



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

Laserkeilausmittaus ja rakennuksen inventointimalli

Marko Rajala, arkkitehti SAFA
Hallituksen puheenjohtaja, Tietoa Finland Oy
marko.rajala@tietoafinland.fi

Ilmailu-, auto- ja prosessiteollisuuden jo useita vuosia käyttämä laserkeilausmittaus on viime vuosina yleistynyt myös rakennusteollisuudessa. Laserkeilausmittauksen tuottamaa pistepilveä käytetään mm. 3D-mallinnuksen lähtötietona esimerkiksi as-build- ja inventointimallien sekä kiinteistön hallinnan ja ylläpidon tarpeisiin sekä historiallisien ja arkeologisten kohteiden dokumentointiin. [8]

rinen kuvaus ei kuitenkaan ole välttämätön osa tietomallia. Tietomallipohjaisessa rakennushankkeessa käytetään useita tietomalleja, esimerkiksi arkkitehdin ja talotekniikka- sekä rakennesuunnittelijan tietomallit. Eri osapuolten tietomallit yhdistämällä (integroitu tietomalli tai yhdistelmämalli) mahdollistetaan hankekokonaisuuden tarkastelu ja analysointi. Integroitu tietomalli edellyttää avoimien standardien, esimerkiksi IFC, käyttämistä [2].

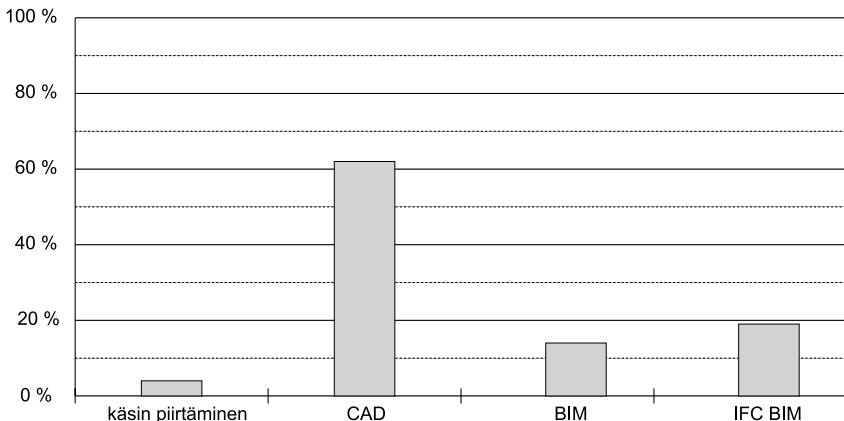
1 Yleistä

1.1 Tietomalli ja tietomallintaminen

Tietomallilla tarkoitetaan rakentamisen tiedonhallinnan viitekehystä ja toimintamallia, jossa kaikkien rakennushankkeen tietojen kokonaisvaltainen mallintaminen, käsittely ja hallinta tehdään tieto- ja informaatiotekniikan (ICT) avulla. [1] Tietomalli voi sisältää 3- tai 2-ulotteisen geometrisen kuvauksen kohteesta. Geomet-

Tietomallinnuksen tavoitteet

Rakennusprojektien tietomallinnus ei ole itseisarvo, vaan tavoitteena on suunnitelmien laadun ja osapuolien välisen tiedonsiirron parantaminen ja suunnitteluvirheiden vähentäminen sekä suunnitteluprosessin tehostaminen ja tavoitteen mukaisen lopputuloksen varmistaminen. Mallinnuksella pyritään tukemaan investointipäätöksen tekemistä vertailemalla mm. vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisujen toimivuutta ja laajuutta sekä mahdollisuuksien mukaan kustannuksia ja elinkaariominaisuuksia. Tietomallien käyttöön liittyy olennaisesti laadunvarmis-



Vuonna 2007 perinteinen CAD-piirtäminen on vallitseva suunnittelutapa reilulla 60 % osuudella. Noin 35 % suunnittelijoista ilmoittaa käyttävänsä tietomallipohjaista suunnittelua työssään. [1]

tus, mikä vaatii eri osapuolien välistä yhteistyötä. [3]

Tietomallintamisen nykytilanne

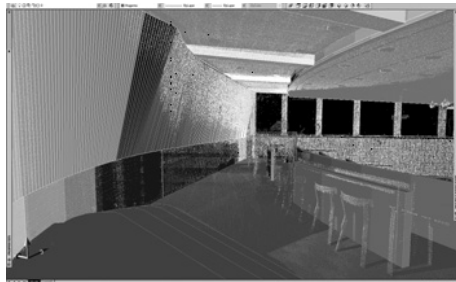
Suunnittelijoiden piirtäminen muuttui CAD-piirtämiseksi 1990-luvulla. Tällä hetkellä on käynnissä kehitys dokumenttipohjaisesta tiedonhallinnasta kohti tietomallipohjaista suunnittelua. [1]

1.2 Inventointimalli

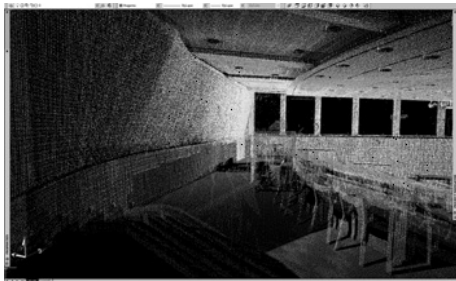
Inventointimallilla tarkoitetaan kohteen lähtötiedoista laadittua tietomallia – hankkeessa tarvittavien lähtötietojen dokumentointia hankkeen kannalta tarkoituksenmukaisessa muodossa. [1] Hankkeen lähtötietoja ovat esimerkiksi kohteen mittatiedot ja geometria, materiaalitiedot sekä tila- ja laajuustiedot.

