



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Rakennustekniikka

Määrälaskenta tietomallista ja sen vaatimukset

Miikka Nuutinen

Opinnäytetyö, kesäkuu 2025

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2025
Rakennustekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä
Miikka Nuutinen

Nimeke
Määrälaskenta tietomallista ja sen vaatimukset

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä tarkastellaan talonrakennusalan tietomallihankkeissa käytettäviä Yleiset tietomallivaatimukset 2012 vaatimuksia yleissuunnitteluvaiheen arkkitehdin rakennusosamallille määrälaskennan näkökulmasta. Opinnäytetyön tavoitteena on myös vertailla toteutuksessa käytettyjen tietomallipohjaiseen määrälaskentaan kykenevien ohjelmistojen tuottamaa määrätietoa ja käyttökokemusta.

YTV 2012 vaatimusten tarkastelua varten mallinnettiin opinnäytetyötä varten tietomalli ja tietomallista suoritettiin määrälaskenta kahdella eri tietomallipohjaiseen määrälaskentaan kykenevällä ohjelmistolla. Ohjelmistojen tuottamaa määrätietoa vertailtiin mallinnuksessa käytetyn arkkitehtisuunnitteluohjelmiston natiivimallin raportointiin määrätietoihin.

Arkkitehdin rakennusosamalli YTV 2012 vaatimusten mukaisesti mallinnettuna ei tuottanut ongelmia määrälaskennassa käytetyillä ohjelmistoilla. Määrälaskennalle ongelmia tuottaa tietomalli, joka ei täytä YTV 2012 vaatimuksia. Määrälaskentaan käytetyt ohjelmistot tuottivat hieman eroavia määrätietoja, johtuen mittatiedon lukemisesta eri ominaisuuskentistä. Tietomallipohjainen määrälaskenta nykyisillä ohjelmistoilla on nopeaa ja tehokasta, kun määrälaskennassa käytettävä tietomalli on YTV 2012 vaatimusten mukainen.

Kieli
suomi

Sivuja 40
Liitteet 3
Liitesivumäärä 8

Asiasanat
tietomalli, määrälaskenta, mallintaminen, rakennusala



THESIS
June 2025
Degree Programme in Construction Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author
Miikka Nuutinen

Title
Quantity Survey from Building Information Model and Its Requirements

Abstract

This thesis examines the Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV 2012) used in building information model projects, and its requirements for architect's building element model during the general design phase from the point of view of quantity calculation. The aim of the thesis was also to compare the quantity data produced by software capable of quantity calculation from information models and their user experience.

For the review of the requirements of YTV 2012, information model was modelled for the thesis and a quantity survey from the model was performed using two different software capable of information model based quantity calculation. The quantity data produced by the software was compared to the quantity data reported by the native model of the architectural design software used in the modelling.

If modelled according to the requirements of YTV 2012, the information model did not cause any problems with the software used in quantity calculation. Programs used for quantity calculation produced slightly different measurement data, due to reading the measurement data from different information fields. Information model based quantity calculation with current software is fast and efficient when the information model used in quantity calculation is in accordance with the requirements of YTV 2012.

Language
Finnish

Pages 40
Appendices 3
Pages of Appendices 8

Keywords
information model, quantity surveying, modelling, construction industry

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Tavoitteet ja menetelmät	6
2.1	Tavoitteet.....	6
2.2	Menetelmät.....	6
3	Rakennusosalaskelma.....	7
3.1	Rakennusosalaskelma.....	7
3.2	Määrälaskenta	7
4	Tietomallinnuksen vaatimukset.....	8
4.1	Tietomallintaminen.....	8
4.2	Rakentamislain vaatimukset tietomallinnukselle	10
4.3	Yleiset tietomallivaatimukset 2012.....	11
4.3.1	YTV 2012 Osa 1. Yleinen osuus.....	11
4.3.2	YTV 2012 Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu	12
4.3.3	YTV 2012 Osa 6. Laadunvarmistus	14
4.3.4	YTV 2012 Osa 7. Määrälaskenta.....	15
5	Tietomallipohjaiset määrälaskentaohjelmat	19
5.1	Solibri Office	19
5.2	Admicom BIM3	20
6	Vertailun toteutus.....	22
6.1	Rakennuksen tietomallinnus.....	22
6.2	Tietomallin sääntöpohjainen laadunvarmistus	23
6.3	Määrälaskennan suorittaminen.....	24
6.3.1	Admicom BIM3	24
6.3.2	Solibri Office	26
6.3.3	Autodesk Revit	26
7	Tulokset.....	27
7.1	Määrätiedon vertailu	27
7.2	Johtopäätökset	28
7.3	Luotettavuus	29
8	Pohdinta	29

