi käynnistyy tarveselvityksen tekemisellä. Sitä seuraa fokusoidumpi hankesuunnitelma. Korjaussuunnittelun pohjaksi tehdään tutkimuksia, jotka valmistelevat varsinaisen toteutus suunnittelun aloittamista.

*Kuva. Tuotemallintamisen liittyminen Senaatti-kiinteistön investointiprosessiin. Senaatti-kiinteistöjen investointiprosessi on kuvattu Senaatti-kiinteistöjen web-sivustolla.*



### Tarveselvitys

Tarveselvityksen tavoitteena on hankepäätöksen valmistelu. Siinä määritellään mitoituserusteet, taloudelliset tavoitteet, aikatavoitteet sekä mahdollisesti olevien tilojen käytön tehostamistavoitteet. Siihen kirjataan arvorakennuksen restaurointitavoitteet.

Tarveselvityksen laatiminen kuuluu rakennuttajalle. Tarvittaessa hän käyttää apunaan suunnittelijoita ja muita asiantuntijoita. Tarveselvitysraportissa voidaan jo ottaa kantaa korjauksen edellyttämien tutkimusten käynnistämiseen.

Tuotemallipohjaisessa hankkeessa olisi edullista käynnistää rakennuksen mallinnus mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, seuraavien selvitysten pohjamateriaaliksi.

Tarveselvityksessä tutkitaan rakennuksen korjaamistarvetta ja -tapaa. Perinteisesti selvityksen aiheena voi olla vanhan rakennuksen toiminnallisen ja rakenteellisen kelpoisuuden arviointi tai uuden käyttötarkoituksen sopivuus kyseiseen rakennukseen - tai toisin päin, etsitään tietyille käyttäjälle sopivaa rakennusta vapaina olevista kiinteistöistä.

Selvitys sisältää rakennuksen nykytilan analyysin mm. käyttötarkoituksen, tilojen riittävyyden ja soveltuvuuden osalta, onko esim. talotekniikka vanhentunutta, saavutettavuus tai henkilöturvallisuus puutteellinen.

Tarveselvityksessä listataan rakennuksen käytön vaatimat tilatarpeet. Käyttötarkoitus voi pysyä entisellään, jolloin kysymys on tilavaatimusten päivittämisestä.

Käyttötarkoituksen muuttuessa tarveselvityksen luonne on toisenlainen. Tyhjilleen jäävän arvorakennuksen ominaisuudet eivät välttämättä sovi mihin tahansa käyttöön, jolloin tarveselvitys saattaa olla karkean soveltuvuustestin luonteinen. Selvityksessä voidaan ottaa kantaa esim. mahdolliseen laajentamistarpeeseen, kuitenkin menemättä yksityiskohtaisesti tapaan millä se tehtäisiin.

### Tarveselvitys ja tuotemalli

Tarveselvitysvaiheessa tuotemallintamisen hyödyntämismahdollisuudet ja tavat riippuvat siitä, onko kohteesta olemassa olevaa inventointimallia. Jos inventointimallia ei ole, eikä sitä päätetä tehdä tässä vaiheessa, tuotemallintamisen hyödyntämismahdollisuudet ovat pienemmät. Tällöin tarveselvitys voi olla järkevintä tehdä perinteisesti tai tarveselvityksessä voidaan käyttää tilamallia eri ratkaisujen analyysin ja päätöksenteon apuvälineenä.



Inventointimallin valmistelu tulisi käynnistää viimeistään tarveselvitysvaiheessa. Inventointimallin tietojen avulla voidaan analysoida rakennuksen käyttö- ja muutosmahdollisuuksia rakenteellisten ja rakennustaiteellisten reunaehtojen mukaisesti. Mallista voidaan esimerkiksi ottaa esiin vaikeasti muutettavat rakenteet ja arvokkaat kohdat, joita ei voida muuttaa, eri käyttötarkoituksiin soveltuvat tilat, mahdollisen vuokraajan vaatimuksia vastaavat tilat.

## **Hankesuunnitelma**

Hankesuunnitelman pohjana on osapuolten hyväksymä tarveselvitysraportti. Hankesuunnittelu- vaiheessa arvioidaan hankkeen toteuttamismahdollisuudet ja toteutusvaihtoehdot. Tulokset kootaan hankesuunnitelmaksi, jossa asetetut laajuus- ja laatuvaatimukset määrittävät hankkeen kustannustason ja aikataulun. Hankesuunnitelman pohjalta tehdään investointipäätös.

Arvorakennuksen korjauksen hankesuunnitelmassa asetetaan täsmälliset käyttötarkoitusta ja toimintaa kuvaavat vaatimukset. Se sisältää talotekniikkaa, laajuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja kiinteistön ylläpitoa koskevat tavoitteet. Sekä suunnitteluohjeen restaurointitavoitteineen ja lupamenettelyjen kuvauksineen.

Hankesuunnitelmaraportti voi koostua mm. tilaohjelmasta, suunnittelurajaliitteestä, suunnitelmien hyväksymismenettelyn kuvauksesta. Siinä voi olla periaatteellisia tila- ja yhteyskaavioita esim. vaihtoehtoisista käyttötarkoituksista, erilaisia havainnekuvia. Raportissa käydään läpi mahdolliset erityisvaatimukset. Arvokohteissa tiloille ja rakennusosille määritellään suojelukategoriat. Hankesuunnitelmassa määritellään tarvittavat tutkimukset. Korjaussuunnittelun alkaessa arkkitehdillä tulisi olla käytössään rakennushistoriallinen selvitys ja inventointimalli rakennuksesta.

Käyttäjän ja rakennuttajan taholta on arvioitava mitä kaikkea tietoa tarvitaan päätöksenteon tueksi. Tämän tiedon pohjalta voidaan määrittellä mallin tietosisältö, tarkkuus ja suunnitelman laajuus hankesuunnitteluvaiheessa.

## **Investointipäätös.**

### **Tuotemallintamisen liittyminen Senaatti-kiinteistöjen investointipäätösprosessiin**

Hankesuunnitteluvaihe päättyy investointipäätökseen. Korjaushankkeen investointipäätös tehdään perinteisesti hankesuunnitelman tai luonnosvaiheen jälkeen, joskus vasta urakkakilpailun tuloksen selvittyä. Hankesuunnitelma ja luonnokset tuotetaan kevyellä taloudellisella panostuksella.

Tuotemallinnetussa hankkeessa investointipäätösten ajoittaminen todennäköisesti muuttuu. Tuotemallipohjaisessa prosessissa voi olla tarkoituksenmukaista tehdä perinteistä hankesuunnitelmia tarkempia suunnitelmia eri vaihtoehtojen analysoinnin pohjaksi. Tällöin investointipäätös voidaan tehdä pohjautuen todelliseen analysoituun tietoon. Tarkempi suunnittelu edellyttäne myös pääsuunnittelijan kiinnittämistä projektiin totuttua aikaisemmassa vaiheessa.

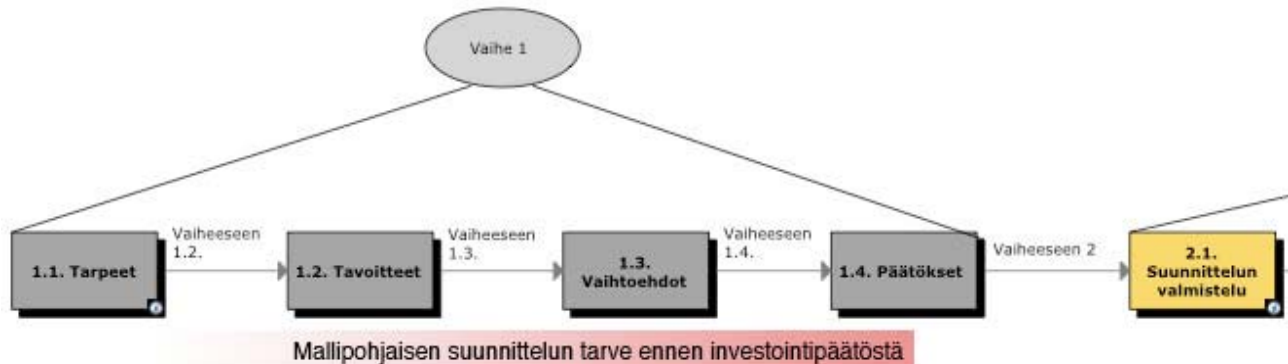
Rakennuttajalla pitäisi olla valmius teettää inventointimalli heti hankkeen alkaessa, epävarmaltakin pohjalta. Jos inventointimallin tekeminen siirretään investointipäätöksen jälkeiseen aikaan, ja tarvittavat luonnokset teetetään perinteisesti eikä tuotemallipohjaisesti, jäävät tuotemallintamisen edut suurelta osin saavuttamatta.

## **Suunnittelijavalinnan ajoitus**

Tuotemallipohjaisissa korjaushankkeissa pääsuunnittelijan valinta aikaistuu verrattuna perinteisesti ohjelmoituun rakennushankkeeseen. Korjaussuunnittelun lähtökohdana on inventointimalli (ks. Kappale 3.2). Inventointimallin pohjana olevaa geometriatietoa täydennetään erilaisin attribuutein, mm. rakennusosien historiasta, väreistä, tilojen käyttötarkoituksesta eri tilanteissa, korjaus- ja suojelutarpeesta, rakenteista, talotekniikasta, vioista, jne. Näiden tietojen määrittely vaatii inventointimallia laadittaessa mallintamisteknikon rinnalle korjausrakentamisen asiantuntijan, arkkitehdin tai pääsuunnittelijan sekä talotekniikka-, rakenne- ym. asiantuntijoita.



Senaatti-kiinteistöjen nykyisessä toimintamallissa suunnittelijavalinta tehdään investointipäätöksen jälkeen. Mallipohjaisessa suunnittelussa tavoiteltavaa olisi, että kohdetta päästäisiin suunnittelemaan tuotemallin avulla jo ennen investointipäätöstä, jotta päätös voidaan tehdä malliin perustuvan analyysin pohjalta.



## Resurssien mitoitus ja kustannuslaskenta

Yksi hankesuunnitelman tavoitteista on arvioida hankkeen kustannuksia. Hankesuunnitelman perusteella määritellään investointi- ja muut perustamiskustannukset ja arvioidaan ylläpito-toiminta ja tuotantokustannukset. Näiden perusteella laaditaan rahoitussuunnitelma ja budjetti.

Tuotemallipohjaisessa prosessissa hankesuunnitteluvaiheessa voidaan tehdä malliin pohjautuvia kustannuslaskelmia mallin tarkkuudesta riippuen joko tila- tai rakennusosapohjaisesti.

## 3.2 TUTKIMUKSET JA INVENTOINTIMALLI

### Tutkimukset

Arvorakennuksen onnistuneen restauroinnin edellytys on kohteen perinpohjainen tunteminen. Työn pohjaksi rakennus dokumentoidaan ja muu oleellinen kohteesta kertova tieto kerätään helposti hyödynnettävään muotoon.

Arkistotutkimuksissa tutkitaan mm. mahdolliset kauppa- ja perukirjat, palovakuutukset, kartat ja vanhat valokuvat. Rakennuksen alkuperäiset piirustukset, rakennusluvat, muutospirustukset sekä muut rakentamiseen liittyvät dokumentit kertovat seikkaperäisesti rakennuksen olemuksesta. Aikaisemmat korjaukset ja tutkimukset sekä aihetta sivuava kirjallisuus ja sanomalehdet käydään läpi, ehkä täydennettynä haastatteluilla. Tutustutaan rakennuksen arkkitehdin ammatilliseen kehityskaareen ja kohteen taidehistorialliseen kontekstiin.

Arvokas tutkimuskohde on rakennus itse. Rakennus mitataan, inventoidaan ja mallinnetaan inventointimalliksi. Arvokohteissa on yleensä historiallisia kerrostumia, joiden tiedot kerätään, ajoitetaan, luokitellaan. Huoneiden nykytila (hankkeen alkaessa) inventoidaan ja valokuvataan. Hormit tutkitaan. Alkuperäiset rakenteet selviävät joko konkreettisesti avaamalla seiniä, väli- ja alapohjia, tai moderneissa kohteissa toteutusasiakirjoja tutkimalla. Asbesti ja muut myrkylliset aineet kartoitetaan. Myös julkisivujen kunto selvitetään ja ikkunat inventoidaan. Interiöörien värikerrokset ja tapettifragmentit otetaan esiin.

Tutkimustuloksista valikoidaan oleellinen tieto ja se kootaan ns. rakennushistoriaselvitykseksi.

### Rakennushistoriaselvitys

Arvorakennuksen peruskorjauksen suunnittelua varten laaditaan kohteen rakennushistoriaselvitys (RHS). Se on käytännöllinen perustutkimus korjaussuunnittelun näkökulmasta, ei akateemista tutkimusta tieteen itsensä takia.



Arvorakennusten kohdalla nykyinen käytäntö on, että myös rakennussuojeluviranomainen vaatii RHS:n lausuntonsa pohjaksi.

RHS:een kootaan kaikki oleellinen tieto kohteesta. Se voidaan jakaa

1. selostusosaan
2. inventointiin

Selostus koostuu kohteen yleisesittelystä ja kronologisesta suunnittelu-, rakennus- ja käyttöhistoriasta, mahdollisesti piirroksin havainnollistettuna. Sen tekotapa on tutkimuksellinen. Siitä selviää kuinka rakennus on säilynyt teknisesti ja arkkitehtonisesti, millaiseksi rakennus aikanaan valmistui, mitä muutoksia siihen eri aikoina on tehty, ja mikä on ollut muutosten tarkoitus. Siinä käydään läpi arkkitehtoninen muodonanto, käytön historia, kotimaiset ja ulkomaiset esikuvat, rakennustekniikka, työn asema suhteutettuna suunnittelijan koko tuotantoon, yms.

Selostus sisältää piirustusluettelot ja valikoidut kopiot luonnoksista, pääpiirustuksista, toteutussuunnitelmista sekä muutossuunnitelmista. Selostusosa sisältää rakennusvaihekaavioita, dokumentointivalokuvia, historiallisten kuvien vedoksia, mittauksia, säilyneisyyskaaviota ja vertailua vanhoihin piirustuksiin ja valokuviin.

Selostus voidaan linkittää ja osittain sisällyttää inventointimalliin.

Esimerkkeinä inventointimalliin liitettävistä tiedoista:

- rakennusosan tai tilan rakennusvaiheet (ns. 4D-tieto)
- rakennusosan tai tilan säilyneisyysaste
- alkuperäiset piirustukset linkitettynä malliin tai mallin pohjalla viitetiedostona (skannattuna tai cad-tiedostona)
- historiallisten valokuvien kuvakulmat malliin asetettuna näkymänä tai symbolina.
- ennen-nyt näkymät malliin (ns. 4D-tieto)
- historiallisten tapahtumien paikat merkittynä malliin

Selostuksessa kerrotaan rakennuksen alkuperäisäsu ja eri aikoina tapahtuneet muutokset. Nykytilannetta puolestaan kuvaa selostusosaa teknisempi inventointi:

Perinteisesti inventointi on tehty tapauksesta riippuen joko huonekohtaisesti, rakennusosittain tai kerros kerrallaan, ulottuen yleensä myös julkisivuihin ja ulkotiloihin. Valitun yksikön mukaan täytetään järjestelmällisesti kohteeseen laadittu lomake, esim. huonekortti, johon listattuja tietoja täydennetään valokuvilla ja piirroksilla.

Tutkimus voi sisältää kalusteinventaarin (kiinteät kalusteet, irtokalusteet, erityisesti valaisimet), viittauksia väritutkimukseen yms. Väritutkimuksessa paljastetaan ensimmäinen originaali pintamateriaali ja väri sekä myöhemmät kerrokset päällimmäisen alta. Alkuperäiset rakennusosat, käytön aikana uusitut rakennusosat ja rakennusosien nykytila kirjataan, samoin rakennejärjestelmä ja talotekniikka.

Perinteisesti RHS:n rakenne vaihtelee tekijästä ja kohteesta riippuen. Selostus ja inventointi voidaan yhtä hyvin punoa toisiinsa sisäkkäin kuin erotella omiksi niteikseen. Ei ole olemassa oikeaa tai yhteisesti sovittua standardia.

RHS:n tulisi olla itsenäinen työ, vapaana rakennuttajan tai suunnittelijan asettamista ehdoista. Sen ansioita ovat havainnollisuus, tiiveys sekä helppo monistettavuus.

Tiedon seulonta on haasteellinen tehtävä. Varsinkin modernismin kauden rakennuksissa arkitoaineiston määrä on suuri, jolloin oleellisen tiedon suodattaminen epäoleellisesta jää tutkijalle, muutoin tutkimuksesta uhkaa tulla nivaska paperia, jota kukaan ei jaksa lukea. Parhaimmillaan tuloksena on vahva dokumentti hetkestä ennen suurta muutosta.

Hyvä periaate on, että RHS ei sisällä kohteen arvottamista tai subjektiivisia painotuksia. Kuitenkin RHS voi myös sisältää analyysiosan, jossa tekijä tietoisesti luokittelee ja vertailee kohdetta esim. suojeluprosessin käynnistämistä varten.

Tuotemallipohjaisessa hankkeessa RHS:n rooli uudistuu. Inventointiosa on suunnittelun ja rakennustyön aikana täydentyvä dokumentti. Talon elinkaari huomioidaan uudella tavalla: siinä





näkyvät ei ainoastaan ennen korjausta tapahtuneet muutokset vaan myös itse korjausprosessi ja sen päätyttyä käytötapa sekä huoltotoimenpiteet.

Inventointimalli on elimellisesti korjaussuunnittelun lähtötiedostona. Tarkoituksena on, että tuotemalliin sidottu RHS toimii projektin tietopankkina alusta alkaen, ulottuen projektin valmistumiseen, rakennuksen käyttöönottoon ja ylläpitoon, jatkuvasti sisällöltään täydentyen. Tuotemalli toimii käyttöliittymänä tietojen syöttämiseen ja selaamiseen. Itse mallissa on käytännöllinen määrä tietoa, esim. tyyppikoodit, tarkempi tieto on linkitettyssä tietokannassa.

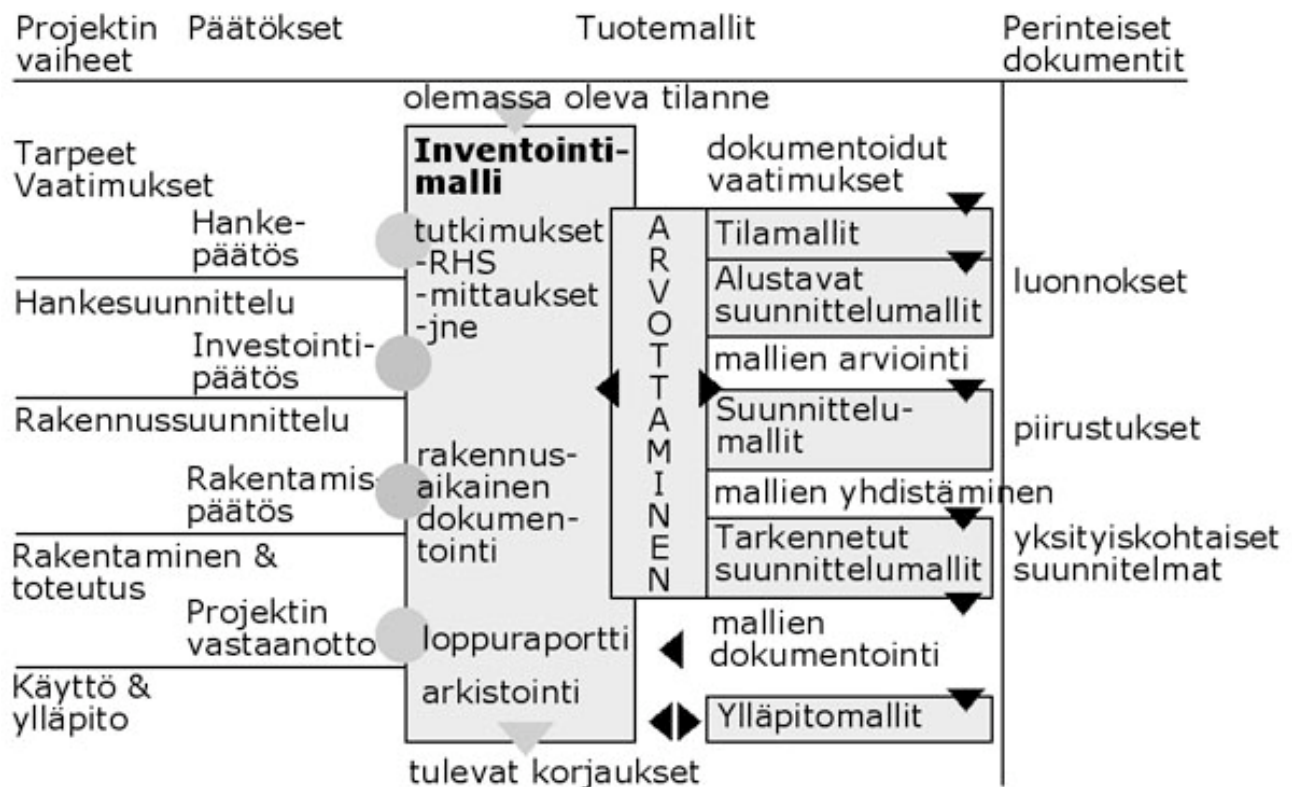
## Inventointimalli

Inventointimallilla tarkoitetaan tässä raportissa hankkeen suunnittelua varten tarvittavien lähtötietojen dokumentointia sellaisessa muodossa, joka on hankkeen kannalta tarkoituksenmukainen. Mallilla ei tässä yhteydessä tarkoiteta välttämättä 3-ulotteista mallia, vaan ylipäätään jotakin järjestelmällistä tapaa ("mallia") inventointitietojen kokoamiseksi.

Inventointimallien toteuttamiseen on olemassa erillaisia teknisiä ratkaisuja. Esimerkiksi jokin huonekorttipohjainen ratkaisu on todennäköisesti usein käyttökelpoinen ja riittävä tarvittavien lähtötietojen kokoamiseksi. Esimerkkejä tällaisista huonepohjaisista "tietomalleista" on kuvattu luvussa 5.1.

Koska huonetilapohjaisella inventointimallilla ei voida kuvata korjauskohteen muotoa riittävän tarkasti eikä kokonaisvaltaisesti, tarvitaan huonekorttien lisäksi yleensä myös jotakin muuta täydentävää menetelmää kohteen muodon kuvaamiseksi. Inventointimallin muotoa voidaan luontevasti kuvata esim. piirustuksilla tai/ja niitä täydentävillä 3-ulotteisilla malleilla.

*Kaaviokuva inventointimallin liittymisestä tuotemallintamisprosessiin korjaushankkeessa. Arvo-rakennuksien korjaukselle ominaista on inventointitiedon jatkuva arvottaminen. Tutkimuksessa ei ole käytetty Pro IT -hankkeessa käytettyjä tuotemallikäsitteitä, koska ne eivät sovellu luontevasti arvohankkeiden korjaamiseen. Sen sijaan on käytetty suunnittelumalli-käsitettä.*







## Inventointimallin tietosisältö

Inventointimallin tietosisältöä on tässä raportissa kuvattu käyttämällä attribuutti-käsitettä, jolla tarkoitetaan yleisesti tietoja, ominaisuuksia, tilaa (status), suhdetta johonkin jne. Attribuutit voidaan jaotella karkeasti neutraaliin inventointitietoon sekä arvotuksia ja valintoja sisältävään tietoon.

Inventointimallin neutraaleja attribuutteja voidaan ryhmitellä seuraavasti:

### Paikka

- huonenumerointi
- tilan sijainti ja ominaisuudet erilaisin hakuattribuutein
- ovi- ja ikkunanumerointi

### Historia

- rakennusosan historiatieto, esim. alkuperäinen/lisäys ensimmäisessä korjauksessa/lisäys edellisessä korjauksessa/hävinyt alkuperäinen/jne.
- tilan käyttöhistoria

### Suojelu

- säilyneisyysaste, esim. nykytilan vertailu alkuperäiseen rakennusosittain tai tiloittain luokiteltuna
- suojaustarve ja -menettely, esim. linkki suojausohjeeseen

### Rakenne

- rakennusosan kuntoarvio, esim. moitteeton/rikki/uusittava/pintakäsiteltävä/jne.
- seinän konstruktiivinen rooli, esim. kantava/ei kantava/ei kantava josta tullut kantava/tuettava/jne.
- rakennetyyppi, esim. yksiaineinen tiili/kerrosrakenne+linkki rakennetyyppikaavioon
- rakenteen turvallisuus- tai työsuojeluluokitus, esim. sisältää asbestia/kreosoottia/myrkkijä/mikrobeja
- maininta mahdollisesta vesivahingosta
- rakennusosan paloluokitus, syttymislukku, palokuorma
- rakennusosan ääneneristyslukku, -vaatimukset tai -ominaisuudet
- tilan tai rakennusosan sisältämä talotekniikka, esim. hormi seinän sisällä/kaapelikanava/keskuslämmityspatteri

### Mittaus

- detaljikuvauksia, esim. listat/+linkki detaljimittaukseen
- väritutkimustieto, esim. esiinotto A +linkki väritutkimusraporttiin ja värikarttaan
- lisätutkimustarve, esim. hormitutkimus/asbestikartoitus/jne.
- "ei mitattu"
- "muuta" ja "HUOM!"

### Tuote, valmistus

- käsittely-yhdistelmä, esim. öljymaali/kolmikerrosrappaus/koodi+linkki maalausselitykseen/jne.
- työtapa, esim. sivellintyö/puhtaaksimuraus/sileäksi valettu /jne.
- tekijätieto, esim. fresko G-K/parketti Lytz/jne.
- tuotetieto, esim. Hovi-laatta/ Fortuna-uuni/jne.

### Käyttö

- tilan saavutettavuus
- oven tai tilan lukitus- ja kulunvalvontatiedot
- tilan henkilöturvallisuus

### Linkit

- linkit RHS:een ja sen huonetilainventointiin, joka sisältää tiedot mm. käyttötarkoituksesta, kalustuksesta, koneista, laitteista, pintamateriaaleista, väreistä sekä valokuvia
- linkit suoraan em. inventoinnin valokuviin

Missä vaiheessa ja kenen toimesta attribuutit malliin syötetään, vaihtelee hankkeen luonteen mukaan.



Geometriatietoa täydentävä informaatio edellyttää paikan päällä tapahtuvaa, eri asiantuntijoiden panosta mittausteknikon rinnalla.

Tietokannassa olevat attribuutit mahdollistavat erilaisten hakujen tekemisen. Kun pinta-ala tiedot sisältyvät automaattisesti malliin rakennusosittain, voidaan hakea vaikkapa tieto "paljonko on alkuperäistä, sinistä, huonokuntoista, uusittavaa muovimattoa".

Inventointimalli linkitetään Rakennushistoriallisen selvityksen ao. kohtiin huoneittain ja rakennusosittain. Vastaavasti RHS kytketään inventointimalliin.

## **Mittaustieto inventointimallin geometrian pohjana**

Rakennus mitataan ja inventoidaan ennalta määritellyssä laajuudessa, tarkoituksenmukaisella tarkkuudella ja tarkoituksenmukaisella tietojen mallintamistavalla inventointimalliksi. Mallinnus tehdään hankkeen tarpeiden perusteella ennalta tehtyjen määrityksen mukaisesti.

Inventointimalleille määriteltäviä asioita ovat:

- mallinnustarkkuus mittatoleranssit esim. vinojen rakennusosien mallintaminen.
- mallinnettavat rakennusosat esim. mallinnetaanko purettavia rakenteita tai talotekniikkaa.
- käytettävät rakennusosatyypitykset
- mallin tuleva käyttötarkoitus mm. tiedonsiirtoon liittyvät määritykset esim. IFC/mallinnusohjelman tiedostomuoto.
- mahdollisten malleilta haluttavien simulointien ja analyysien asettamat vaatimukset.

Tärkeä inventointimallin ominaisuuksia ovat: mahdollisuus täydentää mallin tietosisältöä suunnittelun ja inventoinnin edetessä ja linkitysmahdollisuus muissa muodoissa oleviin tietoihin.

Arvorakennusten korjausrakentamisessa erityisiä suunnitelmien avainkohtia ovat mm.

- arvokkaat interiöörit
- talotekniikan pullonkaulakohtat
- paikat joihin on tulossa uusia rakenteita ja kalusteita, esim. liittymä laajennukseen tai kaiteen korotus.

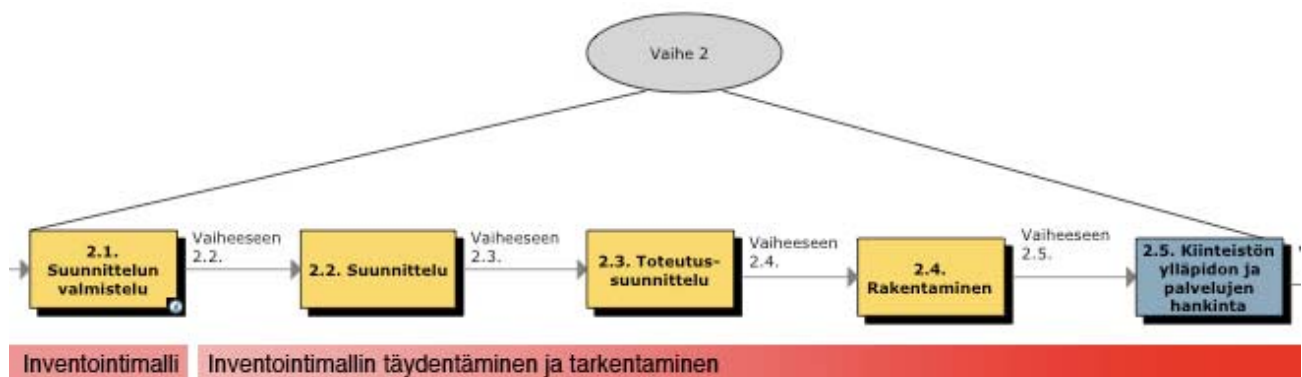


## Kiinteistötietojärjestelmä inventointialustana

Kiinteistötietojen hallintajärjestelmät voivat toimia pienillä muutoksilla tiedon syöttämisen ja analysoinnin alustana.