Inventointimallilla ei välttämättä tarkoiteta 3D-mallia, vaan ylipäättään jotakin järjestelmällistä tapaa (”mallia”) inventointitietojen kokoamiseksi. Inventointimallien toteuttamiseen on olemassa erilaisia teknisiä ratkaisuja. Kohteissa joissa ei tehdä rakenteellisia muutoksia, huonekorttipohjainen ratkaisu saattaa olla käyttökelpoinen tapa tarvittavien lähtötietojen kokoamiseksi. Huonekorteista kehittyneempi tapa on geometrisen tilamallin laatiminen. Tilamallilla ei kuitenkaan voida tarkasti kuvata korjauskohteen rakenteita ja muotoja. Huonekorttien ja tilamallin lisäksi kohteesta tarvitaankin yleensä myös tarkempi geometrian kuvaus. [1]

Paras hyöty inventointimallista saadaan yleensä tekemällä kohteesta 3-ulotteinen inventointimalli, jonka pohjalta voidaan laatia luotettavimmat suunnitelmat ja varmistua suunnitelmien, esimerkiksi talotekniikan, sopimisesta olemassa oleviin rakenteisiin.



Kuvassa näkyy inventointimalli yhdessä mallinusuohjelmaan luetun laserkeilauksen pistepilven kanssa. Pistepilven avulla mallinnuksen oikeellisuus voidaan tarkastaa havainnollisesti ja luotettavasti myös geometrisesti monimuotoisissa kohteissa.



Laserkeilauksen pistepilvimalli.

Olemassa olevan tilanteen mallintaminen on Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimuksien mukaan perusedellytys tietomallipohjaiselle suunnittelulle [3].

1.3 Laserkeilausmittaus

Laserkeilaus on mittausten menetelmä, jossa lasermittaustekniikkaa ja tehokasta tietotekniikkaa käytetään hyväksi olemassa olevan ympäristön mittaamiseksi. Laserkeilaamalla voidaan nopeasti tuottaa rakennetusta ympäristöstä kolmiulotteinen, tarkka, pisteistä koostuva malli, pistepilvimalli. Pistepilvimalli voidaan lukea lisäohjelmien avulla CAD-järjestelmin tietomallintamisen lähtötiedoksi.

2 Vaatimukset, ohjeet ja tavoitteet

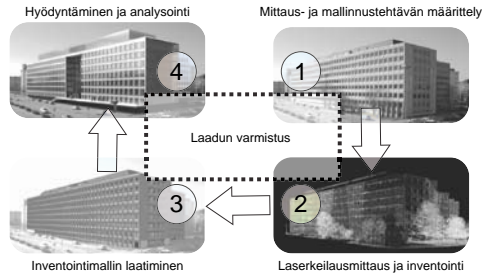
2.1 Tehtävän määrittely

Inventointimallintaminen tulisi aina aloittaa tarvekartoituksella, jossa määritellään:

- tarkoituksenmukainen mittaus- ja mallinnustarkkuus
- mitattavat ja mallinnettavat rakennusosat ja alueet
- tietosisällölliset tarpeet ja inventoinnin laajuus
- toimintaympäristöihin ja tiedonsiirtoon liittyvät vaatimukset.

Tarvekartoituksen pohjalta voidaan laatia hankkekohtaiset mittaus- ja mallintamisvaatimukset ja -ohjeet joiden avulla mahdollistetaan haluttu lopputulos.

Hyvä tavoitteidenmäärittely on välttämätöntä mittaus- ja mallinnustyön suunnittelun kannalta (esim. mittapisteyden ja tarvittavan mittatarkkuuden määrittely). Selkeä tavoitteiden määrittely vähentää väärinkäsityksien ja tarvittavien muutostöiden määrää. [8]



Inventointimallintamisen prosessi etenee määrittelystä mittauksen ja inventoinnin kautta mallinnukseen ja tietojen hyödyntämiseen. Tärkeätä on kaikissa vaiheissa tapahtuva laadun varmistus.

2.2 Mittaus- ja mallinnusvaatimukset

Mittaus- ja mallinnusvaatimuksia on erilaisia. Merkittävistä tilaajatahoista mm. Senaatti-kiinteistöt ja GSA (U.S. General Services Administration) ovat julkaisseet ohjeita ja vaatimuksia laserkeilauksesta ja inventointimallintamisesta. Ohjeet ovat ladattavissa internetistä [5]. Ne ovat organisaatiokohtaisia vaatimuksia ja ohjeita, joilla ohjataan tietomallinnusta tukemaan organisaation määriteltyä prosessia. Näitä yleisohjeita täydentämään laaditaan projektikohtaisesti, projektin tavoitteita vastaavia, yksityiskohtaisempia ohjeita ja vaatimuksia.

Keskeisimmät vaatimukset liittyvät rakennettavan tontin ja sillä olevien rakennusten mallinnukseen. Mittauksessa ja mallinnuksessa vaadittava laajuus ja tarkkuustaso ovat hankekohtaisesti päätettäviä asioita. [4]

Mallinnustyön ja mallin tulevien käyttömahdollisuuksien kannalta merkittäviä asioita ovat mallin tarkkuus, mallinnettavan alueen laajuus, mallinnettavat rakennusosat ja mallin tietosisältö. Mallin tietosisältö ja käyttötapa voivat vaihdella eri kohteiden välillä huomattavasti riippuen kohteen luonteesta. Lähtökohtaisesti inventointimalli mallinnetaan Pro IT [1] määritelmän mukaiseen alustavaan rakennusosamallintason asti.