Liitteet

Liite 1	Tietomalliselostus vertailukohteen mallista
Liite 2	Tietomallin sääntöpohjaisen tarkastuksen raportti
Liite 3	Määrätietoikkunat eri ohjelmistoissa

Käsitteitä

Rakennuksen tietomalli

Koneluettavassa tietomallimuodossa esitetynä rakennuskohteeseen liittyvät tiedot sekä sen geometriaa, sijaintia ja muotoa kolmiulotteisesti kuvaava malli (Sanastot.suomi.fi 2025).

Rakennusosa

”Rakennettavan tai rakennetun kohteen käsitteellisesti itsenäinen, aineellinen osa” (Sanastot.suomi.fi 2025).

Rakennusosamalli

Rakennuksen tietomalli, joka koostuu rakennuksen kiinteistä osista (Henttinen 2012b, 16).

Talo-osat

Rakennuksen perustukset, ulkotasot, alapohja, runko, julkisivut ja vesikatto (Taloryhmä 2007, 14).

Natiivimalli

Suunnitteluohjelman alkuperäinen tiedostomuoto, yleensä salattu ja suljettu rakenne (Gravicon 2022, 11).

IFC

Avoin standardi rakentamisen tietomallien kuvaamiseen (RYTV 2023).

Tietomalliselostus

Selostus, jossa on kuvattuna tietomallin sisältö, käyttötarkoitus, tarkkuusaste, mallinnustavat ja poikkeamat yleisiin vaatimuksiin ja mallinnustapoihin (Henttinen 2012a, 9).

Yleissuunnittelu

Suunnitteluvaihe, jossa rakennuksen kiinteälle osalle ja muuntuville tila-alueille annetaan ehdotussuunnittelun perusteella suunnitteluratkaisut (Sanastot.suomi.fi 2025).

1 Johdanto

Opinnäytetyössä käsitellään ja tarkastellaan yleissuunnitteluvaiheen tietomallintamisen vaatimuksia. Yleissuunnitteluvaiheen arkkitehdin rakennusosamalli on aikaisin tietomalli, josta määrälaskenta voidaan suorittaa. Opinnäytetyön aihe nousi esille työelämässä, jossa olen huomannut määrälaskennan ongelmallisuutta yleissuunnitteluvaiheen arkkitehdin tietomallista. Rakentamislain uudistuksen myötä yhä useammasta hankkeesta laaditaan tietomalli, jolloin määrälaskenta tietomallista yleistyy. Tietomallien yleistyessä YTV 2012 ja myöhemmin RYTV osuus tietomallin laatuvaatimuksista ja sisällöstä tulee vaikuttamaan yhä enemmän yleissuunnitteluvaiheen määrälaskennan laatuun ja sisältöön.

Ennen tietomalleja on rakennuksista tehty pienoismalleja, joiden tarkoituksena on ollut rakennuksen muodon havainnollistaminen. Myöhemmin tietokoneiden yleistyttyä alettiin rakennuksia havainnollistamaan sähköisesti. Pienoismallin ja tietomallin suurimpana erona on tiedon määrä, jota tietomalliin mallinnetaan. Tietomalli pitää sisällään tiedot rakennuksesta, rakennus- ja tekniikkaosista ja rakennushankkeesta. Perinteiseen suunnitteluun verrattuna tietomallintamisella on monia etuja, joista kaikki suunnittelualat hyötyvät. Tietomallinnus mahdollistaa eri alojen suunnittelijoiden suunnitelmien visualisoinnin samassa ympäristössä, joka on helpottanut yhteensovittamista. Tietomallien mahdollistaessa tiettyjen työvaiheiden automatisoinnin, on työskentely tehokkaampaa kuin perinteisellä suunnittelulla. Kustannuslaskijalle tärkeimpänä etuna tietomalleilla on määrälaskennan nopeus. Uuden rakentamislain mukana myös rakennusvalvonnan viranomaiset pääsevät hyötymään tietomalleista, käyttötarkoituksena tietomalleille mainitaan automatisoidut lupatarkastelut ainakin Helsingin rakennusvalvonnan ohjeissa.