Kuva. Arkkitehtiosaston case-kohteen mallintamisessa on testattu Rapalin Optimize.net järjestelmää.

The screenshot shows the Rapalin Optimize.net software interface. The browser address bar displays "https://demo.rapal.fi - Arkkitehtiosasto 1.kerros - Microsoft Internet Explorer". The interface includes a search bar with "Select type" (Laitteet), "Select value" (91 Käytävät), and "Begins" (15, 1, 2007). A dropdown menu is open, listing various categories like "Jyvityskerroin", "Laitteet", "Organisaatiotaso (6)", "Rakennuksen osa", "Tilaluokka", "Tilan nimi", "Tilatunnus", "Tiliniike", "Työpaikkojen lkm.", "Vuokra-alue", and "Yhteistilakoodi". Below the menu, a table lists room types and their counts: 83 Sisäänkäyntitilat (8.9 m2, 1 kpl), 91 Käytävät (710.8 m2, 3 kpl), 921 Portaat (26.4 m2, 2 kpl), and 94 Rak.tekn.tilat (9.3 m2, 5 kpl). The total area is 1865.4 m2 with 42 rooms. The floor plan on the right shows various rooms with their areas and counts, such as 10.4 htm2, 10.1 htm2, 36.6 htm2, 19 htm2, 178.9 htm2, 68.1 htm2, and 30.2 htm2.



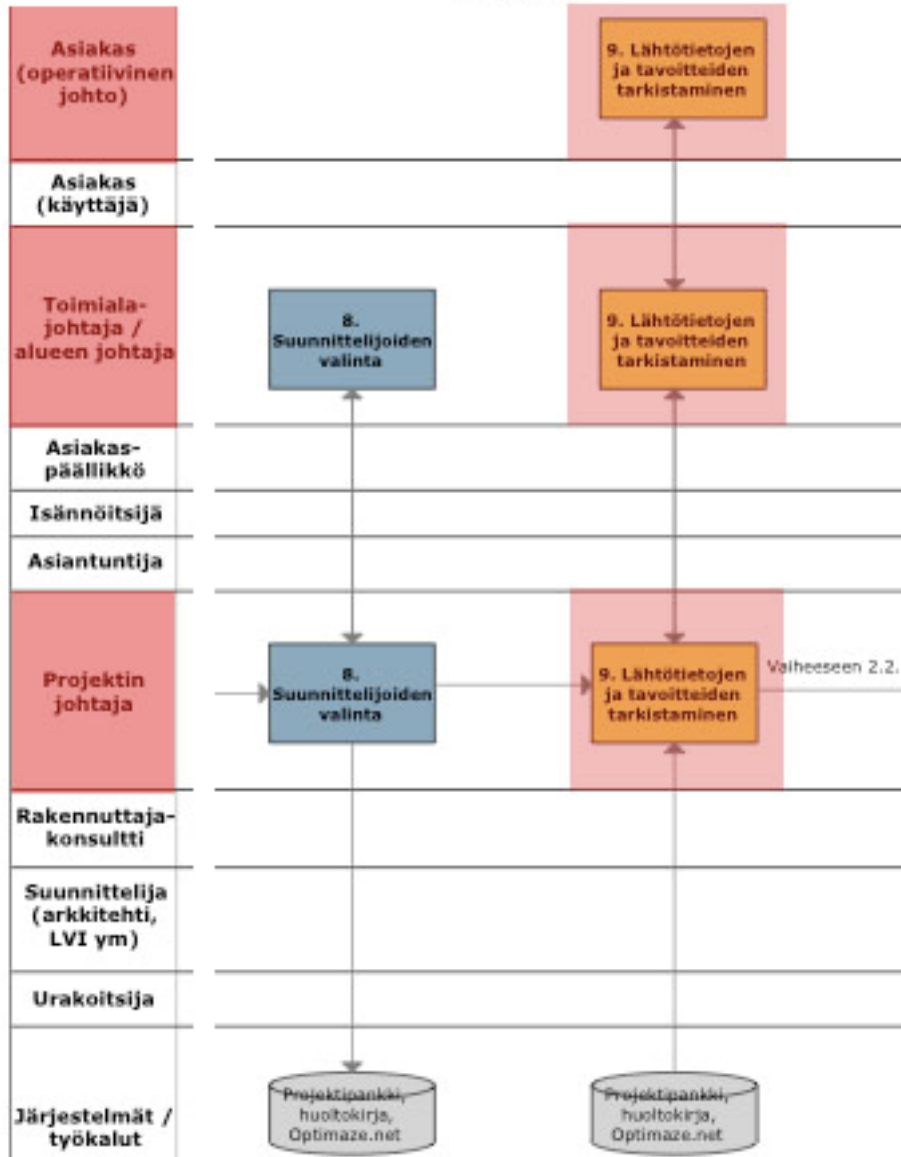
Inventointimalli Inventointimallin täydentäminen ja tarkentaminen



Kuva. Rakennushankkeen lähtötietojen olemassaolo varmistetaan suunnittelun valmisteluvaiheessa.

## 2.1. Suunnittelun valmistelu

Versio 1.0





## Huonenumeroinnin probleema

Korjauskohteissa törmätään säännöllisesti huonenumeroinnin ongelmaan. Kun huonenumerointi on tehtävä jo mittausvaiheessa ja suunnitelman kehittyessä huoneiden määrä yleensä muuttuu, miten antaa juokseva numero uusille huoneille, tai vastaavasti yhdistettäessä huoneita pitää numerosarja aukottomana? Numeroinnin muuttaminen kesken projektin aiheuttaa lisätyötä. Probleema on miten tieto kohdistetaan oikeaan paikkaan tilajaon muuttuessa rakennuksen elinkaaren aikana ja vältetään ristiriitainen tieto.

Ratkaisuvaihtoehtoja ovat:

### A. Koordinaattipohjainen numerointi

Numerointi tehdään esim. moduliverkon tunnuksien avulla koordinaattipohjaisesti. Tiloille on absoluuttinen paikka ja numerointi voidaan säilyttää riippumatta tilajaon muutoksista. Haittapuolena voi olla tilojen löytämisen hankaloituminen käyttäjän kannalta

### B. "Väljä" numerointi

Ennakoidaan kasvava tilamäärä ja numeroinnissa jätetään huoneiden väliin tarvittava määrä vapaita numeroita

### C. Alinumeroiden käyttäminen

### D. Kaksi (tai useampi) numerointia, ennen ja jälkeen, sekä koodaus niiden välillä.

Annetaan tiloille tunniste, jota käytetään yksilöimään tilat. Tunnistetietoa ei muuteta rakennuksen elinkaaren aikana. Varsinainen huonenumerointi voidaan muuttaa tilajaon muuttuessa käyttäjän kannalta tarkoituksenmukaisesti. Tuotemallihankkeissa tunnistetiedon käyttö on tapa yksilöidä objektit

## Rakennusaikainen dokumentointi

Arvorakennuksen korjaustöiden aikana tutkimuksia ja dokumentointia jatketaan. Inventointimallia täydennetään tarpeellisilta osin.

Etenkin 1800-luvun tai vanhemmissa rakennuksista rakenteita avattaessa ja purettaessa saatetaan paljastua uusia tietoja käytetyistä ratkaisuista. Osa rakennusosista peittyi töiden edetessä. Ennen toimenpidettä paikat dokumentoidaan tuotemalliin, laatu järjestelmän mukaisen hyväksymismenettelyn osana.

## Loppuraportti

Mallikelpoinen arvokohteen korjaus päättyy hankkeesta laadittavaan analyttiseen ja kriittiseen, piirroksin ja valokuvin havainnollistettuun loppuraporttiin. Parhaimmillaan se on tiivistettyyn muotoon kirjoitettu, ytimekäs ja helppolukuinen kuvaus tehdystä työstä. Raportissa kerrotaan tilanne ennen korjausta ja verrataan suunnitelmaa toteutuneeseen. Rakennushistoriaselvityksen tiedoista supistetaan, muutetaan ja täydennetään tarpeellinen.

Tuotemalliin sisältyvä, rakennustyön aikana päivitetty inventointimalli yhdistetään loppuraportin liitteeksi. Työn aikana ylläpidetty tietomalli toimii kaikenkattavana informaatiopankkina ja pohjamateriaalina tuleville tutkijoille ja korjausrakentajille.



### **3.3 KORJAUSSUUNNITTELU**

#### **Tuotemalli ja korjaussuunnittelu**

Korjausrakentamisen tuotemalli poikkeaa uudisrakentamisen tuotemalleista esim. seuraavasti:

- suunnittelupohjana (lähtötietona) on olemassa oleva rakennus ja siitä tehty inventointimalli arvotuksineen
- suunnittelun tarkkuustaso yhden hankkeen sisällä saattaa vaihdella
- hankevaiheiden tietosisällöt ovat erillaisia
- korjaushankkeessa aikatietojen ulottuvuus on laajempi

Tarkoituksenmukainen mallinnustarkkuus ja tarvittava tietosisältö voi vaihdella merkittävästi kohteen osien ja hankevaiheiden välillä. Osa kohteesta voidaan määritellä jo tarveselvitysvaiheen inventointimallissa hyvin tarkkaan.

Saman kohteen toista osaa taas ei välttämättä mallinneta koskaan tilamallia tarkemmalle tasolle.

Merkittävä ero uudisrakentamisen mallintamiseen on myös aikatiedon hallinta. Mallintamisen tekee haastavammaksi olemassa olevien, purettavien, väliaikaisien, siirrettävien ja uusien rakennusosien hallinta.

Arvokohteissa lisäksi käsiteltävänä voi olla historiallisia kerrostumia, jotka halutaan sisällyttää malliin.



Kuva. Tuotemallintamisen vaiheet korjaussuunnitteluprosessissa.

Uudishanke		Korjaushanke		
Perinteinen hankevaiheistus	Päätökset	Inventointimallit	Perinteisiä ja muita digitaalisia ratkaisuja	Tuotemallinnusratkaisuja
			<b>Hankkeen ohjelmointi ja valmistelu</b> <b>Hankesuunnittelun käynnistäminen</b>	
Tarveselvitysvaihe	> Hankepäätös	inventointitarpeen ja > inventointitapojen >> määrittely >>> lähtötietoaineiston varmistaminen suunnittelua varten	- hankeohjelmointi - 3D-visualisoinnit ja massamallit - vaatimusten määrittely	<b>Tilamallit</b> Vaatusmallit
			<b>Suunnitelmavaihtoehtojen tuottaminen</b>	
		tietojen käyttö >>>	- luonnokset - tilakortit	<b>Alustavat suunnittelumallit</b>
Hankesuunnittelu- vaihe	> Investointi- päätös			- analyysit
		lisätutkimukset ja <<< mittaukset <<<	<b>Korjaussuunnittelijoiden valinta</b> <b>Korjaussuunnittelu</b>	
		tietojen käyttö >>> inventointimallien täydentäminen <<<	- tilaluettelot - tietokannat - selostukset - digitaaliset piirustukset	<b>Varsinaiset suunnittelumallit</b> - tilat, rakennusosat, tekniikka
Toteutus- suunnittelu- vaihe	> Rakentamis- päätös			- mallien yhdistäminen - analyysit
			<b>Korjausrakentaminen</b>	
Rakennuksen toteutuksen suunnitelmat		tietojen käyttö >>> inventointimallien täydentäminen <<<	- detaljipiirustukset - selostukset	<b>Tarkennetut suunnittelumallit</b> - täydennykset, tarkennukset, detaljit
Rakentamisen suunnitelmien lopullinen toteutuma	> Vastaanotto- päätös	toteutusdokumentaation < siirtäminen << inventointimalliin <<< jatkokäyttöä varten <<<	- piirustusdokumentaatio - ProjekTila	- mallidokumentaatio - ProjekTila - IFC-dokumentaatio - natiiviformaatit (DWG)
Käyttöönotto- vaihe	> Takuiden vapauttaminen	tietojen siirto >>> inventointimallista >> kiinteistötietojärjestelmiin >	<b>Kiinteistön käytön ja ylläpidon järjestelmät</b>	
			- dokumenttienhallinta, jakelu ja päivittäminen	- mallimuotoisen tiedon käyttö ja päivittäminen



Tuotemallista pystytään tuottamaan projektin eri vaiheessa mm.

- visualisointimallit
- erilaiset pinta-ala- ja tilavuuslaskelmat
- määrälaskenta kustannuslaskennan pohjaksi
- eri suunnittelualojen yhteensovittaminen
- tietokantapohjainen rakentamisen ja hankintojen suunnittelu
- rakennuksen käyttö-, huolto- ja ylläpitomallin luominen varhaisessa vaiheessa

Eryteisesti korjausrakentamisessa saavutettavia etuja ovat esim.

- erityyppiset simulaatiomahdollisuudet
- visualisoinnit restaurointitavoitteiden toteutumisesta
- paikka arvottaville suojelu- ja kuntoluokituksille yms.
- tietokantapohjainen olemassa olevan tilanteen tietojenkäsittely
- uusien ja olemassa olevien rakenteiden yhteensovittaminen

## Luonnossuunnittelu

Korjaussuunnittelun perustana on inventointimalli, josta muokataan suunnittelumalleja kasvatamalla sen tietomäärää tiloja, rakennusosia ja tekniikkaa määrittelevillä tiedoilla.

Kun inventointimalli perusmuodossaan sisältää objektiivista, neutraalia faktatietoa, lisätään siihen viimeistään luonnosvaiheessa täydennyksiä, jotka edellyttävät arvotusten ja valintojen tekemistä. Arkkitehtonista perusratkaisua ryhdytään etsimään näiden ja suunnittelutavoitteiden synteessä.

Luonnossuunnittelu siirtyy tuotemallipohjaisessa prosessissa osittain perinteistä aiempaan vaiheeseen ennen investointipäätöstä.

## Luonnossuunnittelun kulku

Tuotemallipohjainen luonnossuunnittelu voi korjaushankkeessa edetä esim. seuraavasti:

### 1. Alustavaan suunnittelumalliin lisätään uusia arvottavia attribuutteja, joita ovat esim.:

- tilan suojeluluokitus, esim. konservoitava/palauttava restaurointi/muutokset mahdollisia/ei arvokas/jne.
- suojeluluokituksen status, esim. alustava/RHS-laattijan ehdotus/ suojeluviranomaisen hyväksymä/jne.
- purkutyöluokitus, esim. kevytpurku/"telaketjupurku"/erillinen purkuraikka/asbestipurku
- korjaustöiden kiireellisyys, esim. välittömästi korjattava/uusittu äskettäin/jne.
- vesivahinko
- restaurointitavoitteet tiloittain
- puutteet tilan saavutettavuudessa
- puutteet henkilöturvallisuudessa
- suunnittelu- ja vastuualueiden rajausta
- erityisvaatimusten merkitseminen
- kunnostuksen tarpeessa olevat ikkunat ja ovet
- korjaustyötapaesitys

### 2. Laaditaan arkkitehtonisen periaateratkaisun vaihtoehdot:

- synteesi tarveselvityksestä, mittaustiedoista, RHS:stä ja em. kohdassa 1 mainituista seikoista
- laaditaan tarvittavat vaihtoehdot...
- ... joiden toteutuskelpoisuutta erikoissuunnittelijat ja tilaaja arvioivat





### **3. Valitaan arkkitehtonisen periaateratkaisu ja määritellään suunnitteluratkaisut alustavassa suunnittelumallissa:**

- huonetilojen sijoittuminen
- laajennukset
- purkutyöt
- väliaikaiset rakenteet
- uusien ja vanhojen rakenteiden suhde
- talotekniikan tilavaraukset
- palo-osastointi, poistumistiet
- logistiikka, huolto
- rakenteelliset muutokset
- pinta-alalaskelma
- murtosuojaus, kulunvalvonta,
- vaiheittain toteutus (4D, rajaus)

### **4. Tarkistetaan suunnitelman osatekijöiden yhteensopivuus:**

- ehdotuksen tarkasteleminen eri suunnittelualojen kannalta ja teknisten periaateratkaisujen määrittäminen
- suunnitteluryhmän työn koordinoiminen
- suunnittelun perusratkaisujen yhteensopivuuden tarkistaminen

Tuotemallipohjaisessa korjaussuunnittelussa voidaan jo varhaisissa hankevaiheissa tuottaa määrä- ja kustannustietoja, toimintojen arviointia, analyysyjä sekä simulointeja. Ilman mallimuotoista suunnittelua näiden tuottaminen on paljon työläämpää. Tuotemallista on myös tulostettavissa toteutukseen tähtääviä asiakirjoja, esim. valmistelevien purkutöiden urakkapiirustukset tai aineisto alustavan rakennuslupamenettelyyn liittyvien tehtävien suorittamiseen.

## **Toteutussuunnittelu**

Korjaushankkeen toteutussuunnittelun pohjana on luonnosvaiheessa täydennetty inventointimalli ja alustavat suunnittelumallit. Malleja täydennetään rakennusurakan ja viranomaiskäsitteilyn tarvitsemilla tiedoilla suunnittelumalliksi.

Toteutussuunnittelussa tuotemalliin lisätään uusia attribuutteja:

- (jäljellä olevat) purkutyöt eri lajeineen
- rakenteiden vahvistaminen
- uudet rakenteet (vrt. uudisrakennushankkeen tuotemalli)
- vedeneristystyö
- ovi- ja ikkunatiedot, mm. uusi vanhan mallin mukaan tehtävä ovi, siirrettävä ovi, uusi moderni ovi, vanha kunnostettava ovi, jne.
- huoneen varustus
- kalustus, kiinteä ja irto
- koneet ja laitteet
- korjaustyötapa, esim. konservaattorin työ/päällemaalaus/esiinotto
- väri
- uudet poistumistiet, palo-osastot, palo-ovet ja –lasit, jne.
- uusi murtosuojaus, esim. kuorisuojauksen raja
- uusi lukitus, kulunvalvonta
- mallit, esim. tämän mallin mukaan/koemaalausalue/jne.
- laadunvarmistus, esim. mallikatselmus/mallin aikataulu/urakoitsijan itselleluovutus/lopputarkastus/jne.
- urakka-raja, esim. pääurakassa/ei urakassa/erikoismaalaustyö/korjausalueen raja/jne.

Osa tiedoista sijaitsee mallissa ja osa linkitettyinä ulkopuolisissa tietokannoissa esim. rakennus- ja työselostuksissa. Oleellista on, että mallista on yhteys kaikkeen kohteen tietoon.



Arvorakennusten korjausrakentamiselle on luonteenomaista, että suunnittelu jatkuu intensiivisenä vielä työmaavaiheessakin. Tämä piirre ei muutu tuotemallinnetussa projektissa, päinvastoin. Työmaalta saatavat tiedot lisätään tuotemalliin. Tavoitteena aina ajan tasalla oleva inventointimalli todellisesta tilanteesta. Esim. alkuperäisistä materiaaleista, väreistä yms., paljastuva tieto päivitetään malliin sitä mukaa kun tieto karttuu. Myös työn eteneminen ja lopputulos syötetään tuotemalliin aika-attribuuttia (4D) hyödyntäen.

Tuotemalliin rakennustyön aikana lisättäviä tietoja ovat esim.

- toteutunut rakenne
- suunnitelmassa tai rakennettaessa muutettu rakenne
- toteutettu suunnitelmista poiketen
- löytyneet uudet tiedot alkuperäisestä/aikaisemmasta tilanteesta

## **Korjausrakentamisen erikoissuunnitelmat ja tuotemalli**

Tuotemallipohjaisen työskentelyn etuja ovat suunnittelun ohjauksen ja suunnitelmien ristiriidattomuuden valvomisen helpottuminen, joiden apuna voidaan käyttää erilaisia mallien tarkistus- ja analysointiohjelmistoja.

Tuotemallipohjaisen suunnittelun parhaan hyödyn saavuttaminen edellyttää koko suunnitteluorganisaation mallipohjaista työskentelyä.

Inventointimallin avulla voidaan varmistua talotekniikan sopimisesta annettuihin tilavarauksiin. Apuna voidaan käyttää mallin tarkistusohjelmistoja. Inventointi- ja arkkitehtimalleihin voidaan esim. mallintaa talotekniikalle sallitut reitit, joiden asettamisessa rajoissa talotekniikkasuunnittelijat voivat tehdä suunnitelmansa.

Merkittävä etu on myös olemassa olevien rakenteiden todellisten mittojen tietäminen. Tämä mahdollistaa esivalmistuksen määrän lisäämisen. "Mitä tarkistettava rakentamispaikalta" - tekstiä ei kenties enää tarvita mallipohjaisissa suunnitelmissa.

Mallia voidaan käyttää reikäpiirustuksien asemasta, tosin tähän ei ole vielä vakiintunutta käytäntöä. Yksi tapa on mallintaa tarvittavat reiät omalla objektillaan, jonka avulla tieto tarvittavasta reiästä siirretään rakennesuunnittelijan järjestelmään. Toinen tapa olisi hakea tieto tarvittavista rei'istä suoraan esim. putkien ja rakenteiden törmäystarkastelun avulla. Tieto tarvittavasta toleranssista voisi olla syötettynä putkisuunnitelmaan.

Purkusuunnitelma on ensimmäisiä suunnitelmia joita korjaustyömaalla kaivataan. Inventointimallin kuntokartoituksen, purkutyö- ja suojelukategorialuokituksen tiedot yhdistämällä saadaan lähtöaineistö purkusuunnitelmien pohjaksi. Rakennuskohteessa tehtävät purut voidaan attribuutteina luokitella:

- rakennuskohteessa aikaisemmin tehdyt purut (purkuhistoria)
- kevyt purku
- varsinainen purku-urakka
- toteutuneet purut

Työturvallisuuden kannalta vaaralliset asbesti ja myrkyt syötetään omina attribuutteinaan malliin, josta ne ovat tulostettavissa esim. työturvallisuusohjeen liitteeksi.

## **Simulaatiot**

Arvorakennusten korjaamisessa on tilanteita, jossa esim. rakennussuojelu- ja restaurointitavoitteet joutuvat ristiriitaan rakentamismääräysten kanssa. Henkilöturvallisuuden tai saavutettavuuden parantaminen ei aina onnistu pilaamatta arvokkaita interiöörejä tai julkisivuja, esim. uuden poistumistieportaan lisääminen ahtaaseen historialliseen rakennukseen voi olla vaikeata. Ongelmaksi voi nousta vaikkapa palo-osastoinnin vaatimat välipohjan lisärakenteet, jotka peittävät sisäkaton originaalimaalaukset.

Tuotemallin avulla voidaan etsiä ratkaisuja simuloimalla rakentamismääräysten taustalla olevia tilanteita ja vaatimuksia. Palosimulaatiolla voidaan esimerkiksi osoittaa ettei porrasta tarvita-

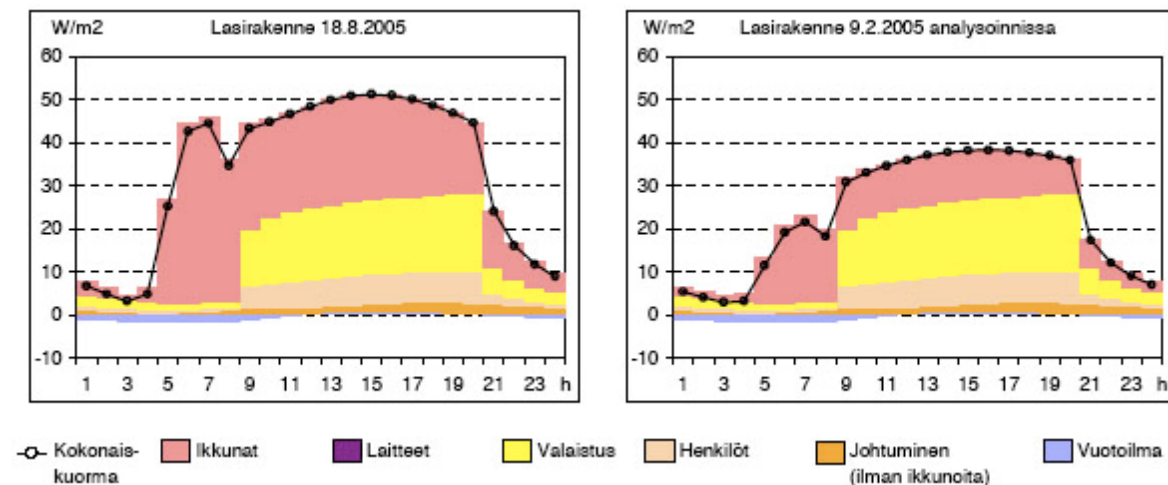


kaan, tai että palokuorma jää vähäiseksi ja tikkurappaus riittää osastoivaksi rakenteeksi. Tuotemalli tarjoaa tähän laskennallisen alustan, palo-osastointi, palokuorma, palon kehittyminen eteneminen laajuus ja teho ennakoidaan mallintamalla. Parhaassa tapauksessa tiukasta normista voidaan suunnitelmassa joustaa, restaurointitavoitteiden hyväksi.

Simulointeja voidaan tehdä ainakin seuraavista aiheista:

- palo
- poistumisreitit
- sisäilmaolosuhteet (ilmastointi, lämpötila)
- lämpötalous
- valaistus (julkisivuvalaistus, työpistevalaistus)
- akustiikka (ääneneristys, huoneakustiikka)
- sortuma
- pintavesivirtaukset

*Kuva. Uudisrakennuskohteen olosuhdesimuloinnilla on verrattu kahden eri lasirakennerratkaisun vaikutusta tilan lämpökuormiin ja jäähdystystarpeeseen (Insinööritoimisto Granlund, Joensuun yliopisto, Aurora 2, Pro IT talotekniikkaohje, 2007).*



### 3.4 KORJAUSRAKENTAMINEN

#### Tuotemalli korjaustyömaalla

Työmaavaiheessa suunnittelumallin pohjalta tehdään tuotantomalli, joka sidotaan urakka-aikaan ja rakennusliikkeen resursseihin.

Yhteistä korjaus- ja uudisrakentamisen tuotemalleissa on

- hankintojen ohjelmointi
- 4D: aikatauluvertailu, malliaikataulu, hankinta-aikataulu
- viranomaistarkastukset
- rakennustyön valvonta
- huoltokirjan valmistelu
- laatujärjestelmät
- käyttöönottokoulutus
- talotekniikan käyttöönotto ja käyttöönottotarkastukset

Korjaushankkeen tuotannon mallintaminen eroaa uudishankkeista esim. seuraavissa asioissa:

- korjaussuunnittelu jatkuu työn aikana
- inventointimallin täydentäminen työn aikana
- olemassa olevan rakennuksen suojaukset



- korjaamiselle ominaiset käsityövaltaiset työsuoritukset
- korjausrakentamiseen liittyvien attribuuttien osalta, esim. palo-osastointi rakentamisen aikana
- aikaulottuvuuden pituus

## Tuotemallin tietosisältö rakentamisen aikana

Korjaustyön aikana tuotemallin käyttöä ja täydentämistä jatketaan. Työmaalogistiikka arvokoh-teessa saattaa muodostua vaikeaksi esim. tilanteissa joissa toiminta jatkuu rakentamisen aika-na.

Rakentamisen aikaisia attribuutteja ovat esim.:

- tila käytössä tietyssä aikana
- valmistuttava mihin mennessä
- milloin vapautuu
- työsuoritukset korjausaikana
- nosturien paikat
- palo-osastointi työn aikana
- väliaikaiset haalausaukot

Korjaustyön tekijöistä voidaan laatia omat attribuuttinsa ao. tilaan tai rakennusosaan:

- kuka on vastuussa tehtävästä
- urakkarajat
- linkki osajarekisteriin, käytössä olevien / soveltuvien / parhaiden tekijöiden yhteys-tietopankki

Muutosten hallinta työmaalla näkyy tuotemallissa:

- työmaapäiväkirja
- toteutuma
- huoltokirjan tietojen kokoaminen

Arvokohteelle tyypillinen työsuoritus on mm. suojaukset. Attribuutteja esim.

- tavaravirtojen kuvaus ja niistä aiheutuva suojaustarve
- suojattava (suojaustarve)
- linkki suojausohjeeseen
- suojauksen purku

## Sopimukset, urakkarajat

Korjausrakentamisessa on tyypillisesti runsaasti hankalasti määriteltäviä urakkarajoja, mikä voi johtua kohteiden luonteesta, erikoisosaamista vaativista työsuorituksista, vaikeista aikataulujen yhteensovittamisista jne.

Tuotemallia voidaan käyttää uudella tavalla urakkarajojen ja työsuoritusten määrittelyyn ja havainnollistamiseen.

## 3.5 TIEDONHALLINTA- JA TUOTEMALLINTAMISVAIHTOEHTOJA

Tieto- ja tuotemallintamisen hyödyllisyyttä, käyttökelpoisuutta ja vaativuutta korjaushankkeis-sa voidaan arvioida seuraavan mallintamisen "vaativuustasojaottelun" avulla. Tietojen mallin-taminen voidaan mallintamisen laajuuden, mallintamiseen tarvittavan työmäärän sekä mallin-tamiselta saatavien kokonaishyötyjen perusteella jäsentää muutamalle eri "karkeustasolle".

Alla olevaan taulukkoon on selvyuden vuoksi liitetty myös muita ja "perinteisempiä" tiedonhal-lintatapoja ja -menetelmiä, koska mallintamisen merkitys, tarpeellisuus ja vaativuus havainnol-listuvat paremmin kun mallintamista peilataan koko käytettävissä olevaan menetelmäkirjoon.