Hankekohtaisesti voidaan mallintaa tarkemmallakin tasolla. Erityisesti arvokohteissa tarkempi mallintaminen voi olla tarkoituksenmukaista jo rakennuksen dokumentoinnin kannalta. Mallin tarkkuustaso voi myös vaihdella rakennuksen sisällä. Esimerkiksi rakennuksen osassa, jossa ei tehdä rakenteellisia muutoksia, pärjätään yleensä tilamallilla ja siihen liittyvällä huone- ja rakennusselostuksilla. Osassa rakennusta taas saatetaan tehdä rakenteellisia muutoksia ja uusia talotekniikkaa. Tällöin yksityiskohtaisempi 3-ulotteinen inventointimalli, joka mahdollistaa suunnitelmien ohjelmallisen tar-

kastuksen ja havainnollisemman visuaalisen tarkastelun, on yleensä käyttökelpoisempi. Laadittu 3-ulotteinen inventointimalli toimii myös mahdollisissa laskelmien, analyysien ja simulatioiden (esim. kustannus, energia, elinkaari ja olosuhde) pohjatietona. Mallia voidaan myös suoraan hyödyntää kohteen havainnollistamisessa visualisointikuvien, animaatioiden tai virtuaalimallien pohjatietona.

Mittaus- ja mallinnustarkkuus

Inventointimalli tulee laatia tarkoituksenmukaisella tarkkuudella. Riittääkö esimerkiksi ikkunoiden mallintamisessa pelkän aukon mallintaminen vai tarvitaanko tieto myös olemassa olevasta karmijaosta. Vanhojen rakennusten rakenteet ovat lähes aina jonkun verran vinoja tai muuten geometrisesti epämääräisiä joten pyrkiminen absoluuttiseen tarkkuuteen ei ole tarkoituksenmukaista, vaan saattaa aiheuttaa merkittävää häitettä mallin jatko-työtyönteille. Tarkat mittaustulokset tulee kuitenkin säilyttää mahdollisten jälkepäin tehtävien tarkennuksien ja tarkastuksien varalta. [4]

Tarvittavan mittaustarkkuuden määrittelyssä nyrkkisääntönä voidaan pitää suhdetta 1/2. Mittaustarkkuus tulee olla kaksinkertainen suhteessa vaadittuun mallinnustarkkuuteen. Jos vaadittu mallinnustarkkuus on 10 mm, mittaustulos tulee suorittaa 5 mm tarkkuudella. Mittaustarkkuus on riittävä käytännössä kaikilla mittausten menetelmillä, mutta pyrittävä kattavaan kaikki pinnat ja kulmat mitatuiksi, laserkeilaus on tehokas mittaustapa. Laserkeilaus mahdollistaa myös mallin täydentämisen ja tarkentamisen tarvittaessa jälkepäin ilman uusia mittauksia.

2.3 Aikataulu

Mittaus-, ja mallinnustyön tekemiseen kannattaa varata hankkeesta riippuen 2–6 kk aikaa.

Tekijä	Vaikutus	Mihin vaikuttaa
Hankkeen koko esim. mitataanko yksi rakennus vai useampia vastaavia	Toistuvuus pienentää kustannuksia ja projektin kestoa.	Vaikuttaa mallintamiseen
Vaadittu mittaus- ja mallinnustarkkuus	Korkeampi tarkkuus lisää kustannuksia ja projektin kestoa	Vaikuttaa kenttätööhön, mittausaineiston käsittelyyn ja mallintamiseen
Turvallisuusvaatimukset ja kulkeminen mittauspaikalla	Rajoitettu työskentelyaika ja kulku lisäävät kustannuksia ja projektin kestoa	Vaikuttaa kenttätööhön
Vaadittava toimitussisältö	Mallintaminen lisää kustannuksia ja projektin kestoa	Vaikuttaa jälkikäsitteilyaikaan
Toimijan taitotaso		Vaikuttaa kenttätööhön, mittausaineiston käsittelyyn ja mallintamiseen
Sääolosuhteet	Huonot sääolosuhteet saattavat estää mittauksen	Vaikuttaa kenttätööhön

Mittaus- ja inventointimallinnuksen aikatauluun ja kustannuksiin vaikuttavat useat tekijät, ohessa on taulukko GSA:n tekemistä havainnoista. [8]

2.4 Tarjouspyyntö

Hyvän tarjouspyynnön tulisi sisältää [8]

- valokuvia mitattavista tiloista
- kaikkien mitattavien tilojen määrittely esim. piirustuksien avulla (mm. pohjapiirustukset ja mitattavat alakatot)
- eri tarkkuudella tehtävien alueiden erittely, jos mittaus- tai mallinnustarkkuus ei ole sama kaikissa tiloissa
- tilojen lukumäärä ja pinta-alat (myös ullakko- ja kellaritilojen osalta).