2 Tavoitteet ja menetelmät

2.1 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella YTV 2012 vaatimuksia yleissuunnitteluvaiheen arkkitehdin rakennusosamallille määrälaskennan näkökulmasta. Tarkastelu suoritetaan mallintamalla tietomalli rakennuksesta, joka noudattaa YTV 2012 asettamia vaatimuksia yleissuunnitteluvaiheen arkkitehdin rakennusosamallille, ja suorittamalla rakennusosien määrälaskenta tietomallista kahdella eri tietomallipohjaiseen määrälaskentaan kykenevällä ohjelmistolla. Vertailun tuloksina esitetään ohjelmistojen tuottama määrätieto teoreettisina määrinä. Tavoitteena on myös vertailla eri ohjelmistokehittäjien tietomallipohjaisia määrälaskentaohjelmistoja ja niiden käyttökokemusta.

2.2 Menetelmät

Tämä opinnäytetyö on muodoltaan toiminnallinen, joka sisältää myös vertailevan tutkimuksen piirteitä. Opinnäytetyössä vertaillaan määrälaskennan tuloksia eri ohjelmistojen välillä. Vertailussa käytetään opinnäytetyötä varten mallinnettua rakennusta, joka on tehty Autodesk Revit-ohjelmistolla. Tiedonsiirto tapahtuu muuttamalla Autodesk Revit -natiivimalli IFC-muotoon. Vertailumäärät saadaan natiivimallista Autodesk Revit -ohjelmistosta. IFC-tiedostomuodossa vertailu on tasavertaista ohjelmistojen välillä. Tiedonsiirto IFC-tiedostomuodossa myös vastaa yleisintä tapaa, jolla tietomalli jaetaan eri hankkeen toimijoiden välillä.

Vertailua varten suoritetaan määrälaskenta kahdella pääkäyttötarkoitukseltaan erilaisella ohjelmistolla, jotka ovat Solibri Office ja Admicom BIM3. Solibri Office on tietomallien tarkastus- ja katseluohjelmisto, jonka ominaisuuksista löytyy myös määrälaskentaan soveltuva informaation talteenotto-ominaisuus. BIM3 on erityisesti tietomallipohjaiseen määrä- ja kustannuslaskentaan käytettävä ohjelmisto.

Tämän opinnäytetyön toiminnallisen osion tietomallipohjaiseen määrälaskentaan kykenevien ohjelmistojen vertailussa ja arkkitehdin rakennusosamallin vaatimusten tarkastelussa käytetään mallinnuksen tarkkuustasoa 2. Määrälaskennan tuottamaa määrätietoa vertaillaan koko rakennuksesta, määrälaskennan tulokset havainnollistetaan taulukkolaskentaohjelmistossa.

Opinnäytetyön rakenne muodostuu tietoperustasta (luvut 3–5), vertailun toteutuksen kuvauksesta (luku 6), tuloksista (luku 7) ja pohdinnasta (luku 8).

3 Rakennusosalaskelma

3.1 Rakennusosalaskelma

Suunnitteluvaiheessa, tarjouslaskennassa tai hankinnan vertailulaskelmissa käytetään rakennusosalaskentaa. Eri rakennusosien määrät kootaan rakennusosalaskennassa piirustuksista tai tietomalleista. Tuloksena rakennusosien määrälaskennassa syntyy rakennusosarakenteiden luettelo. Rakennusosien määrien lisäksi määrälaskennassa selvitetään myös niiden vaatimukset ja rakenteet. Rakennusosan yksikkökustannuksilla lasketaan rakennusosille kustannus ja laskettavan kokonaisuuden kustannukset ovat rakennusosakohtaisten kustannusten summa. Rakennusosalaskelmassa yksikkökustannuksina käytetään joko yleisistä lähteistä saatua tietoa tai yrityksen omia yksikköhintoja rakennusosille. (Ratu KI-6033, 2018, 42-43.)