Oleellinen piirre erityisesti arvohankkeiden korjauksissa ei ole se, miten tai millä tarkkuudella kohteen muodon mallintaminen on toteutettu, vaan se, mitä tietoja korjauskohteesta mallinnetaan. Mitä laajemmin ja monipuolisemmin korjaushankkeen eri osatekijöitä ja asioita pystytään



- mallintamalla, tai jollakin muulla tavoin - käsittelemään, sitä paremmat edellytykset onnistu-  
neelle korjaushankkeelle todennäköisesti koituvat.

Tämän luvun luettelomainen esitys eri mallintamistavoista ei aseta esitettyjä tapoja mihinkään  
suositeltavaan "paremmuusjärjestykseen", vaan se pyrkii pikemminkin kuvaamaan sitä mah-  
dollisuuksien kirjoa, joka nykyaikaisissa korjaushankkeissa on käytettävissä.

*Taulukko. Tietojen mallintamisen vaihtoehtoja ja vaativuustasoja*

<b>"perinteisiä" digitaalisia ratkaisuja</b> lukuisilla eri ohjelmilla	<b>tuotemallipohjaisia ratkaisuja</b> mallintavilla CAD-järjestelmillä
<b>Inventointimalli</b> rakennusinventointitiedon kokoamiseksi	
- tilakorttipohjainen ratkaisu	- geometriapohjainen ratkaisu
<b>Tilaluettelo</b> - luonteva ensimmäinen askel mallinnuksen suuntaan - toteutettavissa esim. Excel-ohjelmalla	<b>Tilamalli</b> - ainoastaan huonetilat
<b>Digitaaliset piirustukset</b> - yleinen nykikäytäntö - kaikilla CAD-järjestelmillä - esim. DWG	
<b>3D-malli</b> - ainoastaan kohteen ulkomuotoon ja ulkonäköön liittyvät asiat - visualisointiohjelmilla	
	<b>Geometriamalli</b> - tilat + rakennusosat (+ tekniikka) - normaali suunnittelumalli
	<b>Geometriamallin täydennykset</b> <b>(detaljimalli)</b> - perusgeometria + tarkennetut osamallit - yksityiskohtainen suunnittelumalli
	<b>Jonkin osa-alueen tietomalli</b> - tarpeellisten osa-alueiden lisätiedot - esim. LVI-suunnitelma
	...

### **Inventointimalli**

Käytännössä kaikkien korjaushankkeiden pohjaksi tarvitaan inventointimalli, eli kohteen inven-  
tointitiedon järjestelmällinen kooste.

Inventointimalli voidaan käytännössä toteuttaa eri tavoilla. Kevyt toteutus on esim. huonekort-  
timainen Excel-tilausta tai verkossa monen käyttäjän käytettävissä oleva web-pohjainen huone-  
kortti. Tuotemallimainen toteutus on mallintaa 3-ulotteisesti korjauskohteen tilojen, raken-  
nusosien ja tekniikan muoto sekä lisätä malliin inventointitiedot.



## Tilaluettelo

Kevyesti korjauskohde mallinnetaan luetteloimalla ainoastaan kohteen huonetilat ja kulloinkin oleva tai tarvittava muu tieto. Sen sijaan esimerkiksi kohteen täsmällistä muotoa, rakenteita, rakennusosia tai talotekniikkaa ei aina ole mielekästä mallintaa 3-ulotteisesti.

Tilaluettelona kuvattu "tilamalli" on yksinkertaisimmillaan ilman tilojen geometrisia mittatietoja korjattavan kohteen tilaluettelo, jota voidaan käsitellä vaikkapa Excel-ohjelmalla tai tietokanta-ohjelmilla (esim. MS/Access, Filemaker jne). Tilakohtaisia huonekortteja voidaan käyttää lukuisilla eri tavoilla korjaushankkeeseen liittyvien asioiden kokoamiseen, luettelointiin ja dokumentointiin tai jonkin tarpeelliseen tiedon "olemassaolon" kirjaamiseen.

Tilaluetteloilla voidaan selkeyttää korjaushankkeen alkuvaiheiden tiedon kokoamista ja sitä voidaan varsin hyvin käyttää esim. korjaushankkeen alussa rakennusinventoinnin pohjana, ikäänkuin "tietolokerikkona".

Kuva. Virtuaalinen huonetilojen luettelo web-ratkaisuna.

id	id_isa	Talo 2000	otsikot	määrä	sisältö	tilanne	muokattu	poista rivi
				<b>99,6</b>				
<a href="#">565</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">101</a>	<a href="#">Ala-aula</a>			6.11.2006		<input type="checkbox"/>
<a href="#">566</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">102</a>	<a href="#">Tuulikaappi</a>			6.11.2006		<input type="checkbox"/>
<a href="#">567</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">103</a>	<a href="#">Vahtimestarit</a>			6.11.2006		<input type="checkbox"/>
<a href="#">568</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">104</a>	<a href="#">Vahtimestarit, varasto</a>			6.11.2006		<input type="checkbox"/>
<a href="#">569</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">107</a>	<a href="#">Osaston sihteerit</a>			6.11.2006		<input type="checkbox"/>
<a href="#">570</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">108</a>	<a href="#">Opintoneuvojat</a>	16,6		6.11.2006		<input type="checkbox"/>
<a href="#">571</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">109</a>	<a href="#">Rakennetekniikka</a>	16,6		6.11.2006		<input type="checkbox"/>
<a href="#">572</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">110</a>	<a href="#">Rakennetekniikka, prof.</a>	16,6		6.11.2006		<input type="checkbox"/>
<a href="#">573</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">111</a>	<a href="#">Rakennusoppi</a>	16,6		6.11.2006		<input type="checkbox"/>
<a href="#">574</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">112</a>	<a href="#">Rakennusoppi, prof.</a>	16,6		25.11.2006		<input type="checkbox"/>
<a href="#">575</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">113</a>	<a href="#">Arkkitehtuurin perusteet ja teoria</a>	16,6		6.11.2006		<input type="checkbox"/>
<a href="#">576</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">114</a>	<a href="#">Arkkitehtuurin perusteet ja teoria, prof.</a>	16,6		6.11.2006		<input type="checkbox"/>

Tilaluettelo on käyttökelpoinen ja ennen kaikkea nopea apuväline kiinteistön omistajalle, hankkeen "tilaajalle" sekä myöhemmin myös kiinteistönhallinnalle, joskaan se ei karkeana hankkeen mallina ole vielä riittävä kaikkii kiinteistönhallinnan tarpeisiin.

Tilaluetteloita voidaan käyttää toiminnan, käytön ja korjaushankkeiden suunnitteluun, lähinnä kiinteistön omistajan ja tilaajan näkökulmasta.

Oleellista on, että tilaluettelo ei kuitenkaan ole vielä varsinainen tuotemalli, eikä se yksistään yleensä vielä ole riittävän laaja eikä tarpeeksi yksityiskohtainen varsinaisen korjaussuunnittelun eikä rakentamisen pohjaksi.

Mikäli tilaluetteloon on liitetty myös huonetilojen laajuustietoa (m<sup>2</sup>, hum<sup>2</sup>, brm<sup>2</sup>), sillä voidaan myös arvioida hankkeen alkuvaiheissa karkeasti korjauskustannuksia huonetilapohjaisesti.

Tilaluettelon pohjalta voidaan korjaushankkeen jälkeen toteuttaa kiinteistönhallinnan "kevyt" huonetilapohjainen huoltokirja.

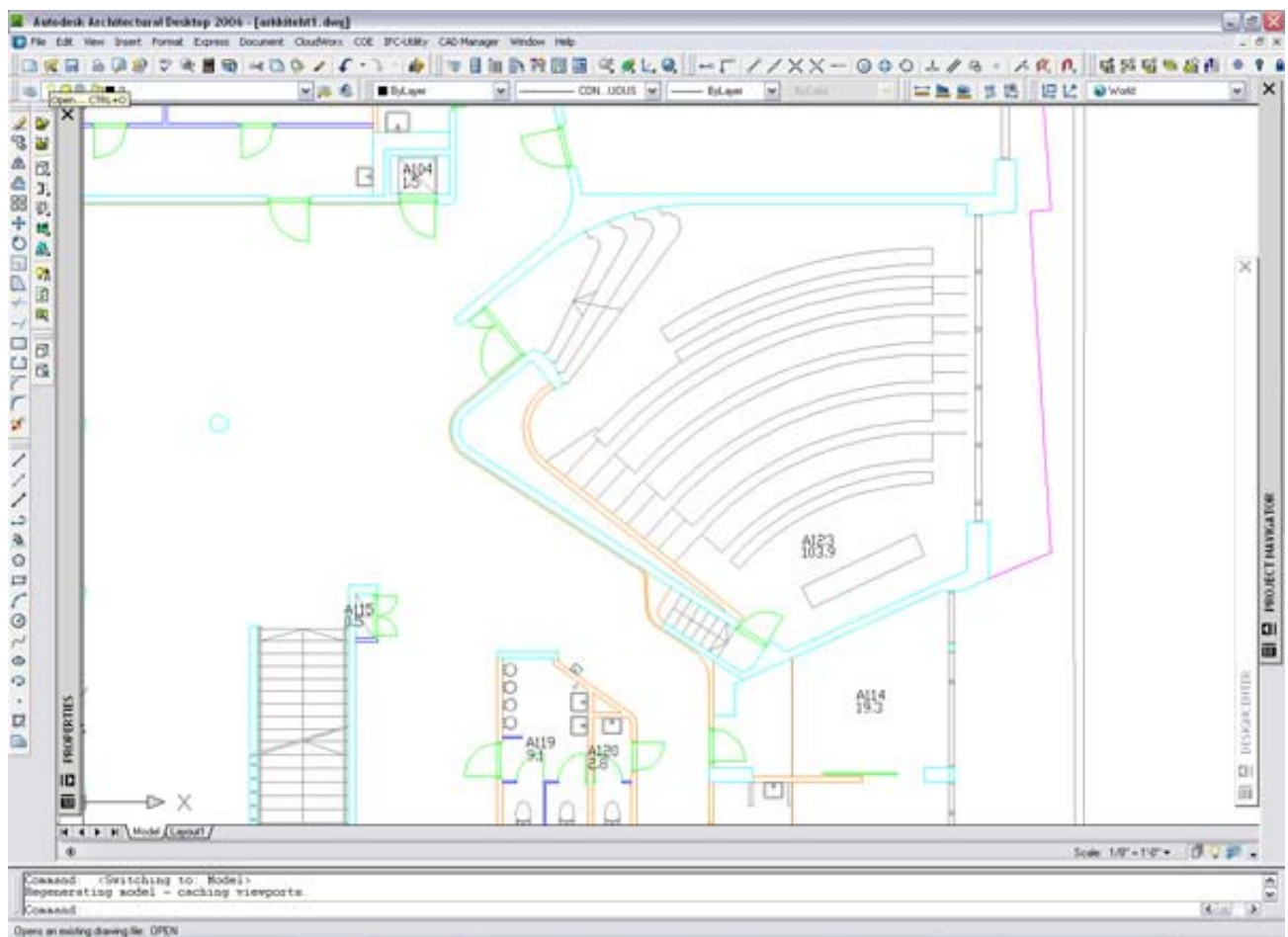


## Digitaaliset piirustukset

Varsin yleisesti nykyisin käsitellään suunnittelukohteiden tietoja - myös uudisrakentamisessa - 2-ulotteisina digitaalisina piirustuksina, mikä ei varsinaisesti ole tieto- tai tuotemallintamista, vaan kohteen muodon kuvaamista pohjapiirustuksilla, leikkauksilla sekä projektiolla perinteisiä piirustuksia vastaavalla tavalla. Digitaalisia piirustuksista voidaan laajentaa tietomallintamisen suuntaan liittämällä geometriaan attribuuttitietoa.

Uusien työtapojen ja -menetelmien kehittyminen kuitenkin aina käytännössä tapahtuu hitaasti ja olemassa olevaan perustuen, joten CAD-järjestelmillä piirtämällä suunnittelua ei tule väheksyä, koska se oikein tehtynä on varsin toimiva käytäntö ja antaa hyvän perustan mallintavaan suunnittelutapaan.

*Kuva. TKK:n arkkitehtiosastosta vuonna 1945 tehdyt digitaaliset piirustukset (AutoCAD) perustuvat alkuperäispiirustuksiin eivätkä mittaustietoihin.*





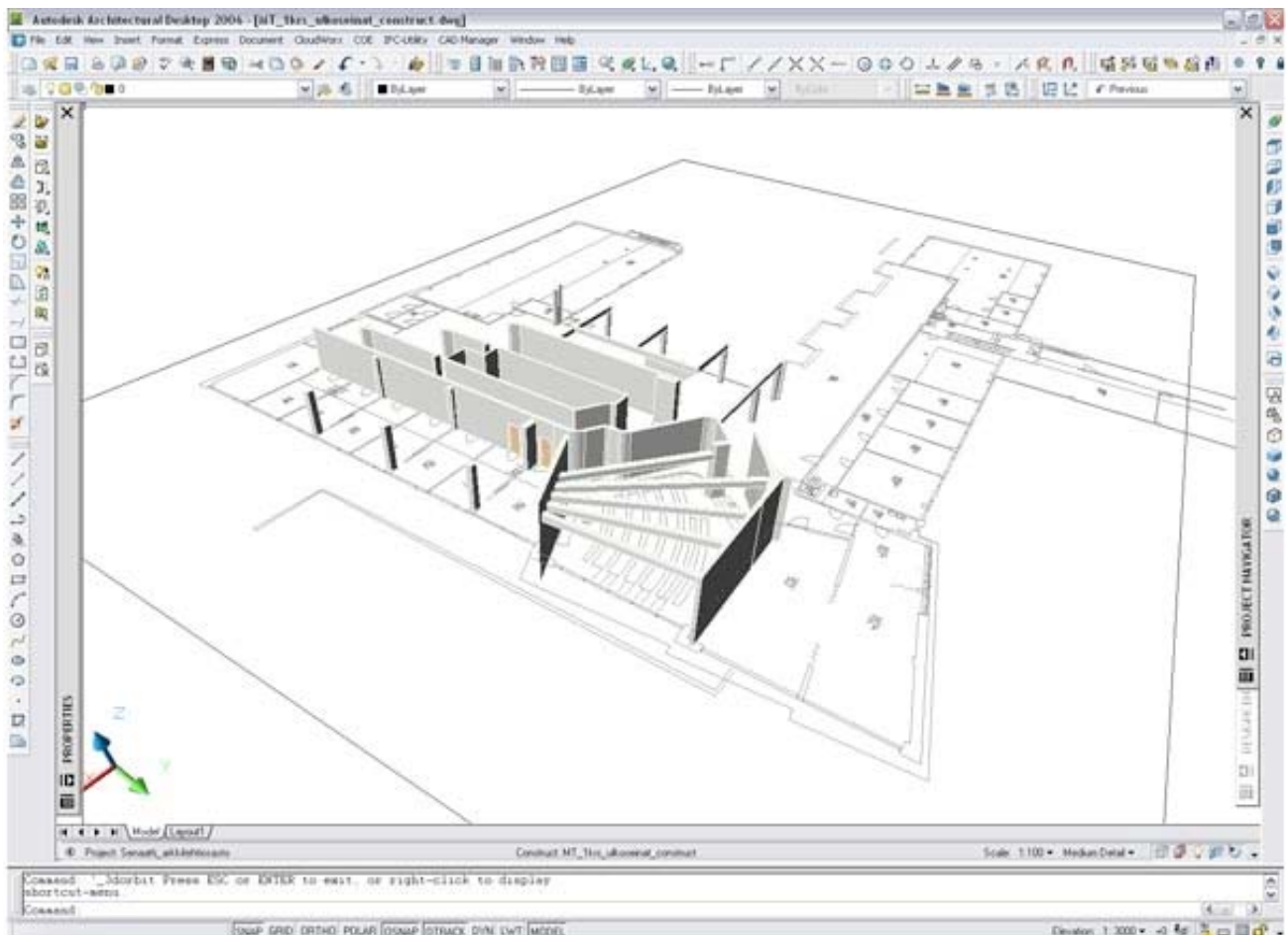


## Piirustuksiin yhdistetty rajoitettu suunnittelumalli

Tätä piirustuskeskeistä työskentelytapaa on joissakin viimeaikaisissa korjaushankkeissa – esimerkiksi arkkitehtitoimisto A-konsultit Oy TKKn päärakennuksen hallintosiiven korjauksessa 2006-07 - käytetty varsin taloudellisesti siten, että korjaussuunnittelu on tehty pääasiassa piirustuskeskeisesti, ja ainoastaan uudisrakenteiden lailla toteutettavat hankkeen uudet tai muuten oleelliset osat on mallinnettu.

Näin toimien mallinnusta tehdään yleensä lähinnä suunnittelijan omiin tarpeisiin ja pieniin havainnollistustarpeisiin, eikä tällainen työskentelytapa oikeastaan vielä ole varsinaista tuotemallintamista. Rajoitetun mallinnuksen ongelmana on, että geometriatieto ei ole kattavaa. Mallintamisesta ei saada parasta hyötyä esim. vaikeiden geometrisien kohtien tutkimisessa.

*Kuva. Suunnitelmia käsitellään ja dokumentoidaan pääosin pohjapiirustuksina, leikkauksina ja muina pystyprojektioina (esim. AutoCADin dwg-tiedostoina) ja kohteesta mallinnetaan ainoastaan oleelliset ja uudet osat.*







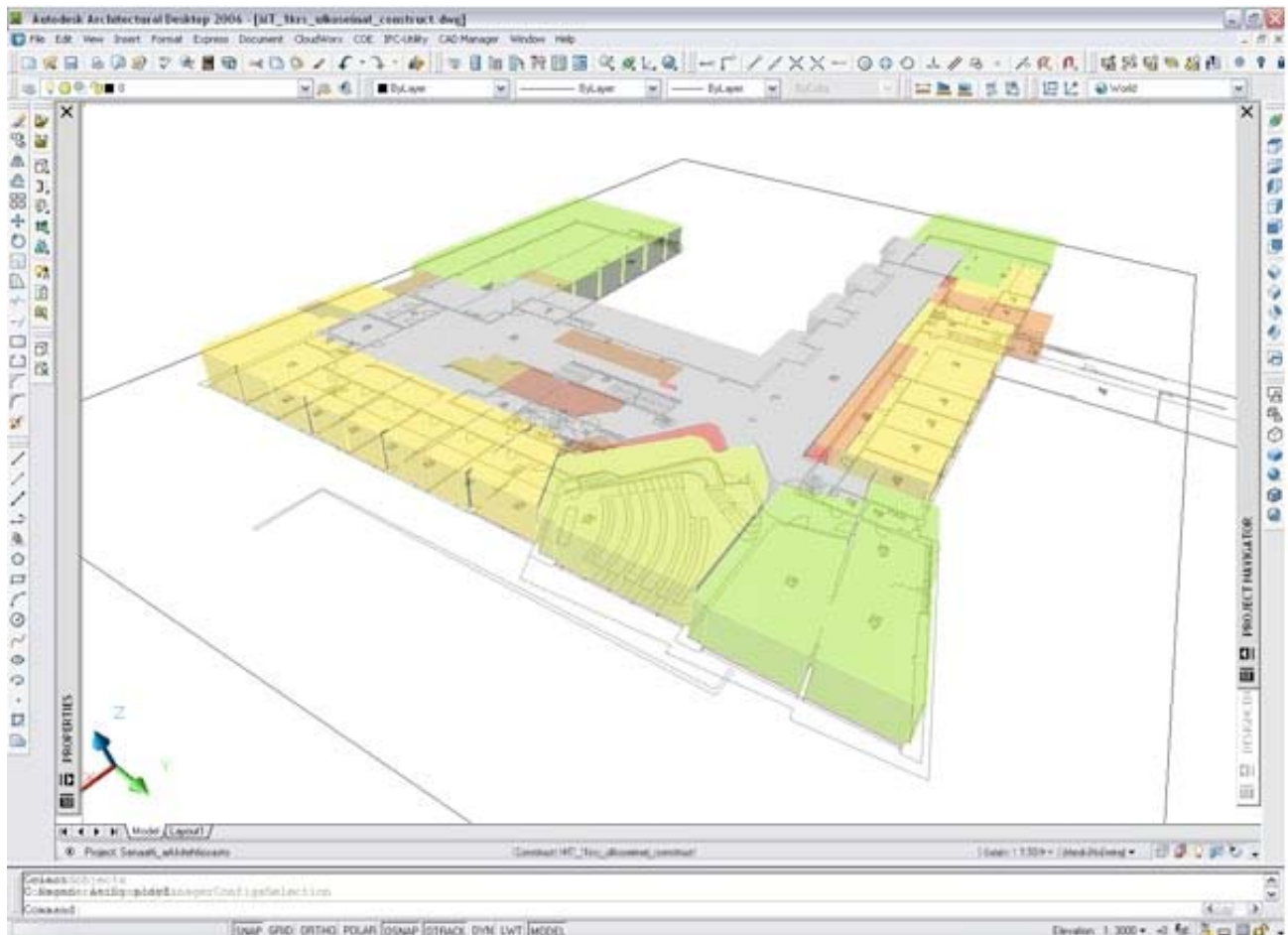
## Geometrinen tilamalli

Tilamallista saadaan tilaluetteloja jonkin verran havainnollisempi ja käyttökelpoisempi mallintamalla tilat, eli rakentamalla tilojen geometrinen muoto esim. CAD-järjestelmällä. Geometrisilla tilamalleilla saattaa havainnollisempina rakennuskohteen kuvauksena olla tilaluetteloita enemmän käyttöarvoa, mutta ellei tilamalliin liity minkäänlaista tietoa korjauskohteen rakennusosista, nekään eivät yleensä vielä ole riittäviä korjaussuunnittelun lähtötietoina.

Tilamalleja voidaan käyttää esim. suunnittelu-, rakennus, ja korjauskohteiden visuaalisina 3-ulotteisina karttoina, mikäli tilamalli linkitetään muihin hankkeen dokumentteihin, esim. rakennusosamalleihin, piirustuksiin tai vaikkapa digitaalisiin valokuviin.

Oleellista on liittää tiloihin liittyvä tieto johonkin muuhun tietoon (esim. inventointitietoon tai kiinteistöhallinnan tietoihin) Yksinään pelkän geometrisen tilamallin tietosisältö on varsin vähäinen.

*Kuva. Arkkitehtiosaston 1. kerrokset tilojen geometrinen malli. Tilojen geometriseen muototietoon on liitetty tietoa tilaryhmistä (kuvattu eri väreillä). Tilaryhmätieto on toteutettu käytännössä liittämällä CAD-järjestelmällä mallin tilaobjekteihin tilaryhmien attribuutit.*





## Korjauskohteen geometriamalli - normaali suunnittelumalli

Varsinaisessa korjauskohteen suunnittelumallissa on oltava tilojen lisäksi tietoa myös kohteen rakenteista ja rakennusosista. Riittävällä (sovitulla) tarkkuudella rakennettu kohteen geometriamalli on jonkinlainen korjaussuunnittelun "perusedellytys".

Geometriamallin tekemisen pohjaksi tarvitaan korjauskohteen mittaustietoa, joka voidaan saada esim. piirustuksista, laserpistemittauksilla tai nk. pistepilvimittauksilla, kuten aikaisemmin tässä raportissa on kuvattu.

Geometriamallissa kuvataan korjauskohteen muoto hankekohtaisesti sovitulla tarkkuudella, joka riippuu – paitsi hankkeen arkkitehtonisesta muodosta - myös korjaushankkeelle asetetuista tavoitteista. Yleisohjetta geometrian mallintamiseksi on hankala määritellä ilman yksilöivä kohdetietoa.

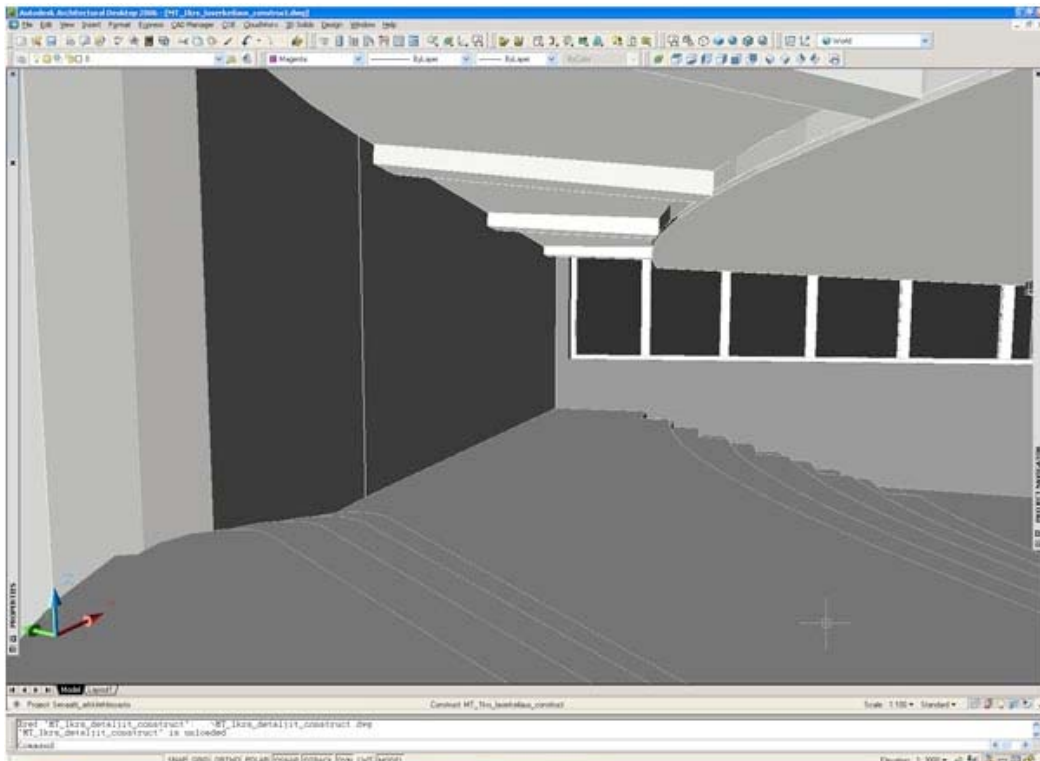
Geometriamallin tulee olla käyttökelpoinen suunnitteluväline kaikille osallistuville suunnittelu-aloille. Rakenteiden geometria on mallinnettava niin, että sen perusteella hankkeen korjaussuunnittelutyö voidaan tehdä mielekkäästi. Sama pätee myös korjauskohteen teknisten laitteiden ja järjestelmien mallintamiseen.

Tilaaajalle ja pääsuunnittelijalle geometriamalli on väline suunnittelun ohjaukseen ja valvontaan.

Geometriamalli on hyvä yleismalli (massamalli) kaikkiin kohteen visualisointeihin ja havainnollistuksiin (kts. kohta 5. detaljimallit). Geometriamallit mahdollistavat rakennusosapohjaisen kustannusarvioinnin, mikäli kohteen kaikki purku-, kunnostus- ja uudisrakentamista vastaavat korjaustyöt on mallinnettu samansisältöisesti rakennusosilla.

Geometriamalli voidaan rakentaa eri tarkkuuksilla. Yleensä jo karkealla tarkkuudella mallinnettu kohde antaa esim. hanke- ja korjaussuunnitteluun riittävät tiedot. Mikäli pienimpiä yksityiskohtia mallinnetaan tarkasti, mallintamiseen kuluu yleensä tarpeettoman paljon aikaa saavutettavaan hyötyyn verrattuna. Karkeaa geometriamallia täydentävällä muulla materiaalilla, esim. valokuvilla.

*Kuva. Korjauskohteen geometriamalli sisältää kohteen muodon kuvauksen geometrisina kappaleina.*





## Geometriamallia täydentävä detaljimalli - yksityiskohtainen suunnittelu-, visualisointi- ja simulointimalli

Koska kaikkea rakennuksen geometriaa ei aina ole mielekästä mallintaa kaikkialta yhtä yksityiskohtaisesti on yleensä luontevinta täydentää geometriamallia yksityiskohtilla sellaisista kohdista, joissa yksityiskohtat korjaussuunnittelun ja toteutuksen kannalta on tarpeellista.

Käytännössä laajasti ja tarkkaan tehty tuotemallintaminen tarkoittaa yleensä useita kohteesta tehtyjä osamalleja, eikä ainoastaan yhtä kaikenkattavaa tuotemallia.

Geometriamallin tarkentaminen tehdään vastaavalla periaatteella kuin perinteisemmät tarkepiirustukset. Myös muotosabluunalla on perinteisesti dokumentoitu oleellisia poikkileikkausyksityiskohtia.