Mitattavat ja mallinnettavat yksityiskohdat tulee määrittellä tarkasti, esimerkiksi julkisivudekaljit tai kivijaot ym. Määrittelyyn tulisi liittää valokuvia yksityiskohdista. Näillä alueilla vaadittava tarkkuustaso on yleensä suurempi kuin muualla ja pidentää näin ollen mittaus- ja mallinnusaikaa ja lisää kustannuksia. Mahdollisuus tutustua kohteeseen paikanpäällä auttaa tarkemman tarjouksen tekemisessä. [8]

Työn tekemiseen vaikuttavat olosuhteet ja vaatimukset tulee osoittaa selkeästi tehtävän määrittelyssä. Niitä ovat [8]:

- vaadittavat turvallisuustarkastukset
- turvallisuushenkilökunnan läsnäolovaatimus
- haittaava kasvillisuus tai ahtaat tilat
- rajoitettu pääsy mittausalueelle
- rajoitetut työskentelyajat kohteessa.

2.5 Inventointimallinnus

3-ulotteinen inventointimalli voidaan tehdä erilaisien lähtötietojen pohjalta, esimerkiksi tarke-

mittauksilla täydennettyjen vanhojen suunnitelmien pohjalta tai kattavan 3-ulotteisen mittauksen perusteella. Tällöin on kuitenkin otettava huomioon, että piirustuksien pohjalta laadittu malli ei vastaa todellista tilannetta, vaan suunnitelmia. Kattavaa (esim. ikkunaviisteet ja patterisyvennykset) ja kaikilta osin luotettavaa mallia tavoiteltaessa mittaukset tulee tehdä kaikilta pinnoilta. Laserkeilaus on silloin nopea ja kilpailukykyinen menetelmä, koska perinteisillä mittausmenetelmillä kattavan mittauksen aikaansaaminen on erittäin työlästä.

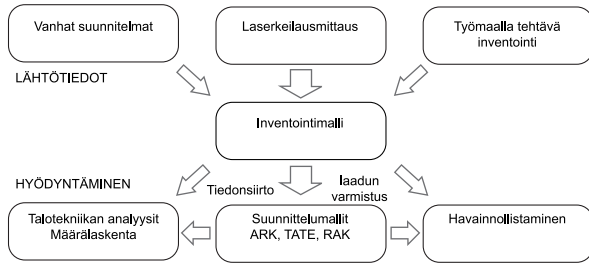
Käytetyt mallinnustavat tulee kuvata tietomalliselostuksessa.

Inventointimallin sisältö

Mallin hyödyntämisen kannalta oleellinen osa on tilojen mallintaminen. Tilat mallinnetaan tilaobjekteina ja niihin liitetään tarvittavat tilatiedot: yleensä ainakin tilatunnus, tilan nimi, ja tilan pinta-ala mallista laskettuna. Tiloja voidaan käyttää myös laajemman inventointitiedon keräämiseen esimerkiksi huonetilainventointiin tai tilojen luokitteluun ja jaotteluun.

Kaikista rakennusosista tulee ilmetä minkä tyyppisestä rakennusosasta on kyse. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että rakennusosien mallintamisessa käytetään kyseisen rakennusosan mallintamiseen tarkoitettua työkalua. Esimerkiksi seinät mallinnetaan seinätyökallulla. Lisäksi seinistä tulee ilmetä ovatko ne kantavia vai kevyitä rakenteita.

Mallinnuksessa tulee dokumentoida tieto mitatuista ja mahdollisesti esimerkiksi suunnitelmien pohjalta mallinnetuista osista. Tieto voidaan osoittaa esimerkiksi seliteteksteillä, rakennetyypin nimellä, attribuuttitietona mallin osissa ja/tai kuvatasoilla. Ongelmaksi saattaa tulla osittain mitattujen esimerkiksi laattojen tai sei-



Inventointimallin geometria luodaan laserkeilausmittauksen pistepilven pohjalta. Malliin syötettävä tietosisältö kerätään olemassa olevista asiakirjoista ja työmaalla tehtävän inventoinnin avulla. Inventointimalli siirretään suunnittelun, analyysien ja havainnollistamisen lähitietedoksi IFC-tiedostona ja/tai mallinnohjelman natiiviformaatissa. Ennen tiedonsiirtoa on tärkeää tarkistaa mallin tekninen ja sisällöllinen oikeellisuus.

nien mittaamattomien kohtien määrittelymallissa.

Jaottelu ja kuvatason käyttö

Kuvatason käyttö mallinnuksessa ei ole välttämätöntä, koska mallin luokittelu ja jaottelu voidaan tehdä myös muilla tavoilla. Kaikissa mallinnohjelmissa ei edes ole käytössä kuvatason. Malli tulee kuitenkin järjestää rakennusosien ja niiden statuksen, esimerkiksi purettavat ja säilytettävät rakenteet, mukaan loogisesti. Mallista mahdollisesti tuotettavien 2D-piirustusten osalta kuvatason tulee käyttää.

Rakennusosien tietosisältö

Inventointimallissa olevat rakennusosat ja tilat on mallinnettava siten, että niiden sijainti (rakennus ja kerros) ilmenevät mallista. Rakennusosiin merkitään sovitussa laajuudessa käytetyt rakennusmateriaalit.

Alueosat

Säilytettävät tai muuten suunnitteluprosessiin vaikuttavat alueosat ja ominaisuudet on suositeltavaa sisällyttää tontin malliin. Yleensä riittää, että alueosista on mallinnettu geometria siten, että siitä selviää sijainti ja tyyppi.