3.2 Määrälaskenta

Määrälaskenta on prosessi, jonka päämääränä on laskea kaikki määrät, joita tarvitaan kustannusarvion laatimiseen rakennushankkeesta. Tarkkuus ja laajuus riippuvat määrälaskennassa suunnitelma-asiakirjojen tasosta. Määrälaskenta-prosessi aloitetaan kohteen asiakirjoihin tutustumisella, joista kohteen

ominaisuudet ja laajuus määritellään. Määrälaskenta suoritetaan nimikkeistön mukaisesti. Määrälaskentaan on luotu määrälaskentaohjeita, kuten Talo-80, Talo-90 ja Talo 2000 määrälaskentaohjeet. Talo-80 määrälaskentaohje on vieläkin yleisesti käytössä. Näissä määrälaskentaohjeissa on määritelty laskentamenetelmät, käsitteet ja tiedot, jotta ne olisivat alalla yhdenmukaiset. (Areite 2025.)

4 Tietomallinnuksen vaatimukset

4.1 Tietomallintaminen

Rakennuksista on jo ennen tietokoneiden keksimistä tehty kolmiulotteisia malleja. Rakennuksesta tehtiin pienoismalli, jonka pääasiallinen tehtävä oli rakennuksen muodon ja ulkoisen olemuksen havainnollistaminen. Havainnollistaminen on pienoismallin ja tietomallin oleellinen tehtävä. Tietomallin ja pienoismallin välillä on kuitenkin kaksi oleellista eroa. Tietomallissa on geometrian lisäksi muutakin informaatiota ja se on digitaalisessa muodossa, jolloin sen muodostus ja tiedon käsittely tapahtuu tietokoneen avulla. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 12.)

Rakennuksen tietomalli tarkoittaa usein kolmiulotteista digitaalista mallia, joka koostuu rakennusosista. Tietomallissa on geometriatiedon lisäksi osien ominaisuustietoja ja osien yhteystietoja toisiinsa. Rakennusosien ominaisuustieto on oleellinen osa tietomallia. Ominaisuustietojen taltioinnista vastaa suunnittelija, joka on mallista vastuussa. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 13.)

BIM on laajasti käytetty termi rakennuksen tietomallista. Lyhenne tulee sanoista Building Information Model, joka tarkoittaa rakennuksen tiedonhallintaa. Käsite on ajan myötä laajentunut käsittämään digitaalista muotoa rakennuksen ja rakennusprosessin elinkaaren aikaisille tiedoille kokonaisuutena. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 15.)

Tietomalliin saadaan taltioitua paljon tietoa ja ominaisuuksia, joista hyötyy niin rakennusteollisuus kuin rakennuksen ylläpito ja käyttäjä. Tietosisällön määrä lisätään mallin suunnitteluprosessin aikana, esimerkiksi arkkitehti lisää tietomalliin ovet hankkeen varhaisessa vaiheessa, mutta vasta paloteknisen suunnittelun edettyä voidaan paloluokituksen tiedot lisätä oviobjekteihin. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 15-16.)

Hankkeen aikana tehdyille tietomalleille on erilaisia käyttötarkoituksia. Erilaisia hankkeen aikana luotuja tietomalleja rakennuksesta ovat arkkitehdin laatima arkkitehtimalli, rakennesuunnittelijan rakennemalli ja talotekniikan suunnittelijoiden tekemä talotekniikkamalli. Arkkitehtimallia voidaan hyödyntää esimerkiksi energiasuunnittelijan suorittamissa energiasimuloinneissa, joiden pohjalta energiasuunnittelija voi tarkastaa vaatimusten täyttymisen mallille ja antaa parannusehdotuksia ja palautetta arkkitehdille. Rakennesuunnittelijan tuottama rakennemalli voi olla urakoitsijan käytössä työsuunnittelun tehtävissä. Esimerkiksi lohkojaoista ja rakennettavuudesta voi urakoitsija antaa palautetta ja kommentteja suunnittelijalle. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 16.)