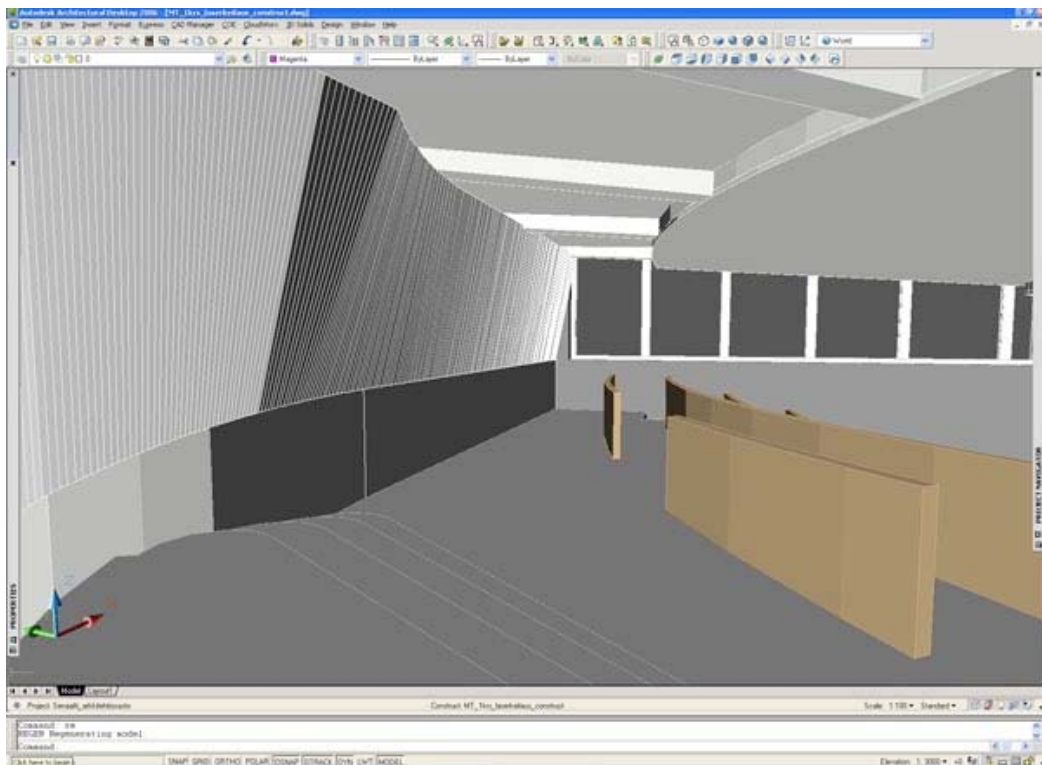
Täydennetty geometriamalli toimii monipuolisesti korjauskohteen suunnittelu-, visualisointi ja simulointimallina.

Yksityiskohtaisena suunnittelumallina käytettävältä tuotemallilta edellytetään kohteen geometrian tarkkaa ja monipuolista kuvaamista kaikissa kolmessa ulottuvuudessa, myös aikaperspektiivi huomioiden. Suunnittelumallin on sisällettävä tietoa myös kohteen osien aikaisemmista historiallisista vaiheista.

Mikäli tuotemallia käytetään fotorealistisena visualisointimallina, sen pintoihin on liitettävä yksityiskohtaista tietoa pintamateriaalien läpinäkyvyyksistä, väreistä sekä esim. pintakuviointeista. Mikäli mallia taas aiotaan käyttää tarkoissa simulaatioissa, esim. valaistussimulaatioissa, mallin osien pintoihin on liitettävä valaistukseen liittyviä lisätarkenteita, esim. pintojen väreihin, läpinäkyvyyteen ja valonheijastavuuteen liittyviä attribuutteja.

Energian kulutuksen ja lämmityksen simulaatioissa rakenteisiin ja rakennusosiin on liitettävä energian kulutukseen liittyvät tiedot.

*Kuva. Geometriamallia on täydennetty mallintamalla yksityiskohtaisemmin takaseinän vino puupaneeli. Muita tyypillisesti mallinnettavia yksityiskohtia voivat olla esim. kalusteet.*



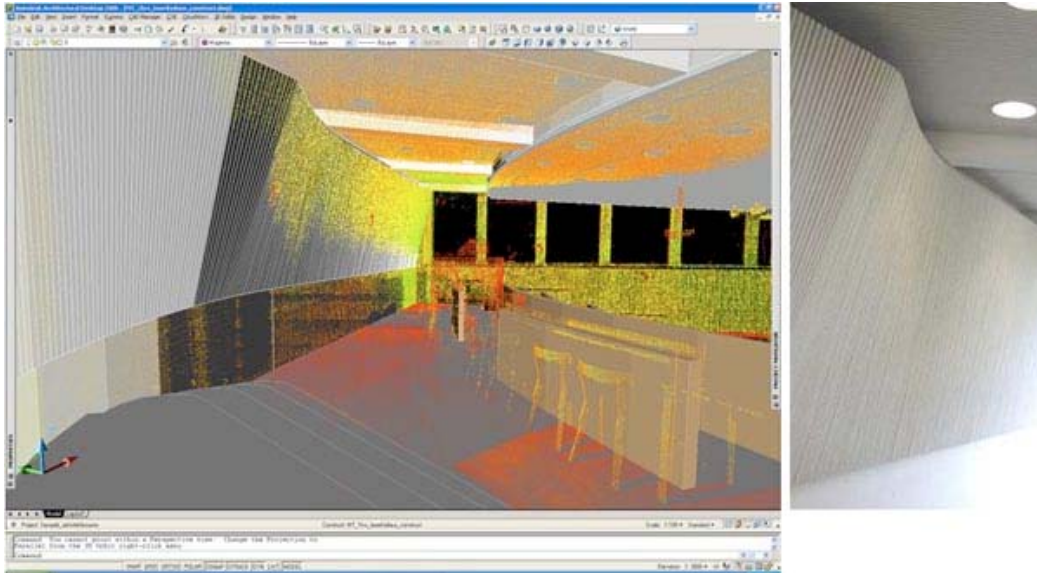


## Geometriamallin täydentäminen laserkeilauksen mittaustuloksilla

Vaikka laserkeilausmenetelmää käytetään mittausten menetelmänä lasermittauksen tuloksia voidaan käyttää myös kohteen 3-ulotteisena dokumentaationa. Joissakin tapauksissa tarkasti digitoitu nk. pistepilvimalli saattaa jo sellaisenaan riittää olemassa olevan tilanteen dokumentiksi.

Pistepilvimalleja on mahdollista tarkastella 3-ulotteisesti cad-mallin tapaan ja niihin voidaan tehdä erilaisia mittauksia.

*Kuva. Kollaasi pääluentosalin takaseinästä. Vasemmalla harmaana näkyy ison luentosalin puinen vino takaseinä 3D-mallin objekteilla mallinnettuna, värillisenä näkyy osia laserkeilauksen pistepilvimallista. Oikealla valokuva vastaavasta kohdasta.*



Laserkeilaus tuottaa myös valokuvamaisen tarkkoja sävykuvia. Laserkeilatessa lasersäteet heijastuvat erilaisista pinnoista hieman eritavalla, jolloin esimerkiksi eriväriset maalipinnat erottuvat.

Tarkat laserkeilausmittausten perusteella tehdyt mallit ja niistä tehdyt valokuvamaiset tasokuvat ovat lähitulevaisuudessa mittauskelpoisia, joten laserkeilaus tulee arvattavasti tarjoamaan rakennusdokumentointiin uusia mahdollisuuksia. Menetelmällä päästään tarvittaessa millimetri tarkkuuteen.

*Kuva. Laserkeilaimen 3-ulotteinen palloprojektiokuva TKK:n arkkitehtiosaston luentosalin takaosasta tasopinnalle "litistettynä".*





## **3.6 VAIHEITTAINEN SIIRTYMINEN TUOTEMALLINTAMISEEN**

### **1. vaihe:**

#### **Nykykäytännön kehittäminen**

Olemassa olevan korjaustiedon ja hankedokumentoinnin järjestäminen kuntoon Ensimmäisiä askeleita kohti digitaalista korjaussuunnittelua ja -rakentamista, on olemassa olevan korjauskohteeseen liittyvän tiedon yhteen kokoaminen ja järjestäminen. Myös järjestelmällinen hankedokumenttien hallinta, nimeäminen ja arkistointi on välttämätön alkuaskel.

Digitaalisessa muodossa olevan materiaan käyttöön, säilyttämiseen ja jakeluun on nykyisin tarjolla ja myös aktiivisessa käytössä erillaisia projektipankkiratkaisuja, esimerkiksi Senaatin ProjekTila.

#### **Digitaalisiksi muuttuvat piirustukset**

1990-luvulla skannaustekniikoiden kehittyessä tehtiin paljon vanhojen originaalipiirustusten digitointia. Se ei välttämättä kuitenkaan aina ole ollut mielekästä, ellei digitaaliseen muotoon muutettujen dokumenttien käyttöä tai arkistointia tarkemmin suunniteltu.

Vanhat piirustukset säilyvät hyvin arkistoituna, kuten tiedetään, hyvinkin satoja vuosia. Digitaalisessa muodossa oleva materiaali - esimerkiksi piirustukset - sen sijaan ovat jossakin mielessä "tuoretietoa", jonka käyttöarvo saattaa jo muutaman vuoden aikana vanhentua niin, ettei se enää ole käyttökelpoisessa muodossa, ellei digitaalista materiaalia suunnitellusti tallenneta ja säilytetä sellaisilla tallennusvälineillä ja sellaisissa tallennusmuodoissa, jotka varmuudella ovat avattavissa.

#### **Kuvatasojen nimeäminen**

Tuotemallipohjaisessa suunnittelussa CAD-järjestelmien kuvatasoja tarvitaan lähinnä erilaisten näkymien, tulosteiden ja muille osapuolille lähetettävien piirustustiedostojen sisällön jäsentelyyn. Tuotemallintaminen ei sinällään edellytä kuvatasojen käyttöä.

Suomessa käytetty Talo-nimikkeistöihin pohjautuvia kuvatasojärjestelmiä, sekä yritysten omia sovelluksia niistä. Varsinkin Talo 80 -nimikkeistön mukaiset järjestelmät on laadittu pääosin kaksiulotteista suunnittelua, eli piirtämistä silmällä pitäen, eikä se kata kaikkia niitä tarpeita, jota kolmiulotteinen tuotemallipohjainen suunnittelu edellyttää.

ISO-standardiin perustuva Talo 90:n mukainen kuvatasojärjestelmä dokumentoitiin RT – ohjekortteihin vuonna 1995 (CAD-kuvatason RT 15-10599). RT-ohjekortteja ollaan keväällä 2007 uudistamassa, jotta ne paremmin ottaisivat huomioon 12 vuodessa tapahtuneet suunnittelu- ja rakentamiskäytännön muutokset, esimerkiksi tuotemallintamisen.

Yksinkertaisuudessaan kuvatasojen nimeäminen perustuu kahteen pakolliseen tietoon kuvatasonimessä (osapuoli ja Talo 2000-hankekoodi). Kuvatasonimen muut tiedot ovat käytettävissä tarpeen mukaan.

Korjaushankkeiden tiedonhallinnan kannalta oleellisia tietoja osapuolen ja rakennusosan lisäksi ovat suunnitelmissa esiintyvien rakennusosien ja rakenteiden "tila" (status), eli onko rakenne säilytettävä, purettava, tai mahdollisesti uudisrakenne.



## **Tavoitteiden asettaminen tuotemallintamiselle**

Tuotemallintamiseen siirtymisen tulee olla suunnitelmallista, tavoitteellista ja pienin askelin tapahtuvaa toimintaa. Mallintamistavoitteet tiivistyvät muutamaankin ydinkysymykseen.

### **Miksi mallinnetaan ?**

- mitä mallintamisella halutaan saavuttaa
- kenen intresseissä mallintaminen on

### **Mitä mallinnetaan ?**

- mallin tietosisältö ja laajuus tulee määritellä yksityiskohdissaan
- tietosisältö liittyy eri hankevaiheiden tietotarpeisiin - mitä mallista halutaan saada ulos

### **Kuka mallintaa ?**

- työnjako eri osapuolten välillä
- eri mallien yhteensovittaminen

### **Miten ja millä mallinnetaan ?**

- mallintamistapoja, menetelmiä ja välineitä on paljon

Tuotemallintamisen yksityiskohtia ja mallintamisen kytkeytymistä projektitoimintaan selvitetään tällä hetkellä mm. Pro IT -hankkeen työn alla olevassa yleisessä rakennushankkeen projektitoimintaohjeessa, jonka on tarkoitus valmistua keväällä 2007.

Tuotemallintamisessa on harvoin mielekästä ainoastaan yhden hankeosapuolen kannalta. Korjaushankkeissa - kuten tuotemallintamisessa yleisemminkin - aktiivisten yhteistyökumppanien kanssa yhdessä suunniteltu ja harkittu mallintamiskeskeinen toimintatapa on ensimmäisiä mallintamiseen johtavia askeleita.





## 2. vaihe:

### Tuotemallintamisen opiskelu ja käyttöönotto

Koska tuotemallintamiseen perustuva suunnittelu ja rakentamisprosessi poikkeaa perinteisestä suunnittelu- ja rakentamisprosessista, mallintaminen edellyttää kaikilta hankeosapuolilta entistä tiiviimmän "yhteispelin" lisäksi harjaantumista sekä uusien työtapojen omaksumista. Esimerkiksi Pro IT -hankkeessa on edistetty ja ohjeistettu tuotemallipohjaisen suunnittelun toimintatapoja.

### Tuotemallintamisasiantuntemuksen harjaannuttaminen pilottihankkeilla

Pro IT -pilottiraportin (2005) ja käytännön kokemusten mukaan varsin keskeistä tuotemallintamisessa on osapuolten harjaannuttaminen mallintamisen menetelmiin ja yhteistoimintaan.

*Kuva. ProIT-pilottiraportti 2005*



### Määrä- ja kustannuslaskenta korjaushankkeen tuotemallista

Joitakin korjausrakentamisen määrä- ja kustannusten arvioinnin erityispiirteitä:

- laskettavat rakennusosat poikkeavat (0-100%...) uudisrakentamisen rakennusosista
- arvokohteissa käytetyt "kertoimet"
- käsityön osuus voi olla suuri, tekijää voi olla vaikea löytää, mikä nostaa hintaa...
- vanhat materiaalit, joiden hankinta ehkä vaikeaa



### **3. vaihe:**

## **Tuotemallipohjainen toiminta**

### **IFC-tiedonsiirto**

Varsin keskeinen käsite tuotemallipohjaisessa toiminnassa, tiedonsiirrossa ja tallentamisessa on IFC, jonka on määritelty tiedonsiirtotavaksi esimerkiksi Senaatin tuotemallintamisvaatimuksissa.

IFC-standardi (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistönpidon eri tietojärjestelmien välillä. IFC määrittelee tietokonesovelluksista riippumattoman tavan siirtää kolmiulotteista tuotetietoa sovellusten kesken. Keskeinen IFC:n kehittämisen tavoite liittyy "interoperability" -käsitteeseen, eli tietoa on kyettävä tallentamaan ja siirtämään ohjelmien välillä ohjelmariippumattomasti.





## **4 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ**

### **4.1 PÄÄSUUNNITTELUN MERKITYS KOROSTUU**

Projektin kokonaisvaltainen tiedonhallinta tuotemallilla edellyttää tekijöiltään pitkäaikaista sitoutuneisuutta ja asiantuntemusta. Kumuloituvan tiedon määrä on entistä suurempi. Sofistikoituneen suunnittelu- ja mallintamistekniikan yhdistäminen korjausrakentamisen osaamiseen sekä kohteen lähtökohtien omaksumiseen henkilöityy tavalla, joka ei siedä vaihdoksia kesken prosessin.

Jotta arvokohteen mallintavasta suunnittelusta saavutettaisiin täysimittainen hyöty on sen laadittaminen aloitettava mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tavoitteiden ja resurssien määrittely ovat avainasemassa hankkeen onnistumisen kannalta. Arvottavia tietosisältöjä on hyvä tehdä jo projektin alkuvaiheessa kohdetta inventoitaessa.

Edellä mainitut tehtävät kuuluvat arvokohteen pääsuunnittelijalle, arkkitehdille. Tuotemallin hyötyjen saavuttamiseksi pääsuunnittelija pitäisikin valita nykyistä käytäntöä varhaisemmin. Rakennushankkeen loputtua tuotemallia hyödynnetään kiinteistön hallinnassa ja ylläpidossa, pidemmällä tähtäimellä sen seuraavissa korjauksissa. Jos hankkeen pääsuunnittelija on edelleen käytettävissä saavat nämä lentävän lähdön.

Pääsuunnittelija kannattaa sitouttaa tuotemallinnettavaan hankkeeseen nykyistä käytäntöä pidemmäksi aikaa.

### **4.2 TUOTEMALLINTAMISELLA TULEE OLLA TAVOITE JA RESURSSIT**

Korjauskohteiden - erityisesti arvokohteiden - tuotemallintaminen on yleensä vaativampaa kuin uudiskohteiden mallintaminen. Vaativissa korjauskohteissa hanke- ja suunnittelukokemuksen merkitys on suuri eikä pelkkä tekninen mallintamisosaaminen riitä. Korjaushankkeissa - kuten muissakin mallintamishankkeissa - on ennen mallinnustyön aloittamista sovittava, miksi mallintaminen ylimalkaan aiotaan tehdä. Tavoitellaanko sillä kenties määrälaskentaa rakentamisvaiheessa vai laaja-alaisempaa korjaushankkeen tietojen elinkaarihallintaa.

Mallintamistavoitteiden asettamiseen liittyy myös se, miten ja missä tarkkuudessa mallintaminen tullaan käytännössä teknisesti toteuttamaan.

Tuotemallintamisen ei tule olla itseisarvo, vaan mallintamisen tarkoituksenmukaisuus syntyy hankkeen kokonaisvaltaisesta ja elinkaaren aikaisesta tietojen hallinnasta, sekä kaikkien osapuolten sitoutumisesta mallintamiselle määriteltuihin tavoitteisiin.

Mallintamisen tavoitteiden asettamisen lisäksi on luonnollisesti oltava osoitettavissa ne resurssit, joilla toimintatapoja voidaan kehittää tuotemallintamisen suuntaan. Suunnittelijoiden kokemuksen mukaan perinteisestä piirtämisvoittoisesta suunnittelusta mallintavaan suunnitteluun siirryttäessä suunnittelijoiden työmäärä kasvaa kenties noin 10-15 % ja työmäärä painottuu perinteistä enemmän hankkeen alkuvaiheisiin.

Suomessa tehdyt pilottikokeilut (esim. Pro IT) ovat osoittaneet, että mikäli mallintamiseen panostetaan hankkeen alkuvaiheissa, malleista saadaan myös enemmän ja monipuolisemmin hyötyä rakennuttajan ja omistajan päätöksenteon tueksi.

### **Tunne oma osaamistasosi**

Tuotemallintamisen mielekkyys liittyy oleellisesti myös suunnittelu- ja toteutusosapuolten osaamistasoon.

Ensimmäisissä mallinnettavissa korjauskohteissa aikaa kuluu ymmärrettävästi mallintamismenetelmien ja työkalujen käytön harjoitteluun sekä yhteistoiminnan hiomiseen muiden hankeosapuolten kanssa. Aivan kuten suunnittelukokemuksessa, työhönsä harjaantuneiden tuotemallintajien työ on luonnollisesti arvokkaampaa kuin vasta-alkajien.



### **4.3 TEHOA, MAHDOLLISUUKSIA JA UUSIA ULOTTUVUUKSIA**

Verrattuna nykyiseen suunnittelukäytäntöön tuotemallinnettu projekti tehostaa arvokohteen korjaushankkeen läpiviemistä. Huolellisesti ohjelmoituna tuotemallinnettu suunnittelu ja rakentaminen toteutuvat entistä kokonaisvaltaisemmin ja monipuolisemmin hallittuina prosesseina.

Tietokantaan sidotut tietosisällöt tarjoavat mahdollisuuden informaation seulontaan, analysointiin ja luokitteluun, laajentaen nykyistä suunnitteluperspektiiviä. Tuotemalliin voidaan uudella tavalla syöttää arvottavaa tietoa ja historiasisältöjä. Mallintamisen mahdollistamat simuloinnit tukevat uudella tavalla rakennussuojelutavoitteiden sekä käyttäjäystävällisten, kestävän kehityksen mukaisten suunnitteluratkaisujen saavuttamista.

Tuotemallin käyttö ei rajoitu rakennusurakkaan. Suunnittelun pohjaksi luotu inventointimalli on rakennusaikaisen dokumentoinnin alusta, lähtökohta hankkeesta laadittavalle raportille, kiinteistönhallintaohjelmille sekä huoltokirjalle, joka helpottaa hoitoa ja ylläpitoa. Tuotemallin viisas hyödyntäminen tukee arvorakennuksen hyvinvointia ja pitkää elinkaarta.



## 4.4 KORJAUSRAKENTAMISEN PROSESSI MUUTTUU - TUOTEMALLINTAMINEN KEHITTYY

### Pro IT -vaiheistus ei päde korjaushankkeissa

Merkittävä tässä hankkeessa aikaisemmin tehtyyn tuotemallintamiseen (mm. Pro IT -hanke) havaittu muutos on nk. inventointimallin käsitteen tarpeellisuus korjaushankkeissa.

*Kuva. Inventointimallin käsite, sekä Pro IT -hankkeessa lanseeratut tuotemallikäsitteet saavat korjausrakentamishankkeessa Senaatin investointiprosessiin kytkettyä hieman erillaisen painotuksen ja sisällön. Tässä raportissa on esitetty käytettäväksi joitakin uusia oheisen kuvan mukaisia mallintamiskäsitteitä.*

Uudishanke		Korjaushanke		
Perinteinen hankevaiheistus	Päätökset	Inventointimallit	Perinteisiä ja muita digitaalisia ratkaisuja	Tuotemallinnusratkaisuja
			<b>Hankkeen ohjelmointi ja valmistelu</b>	
			<b>Hankesuunnittelun käynnistäminen</b>	
Tarveselvitysvaihe	> Hanke-päätös	inventointitarpeen ja > inventointitapojen >> määrittely >>> lähtötietoaineiston varmistaminen suunnittelua varten	- hankeohjelmointi - 3D-visuaalisoinnit ja massamallit - vaatimusten määrittely	<b>Tilamallit</b> Vaatusmallit
			<b>Suunnitelmavaihtoehtojen tuottaminen</b>	
		tietojen käyttö >>>	- luonnokset - tilakortit	<b>Alustavat suunnittelumallit</b>
Hankesuunnittelu-vaihe	> Investointi-päätös			- analyysit
		lisätutkimukset ja <<< mittaukset <<<	<b>Korjaussuunnittelijoiden valinta</b>	
			<b>Korjaussuunnittelu</b>	
		tietojen käyttö >>> inventointimallien täydentäminen <<<	- tilaluettelot - tietokannat - selostukset - digitaaliset piirustukset	<b>Varsinaiset suunnittelumallit</b> - tilat, rakennusosat, tekniikka
Toteutus-suunnittelu-vaihe	> Rakentamis-päätös			- mallien yhdistäminen - analyysit
			<b>Korjausrakentaminen</b>	
Rakennuksen toteutuksen suunnitelmat		tietojen käyttö >>> inventointimallien täydentäminen <<<	- detaljipiirustukset - selostukset	<b>Tarkennetut suunnittelumallit</b> - täydennykset, tarkennukset, detaljit
Rakentamisen suunnitelmien lopullinen toteutuma	> Vastaanotto-päätös	toteutusdokumentaation < siirtäminen << inventointimalliin <<< jatkokäyttöä varten <<<	- piirustusdokumentaatio - ProjekTila	- mallidokumentaatio - ProjekTila - IFC-dokumentaatio - natiiviformaatit (DWG)
Käyttöönotto-vaihe	> Takuiden vapauttaminen	tietojen siirto >>> inventointimallista >> kiinteistötietojärjestelmiin >	<b>Kiinteistön käytön ja ylläpidon järjestelmät</b>	
			- dokumenttienhallinta, jakelu ja päivittäminen	- mallimuotoisen tiedon käyttö ja päivittäminen

Kaikkea korjaushankkeessa käsiteltävää tietoa ei voida tuotemallintaa. Esimerkiksi numeerisilla lukuarvoilla esitettävissä oleva "tekninen" tieto, mitattavissa oleva tieto, systemaattisesti jolla-



kin "järjestelmällä" kuvattavissa oleva tieto sekä ylipäättään muodon kuvaaminen ovat nykyisin esitettävissä tuotemalleilla.

Toistaiseksi tehdyissä mallintamishankkeissa on luontevasti kyetty tuotemallintamaan kaikki, mikä voidaan rakennuksessa jotenkin esittää fyysisinä "osina", "kappaleina", "palikoina" tai "komponentteina".

Sen sijaan sanallisesti vapaammin selostettavissa olevat selostukset tai kuvaukset eivät yhtä luontevasti ole vielä dokumentoitavissa tai käsiteltävissä tuotemallipohjaisilla välineillä.

## **Tuotemalli vai tietomalli - käsitteet muuttuvat**

Mallintamiseen liittyvien käsitteiden ja termien selkiyttämiseen on selvää tarvetta, koska esimerkiksi termiä tuotemallintaminen käytetään yleisesti ja hyvin erilaisissa merkityksissä.

Raportissa on käytetty termiä tuotemallintaminen, koska se on suomalaiselle rakennusalalle 20 vuoden kuluessa vakiintunut ja tunnettu käsite. Koska tuotemallin käsite kuitenkin mielletään liittyvän tuotteisiin (rakennus tuotteena), asiakokonaisuutta hieman paremmin luonnehtiva termi on nykyisen ymmärryksen mukaan tietomallintaminen, englanniksi building information model/modelling, BIM, joka kuvaa aihetta hieman täsmällisemmin.

## **4.5 MALLINTAMISEN SUDENKUOPAT - KRIITTINEN NÄKÖKULMA**

### **"Miksi matkustaa polkupyörällä vaikka autokin olisi tarjolla"**

Tutkimusta varten tehdyissä haastatteluissa ilmeni joukko tuotemallintamisen omaksumista hidastavia seikkoja. Käytännössä korjaushankkeen mallintaminen on kohdannut mm. seuraavanlaisia ongelmia:

- **Tuotemallimuotoisen inventoinnin tekeminen on erittäin työlästä**, koska siihen ei ole valmista pohjaa tai mallia tehdä sitä. Ensin pitää luoda järjestelmä, johon inventointitieto voidaan syöttää.
- **Korjauskohteet ovat erilaisia**, mikä vaikeuttaa standardoidun, kaikkiin tapauksiin sopivan mallin luomista. Ilmeisesti olisi hyvä laatia erilaiset inventointimalliesimerkit vaikkapa modernismin kauden rakennuksille, niitä vanhemmille rakennuksille, teollisuuskiinteistöille, jne.
- **"Kuka osaa käyttää hienoja ohjelmia"**. Ei riitä että inventoija osaa tuotemallintamisen tekniikat, tarvitaan myös siihen pätevä suunnittelija, rakennuttaja, rakentaja ja kiinteistönhuolto-organisaatio. Käytännössä ketju katkeaa tänä päivänä jo alkupäässä. Käyttäjän puuttuessa tuotemallintamisen hyödyt jäävät saavuttamatta.
- **Tuotemallintamiseen ei löydy rahoitusta**. Tarvittavat suunnitelmat syntyvät vielä perinteisin menetelmin nopeammin ja halvemmalla. Rakennuttajilla ei löydy halua toimia kehityksen veturina. Rahoituksen puuttuessa tuotemallintamisen hyödyt jäävät saavuttamatta.
- **Inventointimallin ylläpito** rakentamisvaiheessa ja urakan valmistuttua huoltokirjan osana **on ongelma**, koska ylläpitäjillä ei ole tarvittavaa ammattitaitoa eikä siihen ei olla halukkaita investoimaan. Rakennuttaja ei ole valmis mm. kilpailusyistä palkkaamaan työhön "talon arkkitehtia" pitkällä sopimuksella. Toimivaa inventointimallipohjaista huoltokirjaa ei ole yrityksistä huolimatta onnistuttu toteuttamaan. Käyttäjät eivät ole osanneet tai halunneet ryhtyä sellaisen ylläpitämiseen. Siitä koituisi ylimääräistä työtä, josta pitäisi saada korvaus.
- **Inventointi tehdään liian yksityiskohtaisesti**. Tietoa ei seulota riittävästi.



- **Inventointitietokantaa ei kytketä digitaaliseen suunnittelumalliin**, jolloin tuotemallintamisen hyödyt jäävät saavuttamatta.
- Kaikki inventointitieto ei ole huonekohtaista.
- Linkit puuttuvat RHS:n selostuksesta huonekohtaiseen inventointiin ja päinvastoin.
- Interaktiivisen paikannuskaavion puuttuessa navigointi halutun tiedon äärelle on vaikeaa.
- Inventointitiedon oikea sijoituspaikka olisi verkko, jossa suunnittelu- ym, tieto olisi esim. rakennusvalvonnan tai suojeluviranomaisen käytettävissä reaaliajassa, mutta sovelluksen tekninen totutus on ratkaisematta.

Yhteenvedona tuotemallintaminen on järkevää jos kohde on riittävän suuri, mallintamisella on selkeät tavoitteet ja siihen on riittävät resurssit. Tuotemallintaminen on tällä hetkellä, erityisesti korjausrakentamisessa, vielä kehitteillä oleva menetelmä, joten sen käyttöönotto ja käyttäminen vaatii vielä toistaiseksi selkeää tahtoa, kehityshalua ja panostusta sekä käytännön toimijoilta uuden opiskelua ja harrastuneisuutta.

Mallintamisen hyödyt määräytyvät suunnittelu- ja toteutusketjun heikoimman lenkin mukaan. Toistaiseksi (2007) tuotemallintamiseen korjauskohteissa ei ole valmista mallia tai tuotetta, jonka voisi helposti ottaa käyttöön.

Arvokohteiden korjaussuunnittelijoita on vähän. Tuotemallintamisen osaajista on pulaa. Tuotemallintamista ymmärtäviä korjaussuunnittelijoita ei ole juuri lainkaan.

## **Monimuotoisten kohteiden mallintaminen**

Arkkitehtuuriltaan rationaalisten, selkeiden rakennusten ja toistuvien rakennusosien mallintaminen vaatii vähemmän resursseja kuin monimuotoisempien korjauskohteiden mallintaminen. Muodoltaan monimuotoisten kohteiden olemassa olevaa tilannetta ei ole aina mielekäästä mallintaa kauttaaltaan tarkasti.

Mikäli monimuotoisen korjauskohteen muodon mallintaminen on arvo sinänsä, ja se katsotaan hankkeessa tarpeelliseksi, on syytä ennen mallintamisen aloittamista perehtyä yksityiskohtaisesti myös mallinnusohjelmien sekä tiedonsiirron teknisiin ominaisuuksiin.