- Päälysteiden ja kasvillisuuden mallinnus on yleensä tarpeen niiltä osin, kuin ne vaikuttavat suunnitteluun. Esimerkiksi säilytettävien puiden sijainti on usein tarpeellinen tieto.
- Aluevarusteiden (talo-, oleskelu- ja leikkivaruusteet) mallintaminen ei yleensä ole tarpeen.
- Alierakenteiden (pihavarastot, katokset, terrassit, tukimuurit, aidat ja muurit, kanaalit ja erityiskivut, altaat, ajoluiskat ja portaat perustuksineen, pintarakenteineen ja eristeineen) mallintaminen ei yleensä ole tarpeen.

Talo-osat

Kantavat rakenteet, pilarit, palkit, laatat ja kantavat seinät, mallinnetaan. Usein palkit ja ainakin osa laattojen alapinnoista ovat alakattojen peittäminä eikä niitä siten voida mitata rakenteita avaamalla. Tällaisissa tilanteissa piilossa olevat rakenteet voidaan mallintaa vanhojen suunnitelmien pohjalta tai jättää kokonaan mallintamatta. Purkutöiden jälkeen voidaan tehdä täydennysmittauksia, joiden pohjalta malli saadaan täydennettyä ja/tai tarkistettua mittatarkaksi. Kantavia rakenteita mallinnettaessa tulee dokumentoida tieto siitä miten rakenteen kantavuus on määritelty. Onko se arvio vai esimerkiksi suunnitelmien pohjalta määritelty tieto.

- Perustusten mallintamista ei yleensä vaadita sisällytettäväksi inventointimalliin. Niitä ei yleensä päästä myöskään mittaamaan. Jos perustukset halutaan mallinnettaviksi, rakennesuunnittelija voi toimia mallinnustyön ohjaajana. Perustuksien mallintaminen voisikin olla luontevimmin rakennesuunnittelijan tehtävä.
- Alapohjat sisällytetään inventointimalliin. Alapohjista saadaan yleensä rakenteita avaamalla mitattua vain laatan pinta. Tieto laatan paksuudesta ja rakenteista kerätään suunnitelmista. Laatat mallinnetaan yleensä yksirakenteisina.
- Runko mallinnetaan ainakin näkyviltä osin.
- Väli- ja yläpohjat mallinnetaan laattoina. Väli- ja yläpohjalaatan paksuus määräytyy ylempään kerroksen lattiapinnan ja alemman kerroksen kattopinnan mukaan. Tarkempaa tietoa laatan paksuudesta ei saada ilman lisätutkimuksia. Rakenteen paksuuden määrittelyn apuna voidaan tarvittaessa käyttää olemassa olevia rakennesuunnitelmia. Laatat mallinnetaan yleensä yksirakenteisina.

- Runkoportaat mallinnetaan. Portaat mallinnetaan ensisijaisesti mallinnusohjelmiston porrastyökäluulla. Varsinkin vanhemmissa rakennuksissa portaissa on useasti epäsuorallisuksia, joita on vaikeaa tai mahdotonta mallintaa porrastyökäluilla. Tällöin voidaan käyttää korvaavia mallinnustapoja.
- Julkisivut, julkisivun koristeaiheet ja julkisivuvarusteet mallinnetaan sovitulla tarkkuudella. Ulkoikkunat ja -ovet mallinnetaan joko asennusaukkoina tai karmeineen ja puitteineen. Julkisivun aukkojen reunamuodot, ikkunapenkit ym. detaljit voidaan mallintaa projektikohtaisesti määriteltävällä tarkkuudella. Julkisivujen materiaalitieto liitetään malliin. Erityisesti julkisivujen yksityiskohtien ja koristeaiheiden mallinnustarkkuuden määrittely on merkittävää mallinnus- ja mitaustyön kannalta.
- Ulkotasot, rakennukseen kiinteästi liittyvät parvekkeet, katokset ja terassit mallinnetaan sovitulla tarkkuudella.
- Vesikatot eivät ole yleensä välttämättömiä mallinnettavia. Kuitenkin haluttaessa tehdä mallin pohjalta visualisointeja tai julkisivu- ja leikkauspiirustuksia vähintään vesikaton pinta tulee mallintaa. Vesikattorakenteiden mallintaminen on tarpeen esimerkiksi sovittamassa uutta talotekniikkaa tai IV-konehuoneita vanhoihin rakenteisiin. Räystäsrakenteet, vesikattovarusteet, lasikattorakenteet, katkoikkunat ja -luukut mallinnetaan tarpeen mukaan projektikohtaisesti määriteltävällä tarkkuudella.

Tilaosat

- Kevyet väliseinät mallinnetaan jos ne ovat suunnittelun, purku-urakan tai määrälaskennan kannalta tarpeellisia. Vähintään eri tilatyypin väliset seinät on suositeltavaa sisällyttää inventointimalliin.
- Ikkunat ja ovet mallinnetaan sovitulla tarkkuudella niiltä osin, kuin kevyet väliseinät mallinnetaan. Esimerkiksi ikkunoista mallinnetaan vain aukot tai myös karmit ja puitteet.
- Tilaportaat ja tilakaiteet mallinnetaan sovitussa laajuudessa.
- Tilapintoja ei yleensä mallinnetta. Jos alakatto tai asennuslattioita tullaan säilyttämään, on niiden mallintaminen perusteltua. Näin saadaan malliin tieto esimerkiksi alakaton yläpuolelle jäävästä asennustilasta. Tässä täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että ilman alakattojen avaamista alakaton yläpuolisesta rakenteesta ei saada mittatietoja, asennustilan koko on siten osittain oletettu.
- Tilavarusteita ei yleensä mallinnetta. Tieto varusteista voidaan tarvittaessa liittää tilaobjektiin esimerkiksi attribuuttitietona.
- Muut tilaosat mallinnetaan vain erikseen sovitussa.