Tietomallinnusta käytettäessä projektissa on projektin alussa sovittava malliin tulevat tiedot ja tiedon lisäyksen ajankohta. Projektin osapuolien on hyvä sopia pelisäännöt ohjelmistoihin liittyen jo esisuunnitteluvaiheessa. Sovittavia asioita ovat esimerkiksi tiedonvaihto, mallinnusperiaatteet, ohjelmistojen käyttötapa, informaation sisältö ja jatkokäytön tarpeet. Tietomallikoordinaattori tulisi tilaajan nimetä hankkeeseen jo alkuvaiheessa. Tietomallikoordinaattori vastaa mallien yhdistämisestä, ohjaa mallinnuskäytäntöjä ja hallinnoi tietomallintamisprosessia hankkeessa. Tietomallikoordinaattorina voi toimia esimerkiksi pääsuunnittelija, urakoitsijan tai tilaajan edustaja, projektinjohto- tai erillinen konsultti. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 16-17.)

Tietomallipohjaisen työskentelyn onnistumisen edellytyksenä on toimiva tiedonsiirto. Tiedonsiirto voidaan tietomallihankkeissa jakaa kahteen ryhmään, avoimeen ja suljettuun järjestelmään. Esimerkkinä avoimesta tiedonsiirtojärjestelmästä on IFC. (Gravicon 2022, 11.) IFC-tiedostomuoto on avoimen kansainvälisen tietostandardin ISO 16739 mukaisesti laadittu tiedostomuoto, joka on

luettavissa IFC-tiedostomuotoa lukevalla ohjelmalla (buildingSMART International 2025). Suljetussa järjestelmässä tiedonsiirto tapahtuu vain saman tuoteperheen sisällä natiivimallilla. Natiivimalli on suunnitteluohjelman alkuperäinen tiedostomuoto, jota vain yksi ohjelma tai tuoteperhe kykenee lukemaan sellaisenaan. Tiedostomuoto on yleensä versioriippuvainen eli tiedoston avaaminen ei yleensä onnistu vanhemmalla ohjelmaversiolla, ja sen rakenne on salattu ja suljettu. (Gravicon 2022, 11.)

4.2 Rakentamislain vaatimukset tietomallinnukselle

Rakentamislain (RakL 751/2023) 60 § määrittelee rakennuksen tietomallimuotoisen suunnitelman rakennuksen tietojen kokonaisuutena, joka on koneluettava ja yhteen toimiva tietorakenne. Tietorakenne sisältää rakennuksen sijainnin, geometrian ja muodon kolmiulotteisena sekä tiedot rakennuksesta.

Koneluettava tieto on muodoltaan rakenteistettu systemaattiseen muotoon, jotta kone pystyy siirtämään, tulkitsemaan ja käsittelemään tietoa ilman käyttäjän toimenpiteitä tietojenkäsittelyjärjestelmään. Tiedolle on ennalta määritetyt paikat tietovirrassa. Tiedot ovat luettavissa tietokoneohjelmalla. (Rakennusteollisuus 2024.)

Rakentamislain 60 §:ssä määritellään kaksi eri tietomallia. Rakennuksen suunnitelmassa eli suunnitelmamallissa rakennuskohdetietoihin sisältyy pääasialliset tiedot rakennuksesta ja rakennusosista sekä niiden ominaisuuksista. Toteumamalli vastaa rakennuksen toteutusta vastaavan suunnitelman rakennuskohdetiedot, joihin luetaan mukaan suunnitelmamallista poikkeavat tiedot sekä rakennustuotteiden ja niiden ominaisuuksien pääasialliset tiedot. (RakL 751/2023.) Tarkemmat vaatimukset rakentamisluvan tietomalleille on vielä ympäristöministeriön valmistelussa. Asetuksen on tarkoitus tulla voimaan 2026 vuoden alussa. (Ympäristöministeriö 2025.)

4.3 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 on laajapohjaisen kehittämishankkeen, CO-BIM, tuloksena syntynyt julkaisusarja. Julkaisusarjassa määritellään käsitteitä, annetaan ohjeita ja vaatimuksia tietomallintamiseen liittyen. (Henttinen 2012a, 2.)