Tiedonsiirrossa on varmistuttava siitä, että monimuotoisten mallinnuskohteiden tiedot ovat siirrettävissä järjestelmistä toisiin, ja että "digitaalinen monimuotoisuus" myös säilyy ajan saatossa.

IFC-standardin avulla myös monimuotoinen geometria siirtyy hyvin ohjelmien välillä. IFC-sertifioidut ohjelmat on testattu geometrian siirtymisen osalta.

## **4.6 JATKOTUTKIMUSKOhteita**

### **Inventointimallin jatkokehitys**

Tässä tutkimuksessa ideoitu ja esitelty inventointimalli vaatii vielä paljon lisäselvittämistä sekä yksityiskohtaista tutkimista, ennen kuin se on valmis käyttöönotettavaksi konkreettisissa korjaushankkeissa.

Esimerkiksi inventointimallin soveltuvuus erityyppisiin, -kokoisiin ja -laatuisiin korjaushankkeisiin on todennäköisesti eräs seuraavia luontevia tutkimuskohteita.



## **Tuotemallintamisen yksityiskohtaisempi luokittelu**

Ylipäätään tuotemallintaminen on toistaiseksi hyvin usein tunnutta käsitettävän ikäänkuin “yhtenä menetelmänä” jota voidaan käyttää rakennushankkeissa. Korjaushankkeet, kuten rakennushankkeet yleisemminkin, ovat kuitenkin niin yksilöllisiä, että mallintavaa suunnittelua tuskin voidaan luokitella oikeudenmukaisesti ainoastaan yhteen kategoriaan. Tutkimisen arvoisia mallintamisen “luokittelukategorioita” voisivat olla esimerkiksi:

- Yhden keskeisen omistaja/rakennuttajatahon hankkeet (“omat hankkeet”)
- Lukuisten eri toimijoiden yhteistoiminnan hankkeet
- Pienet versus suuret hankkeet
- Yksinkertaiset/selkeät versus monimutkaiset hankkeet
- Yhden rakennuksen hankkeet
- Monirakennuksiset hankkeet
- Aluerakentamis/aluekehityshankkeet

## **IFC-tiedonsiirron testaus korjaushankkeissa**

IFC-tiedontallennus- ja siirtomuotoa tullaan Senaatin tuotemallivaatimusten määrittelyn mukaisesti lähivuosina ottamaan aktiivisesti käyttöön tiedonsiirto- ja dokumentointimenetelmänä.

Jotta IFC-standardin käytön mahdollisuudet, edut ja haitat tulevat mahdollisimman kattavasti selvitettyksi, IFC:n käyttöä tulee pilotoida ja testata myös korjausrakentamisessa sekä arvohankkeiden yhteydessä.

## **Korjausattribuuttien yksityiskohtainen määrittely**

Tässä raportissa on esimerkinomaisesti ja karkeasti luetteloitu arvohankkeiden korjaukseen liittyviä attribuutteja, ominaisuustietoa ja muita määrittelyjä jotka kaipaavat yksityiskohtaisempaa jatkoselvittämistä.



## 5 CASE-ESIMERKKEJÄ

### 5.1 INVENTOINTIMALLIESIMERKKEJÄ

#### Tilaluettelo Excel-ohjelmalla

Helppokäyttöinen tilaluettelo voidaan nopeasti tehdä esim. Excel-ohjelmalla tai jollakin tietokantaohjelmalla (esim. MS/Access, FileMaker jne). Oleellista on erotella eri asiat eri sarakkeisiin, tarpeen ja halutun käyttötarkoituksen mukaan.

Oheisessa kuvaesimerkissä on esitetty tilojen alkuperäinen huonenumerointi ja tilan nimi, tilan nykyinen käyttötarkoitus sekä huoneala.

	A	B	C	D
1	TKK:n arkkitehtiosasto			
2	<b>Tilaluettelo 12.12.2006</b>			
3				
4	<b>1. kerros</b>			huoneala
5	nro	tila	käyttötarkoitus	m2
6				<b>109,6</b>
7	101	Aula (liittyy tilaan 127)		10,0
8	102	Tuulikaappi		
9	103	Vahtimestarit		
10	104	Vahtimestarit, varasto		
11	107	Toimisto	osaston sihteerit	
12	108	Toimisto	opintoneuvojat	16,6
13	109	Toimisto	rakennetekniikka, assistentit	16,6
14	110	Toimisto	rakennetekniikka, professori	16,6
15	111	Toimisto	rakennusoppi, assistentit	16,6
16	112	Toimisto	rakennusoppi, professori	16,6
17	113	Toimisto	ARK 1, assistentit	16,6
18	114	Toimisto	ARK 1, professori	
19	115	Toimisto		
20	116	WC, naiset	yleisö-wc	
21	117	WC, naiset	yleisö-wc	
22	118	WC, naiset	henkilökunnan wc	
23	119	WC, miehet	yleisö-wc	
24	120	WC, miehet	henkilökunnan wc	
25	121	Porras		
26	122	Piirustussali	1. kurssi	
27	123	Luentosali	1. luentosali	
28	124	Seminaarisali	CAD-luokka	
29	125	Seminaarisali	CAD-luokka & henkilökunnan kahvio	
30	126a	Toimisto	CAD-opettajat	
31	126b	Toimisto	serverihuone	
32	126c	Toimisto	sihteerit	
33	126d	Toimisto	Kans. väl. asiat	

#### Tilaluettelo web-tietokantaratkaisuna

Hieman Excel-ohjelmalla tehtyä tilaluettelo monipuolisempi ratkaisu on toteuttaa tilaluettelo verkkotietokannalla, koska se on silloin samanaikaisesti monen käyttäjän käytettävissä ja muokattavissa Internetissä.

Tiloihin liittyvien "attribuuttien" tiedot ovat muokattavissa aivan kuten Excel-ratkaisussakin. Tässä demonstraatioissa attribuutteina ovat huonenumero, nimi, huoneala. Lisäksi on demonstroitu sitä, miten web-tietokannalla voi huonekohtaisesti dokumentoida tietoa, esimerkiksi tilojen pinnoista, niiden kunnosta, tiloissa olevista kalusteista, jne.

Tilaluettelon voi webistä lähettää sähköpostin liitteeksi, jolloin se on esim. Excel-ohjelmalla. Verkkotietokantaratkaisun demonstraatio on toteutettu FileMakerPro -ohjelmalla ja lukuisia muita vastaavia löytyy webistä.

Eräs tietokantamaisen tiedonhallinnan oivallisimpia piirteitä ovat hyvät haku- ja poimintaominaisuudet, joilla suurestakin tietomäärästä voidaan hakea käsiteltäviksi ainoastaan oleelliset ja halutut tietoalkiot. Oheisessa luetteloesimerkissä on esim. poimittu näytölle ainoastaan 1. Kerroksen muutamia huonetiloja.



virtuaalirakenni

http://arkit.tkk.fi/senaatti/tilaluettelo

### TKKn arkkitehtiosasto - virtuaalinen tilaluettelo

[vapaa haku](#)  
löydetty **37** kpl

[Tulostettava yhteystietoluettelo](#)

[Huoneselostus - \(109\) - 1 krs](#)  
[Materiaali- ja kalusteluettelo](#)  
[Sisädetaljit](#)  
[Ulkomateriaalit](#)

**Kaikki** [Tilat - \(109\) - 0 kell - 1 krs - 2 krt - 3 krs](#) [Yhteystiedot](#)  
[Pintamateriaalit](#) - [Kalusteet](#) - [Sisädet](#) - [Ulkomat](#)

id	id isa	Talo 2000	otsikot	määrä	sisältö	tilanne	muokattu	poista rivi
<b>99,6</b>								
<a href="#">565</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">101</a>	<a href="#">Ala-aula</a>			6.11.2006		X
<a href="#">566</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">102</a>	<a href="#">Tuulikaappi</a>			6.11.2006		X
<a href="#">567</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">103</a>	<a href="#">Vahtimestarit</a>			6.11.2006		X
<a href="#">568</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">104</a>	<a href="#">Vahtimestarit, varasto</a>			6.11.2006		X
<a href="#">569</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">107</a>	<a href="#">Osaston sihteerit</a>			6.11.2006		X
<a href="#">570</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">108</a>	<a href="#">Opintoneuvojat</a>	16,6		6.11.2006		X
<a href="#">571</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">109</a>	<a href="#">Rakennetekniikka</a>	16,6		6.11.2006		X
<a href="#">572</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">110</a>	<a href="#">Rakennetekniikka, prof.</a>	16,6		6.11.2006		X
<a href="#">573</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">111</a>	<a href="#">Rakennusoppi</a>	16,6		6.11.2006		X
<a href="#">574</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">112</a>	<a href="#">Rakennusoppi, prof.</a>	16,6		25.11.2006		X
<a href="#">575</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">113</a>	<a href="#">Arkkitehtuurin perusteet ja teoria</a>	16,6		6.11.2006		X
<a href="#">576</a>	<a href="#">tila</a>	<a href="#">114</a>	<a href="#">Arkkitehtuurin perusteet ja teoria, prof.</a>	16,6		6.11.2006		X

Yhden huonetilan virtuaalisella huonekortilla voidaan esim. koota inventointitietoa tilan osien kunnosta, pintamateriaaleista, kalusteista jne. Huonekortit voidaan toteuttaa esim. tietokanta- ja verkkoratkaisuna.

rakennus - muokkaus

http://arkit.tkk.fi/senaatti

### TKKn arkkitehtiosasto - virtuaalinen huonekortti

id 571  
tyyppi tila  
huonenumero **109**  
otsikko **Rakennetekniikka 16,6 m2**  
sisältö

ala/määrä	koodi	materiaali/kaluste	sävy
<b>30,0</b>	<b>mat SP1</b>	seinän maalaus, betonipinta, kuiva tila	
<b>16,6</b>	<b>mat LP1</b>	lattia, linoleum	
<b>16,6</b>	<b>mat KP1</b>	betonipinta, maalattu	maalarinvalkoinen, RAL 9016
<b>5</b>	<b>mat KP/AK1</b>	rimoitettu puualakatto, lakattu	harmaa, RAL 9002
<b>1</b>	<b>kal PEI01</b>	peili 400x600, seinäkiinnitteinen	
<b>1</b>	<b>kal NAU01</b>	vakio seinään kiinnitetty koukkunaulakko (3...5 koukkua)	
<b>1</b>	<b>kal KAL01</b>	käsienpesuallas	
<b>1</b>	<b>kal IP01</b>	ikkunapenkki	

inventointitilanne...  
vastuhenkilö...  
liittyvät dokumentit...  
kuvan nimi...

viimeinen muokkaus 6.11.2006 12:32:46





## Finlandia-talon rakennushistoriallinen inventointi

Arkkitehtuuri ja muotoilutoimisto Talli Oyn vuonna 2004 tekemässä Finlandia-talon inventoinnissa käytettiin web-pohjaista Kioski-sovellusta. Kioski-sovelluksen on tehnyt Tmi Hilla Tarjanne.

Vaikka Finlandia-talon inventoinnissa ei käytetty 3-ulotteista mallintavaa suunnittelua se on silti hyvä esimerkki korjausrakentamiseen liittyvän tiedon mallintamisesta ja tietokantamaisesta tiedon järjestämisestä, jota voidaan onnistuneesti käyttää hyväksi tietojen keräämisessä, inventoinnissa ja dokumentoinnissa

Finlandia-talon sisätilainventointi - Mozilla Firefox

Tiedosto Muokkaa Näytä Sivuhistoria Kirjanmerkit Työkalut Ohje

file:///Q:/tkk/senaatti/.../Finlandiatalon\_tietokanta/web

Getting Started Latest Headlines ▾ Rajala Arkkitehdit ▾ Role - the blogi ▾ senaatti ▾

tilaid: 1142 Kamarimusiikkisali 217 SPR

Tilaan liittyvät tiedot:  
kuvat (16 kpl)  
huonekortti  
pohjapiirros

- ♦ tilat
- ♦ rakennusosat
- ♦ alkuun

**Rakennus:** Päärakennus  
**Kerros:** Salikerros Päärakennus +10.15  
**Ap. käyttötark:** Konserttisali  
**Nyk. käyttötark:** Konserttisali  
**Pinta-ala m<sup>2</sup>:** 364  
**Inventoija:** MM  
**Inventointipvm:** 25.08.2004

Tila on liitetty tilaryhmiin: Kamarimusiikkisali ja siihen liittyvät tilat.

**Muutokset**  
Kamarimusiikkisaliin on rakennettu uudet tarkkaamo- ja tulkkaustilat v. 1994. Samalla uusittiin salin valojärjestelmä ja AV-tekniikka, sekä katsomon tuolien verhoilu. Muutokset suunnitteli Arkkitehtuuri-toimisto Kaarlo Leppänen.  
*Teksti luotu: 27.08.2004 mmanneva Viimeinen muutos: 09.09.2004 mmanneva*

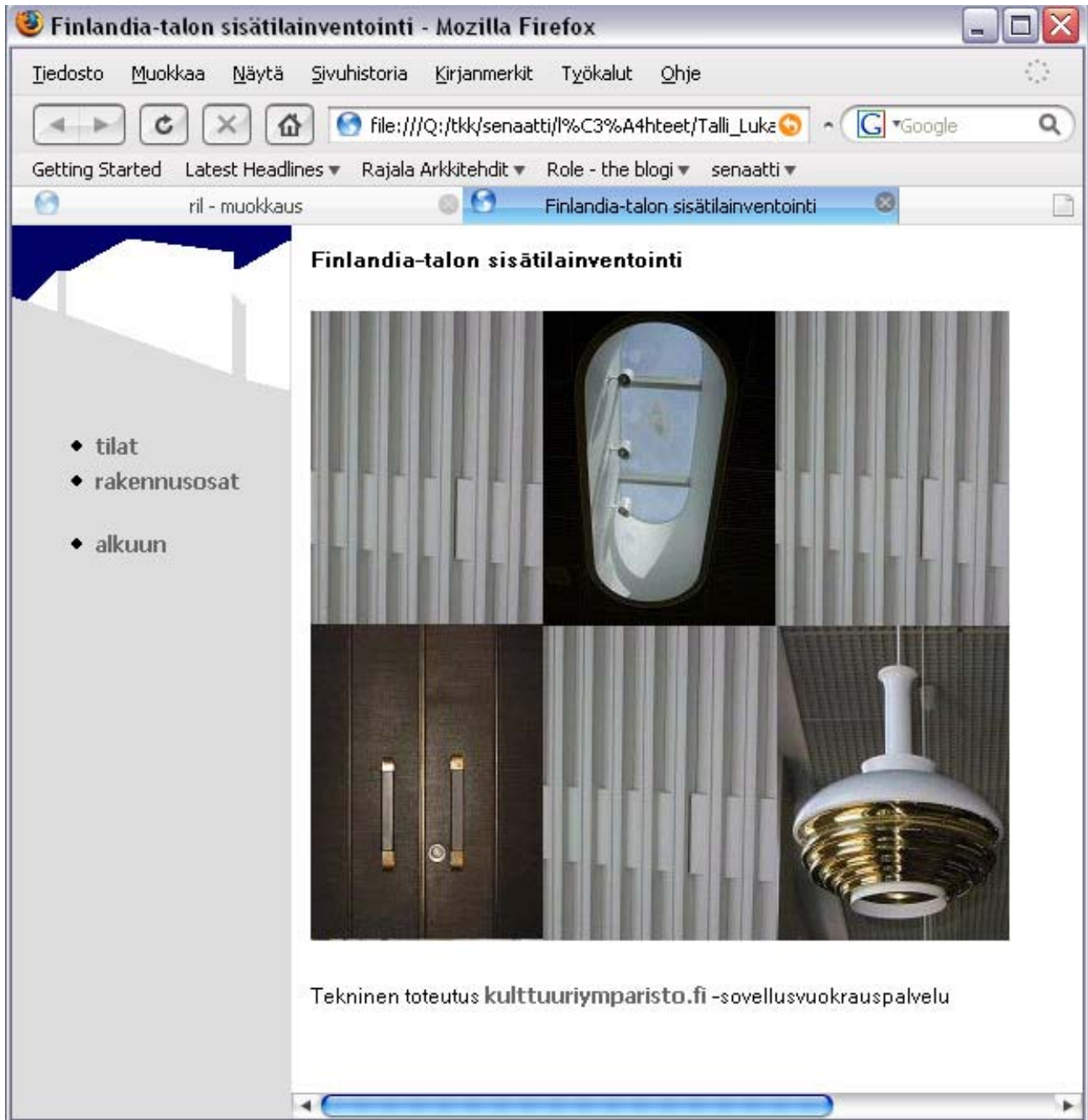
**Lähteet**  
Finlandia-talon toimintakertomus vuodelta 1994 (s.4).  
*Teksti luotu: 09.09.2004 mmanneva*

**Lisätietoja**  
Tilaa palvelevat ilmanvaihtokanavat kulkevat pääosin lattian alla kuten konserttisalissa.  
*Teksti luotu: 19.11.2004 mmanneva*

**Valaisinten ja irtokalusteiden inventointi**  
Valaisimet:  
Sali:  
kattovalaisimet: valkoiseksi maalattua metallia, lieriö ripustustangossa, akustisten levyjen väliin sijoitettuina.



Inventointimalliin on kyettävä - hanketarpeiden mukaan - liittämään esimerkiksi valokuvamateriaalia. Luvussa 5.1 on yksityiskohtaisemmin kuvattu case-esimerkki Finlandia-talon verkkokäyttöisestä inventoinnista.



Kun inventointimallia tietovarastona kehitetään, on huomattava että kaikki inventointitieto ei ole huonekohtaista, vaan inventointitieto liittyy myös rakenteisiin, rakennusosiin sekä esimerkiksi tilaryhmiin tai kerroksiin.

Inventointimallille ominaista on myös tietynlainen ennakointi ja suunnitelmallisuus, koska malliin on tuotettava tieto ennen käyttötarvetta.

Keskeinen inventointimalliin liittyvä piirre on mallin ylläpito hankkeen edetessä. Miten mallin tietoja voidaan tarkoituksenmukaisesti kasvattaa, jotta mallista saadaan aina tarpeelliset lähtötiedot kunkin hankevaiheen tietotarpeisiin. Luonteva inventointimallien tietojen ylläpitäjä voisi



olla esimerkiksi arkkitehti, joka tuntee kohteen, rakennusinventoinnin problematiikan sekä tietotarpeet eri vaiheissa.

Finlandia-talon kaltaisessa pilottihankkeessa inventoinnin tekeminen oli erittäin työlästä, koska inventointimallille ei ollut valmista pohjaa olemassa, vaan se piti rakentaa ensin, ja vasta sen jälkeen täyttää se inventointitiedolla.

Korjaussuunnittelijan kokemusten mukaan yllä esitetyn kaltainen tietokanta on inventointialustana hyvin käyttökelpoinen, erityisesti, jos se saadaan toimimaan verkkoympäristössä.

## **Käyttökelpoisia tekniikoita ja menetelmiä inventointi- ja korjaustiedon hallintaan**

Ohessa on esitetty lyhyesti joitakin korjaushankkeiden tiedonhallinnassa käyttökelpoisia tekniikoita ja menetelmiä.

### **Valokuvien indeksointi tietokantaan tai luetteloksi**

- Yksinkertaisesti toteutettava kuva-arkisto
- erityisen huomionarvoista on niin, että kuvat ovat etsittävässä esim. hakusanojen avulla
- sudenkuoppa saattaa olla tarpeettoman tai liian yksityiskohtaisen tiedon arkistointi ja luettelointi – indeksoitavan tiedon tulee olla oleellista

### **Vanhojen piirustusten ja valokuvien linkittämien 3D-malliin.**

- mahdollisuus käyttää tuotemallia tai 3D-mallia ikäänkuin navigointialustana olemassa olevaan korjausrakentamisen tietoon
- menetelmä on todennäköisesti toteutettavissa 3-ulotteiseen malliin liitettävien tiedostolinkkien avulla

### **Laserkeilatusta pistepilvimallista tuotetut pyörähdyssävykuvat (valokuva)**

- valokuvamaiset tarkat pistepilvikuvat tulevat todennäköisesti kehittymään lähivuosina erityisesti arvohankkeiden korjauksen käyttökelpoiseksi arkistointi- ja dokumentointimediaksi
- oleellinen ero "perinteisempään" valokuvaan, vaikkapa digitaaliseen valokuvaan on siinä, että kuvan kohteiden väliset etäisyydet ovat mitattavissa
- esimerkiksi Senaatti-kiinteistöjen "sisarorganisaatio" Yhdysvaltain GSA (U.S. General Services Administration) on ohjeistanut tuotemallisivuillaan laserkeilauksen käyttöä

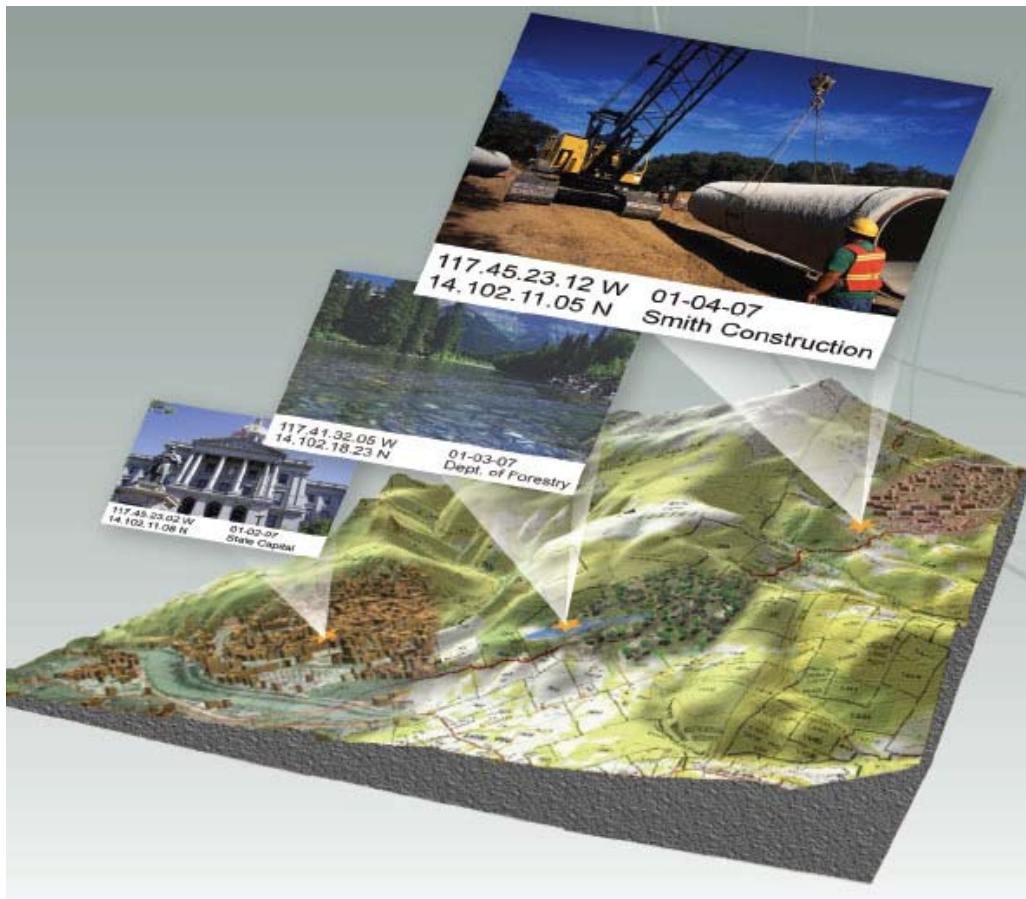


## Digitaalisten kuvien automaattinen paikantaminen

- Nykyaikaiset digitaaliset paikantamiseen liittyvät menetelmät ja välineet (esim. GPS-paikannus) tulevat lähivuosina tekemään mahdolliseksi esim. digitaalisten kuvien automaattisen paikantamisen kuvaushetkellä, hieman vastaavasti kuin digikameroilla voidaan nykyisin automaattisesti liittää kuvaan kuvausaika.
- Rakennusten inventoinnissa se voisi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että korjauskohteen digitaalinen kuvamateriaali "automaattisesti hakeutuu" oikeille paikoilleen inventointimallissa.

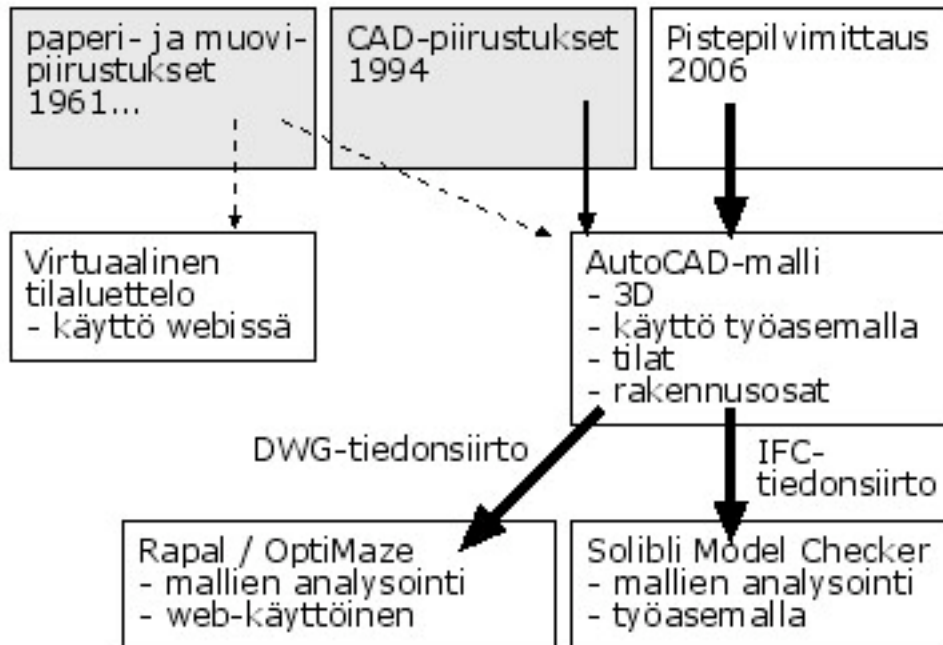
Kuva. Ricoh,

[http://www.ricohsolutions.com/geo/pdf/500SE\\_brochure.pdf](http://www.ricohsolutions.com/geo/pdf/500SE_brochure.pdf).





## 5.2 ARKKITEHTIOSASTON PIIRUSTUSMATERIAALI



### Olemassa olevat piirustusdokumentit

TKK:n arkkitehtiosaston olemassa olevaa vanhaa piirustusmateriaalia on sekä Senaatti-kiinteistöjen että TKK:n arkistoissa. Kaiken kaikkiaan TKK:n päärakennuksesta löytyy arkistoituna n. 5000 piirustusta, pääosin paperikopioina yhteensä noin 30 - 40 mapillista, sekä lisäksi alkuperäisiä muovikuultoja muutamia satoja kappaleita.

Muoville on perinteisesti dokumentoitu erikoissuunnitelmat (rakenne-, LVI- ja sähkösuunnitelmat) koska ne on yleensä piirretty läpi arkkitehtisuunnitelmien päältä.

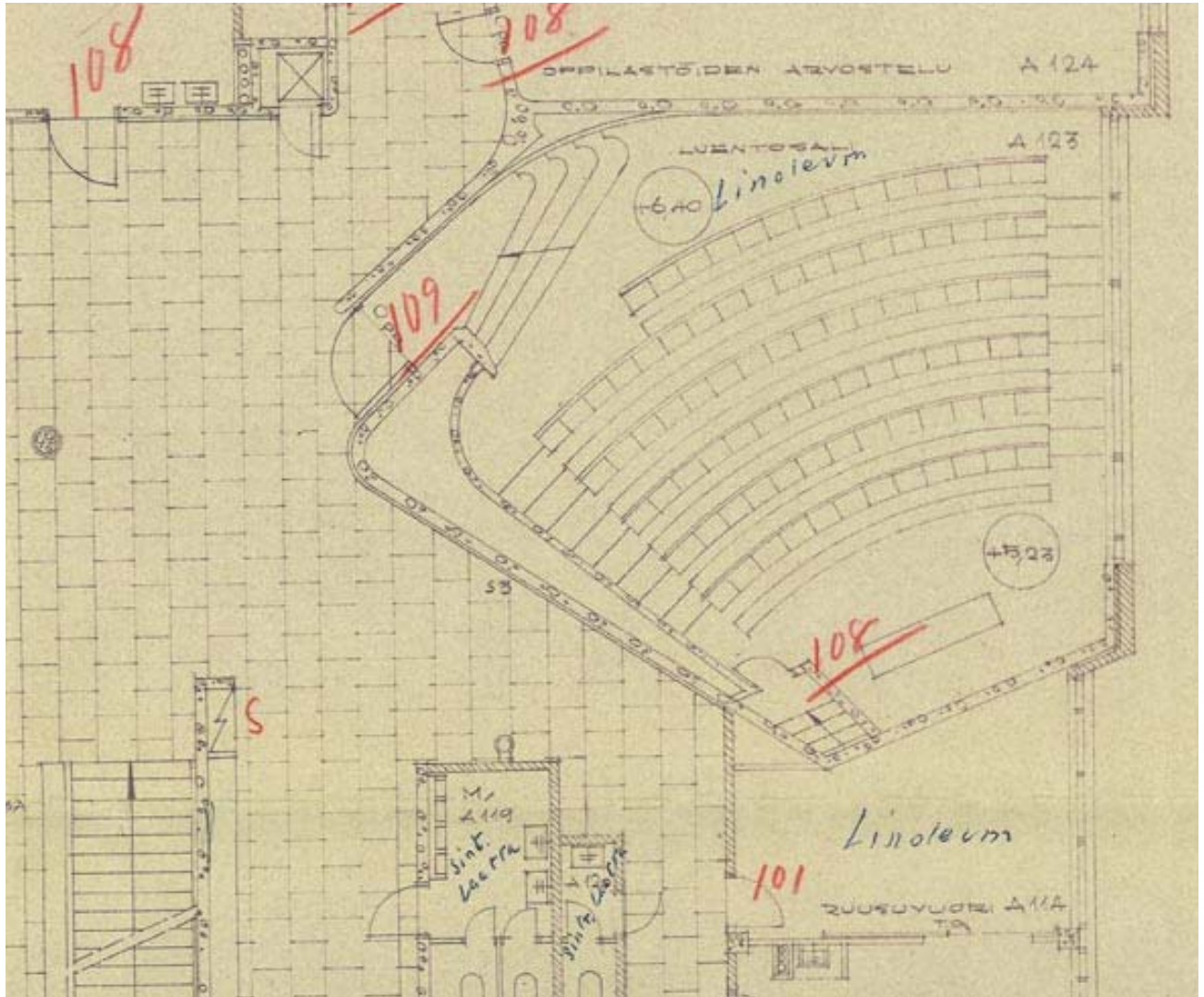
TKK:n päärakennuksen yhtenä siipirakennuksena olevaan arkkitehtiosastoon liittyy useita satoja piirustuksia eri mittakaavoissa, eri suunnittelijoilta ja eri versioina.