- Kalusteet ja laitteet mallinnetaan ja inventoidaan tarpeen mukaan.

Talotekniikkaosast

Talotekniikkaosien mallinnusta ei yleensä vaadita. Saattaa kuitenkin olla tarpeen sisällyttää inventointimalliin tieto vesikalusteiden, valaisimien ja lattiakeivojen sijainnista ja näkyvissä olevien LVI-järjestelmien tilavarauksesta. Tarve riippuu tehtävän korjauksen laajuudesta ja luonteesta. Esimerkiksi mitä järjestelmiä tullaan säilyttämään ja mitä puretaan.

2.6 Laserkeilausmittaus

Laserkeilausmittaus perustuu laserkeilaimen lähettämän lasersäteen takaisin heijastumiseen. Keilain tallentaa takaisin heijastuvan lasersäteen etäisyyden, suuntakulman ja takaisinheijastumisvoimakkuuden.

Laserkeilaamalla voidaan mitata tyypillisesti tuhansia tai useampia mittapisteitä sekunnissa. Mittaukset voidaan tehdä ilman fyysistä kontaktia mitattavaan kohteeseen. Mittausmenetelmä ei myöskään aseta erityisiä vaatimuksia pintamateriaaleille lukuun ottamatta kiiltäviä tai voimakkaasti heijastavia pintoja, kuten peilejä, jotka ovat ongelmallisia. Laserkeilaimien mittauskantama vaihtelee alle 10 metristä yli kilometriin, tarkkuustoleranssi on alle millimetristä muutamaan senttimetriin. [8]

Laserkeilaus voidaan suorittaa normaalitiloissa yleensä olosuhteista riippumatta. Huomattava ääniä, pöly, vesihöyry tai sade voi kuitenkin estää laserkeilauksen käytön.

Jokainen yksittäinen laserkeilaus tuottaa pistepilven. Pistepilvi on suuresta määrästä, jopa miljoonista pisteistä, koostuva 3D-malli. Yksittäiset mittaukset sidotaan samaan koordinaatistoon rekisteröimällä.

Laserkeilaus vs. muut mittausmenetelmät

Päätös laserkeilauksen käytöstä voidaan tehdä eri perusteilla. Yksi merkittävä asia on hinta, päätöksen ei tulisi kuitenkaan perustua pelkästään hintaan. Yksinkertaisissakin tehtävissä, vaikka vaihtoehtoinen mittausmenetelmä olisi edullisempi, saattaa laserkeilaus olla kokonaisuuden kannalta kannattava vaihtoehto kun otetaan huomioon mittauksen jatkokäytömahdollisuudet ja kannattavuus. [8]

Laserkeilaus on käyttökelpoinen menetelmä jos [8]:

- halutaan korkeaa detaljitasetta monimutkaisesta kohteesta
- muilla menetelmillä mittaus joudutaan suorittamaan vaarallisissa olosuhteissa
- mitattavat alueet ovat luoksepääsemättömissä paikoissa.

2.7 Laadunvarmistus

Tietomallien laadunvarmistuksen keskeiset tavoitteet ovat suunnitelmien laadun ja osapuolien välisen tiedonsiirron parantaminen sekä sitä kautta suunnitteluprosessin tehostaminen. [9]

Perinteinen suunnitteluprosessi tarkastaa systemaattisesti 5–10 % suunnitelmatiedoista, kun tietomallin avulla on mahdollisuus tarkastaa ja analysoida systemaattisesti arviolta 40–60 % suunnitelmatiedoista. [9]

Tietomallipohjaisessa prosessissa eräs keskeisistä tavoitteista on havaita ongelmat mahdollisimman aikaisin ja korjata ristiriidat ja puutteet ennen kuin ne muodostuvat ongelmiksi. Osa asioista, kuten rakennusosien päällekkäisyydet, on helppo tarkastaa ja todeta niiden aiheuttamat ongelmat. [9]

Tietomallin julkaisu

Tietomallin julkaisun kannalta on olennaista että se suoritetaan hallitusti. Julkaisuajankohdan määrittelee projektin aikataulu. Tietomallin julkaiseminen edellyttää erillistä päätöstä, joka sisältää julkaistavan mallin käyttötarkoituksen ja vaaditun tietosisällön. Julkaisupäätöstä seuraa julkaistavan materiaalin valmisteleminen julkaisua varten. Julkaistava materiaali sisältää yleensä tietomallin, tietomalliselostuksen ja mahdollisesti muuta materiaalia, esimerkiksi piirustuksia. Malli tarkistetaan teknisesti tietomallivaatimuksien mukaisesti. Teknisen tarkastuksen apuna voidaan käyttää erilaisia mallin-tarkistusohjelmistoja. [3]

Laadunvarmistusprosessi

Laadunvarmistusprosessi on kaksiosainen sisältäen mallin tuottajan oman ja tilaajan tekemän laadunvarmistuksen.

Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimuksien mukainen tarkastusprosessin kulku [9]:

Mallin tuottajan tehtävät

- alkuperäismallin tarkistus
- alkuperäismallista tehdään IFC-malli, joka tarkastetaan. Mahdolliset virheet korjataan alkuperäismalliin ja tehdään tarkastukset uudestaan. Mallin tarkistuksesta laaditaan raportti, joka toimitetaan yhdessä mallin kanssa tilaajalle.