BuildingSMART Finland on julkaissut tietomallintamisen vakiinnuttamiseen ja vaatimusten uudistamiseen keskittyvän rakennetun ympäristön yhtenäiset tietomallivaatimukset-hankeohjelman. RYTV-hankeohjelman tavoitteena on syrjäyttää YTV 2012 käytöstä vuonna 2026. Rakennetun ympäristön yhtenäiset tietomallivaatimukset-hankkeella luvataan saavuttaa kiinteistö- ja rakentamisalan tavoitteet luomalla yhtenäiset tietomallivaatimukset, tietomallintamisen saavutettavuuden varmistamisella ja vakiinnuttamalla tietomallintaminen toimintatavaksi koko rakennetun ympäristön elinkaaren vaiheissa. (buildingSMART Finland 2025.)

4.3.1 YTV 2012 Osa 1. Yleinen osuus

Julkaisu 1. Yleinen osuus, määrittelee yleisiä vaatimuksia ja hankekohtaisesti sovittavia käytäntöjä tietomallinnukselle. Julkisissa hankkeissa käytetään vähintään IFC 2x3 sertifioituja ohjelmistoja, mutta hankekohtaisesti voidaan asettaa erityisvaatimuksia käytettävälle IFC-versiolle. Tietomallit luovutetaan tilaajalle IFC- ja natiiviedostomuodossa. (Henttinen 2012a, 6.)

Esimerkiksi Helsingin rakennusvalvonta on laatinut omat IFC-vaatimukset, joissa otetaan mittavasti kantaa tietomallin tietosisältöön. Kansallisarkisto on päättänyt suunnitelmamallin muodoksi IFC 4.0.2.1, ja kansallisarkisto tekee päätöksen erikseen tulevista IFC versioista, kun ne ovat julkaistu ISO standardeina. IFC-vaatimuksien tavoitteena on rakennusvalvontaviranomaisten IFC-tietomallien hyödyntäminen erilaisissa visuaalisissa ja automatisoiduissa tarkastuksissa. Yhtenäiset tietosisällöt ja vakioidut tietokentät ovat automaattisten tarkasteluiden edellytys. (RAVA3pro 2025, 5.)

Koko rakennusalueen tulee olla positiivisessa koordinaatistossa ja origon on sijaittava lähellä rakennusta. Projektikoordinaatisto on määriteltävä nämä ehdot täyttäen. Varsinaiseen rakennusosamallivaiheeseen asti mallinnuksessa saa käyttää liittymämittoja, ja ikkuna- ja oviaukoille ei tarvitse mallintaa todellisia sovitussuhteita arkkitehdin mallissa. Mallinnuksessa on käytettävä ohjelmiston työkaluja, jotka on tarkoitettu kyseiselle rakennusosalle, jotta rakennusosasta saadaan määrälaskentaan tarvittava mittatieto. Jos ohjelmiston työkalujen rajoitusten takia rakennusosa tehdään eri työkalulla kuin tarkoitettu, on tästä poikkeamasta ilmoitettava tietomalliselostuksessa. Mallinnus on tehtävä kerroksittain, arkkitehtimallissa kunkin kerroksen malliin kuuluu kerroksen lattiapinnan muodostava rakenne ja rakenteet kerroksen yläpuolisen laatan alapintaan. Rakennemallissa esitetään kerrokseen kuuluvana kerroksen yläpuoliset vaakarakenteet eli kerroksen kannattelemat rakenteet. (Henttinen 2012a, 7-9.)

4.3.2 YTV 2012 Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu

Arkkitehtimallin teknisesti oikein tekeminen on ensiarvoisen tärkeää, sillä se toimii pohjana kaikille muille malleille. Myös monissa analyyseissa ja simuloinneissa arkkitehtimalli toimii keskeisenä osana. Arkkitehtimallin mallintamisessa ei edellytetä tietyn nimikkeistön, ohjelmiston tai ohjelmistokohtaisten teknisten toimintatapojen käyttöä. Lisävaatimuksia voidaan tilaajakohtaisesti näihin vaatimuksiin asettaa. (Henttinen 2012b, 5.)

Erilliset rakennukset on luovutettava itsenäisinä malleina. Jos rakennus jaetaan lohkoihin, on lohkojaosta sovittava projektiryhmän kesken. Tietomallin luovutus tapahtuu IFC- ja ohjelmiston omassa tiedostomuodossa yhtenä kokonaisuutena. Suurien rakennuksien tiedonsiirrossa käytetään kerros- tai lohkojakoja, jos ohjelmistotekniset syyt sitä vaativat. (Henttinen 2012b, 6.)