Kuva. Osakatkelma arkkitahtitoimisto Alvar Aallon TKK:n päärakennuksen pohjapiirustuksesta 1:100 mittakaavassa arkkitehtiosaston ison luentosalin kohdalta. Alkuperäinen piirustus on vuodelta 1961. Juuri tähän pohjapiirustuskopioon on ajan saatossa lisätty käsin kynällä tarpeelliseksi katsottuja merkintöjä lattiamateriaaleista ja huonenumeroinnin muutoksista.

Koko TKK:n päärakennuksen pohjapiirustus on 1:100 mittakaavassa kooltaan noin 2,5 x 1,5 metrin kokoinen piirustus, eli niiden käsittelyssä tarvitaan käytännössä normaalia suurempia työpöytiä.



Keskeisessä roolissa piirustusten hallinnassa ovat perinteisesti olleet piirustusluettelot, joiden kautta saa hyvän kokonaiskuvan olemassa olevasta piirustusdokumentaatiosta. Piirustusluettelot on dokumentoitu paperimuodossa ja TKK:n päärakennuksesta niitä on olemassa vajaat satakunta A4-sivulista.



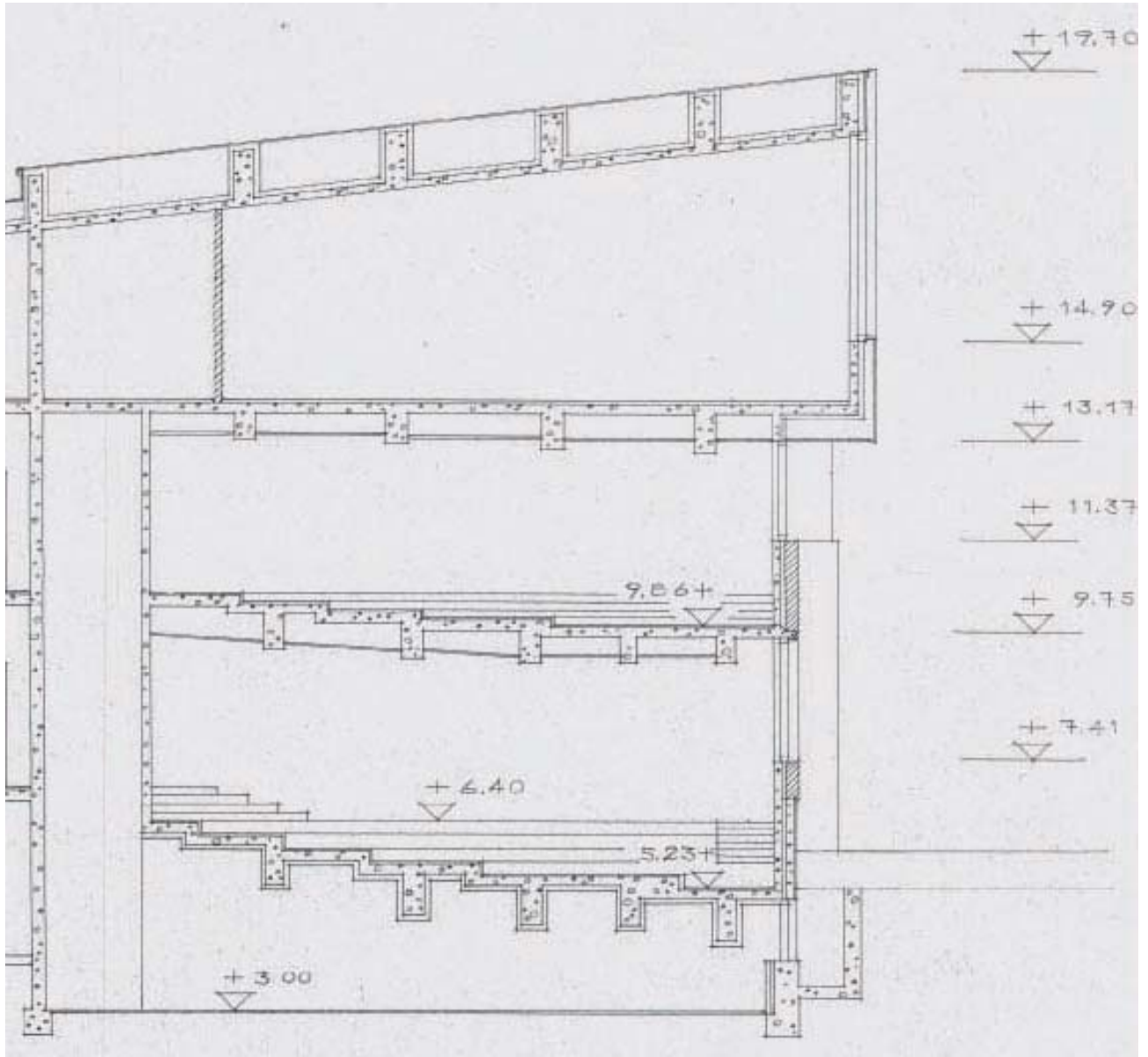
Kuva. Katkelma mappiin 47.1 liittyvästä TKK:n päärakennuksen piirustusluettelosta, jossa mukana 1:100 pohjapiirustus nro 30.

47.1  
TKK Päärakennus

lit. n:o	viim. päiväys	tran	paik	SISÄLTO	Suhde
	eri. kaudet			Alkuv. A-atto myrskytytut avo. kerrot	
	(muut. nro)			Hallinnollinen ja yleinen osasto:	
21 (1)	3.6.61		v	asemapiirros	1:500
22 (2)	12.6.61	x	x	kellari	1:100
23 (3)	"	x	x	1-kerros	"
24 (4)	"	x	x	2-kerros	"
25 (5)	"	x	x	3-kerros	"
26 (6)	"	x	x	4-kerros	"
27 (7)	"	x	x	5-7-kerros	"
28 (8)	1.2.62	x	x	katto	"
				Huonehuone- ja arkkitehtiosasto:	
29 (9)	12.6.61	x	x	kellari	1:100
30 (10)	"	v	x	1-kerros	"
31 (11)	"	x	x	2-kerros	"
32 (12)	"	v	x	3-kerros	"
33 (13)	"		v	katto	"
				Kansio 26.E ja 26.B alkuperäiset A-attien suunnittelua- luonnokset ja muutokset rakennusluvat päätyttyä 1953.	



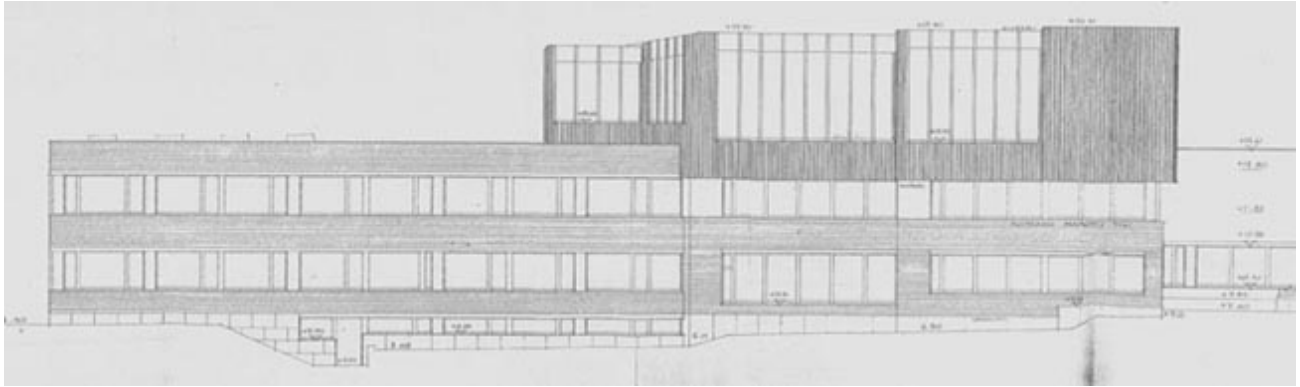
Kuva. Poikkileikkaus arkkitehtiosaston ison luentosalin kohdalta.







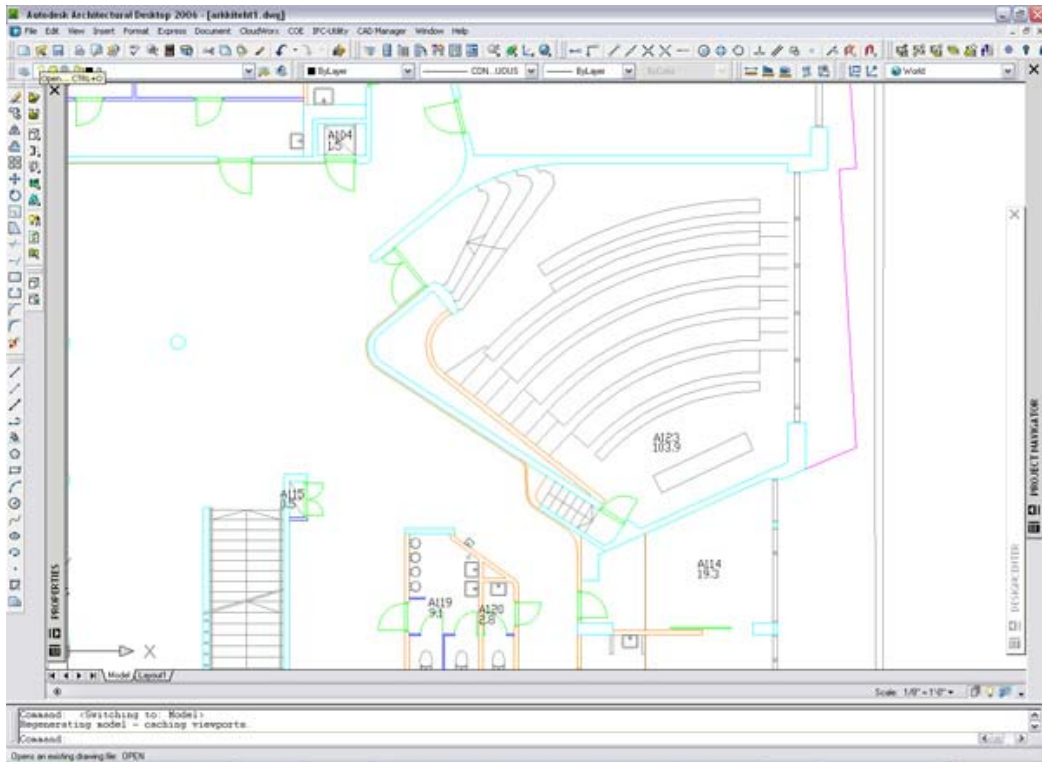
*Kuva. Osakatkelma julkisivupiirustuksesta 1:100 mittakaavassa. Koko päärakennuksen julkisivupiirustus on kooltaan noin 2,5 x 1 metriä.*



## Digitaaliset mittauspiirustukset vuodelta 1994

Arkkitehtiosaston piirustusdokumentointi siirtyi "digitaali-aikaan" 1990-luvun puolivälissä, kun vuonna 1994 tehty rakennusmittaus dokumentoitiin AutoCAD-piirustukseksi (DWG-tiedostoiksi). Tuolloin tehdyn mittauksen laajuudesta ja tarkkuudesta johtuen DWG-piirustukset eivät kaikilta osin ole aivan mittatarkkoja, mutta ne olivat silti hyvä pohja osaston muodon mallintamiselle karkealla tarkkuudella.

*Kuva. Esimerkkikatkelma mittausten perusteella tehdystä CAD-pohjapiirustuksesta 1. kerroksen luentosalin kohdalta 1990-luvun puolivälistä.*



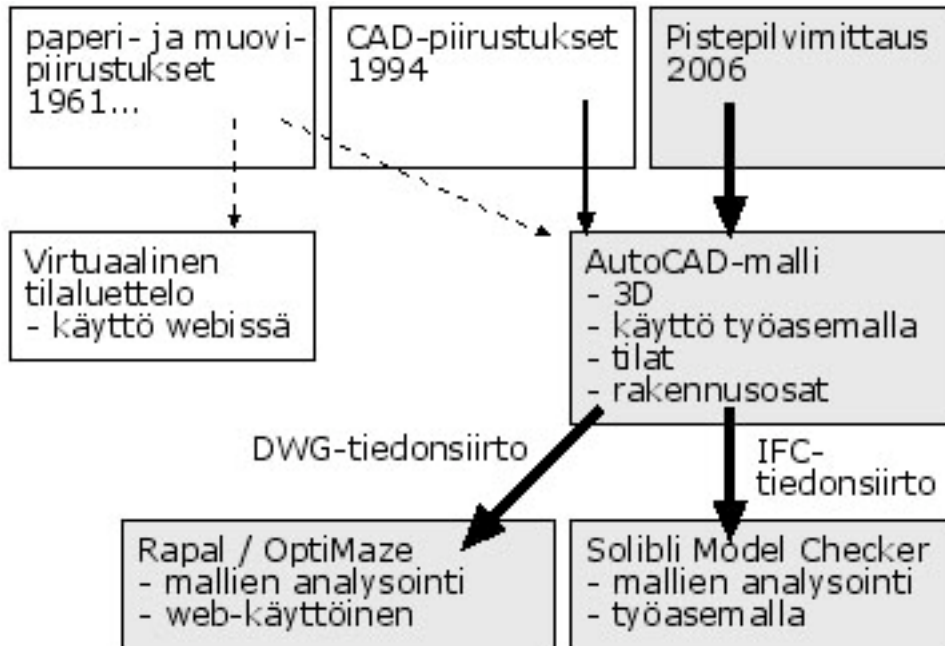
## Digitaalinen kuvamateriaali + rakennushistoriallinen selvitys

TKK:n arkkitehtiosastosta löytyy Alvar Aalto -museon rakennusperintöosastolle arkistoituna sa-toja alkuperäispiirustuksia, jotka on luetteloitu ja jotka voi tarvittaessa ostaa käyttöönsä digitaalisenä kopiona.



### 5.3 ARKKITEHTIOSASTON MALLINTAMISDEMONSTRAATIOT JA PILOTTIKOKEILUT

Kuva. TKK:n arkkitehtiosastoon liittyvien demonstraatioiden lähdemateriaali, toteutus ja tiedonsiirto.

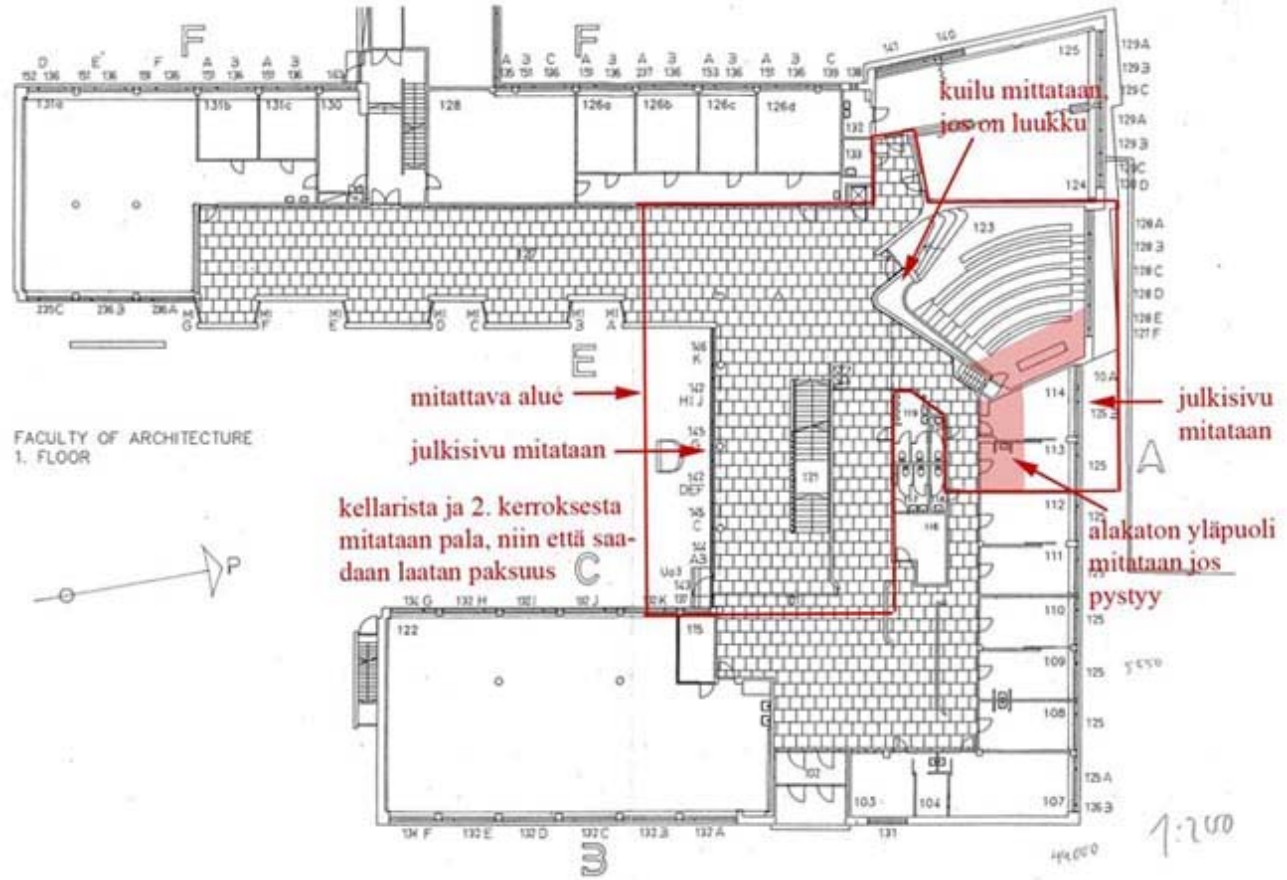




## Koemittaus laserkeilausmenetelmällä, joulukuu 2006

Arkkitehtiosastosta tehtiin tähän mallintamisraporttiin liittyvä osittainen 3-ulotteinen mittaus laserkeilausmenetelmällä joulukuussa 2006. Tarkoituksena oli saada lähdeaineistoa kohteen 3D-mallintamiseen sekä tarkkaa mittaustietoa, jolla voitiin arvioida olemassa olevien piirustusten sekä DWG-tiedostojen oikeellisuus.

*Kuva. Laserkeilauksen suorittaneelle yritykselle annettu mittausohje ja -alue.*

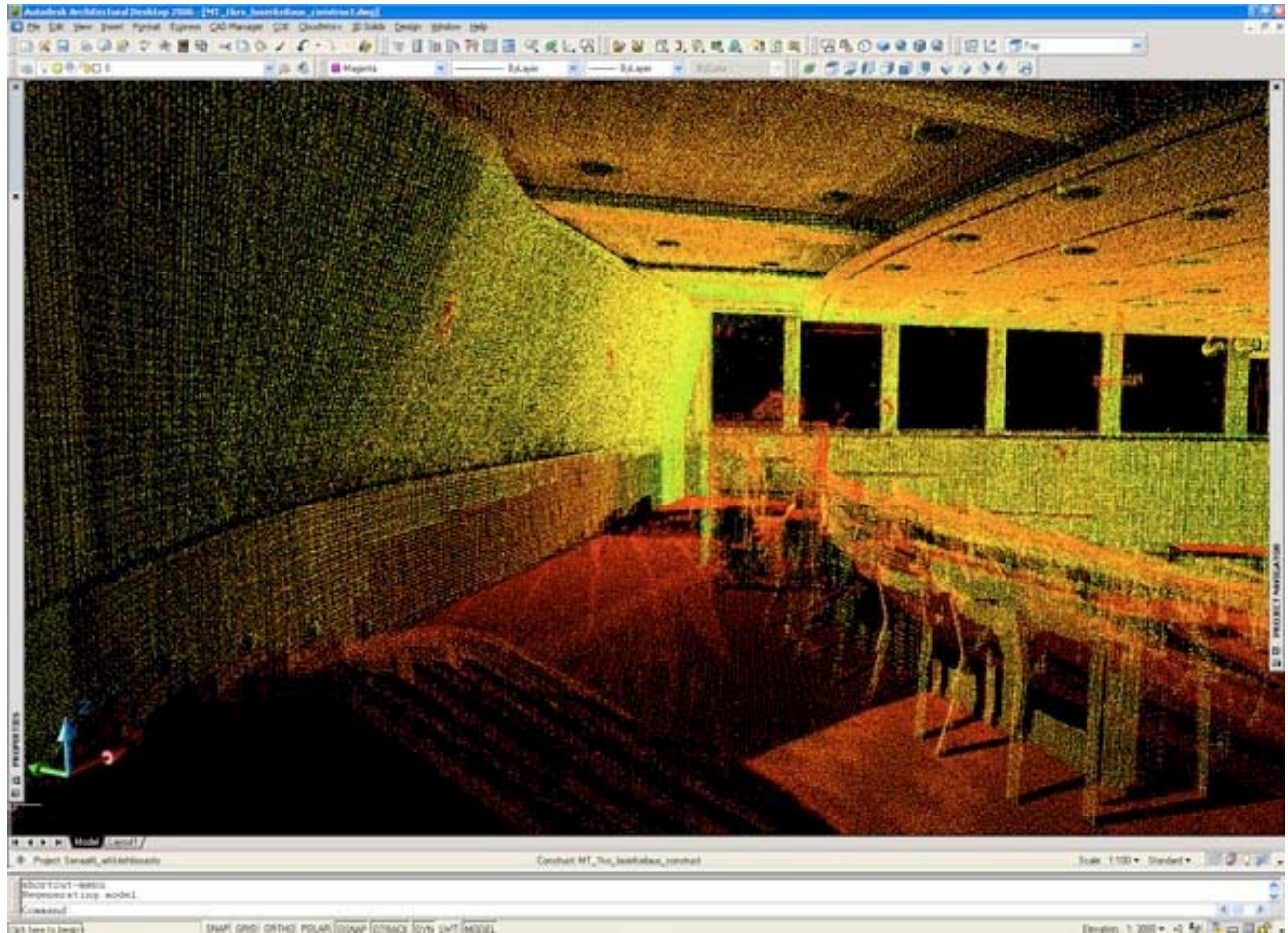




Laserkeilausmittauksen tuloksena saatu 3-ulotteinen pistepilvi muistuttaa CAD-järjestelmässä tarkasteltuna valokuvaa, kun pistepilvimallia tarkastellaan CADillä perspektiiviprojektiossa.

Merkittävänä erona valokuvaan on se, että pistepilven pisteet ovat CAD:issä mitattavia, niihin voidaan "tarttua" joten pistepilven perusteella voidaan rakentaa CAD-järjestelmällä geometrinen malli mittaushetkestä.

*Kuva. Laserkeilattu pistepilvimalli.*



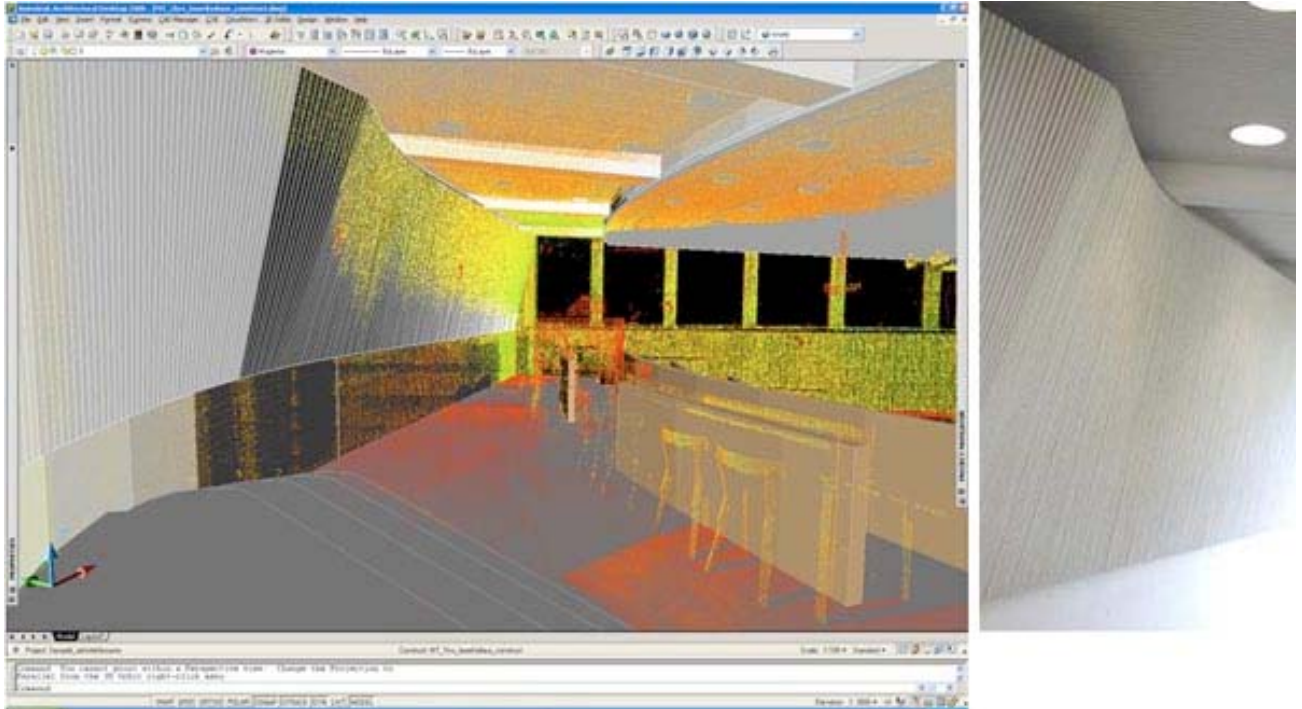




## Arkkitehtiosaston geometriamalli

Olemassa olevien piirustusten, CAD-piirustusten (1994) ja laserkeilausmittausten (joulukuu 2006) tulosten perusteella rakennettiin AutoCAD-ohjelmalla 3-ulotteinen geometriamalli, jota käytettiin tämän hankkeen aikana usealla eri tavalla havainnollistamaan rakennuksen muodon ja tietojen mallinnuksen mahdollisuuksia korjaushankkeissa.

*Kuva. kollaasi pääluentosalin takaseinästä. Vasemmalla harmaana näkyy ison luentosalin pui-  
nen vino takaseinä 3D-mallin objekteilla mallinnettuna, värillisenä näkyy osia laserkeilauksen  
pistepilvimallista. Oikealla valokuva vastaavasta kohdasta.*



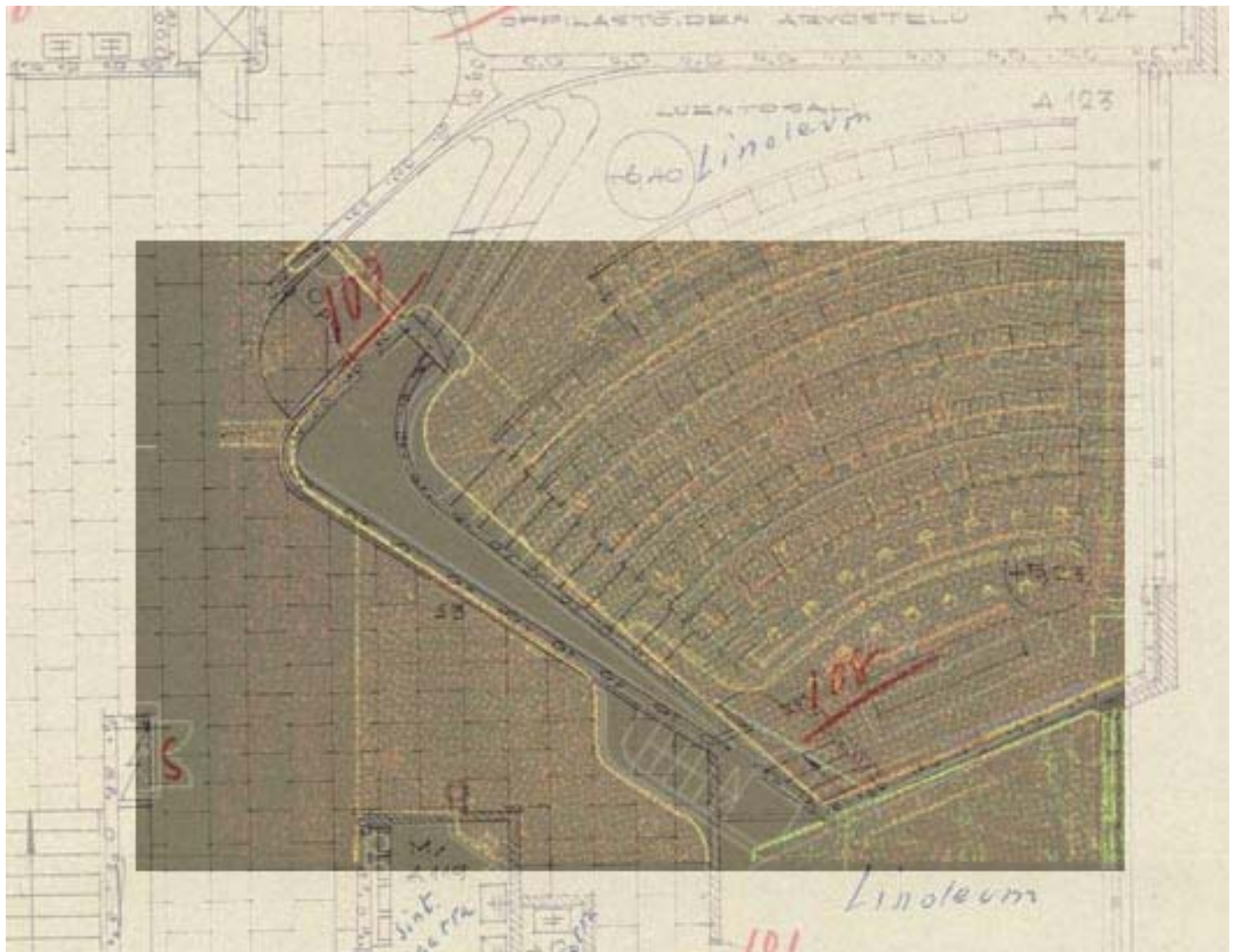


## Eri-ikäisten dokumenttien yhteiskäyttö

Mikäli useiden rakennus- tai mittausvaiheiden tietoja on mallinnettu, vaikkapa eri menetelmin, eri aikakausien tietoja voidaan yhdistellä ja vertailla keskenään. Eri mittautuloksia yhdistämällä voidaan esimerkiksi havaita mittapoikkeamia.