Tilaajan tehtävät

- IFC-mallin tarkastus, jossa mahdollisesti havaitut ongelmat raportoidaan mallin tuottajalle, joka tekee korjaukset alkuperäismalliin.

Tarkastuksien ja korjauksien jälkeen malli voidaan julkaista hyväksyttyinä. Myös mallista mahdollisesti tuotettavat dokumentit tarkistetaan ennen niiden julkaisua. Havaitut puutteet korjataan alkuperäismalliin.

Tietomalliselostus

Tietomalliselostus on dokumentaatio mallin tilanteesta. Sen tarkoitus on välittää muille projektin osapuolille tietoa siitä, mihin tarkoitukseen malli on julkaistu ja mikä on sen tarkkuusaste. Tietomalliselostuksessa tulee kuvata puutteet ja keskeneräisyydet suhteessa kyseisen vaiheen vaatimuksiin ja muut mallin käyttöön ja luotettavuuteen vaikuttavat oleelliset asiat. [3]

Tarkastukset ja analyysit

Tietomallien laadunvarmistuksessa käytetään kahta päämenetelmää tarkastamista ja analyysiä. [9]

Tarkastaminen on menetelmä, jossa tietomallissa olevan tiedon oikeellisuus tarkastetaan sellaisenaan. Jotta tiedon oikeellisuus voidaan selvittää, on ”tietoa” voitava verrata tai mitata johonkin referenssitietoon. Tarkastuksen yksi muoto on visuaalinen tarkastus. Se tehdään vertaamalla tietomallissa näkyviä kappaleita katsojan käsitykseen ”oikeasta”. Tämä tarkastusmuoto on toisaalta helposti omaksuttava ja usein tehokas, mutta altis inhimillisille virheille ja edellyttää huolellisuutta kattavan tarkastuksen tekemiseksi. Lisäksi menetelmällä on vaikea käsitellä numerotietoja tai suurempia tietomääriä. [9]

Analyysi tuottaa tietomallista jalostettua tietoa, jota on helpompi tulkita ja sitä kautta arvioida tiedon laatua ja oikeellisuutta. Analyysi on yleensä järkevää tehdä, kun tarkastustehtävät on ensin käyty läpi. Näin analyysi antaa luotettavimmat tulokset. Analyysissä pyritään usein hahmottamaan kokonaisuuksia ja käsitellään rakennuksen tietoja tietystä näkökulmasta kokonaisuudessaan. [9]

Seuraavassa on käyty läpi erilaisia tietomallille tehtäviä tarkastuksia ja analyysyjä.

Tietosisällön oikeellisuus

Tietosisällön oikeellisuuden tarkastamisessa verrataan mallin komponenttien luokittelun ja tyypityksen vastaavuutta tietomallivaatimukseen ja ohjeisiin. Tarkastus voidaan tehdä ohjelmallisesti.

Törmäystarkastukset ja komponenttien päällekkäisyydet

Törmäystarkastuksilla varmistetaan, ettei tietomallissa ole osittain tai kokonaan päällekkäisiä komponentteja. Päällekkäisyydet aiheuttavat virheitä mm. määrälaskennassa. Tarkastukset voidaan tehdä ohjelmallisesti mutta niiden tuloksien tulkinta vaatii asiantuntijaa virheiden vakavuuden määrittelemiseksi. Tietomalleissa on käytännössä aina pieniä virheitä, jotka eivät kuitenkaan aiheuta ongelmia.

Mittatarkkuuden tarkastaminen

Inventointimallin mittatarkkuuden vaatimuksiensa mukaisuus tarkastetaan vertaamalla mitattua kohdetta ja mallia toisiinsa. Käytetystä mittausmenetelmästä riippuen tarkastukset voidaan tehdä eri tavoilla:

- visuaalinen tarkastus (mallia verrataan silmä-määräisesti esim. kohteesta otettuihin valokuviiin)
- mittatarkastukset (mittausaineistoa ja mallista otettuja mittoja verrataan toisiinsa)
- laserkeilauksen pistepilvimallin ja inventointimallin yhdistäminen (pistepilvimalli ja inventointimalli luetaan yhtä aikaa tarkastusohjelmaan ja niiden vastaavuus tarkistetaan visuaalisesti)
- törmäystarkastukset (yhdistetyn pistepilvimallin ja inventointimallin vastaavuus tarkastetaan ohjelmallisesti).

Perinteisillä mittausmenetelmien pohjalta laadittujen mallien tarkastamisessa voidaan käyttää tehokkaasti vain kahta ensimmäistä tarkastusmenetelmää.

3 Yhteenveto

3.1 Hyödyt ja mahdollisuudet

Laserkeilauksen suurin etu on mahdollisuus mitata ja dokumentoida olemassa oleva kohde kattavammin ja tarkemmin kuin manuaalisilla menetelmillä. [8]

Muita mahdollisia laserkeilauksen ja inventointimallinnuksen hyötyjä ovat [8]:

- parempi tarkkuus ja pienempi hajonta suunnittelu- ja urakkatarjoksissa
- parantunut reagoivuus projektimuutoksiin
- virheiden ja muutostöiden väheneminen
- lyhyempi rakennus- ja suunnittelu-aika
- työntekijöiden parantunut turvallisuus
- laadun varmistus
- havainnollistaminen.