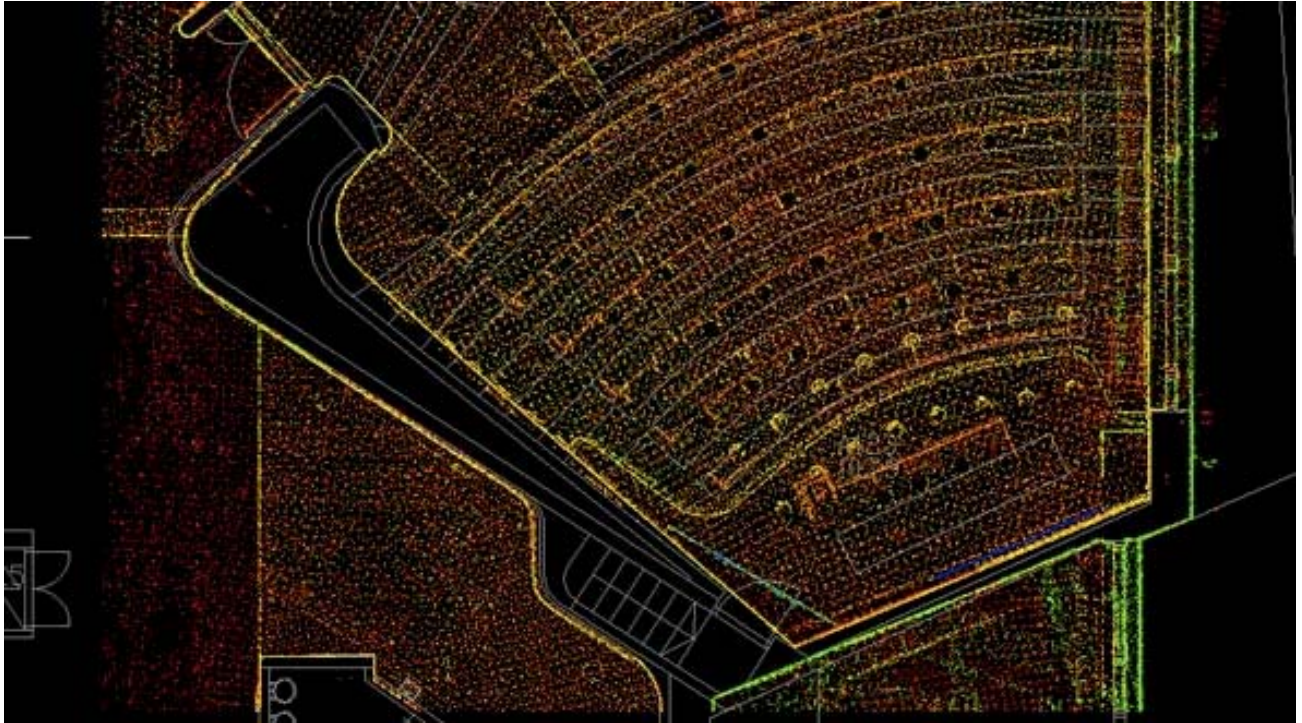
Piirustusten vertailu voidaan tehdä asettamalla ne "päällekkäin" vaikkapa CAD-järjestelmissä tai kuvankäsittelyohjelmissä (esim. PhotoShop). Vanhoissa piirustuksissa on yleensä paljon tietoa graafisessa muodossa. Eräs tapa tämän tiedon hyväksikäyttämiseen on skannattujen alkuperäspiirustuksien käyttäminen CAD-järjestelmissä nk. viitepiirustuksina.

*Kuva. Alvar Aallon alkuperäinen 1:100 pohjapiirustus TKK:n arkkitehtiosastosta (1961) poikkeaa luentosalin kaarevilta osiltaan hieman uuden 2006 laserkeilauksella tehdyn tarkemittuksen osoittamaan todelliseen mitattuun tilanteeseen verrattuna.*





*Kuvan keskellä on kaarevaseinäinen IV-kuilu arkkitehtiosaston luentosalin kyljessä. Kuilu näkyy harmaalla viivoina 1994 CADilla tehdyissä mittauspiirustuksissa. Keltaiset viivat näyttävät kuilun todellisen ulkomuodon vuonna 2006 tehdyn laserkeilauksen perusteella. Kriittisissä kohdissa oheisen kaltaiset noin 30 cm:n mittaerot saattavat olla ratkaisevia.*





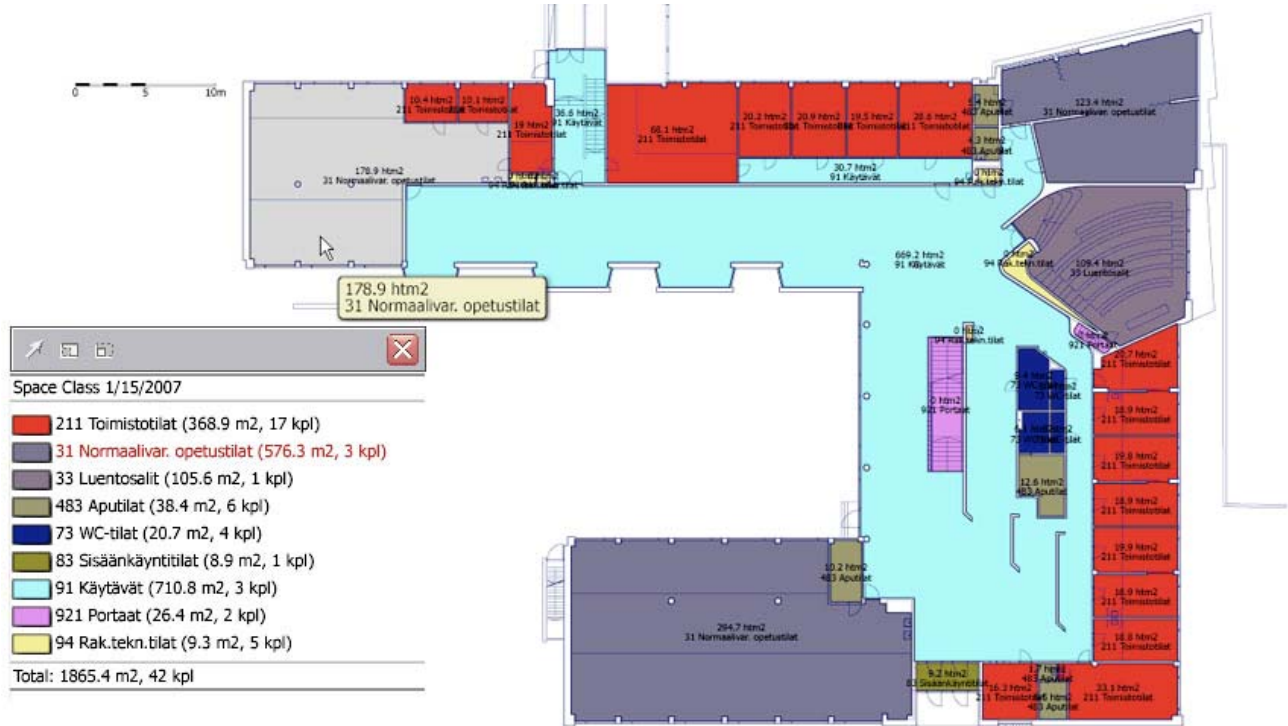


## Mallin analysointi

### Solibri Model Checker (SMC) ja Rapalin Optimaze-järjestelmä

Arkkitehtiosaston tuotemalli siirrettiin IFC-muodossa AutoCAD:stä Solibri Model Checker -ohjelmaan, jossa mallin osiin attribuutteina liitettyjä tietoja esim. rakennusosien suojelukategorioista, inventoinneissa havaituista korjaustarpeista tai vaikkapa tietoa niiden alkuperäisyydestä voidaan tarkastella ja analysoida erilaisien kyselyiden avulla.

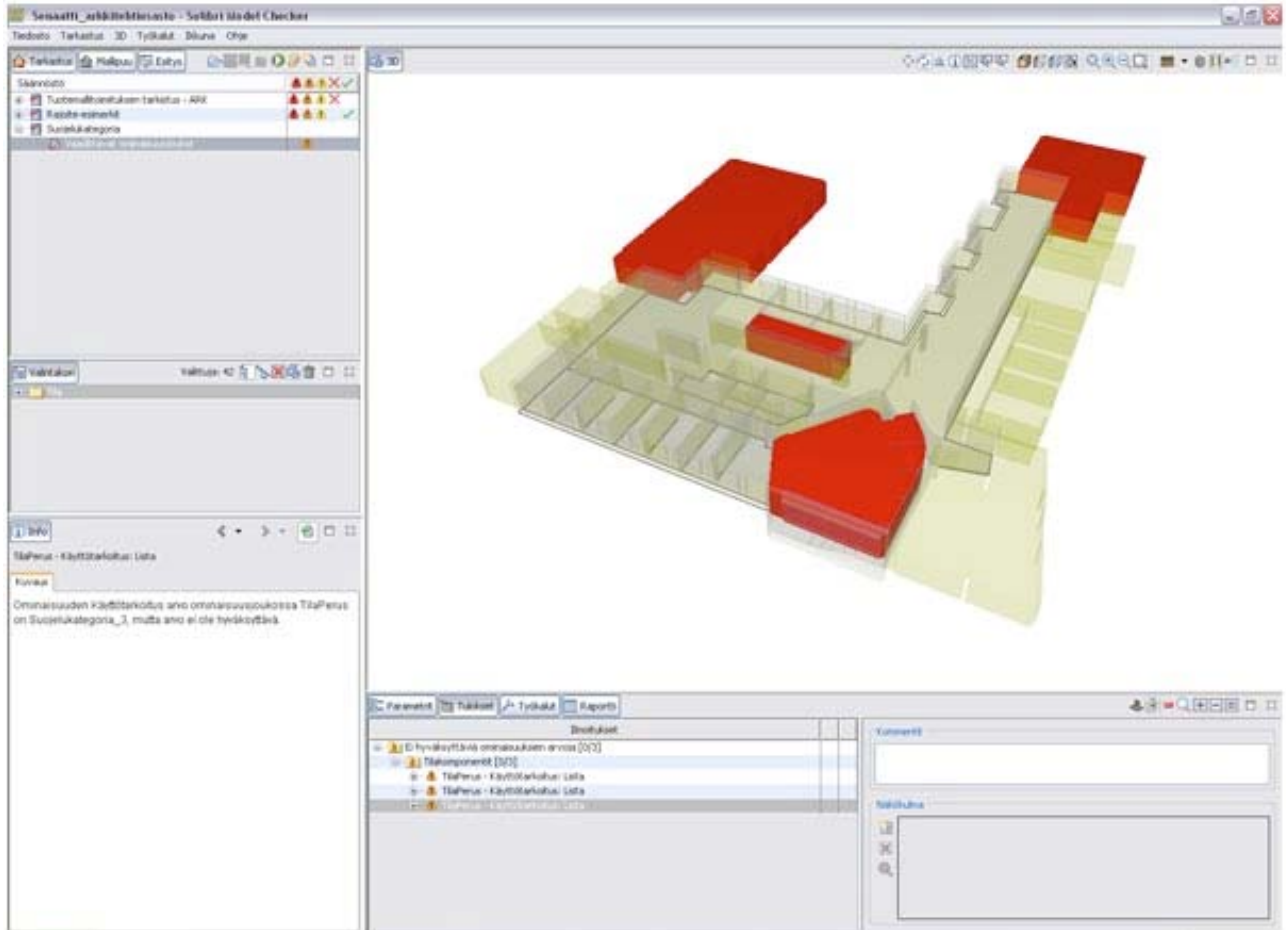
*Kuva. Malli vietiin DWG-muodossa myös Rapalin Optimaze-järjestelmään jossa vastaava tarkastelu voidaan tehdä tilapohjaisesti webin kautta.*







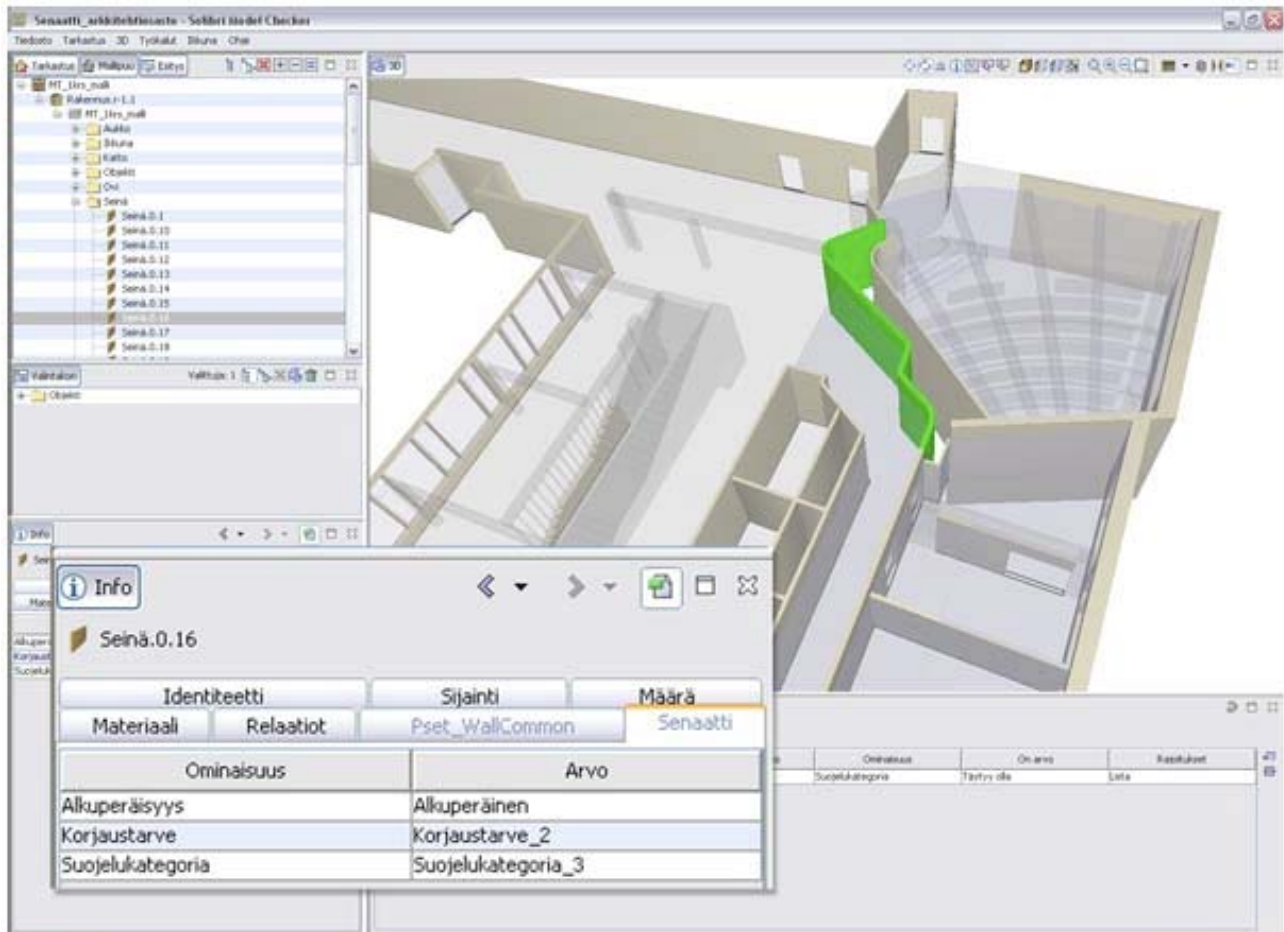
Kuva: Mallin tiloihin liitetyn käyttötarkoitustiedon avulla voidaan eri ohjelmilla esim. laskea ja analysoida eri tilaryhmien tietoja. Esimerkissä yksinkertainen tilasimulaatio Solibri Model Checker -ohjelmalla.





## Yksityiskohtainen rakennusosamalli

Kuva. Rakennusosien attribuuttitietojen haku ja suodatus Solibri Model Checker-ohjelmassa.





## 6 LÄHTEET JA LINKIT

### 6.1 LÄHTEET

#### Korjausrakentamiseen liittyvät lähteet

Högström, Hilikka (2003) Rakennushistorian tutkimus. Taiteentutkija 2, Taidehistorian seura ja Rakennustaiteen seura 2003

Jokilehto, Jukka (1999) A History of Architectural Conservation, Butterworth & Heinemann, Oxford

Kairamo, Maija (2006) Restauroidintietappeja aikaraiteella. Puoli vuosisataa rakennussuojelua ja restaurointia Suomessa. Lisensiaatintyö, Teknillisen korkeakoulun arkkitehtiosaston tutkimuksia 2006/25, ISBN-13 978-951-22-8484-9

Rakennussuojelukomitean mietintö (1974), komiteamietintö 1974:80, Helsinki 1974, sivut IV, 67.

Vainio Terttu, Jaakkonen Liisa, Nippala Eero, Lehtinen Erkki, Isaksson Kaj (2002) Korjausrakentaminen 2000-2010, VTT tiedotteita 2154

Thornes Robin, Bold, John (eds.) (1998) Documenting the Cultural Heritage, Internet, <http://www.object-id.com/heritage> , haettu 25.1.2007

#### ICT:hen ja tuotemallintamiseen liittyvät lähteet

##### Kirjoja, tutkimuksia ja julkaisuja

Hietanen, Jiri (2005) Tietomallit ja rakennusten suunnittelu. Filosofinen selvitys tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksista, Rakennustieto Oy, Helsinki, ISBN 951-682-783-7

Hjelt, Mathias, Björk, Bo-Christer (2006) Experiences of EDM Usage in Construction Projects, ITcon Vol. 11, Special Issue e-Commerce in construction , pg. 113-125, <http://www.itcon.org/2006/9>

Karstila, Kari, (ed.) 2004. Rakennuksen tuotemallintamisen sanasto, Pro IT (syyskuu 2004). Internet. [http://www.vtt.fi/rte/cmp/projects/proit/julkiset\\_tulokset/proit\\_sanasto\\_v10.pdf](http://www.vtt.fi/rte/cmp/projects/proit/julkiset_tulokset/proit_sanasto_v10.pdf); haettu 9.1.2007.

Kiviniemi, Arto (2005) Requirements management interface to building product models, VTT Building and Transport, Espoo. 328 p. VTT Publications: 572, ISBN 951-38-6655-6; 951-38-6656-4

Samuelson O (2002) IT-Barometer 2000 - The Use of IT in the Nordic Construction Industry, ITcon Vol. 7, pg. 1-26, <http://www.itcon.org/2002/1>

Penttilä, Hannu, Nissinen, Sampsa, Niemioja, Seppo (toim.) (2006) Tuotemallintaminen rakennushankkeessa. Yleiset periaatteet, Rakennusteollisuus RT ry ja Rakennustietosäätiö RTS, ISBN: 951-682-796-9, 64 s.

Penttilä, Hannu, Nissinen, Sampsa, Niemioja, Seppo (toim.) (2006) Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa, Rakennusteollisuus RT ry ja Rakennustietosäätiö RTS ISBN: 951-682-798-5, 96 s.

Valjus Juha, Nissinen Sampsa, Penttilä Hannu (toim.) (julkaistaan 2007) Pro IT Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa, Rakennusteollisuus RT ry, Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy, Helsinki, ISBN 951-682-799-3

Kristiina Sulankivi (toim.), ProIT Tuotemallipilotit, VTT Rakennus ja yhdyskuntatekniikka 2005. Internet. <http://www.vtt.fi/rte/cmp/projects/proit/> haettu 22.11.2005



## Muistioita ja esitelmiä

Alatalo, Kari (2005) Tilaajana Senaatti-kiinteistöt vaatii jo suunnitelmatiedostoja IFC-muodossa. Miksi?, Rakennustietosäätiön rakennusfoorumi 6.9.2005, Internet: [http://www.rts.fi/Rakennusfoorumi\\_06092005\\_Alatalo.pdf](http://www.rts.fi/Rakennusfoorumi_06092005_Alatalo.pdf); haettu 9.1.2007

Kiviniemi Arto (2005) Tuotemallien hyödyntäminen kannattavasti liiketoiminnassa, Rakennustietosäätiön rakennusfoorumi 6.9.2005, Tuotemalleista on jo hyötyä - minkälaisia? Internet: <http://www.rts.fi/foorumimuistio53.htm>; haettu 12.12.2005

## 6.2 WEBLINKIT

Senaatti-kiinteistöjen tuotemallintamisvaatimukset 2007  
<http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=516>

Senaatti-kiinteistöjen CAD-ohjeistus  
<http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=84>

Senaatti-kiinteistöjen investointiprosessin malli  
[http://www.senaatti.fi/investointi/browsermain\\_2.html](http://www.senaatti.fi/investointi/browsermain_2.html)

Tämän raportin web-demonstraatiot (TKK:n arkkitehtiosasto)  
<http://arkit.tkk.fi/senaatti>

Kooste tuotemallintamisohjeista (Hannu Penttilä)  
[http://www.mittaviiva.fi/proit/tm\\_linkit.html](http://www.mittaviiva.fi/proit/tm_linkit.html)

Yhdysvaltain GSA:n tuotemallintamisohjeistus  
<http://www.gsa.gov/bim>

Pro IT -hankkeen tuotemallimateriaali  
<http://virtual.vtt.fi/proit/>

Museovirasto  
<http://www.museovirasto.fi/>

Rakennustieto Oy  
<http://www.rakennustieto.fi/>

Arkkitehtitoimisto A-konsultit Oy  
<http://www.a-konsultit.fi>

QVIM-arkkitehdit Oy  
<http://www.qvim.fi>

Arkkitehtuuri ja muotoilutoimisto Talli Oy  
<http://www.talli.net>

Tmi Hilla Tarjanne  
Web-pohjainen Kioski-sovellus rakennetun ympäristön inventointiin  
<http://www.kulttuuriymparisto.fi/>

Rapal Oy:n Optimaze.net -palvelu  
<http://www.optimaze.net/>

Senaatin Projektila (Buildercom Oy)  
Senaatti-kiinteistöjen Projektila-projektipankkeja oli kesällä 2006 käytössä noin 250 hankkeessa, joissa oli yhteensä noin 3 500 käyttäjätunnusta. Sen rinnalla käytetään edelleen perinteisiä menetelmiä pienissä ja turvaluokitelluissa hankkeissa

Buildercom-projektinhallintapalvelut  
<http://www.buildercom.fi/>



Senaatin Aurora II -hanke

Joensuun yliopiston Aurora II -hanke on Senaatin viime vuosien keskeisimpiä tuotemallintamisen pilottihankkeita, kts. Esim: .

JKMM-arkkitehdit

<http://www.jkmm.fi/>

Insinööritoimisto Granlund

<http://www.granlund.fi>

**Tämän raportin kirjoittajien yhteystiedot:**

Hannu Penttilä

<http://www.mittaviiva.fi/hannu>

Marko Rajala

<http://www.rajalaArkkitehdit.fi>

Simo Freese

<http://www.freese.fi>



## 7 LIITTEET

### 7.1 TUOTEMALLINTAMISEEN LIITTYVIÄ OHJELMISTOJA

Nykyisin ja lähitulevaisuudessa käytössä olevien ja tuotemallintamiseen kykenevien CAD-ohjelmien ja muiden ohjelmallisten välineiden käytettävyyden tiivistetty arviointi.

Tuoreiden selvitysten mukaan noin 2/3 suomalaisista suunnittelijoista on halua ja kykyä käyttää tuotemallintamiseen kykeneviä ohjelmistoja.

#### CAD-ohjelmistot

ArchiCAD (Graphisoft)

Arkkitehtisuunnitteluohjelmisto, mallintava (3D), tuotemallintamiseen kykenevä

Autodesk Architectural Desktop (ADT) (Autocad Architecture)

Arkkitehtisuunnitteluohjelmisto, mallintava (3D), tuotemallintamiseen kykenevä

Autodesk Revit Building (Revit Architecture)

Arkkitehtisuunnitteluohjelmisto, mallintava (3D), tuotemallintamiseen kykenevä

Allplan Architecture (Nemetschek)

Arkkitehtisuunnitteluohjelmisto, mallintava (3D), tuotemallintamiseen kykenevä

Tekla Structures (Tekla)

Rakennesuunnitteluohjelmisto, mallintava (3D), tuotemallintamiseen kykenevä

Allplan Engineering (Nemetschek)

Rakennesuunnitteluohjelmisto, mallintava (3D), tuotemallintamiseen kykenevä

Vertex BD (Vertex)

Rakennus- ja arkkitehtisuunnitteluohjelmisto, mallintava (3D), tuotemallintamiseen kykenevä

Autodesk Revit Structure

Rakennesuunnitteluohjelmisto, mallintava (3D), tuotemallintamiseen kykenevä

MagiCAD (Progman)

Talotekniikkasuunnitteluohjelmisto, mallintava (3D), tuotemallintamiseen kykenevä

CADS (Kymdata)

Talotekniikkasuunnitteluohjelmisto, mallintava (3D), tuotemallintamiseen kykenevä

## PROJEKTIPANKIT JA PALVELINRATKAISUT

### Suomalaiset projektipankkiratkaisut

Erillaiset projektipankkiratkaisut ovat Suomessa olleet 1990-luvun lopulta alkaen rakennushankkeiden arkipäivää kaikkien hankkeeseen liittyvien dokumenttien hallinnassa.

Senaatin ProjekTila

Buildercomin Senaatille rakentama ja ylläpitämä projektipankkiratkaisu

Muita kaupallisia projektipankkiratkaisuja ovat esim:

Raksanet (Buildercom)

Sokonet

### Tuotemallipalvelimet

Tuotemallipalvelimien käyttö on tällä hetkellä suomalaisella rakennusalalla vielä pilotointivaiheessa. Tuotemallipalvelimet ovat enemmänkin tulevaisuuden optio.

Yksi toimiva esimerkki on Enterprixe tuotemallipalvelin. Palvelimen käyttö on tällä hetkellä painottunut rakennusliikkeiden ja urakoitsijoiden tarpeisiin.

EMS -tuotemallipalvelin (Eurostep) on IFC -pohjainen tuotemallipalvelin tuotemallitiedon yhteiskäyttöön ja tallennukseen.



Norjasta, Japanista sekä Ranskasta löytyy tuotemallipalvelintoteutuksia.

## **Suunnitelmien koordinointi-, yhdistämis- ja tarkastusohjelmistot**

Solibri Model Checker (Solibri)

IFC-muotoisten tuotemallien tarkastus ja analysointiohjelmisto

NavisWorks JetStream.

Yleisimpiä cad-formaatteja natiivimuodossa tukeva mallien tarkasteluohjelmisto (mallin käyttö dokumenttina ja käyttöliittymänä muihin järjestelmiin)

Graview (Granlund)

## **Muut ohjelmistot**

RYHTI (Granlund), Huollon ja ylläpidon hallintajärjestelmä

Taloinfo(Granlund), Raportoiva rakennus

FacilityInfo (Buildercom), kiinteistönhallintajärjestelmä

Optimize.net (Rupal), ratkaisu toimitilojen käytön ja kustannusten hallintaan

## **Tuotemallien analysointi ja simulointiohjelmistot**

Graphisoft Constructor

iLink (Tocoman)

Sovellus suunnitteluohjelmistojen laajuustietojen linkittämiseen määrä ja kustannuslaskentajärjestelmiin. Tuettuja ohjelmistoja: Autodesk ADT, Graphisoft ArchiCAD / Constructor ja Tekla Structures

Staad (Bentley)

Roomex (Granlund),

Talotekniikan tavoitteiden hallintaohjelmisto

Riuska (Granlund)

Ohjelmisto energia- ja olosuhdesimulointiin sekä jäähdytys- ja lämmitystarpeen mitoitukseen.

Ida-ICE Indoor Climate and Energy (SIY Sisäilmätieto Oy)

simulointiohjelma rakennusten termisten olosuhteiden, sisäilmanlaadun ja energiankulutuksen laskentaan.





## 7.2 TIETOTEKNINEN SANASTO

Tämän lyhyen tietoteknisen sanaston lähteenä on käytetty mm. Kari Karstilan Pro IT -hankkeessa kokoamaa Rakennuksen tuotemallintamisen sanastoa (2004) sekä webin Wikipediää (<http://fi.wikipedia.org>).

### IT

Informaatiotekniikka (engl. information technology).

### ICT

Informaatio- ja kommunikaatioteknologia (engl. information and communication technology).

### ITC

Rakentamisen tietotekniikka (engl. information technology in construction)

### AEC

Suunnittelu ja rakentaminen (engl. architecture, engineering and construction)

### Dokumenttietieto

Digitaalinen dokumenttietieto on jotakin kohdetta tekstinä, graafisesti tms. kuvaava esitys, josta ihminen pystyy tulkitsemaan kohdetta kuvaavaa tietoa. Esimerkiksi rakennuspiirustus, vaikkakin digitaalisessa muodossa, sisältää dokumenttietietoa, jonka ihminen pystyy tulkitsemaan.

### Projektipankki

Projektipankit (engl. project webs) ovat Internetin kautta käytettäviä digitaalisten dokumenttien säilytys-, hallinnointi- ja jakelupaikkoja. Dokumenttien, eri versiot (esim. piirustukset) voidaan säilyttää projektipankissa yhdessä paikassa, ja esim. tärkeiden dokumenttipäivitysten yhteydessä voidaan hankeosapuolia tiedottaa uusien dokumenttien olemassaolosta projektipankista lähetettävillä sähköpostiviesteillä.

Projektipankeissa dokumentit on yleensä hankekohtaisesti järjestettynä esim. osapuolten (esim. ark, rak, lvi, jne) ja dokumenttityyppien (esim. muistiot, DWG-piirustukset, digikuvat, jne.) mukaisesti.

### CAD-järjestelmä

CAD-järjestelmät (engl. CAD, computer-aided design) ovat pääasiassa suunnittelijoiden käyttöön tarkoitettuja tietokoneohjelmia, tai nykyisin paremminkin ohjelmistoja, eli usean yhteistoimintaan kykeneviä "ohjelmaryppäitä".

Nykyisillä CAD-järjestelmillä voidaan yleensä tehdä 2-ulotteista piirtämistä (2D) sekä 3-ulotteista mallintamista (3D). CAD-järjestelmiä ja muita ohjelmistoja on käsitelty liitteessä 7.1.

### 2D-piirustus, 2D-piirtäminen

2D-tiedolla tarkoitetaan CAD-järjestelmillä käsiteltäviä piirustuksia, tasopiirustuksia, jotka koostuvat esim. viivoista, kaarista, mitoista, teksteistä jne.

### 3D-malli, 3D-mallintaminen

3D-tiedolla tarkoitetaan CAD-järjestelmillä käsiteltäviä 3-ulotteisia geometrisia malleja, jotka koostuvat 3-ulotteisista kappaleista. Ne voivat olla esim. suorakulmaisia särmiöitä (laatikkomaisia kappaleita), pyörähdyskappaleita tai tasomaisia 3-ulotteisia pintoja. Rakennusalan tuotemallipohjaisilla ohjelmistoilla voidaan käsitellä 3-ulotteisia kappaleita, joiden ominaisuudet (attribuutit) vastaavat todellisen rakennusten osia, esim. seiniä, ikkunoita, ovia, laattoja, jne.



## **Kuvataso**

Kuvatason (engl. layer) ovat CAD-järjestelmien kenties yleisin menetelmä tietojen ryhmittelemiseksi ja jäsentelemiseksi. Kuvatasoja voidaan CAD-järjestelmissä kytkeä näkyviin ja pois näkyvistä. Kuvatasoja voidaan yleensä myös ryhmitellä esim. arkkitehdin luonnoskuvasot, rakennuslupapiirustuksen kuvatason. Myös esim. rakennesuunnittelijalta arkkitehdille lähetetty tieto voidaan sijoittaa omalle kuvatason.

## **DWG- ja DXF-tallennusmuodot**

DWG on kenties maailman yleisimmin nykyisin käytössä oleva digitaalisten dokumenttien tallennusmuoto. DWG-tiedostot ovat useimmiten digitaalisia piirustuksia. .DWG ja .DXF ovat AutoCAD-ohjelman tallennusmuotoja, vastaavasti kuin .DOC on Word-ohjelman tallennusmuoto. Useimmat CAD-järjestelmät kykenevät avaamaan ja tallentamaan DWG ja DXF-muotoisia tiedostoja. .DWG-muotoisiin tiedostoihin voidaan tallentaa monenlaista geometrista ja graafista tietoa, kuten viivoja, kaaria, tekstejä, mittoja sekä 3-ulotteisia elementtejä.

## **Digitaaliset kuvat**

Digitaaliset kuvat ovat pienistä kuvapisteistä eli pikseleistä muodostuvia kuvia. Ne voivat olla esim. digikameroilla otettuja kuvia, skannattuja valokuvia tai CAD-järjestelmillä tuotettuja perspektiivikuvia. Yleisiä pikselimuotoisen kuvatiedon tallennusmuotoja ovat esim. .JPG ja .GIF.

## **Mallintaminen**

Mallintaminen tarkoittaa jonkin todellisuuden osan, esimerkiksi tietyn ilmiön tai järjestelmän esittämistä tai kuvaamista jollakin muulla tavalla kuin sillä itsellään. Mallintamista on esimerkiksi kartta, joka on malli todellisesta maastosta tai pienoismalli, joka on pienennetty malli todellisesta esineestä.

Mallintamista voidaan tehdä matemaattisesti, kuten esimerkiksi painovoimamalli, joka kuvaa kahden tai useamman kappaleen välistä vuorovaikutusta. Myös toimintaa voidaan mallintaa.

Mallinnuksen tuloksia käytetään mm. jonkin ilmiön simulointiin, tutkimukseen ja käyttäytymisen ennustamiseen eri tilanteissa (muokaten käytetty lähde: <http://fi.wikipedia.org>).

Rakennusalaan liittyvää tietokoneella tehtävää mallintamista voidaan käyttää eri tarkoituksiin. Esim. geometrisia 3D-malleja käytetään muodon mallintamiseen, havainnollistamiseen ja visualisointiin. Kun geometriseen malliin yhdistetään jotakin muuta kuin muotoon liittyvää tietoa, voidaan puhua tuote- tai tietomalleista, joita voidaan käyttää muodon kuvaamisen lisäksi esim. kustannusten, energiankulutuksen ja toiminnan analysointiin.

## **Tietomalli**

Tietomalli-käsitettä käytetään yleensä synonyyminä käsitetasoisesta abstraktista tai teoreettisesta mallista. Tuotetietoja kuvaavaa käsitemallia kutsutaan tuotetietomalliksi.

## **Tuotemalli, tuotetietomalli**

Tuotetietomalli on tuotetietojen formaali, yksikäsitteinen ja systemaattisella menetelmällä tehty määrittely, joka kuvaa tuotetietojen tietosisällön. Tuotetietomalli määrittelee mitä tietoja tuotemalli kattaa, eli mitä olioita tuotemallissa voi olla, ja mitä ominaisuuksia ja relaatioita olioilla on. Keskeisimpiä tuotetietomallien määrittelyn tarkoituksia on tuotetietojen standardoitu tiedonsiirto eri tietokonesovellusten välillä.

## **Rakennuksen tuotemalli**

Rakennuksen tuotemalli (engl. building product model) on rakennuksen ja rakennusprosessin elinkaaren aikaisten tuotetietojen kokonaisuus. Rakennuksen tuotemalli kuvaa ai-nutkertaiset rakennuksen tuotetiedot tuotetietomallin mukaisesti jäsennettynä. Rakennuksen tuotemalli voi olla tallennettuna tietokonesovelluksen tietokantana tai tiedonsiirto-



tiedostona. Tietokonesovelluksilla ja tiedonsiirrossa rakennuksen tuotemallit kuvataan rakennuksen reaali maailman tiloja ja rakennusosia vastaavilla, sovellusten käsittelemillä tila- ja rakennusosa-olioilla.

### **Tuotetietojen tiedonsiirto**

Tuotetietojen tiedonsiirto tietokonesovellusten kesken perustuu

- 1) tuotetietomalliin, joka määrittelee tiedonsiirron tietosisällön, sekä
- 2) vastaavan tiedonsiirron formaatin, jonka määrittelemään muotoon siirrettävät tuotetiedot koodataan tiedonsiirron ajaksi. Standardoitu tuotetietojen siirto edellyttää, että sovelluksissa on toteutettu standardin mukaiset tiedonsiirron rajapinnat.

### **Inventointimalli**

Uusi korjausrakentamisen tietotekniikkaan liittyvä käsite. Inventointimalli on tapa koota korjauskohteeseen liittyvää ja korjaussuunnittelussa ja -rakentamisessa tarvittavaa rakennusinventoinnin tietoa jollakin järjestelmällisellä ja tarkoituksenmukaisella tavalla. Inventointimalli voi olla toteutettu tilaluettelo- ja huonekorttipohjaisena luettelona, se voi sisältää esim. kuvamateriaalia, tai se voi olla toteutettu myös 3-ulotteisena mallina.

### **Olio, objekti**

Olio on tiettyä asiaa kuvaavien tietojen kooste, jota tietojärjestelmässä käsitellään yhtenä kokonaisuutena.

Oliopohjaisessa [tuote]mallintamisessa asioita kuvataan oliolla, joilla on ominaisuuksia, sekä relaatioita (yhteyksiä tai riippuvuuksia) toisiin olioihin. Esim. rakennuksen rakennusosat mallinnetaan tietokonesovelluksilla rakennusosa-olioilla, joilla on ominaisuutensa sekä relaatioita rakennuksen tuotemallin muihin rakennusosa- ja tila-olioihin.

### **Attribuutti, ominaisuustieto**

Attribuuteilla tarkoitetaan olioiden ominaisuuksia. Esim. rakennuksen tuotemallin yhden seinä-olion attribuutteja ja niiden arvoja voivat olla mm. seinätyyppi: US 1, korkeus: 2400 mm.

### **IFC-tiedonsiirtostandardi**

IFC-tiedonsiirtostandardi (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen standardi rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön. IFC on ohjelmistoriippumaton ja tuotemallimuotoisen tiedon tallennusmuoto. Ohjelmien käyttäjille IFC tarkoittaa ohjelmissä oleva tiedonsiirto-ominaisuutta (tiedoston tallennus & avaus).

### **IAI, International alliance for interoperability**

IAI on avoin kansainvälinen yhteenliittymä, joka kehittää IFC-standardia ja edistää sen käyttöä.

### **Tuotemallipalvelimet (malliserverit)**

Tuotemallipalvelin on sovellusohjelmisto, joka tarjoaa yhteiskäyttöisen tuotemallimuodossa tallennetun tietokannan käyttäjä- ja tiedonhallintapalveluineen sekä tiedon saantirajapinnan, jota useampi sovellusohjelma voi käyttää yhtäaikaaisesti Internetin ylitse.

Mallipalvelimiin perustuva tiedonhallinta on tällä hetkellä vielä hyvin edistyksestä tuotemallien hyödyntämistä. Tuotemalleja voidaan, ja nykyisin usein vielä säilytetään, esim. projektipankeissa tiedostoina. Mallipalvelimet ovat todennäköisesti lähivuosina kehittyvä palvelu- ja teknologia-alue.

### **4D-malli, 4D-suunnittelu**

4D-suunnittelulla (3D + aika) tarkoitetaan rakennustyömaiden tuotemallipohjaista ajallista suunnittelua. Mikäli esim. tuotemallin rakennusosiin on liitetty 4D-tietoa esim. rakennusosien valmistus- tai asennusajoista, 4D-mallia voidaan käyttää esim. rakentamisen etenemisen simulointiin.



## **XML-kieli**

XML (engl. extensible markup language) on formaali "merkkäuskieli", jossa tiedon merkitys on kuvattavissa tiedon seassa nk. metatietona. XML muistuttaa Internetin web-sivujen kodaamisessa käytettävää HTML-kieltä.

(muokaten käytetty lähde: <http://fi.wikipedia.org>).



### **7.3 KORJAUSRAKENTAMISSANASTO**

Tämän lyhyen korjausrakentamissanaston eräänä keskeisenä lähteenä käytetty Maija Kairamon lisensointityötä Restauraointitappeja aikaraiteella. Puoli vuosisataa rakennussuojelua ja restaurointia Suomessa (2006).

#### **Restaurointi**

Restaurointi on rakennuksen korjaamista, jossa kiinnitetään erityistä huomiota kohteen kulttuurihistoriallisiin arvoihin sekä vanhaan rakennustapaan. Restauraoinnissa voidaan käyttää konservoivia, rekonstruoivia ja/tai entistäviä toimenpiteitä.

#### **Konservointi**

Keskeinen restauroinnin keino, joka tarkoittaa rakennusten ja taideteosten suojaamista tuhoutumiselta ja niihin tulleiden vikojen korjaamista.

#### **Rekonstruktio**

Kadonneen tai muuttuneen rakennuksen tai rakennusosan uudelleen rakentaminen tutkimuksen kautta tunnettuun entiseen muotoonsa. Tilanteesta riippuen rekonstruktio voidaan tehdä alkuperäisellä rakennustavalla tai palauttaa vain muoto uutta rakennustekniikkaa käyttäen.

#### **Modernisointi**

Rakennusta modernisoidaan kun esim. sen käyttötarkoitusta muutetaan tai talotekniikkaa uusitaan. Modernisointi voi sisältyä restaurointiin konservoivien ja rekonstruoivien toimien rinnalla.

#### **Rakennussuojelu**

Rakennussuojelu on termi, jolla tarkoitetaan kaikkia yleisiä toimia, hallintoa, lainsäädäntöä ja muita yhteiskunnallisia toimia, joilla on tarkoitus turvata rakennusperinnön säilyminen tuleville polville.

#### **Rakennushistoriaselvitys (RHS)**

Rakennuksen (tai puiston, kaupunkitilan, yms.) historiasta ja nykytilanteesta tehty tutkimus, joka on edellytys arvokohteen korjaussuunnittelulle. Muoto vaihtelee mutta yleensä RHS koostuu olemassa olevan inventoinnista ja historiaosasta.

#### **Saneeraus**

"Epäterveiden ilmiöiden poistamista tai korvaamista terveillä". Sanan käyttö ei ole suositeltavaa arvorakennusten korjaamisen yhteydessä.

#### **Remontti**

Yleiskielinen rakennusalan slangisana, joka juurtuu ranskankielisestä verbistä "remonter", palauttaa ratsun selkään.

#### **Tyylirestaurointi**

Tyylirestaurointi on 1800-luvun alkupuolella yleistynyt rakennusmuistomerkkien kunnostuksen suuntaus. Restauraoinnin tavoitteena oli jälleenrakentaa rakennusmuistomerkki, linna, kirkko tms. tyylin mukaiseksi ottamatta huomioon käsiteltävän kohteen yksilöllistä historiaa.



## **Venetsian julistus**

1964 kokoontuneen toisen historiallisia monumentteja käsitelleen arkkitehtien ja teknisten asiantuntijoiden kansainvälisen kongressin julistus säilyttämis-, restaurointi ja kausustoiminnasta. Sisältää osin jo vanhentuneet periaatteet muistomerkkien säilyttämiselle ja korjaamiselle.

## **Entistäminen**

Valtion rakennussuojelukomitea kehitti alan keskeisille käsitteille 1970-luvulla suomenkielistä termistöä; restaurointi oli komitean mietinnössä korvattu termillä entistäminen. Tuossa mietinnössä entistämällä tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla rakennusten kaikkia käyttöarvoja kehitetään, mutta kulttuurihistoriallisten käyttöarvojen ylläpitämiseen ja palauttamiseen kiinnitetään enemmän huomiota kuin normaalin kunnostus- ja kohennuskorjaustoiminnan yhteydessä (Rakennussuojelukomitean mietintö 1974).

Korjausrakentamissanaston lähteinä on käytetty Maija Kairamon lisensiaatintyötä "Restaurointitietappeja aikaraiteella. Puoli vuosisataa rakennussuojelua ja restaurointia Suomessa (2006)" sekä

Vilhelm Helanderin artikkelia "Restaurointi - rakennusperinnön vaalimisesta arvojen ja tarpeiden ristipaineessa" Rakennustaiteen seuran restaurointiteemanumerossa v. 1997.

Tutkimuksen aikana ilmestyi Arkkitehtilehden numerossa 6/2006 Tommi Lindhin käsitteistöä sivuava artikkeli.



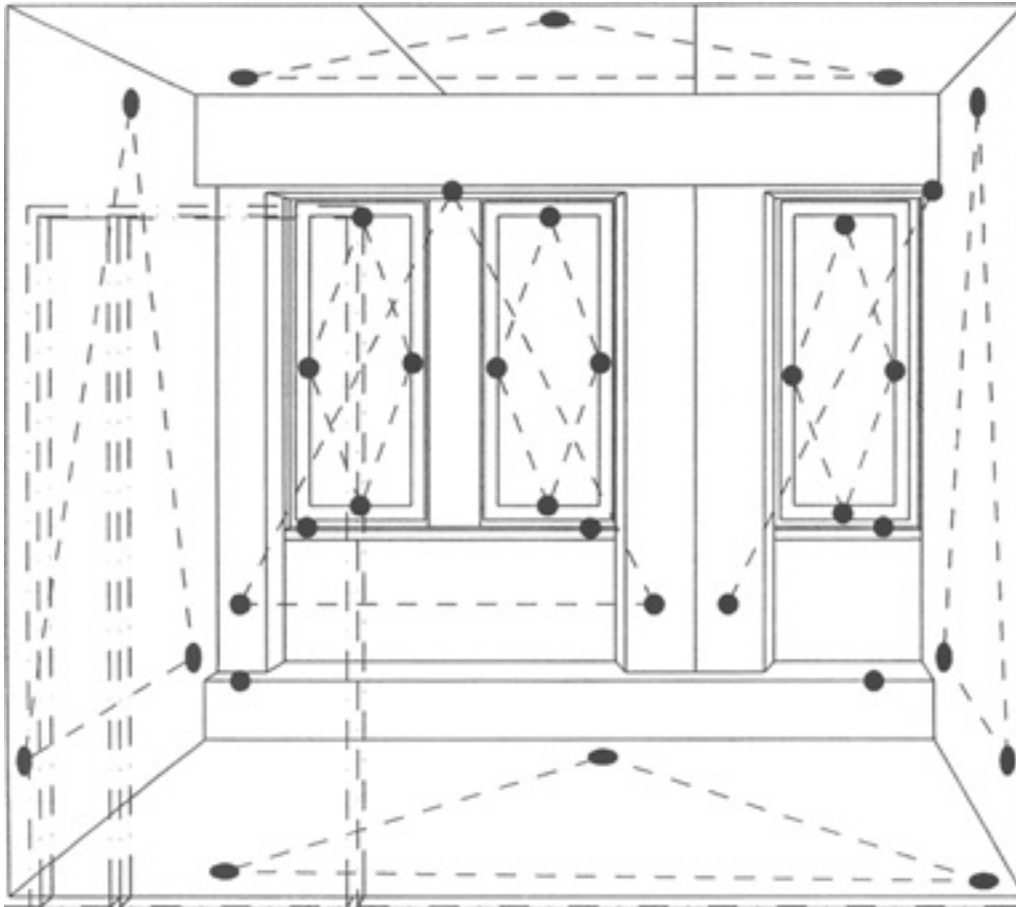
## 7.4 RAKENNUSMITTAUKSEN TEKNIKOITA

### Mittaustavat

- vanhojen suunnitelmien ja piirustusten pohjalta (mittauksia ei ole suoritettu)
- pistemittauksella (mittanauha, takymetri...)
- 3D-mittaus (laserkeilaus...)

### Takymetrimittaus I. laser-etäisyysmittaus

*Kuva. Kaaviokuva eräästä pistemäisen mittauksen mittausohjeesta. Tasopinnat mitataan kolmella pisteellä, joiden avulla tasopinta teoriassa määrittyy.*

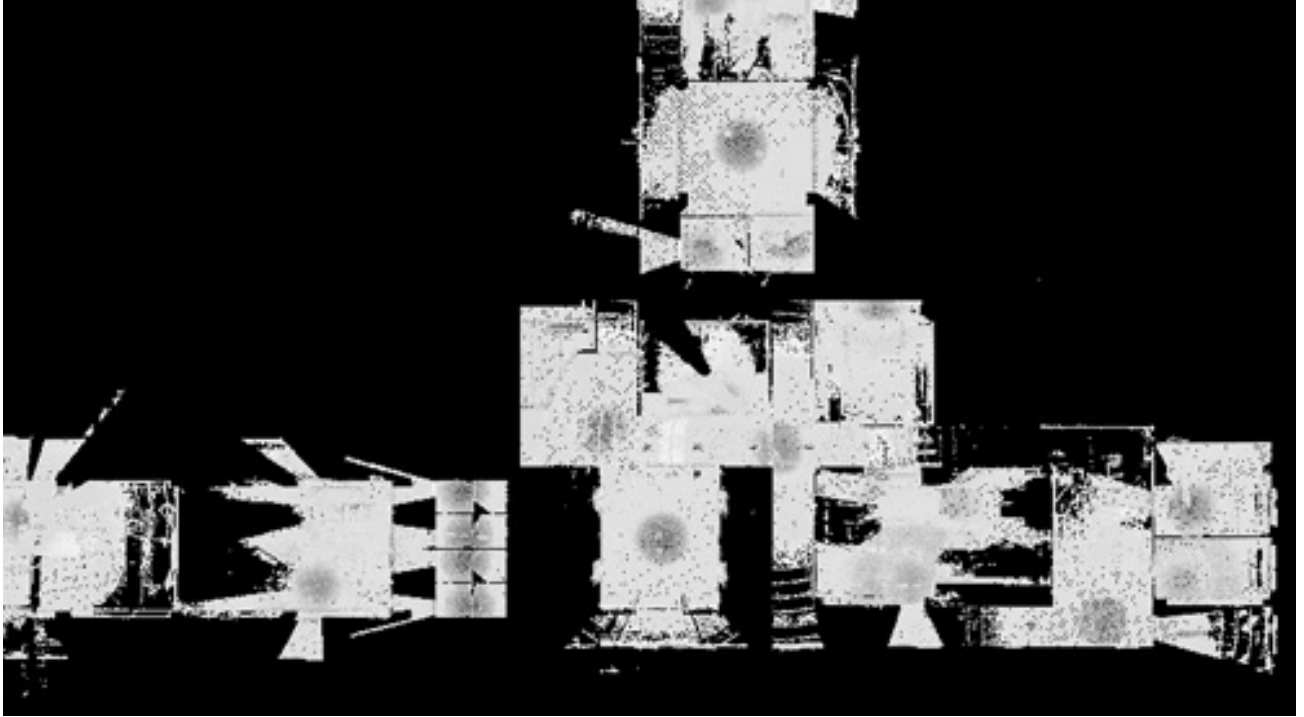






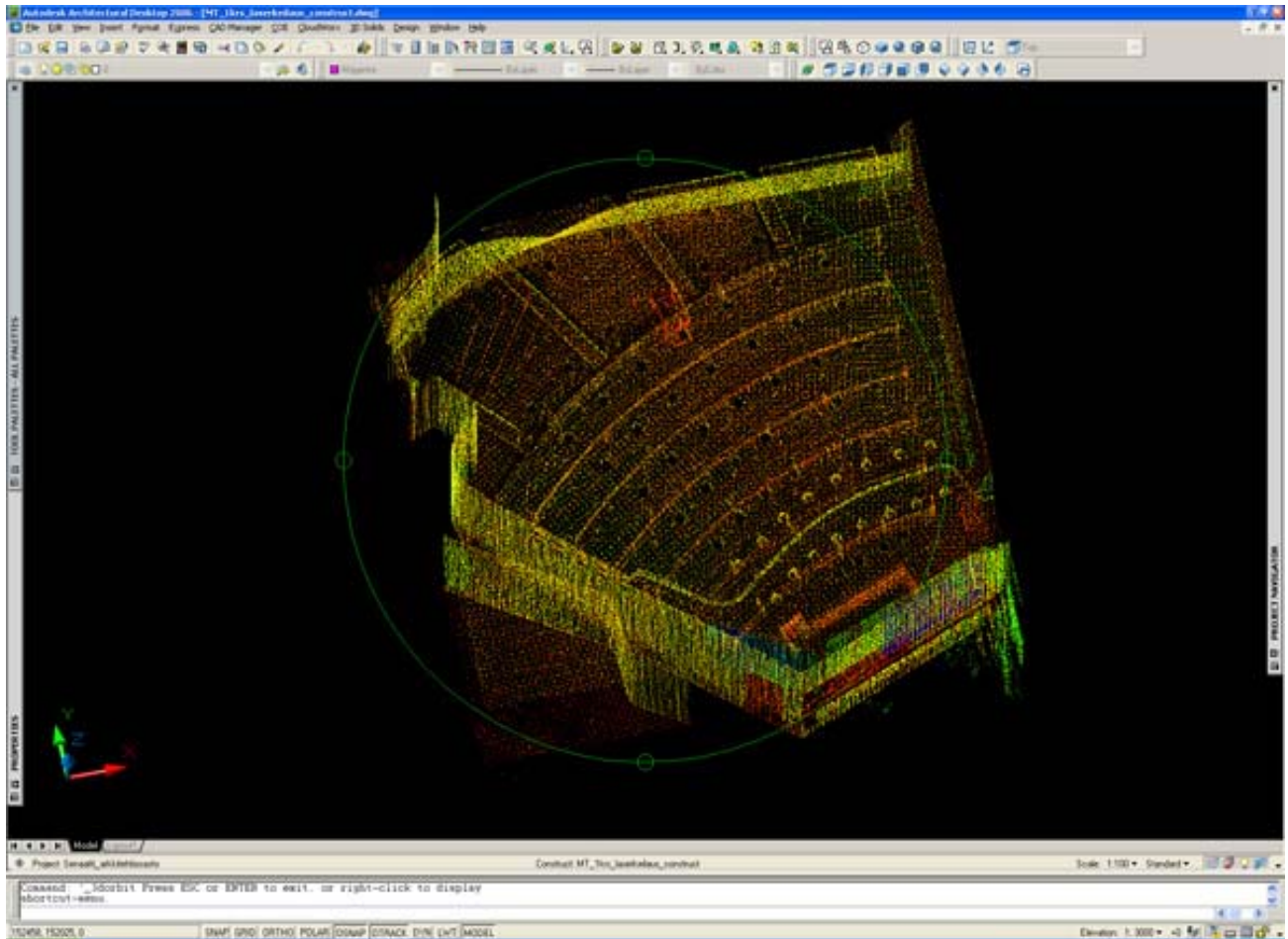
## Laserkeilaus I. pistepilviskannaus

*Kuva. Osa 3-ulotteisen laserkeilauksen tuloksista pohjapiirustusprojektiolle projisoituna. Lasermittalaitteen paikat näkyvät selvästi huoneiden keskellä olevina ympyröinä ja ovi- ja ikkuna-aukoista ulos "suihkunneet" mittasäteet keilamaisina viuhkoina.*





Kuva. Osa pistepilvimittauksen tuloksista arkkitehtiosaston ison luentosalin kohdalta. 3-ulotteisen malliavaruuden mittauspisteitä voidaan tarkastella CAD-järjestelmällä eri katselukulmista ja mittauspisteiden perusteella voidaan rakentaa CAD-järjestelmään 3-ulotteisia komponentteja, eli nk. geometriamalli.



## Rakennusmittausten ja mallinnusten tarkkuus

Vanha rakennus voidaan mitata monella tavalla. 3D-mallikin voidaan rakentaa esim. karkeaksi orientaatiomalliksi tai yksityiskohtaiseksi interiöörimalliksi kaikkine hienouksineen. Riippuu miten vanhan rakennuksen ominaisuudet ovat on mallinnettu.

- Karkea malli
- Orientaatiomalli
- Interiöörimalli
- Tarkemittaukset & mallinnus

Korjaussuunnittelijan näkökulmasta tärkeät tarkemittauspaikat ovat yleensä:

- detaljit
- arvokkaat interiöörit
- talotekniikan pullonkaulat

## Mittaustiedon dokumentointi

- 2D-Cad-piirustukset
- Mallintaminen
- Mittaustiedon mallintamistarkkuus



## **Mittapiirustuksista tuotemallipohjaiseen mittatiedon dokumentointiin**

Perinteisellä takymetrimittausmenetelmällä ja 2d-mittauspiirustuksilla tehtynä rakennuksen mittaus ja dokumentointi riittävällä tarkkuudella on erittäin suuritöinen tehtävä. Käytännössä tällä perinteisellä menetelmällä tehtynä mittauksista jää aina osa tarpeellisista tiedoista dokumentoimatta.

Laserkeilaamalla rakennuksesta tuotetaan mittatarkka kolmiulotteinen pisteistä muodostunut pistepilvimalli.

Pistepilvimallia voidaan tarkastella 2- ja 3-ulotteisesti. Pistepilvimalli voidaan tuoda cad-ohjelmistoihin ja sen avulla voidaan mallintaa rakennus halutulla tarkkuudella.

### **Mittauksen ja mallintamisen sisällön ja tarkkuuden määrittely.**

Ennen mittaukseen ryhtymistä tulee huolellisesti määritellä mitä tarkoitusta varten mittaus tehdään. Määriteltäviä asioita:

- Sallitut toleranssit, esim. miten mallinnetaan rakennusosien vinoudet. Rakennukset eivät käytännössä koskaan ole suorakulmaisessa koordinaatistossa. Mallin käytettävyyden ja mallinnustyön helpottamiseksi on järkevää pyrkiä mallintamaan rakennusosat suorakulmaiseen koordinaatistoon
- Mallinnettavat rakennusosat ja alueet, ei kannata mitata asioita, joita ei mallinneta.

Mallin tietosisältö

- Pelkästään geometriatieto ei ole riittävä
- Mallintaminen vaatii asiantuntemusta