Tietomallipohjainen laadunvarmistusprosessi, tietomallin tarkastukset ja analysoinnit, antavat rakennuksen tiedoista paremman kokonaiskuvan jo varhaisessa vaiheessa. Jo pelkästään tietomallin visuaalinen tarkastelu helpottaa kokonaiskuvan saamista hankkeesta, tarkemmista analyyseistä puhumattakaan. [9]

Havainnollistaminen

Inventointimallia voidaan havainnollistaa suoraan tai suunnitelmilla täydennettynä esimerkiksi [6]:

- tilojen käyttöä ja keskinäisiä yhteyksiä
- esteettömyyttä
- valaistusta
- määräystenmukaisuutta

- turvallisuutta (paloturvallisuus, poistumisreitit, valvontakameroiden kattavuus)
- sisäilmaolosuhteita
- ilmajärjelmä.

Inventointimallille asetetut vaatimukset havainnollistamisessa tulevat selkeästi esille arvokohdeissa, joissa olemassa olevaa rakennetta ja suunnitelmien yhteensovittamista voidaan havainnollistaa yhdistämällä suunnittelu- ja inventointimallit visualisoinnin pohjaksi.

Inventointimallia voidaan käyttää luontevasti olemassa olevan tilanteen analysoimiseen luokittelemalla ja arvottamalla rakennusosia esimerkiksi rakenteellisten tai suojellisten ominaisuuksien mukaisesti.

Inventointimalli on myös välttämätön osa tarkistettaessa ja havainnollistettaessa suunnitelmien sopivuutta olemassa olevaan rakennukseen.

Inventointimallin käyttö TATE-analyyseissä

Inventointimallista voidaan arvioida vanhojen rakenteiden soveltuvuutta uusiin vaatimuksiin nähden. Inventointimallista saadaan analyyseihin tilat ja osa rakennusosista.

Olosuhdesimulointi

Inventointimallista voidaan selvittää olemassa olevien tilojen olosuhteita nykyisellään ja arvioida niiden soveltuvuutta tulevaan käyttötarkoitukseen tai saada vaatimuksia uuden ratkaisun talotekniikalle ja rakenteille.

Energiasimulointi

Inventointimallista voidaan analysoida säilytetävän rakennuksen energiankulutusta, täyttääkö rakennus nykyvaatimukset ja saada tietoa siitä, paljonko korjauksilla on parannettava energia-tehokkuutta.

Inventointimalli täydennettynä suunnittelijoiden malleilla toimii alustana mahdollisesti myöhemmin tehtäville valaistusvisualisoinneille ja -simuloinneille ja valaistuslaskennalle sekä ympäristövaikutustarkastelulle. Ympäristövaikutusanalyysillä voidaan arvioida energiankulutusta, raaka-aineiden kulutusta, rakennuksen päästöjä ja rakennusosien käyttöikä. [7]

Lähteet

- [1] Freese S., Penttilä H., Rajala M., Arvorkennusten korjaushankkeet ja tuotemallintaminen – Case-kohteena Teknillisen korkeakoulun arkkitehtiosasto, Teknillinen korkeakoulu, arkkitehtiosasto, ArkIT-informaatiotekniikka, 2007

- [2] Kiviniemi A., Tarandi V., Karlshøj J., Bell H., Karud O., Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM, Erabuild, 2007
- [3] Tietomallivaatimukset 2007 Osa 1: Yleinen osuus, Senaatti-kiinteistöt
- [4] Tietomallivaatimukset 2007 Osa 2: Lähtötilanteen mallinnus, Senaatti-kiinteistöt
- [5] GSA:n tietomalliohjeet internetissä <http://www.gsa.gov/bim>
Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimukset <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=546>
- [6] Tietomallivaatimukset 2007 Osa 8: Mallien käyttö havainnollistamisessa, Senaatti-kiinteistöt
- [7] Tietomallivaatimukset 2007 Osa 9: Mallien käyttö TATE-analyyseissä, Senaatti-kiinteistöt
- [8] GSA BIM Guide Series 03, BIM Guide For 3D Imaging, U.S. General Services Administration, 2007
- [9] Tietomallivaatimukset 2007 Osa 6: Laadunvarmistus ja mallien yhdistäminen, Senaatti-kiinteistöt
- [10] Penttilä H., Nissinen S., Niemioja S., Tuotemallintaminen rakennushankkeessa, yleiset periaatteet, Rakennustieto Oy, Tampere, 2006.

Talotekniikkaa rakentajalle

Järvinen Hannu

Taloteknisillä töillä on suuri merkitys rakentamisessa; niiden osuus hankkeen kokonaiskustannuksista voi olla jopa yli 50%. Huolellisella suunnittelullakaan ei voida täysin välttyä yllättäviltä tilanteilta työmaalla. Lisä- ja muutostöihin sekä aikataulumuutoksiin kannattaa aina varautua. Kirjaan on koottu talotekniikkaan liittyviä toimenpiteitä ja ohjeita, joiden avulla vältetään tarpeettomilta lisä- ja muutostöiltä kirjoittajan omiin käytännön kokemuksiin perustuen. Soveltuu oppikirjaksi, ohjekirjaksi vasta-alkaville rakentajille sekä muistilistaksi kokeneemmille rakentajille ja suunnittelijoille.



Rakennustieto Oy, 2006
ISBN 951-682-784-5
53 s., 24 €

Tee tilauksesi helposti
www.rakennustieto.fi
tai soita puh. 0207 476 401

RAKENNUSTIETO