Tietomallintamisen tarkkuustaso on riippuvainen hankkeen vaiheesta ja hyödyntämistarpeista tietomallille. Tarkkuusvaatimusten sisällä on rakenneosien välillä

pieniä eroavaisuuksia. Hankkeen edetessä tietomallintamisen taso tarkentuu tasosta 1, tasolle 3 asti. (Henttinen 2012b, 7.)

Tietomallintamisen tarkkuustason 1 malli on tarkoitettu suunnittelijoiden väliseen kommunikaatioon ja suunnitelmien yhteensovittamiseen. Tietomallissa sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti ja rakennusosat on nimetty kuvaavasti. (Henttinen 2012b, 7.)

Tietomallintamisen tarkkuustason 2 mallin käyttötarkoituksina on rakennusosapohjaisen määrälaskennan suorittaminen rakentamisen valmisteluvaiheessa ja energia-analyysit. Mallintamisen tarkkuustasolla 2 mallissa on sijainti ja geometria mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennetyypit määritelty ja nimetty oikein, tuoteosista kappalemäärät ja muu oleellinen tieto on saatavissa mallista. (Henttinen 2012b, 7.)

Tietomallintamisen tarkkuustason 3 mallin käyttötarkoituksena on työmaan aikataulutus ja hankinnat, sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti ja hankintoja varten oleelliset tiedot ovat tietokenttinä rakennusosissa ja ne ovat listattavissa (Henttinen 2012b, 7.)

Arkkitehtimalli yleissuunnitteluvaiheessa on yleisesti tarkkuustasoa 1. Tarkkuustasoa voidaan tiettyjen rakennusosien kohdalla nostaa tarkkuustasolle 2. Yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamallin tulee olla tarkkuustasoltaan viranomaisien vaatimusten mukainen, jotta siitä saadaan rakennusluvan hakemiseen tarvittavat dokumentit ja tiedot. (Henttinen 2012b, 16-17.)

Tietosisältö voi olla yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamallissa toteutusvaiheen rakennusosamallia suppeampi, esimerkiksi sovitusvaroja ei tarvitse huomioida aukoissa, pintojen materiaalitietoja ei tarvitse liittää tiloille, tyyppitietoja ei tarvitse mallintaa ikkunoihin tai oviin. Kuitenkin toiminnallisesti eroavat ovet ja ikkunat on erotettava, kulkurakenteita ja hoitotasoja tai huoltoluukkuja ei tarvitse mallintaa ja rakennusosista tulee tehdä karkeat tyyppimäärittelyt yleissuunnittelun rakennusosamallissa. (Henttinen 2012b, 17.)

Tila on seiniin, kattoon ja lattiaan rajautuva kolmiulotteinen mallinnusosa. Tilaobjektit mallinnetaan tilatyökalulla käytettävässä ohjelmistossa. Mallinnusohjelmasta riippuen tilat sijoitetaan joko erillisiin mallitiedostoihin tai yhteen malliin, molemmissa tapauksissa kerroksittain jaoteltuna. Suunnitellun huonekorkeuden lattiatasosta yläpuoliseen laattaan ja tilojen korkeuden tulee vastata. Tilojen ja ympäröivien objektien rajojen tulee olla yhtenäiset, jotta mallille voidaan suorittaa simulointeja. (Henttinen 2012b, 13.)

Kaikki rakennusosat tulee lähtökohtaisesti mallintaa rakennusosalle tarkoitetulla työkalulla mallinnusohjelmistossa. Mikäli työkalua ei ole tai sen mallinnusominaisuudet ovat puutteelliset laatalle, palkille tai pilarille, luodaan yleinen rakennusosa, joka määritetään kyseiseksi rakennusosaksi. (Henttinen 2012b, 17-20.)

Seinät tulee mallintaa lattiapinnasta yläpuoliseen holvin alapintaan, tästä poikkeuksena mallinnetaan kerroskorkeus soveltaen ulkoseinät ja porrashuoneiden tai monikerroksisten tilojen seinät. Lasiseinät, suuret ikkunakokonaisuudet tai näyteikkunajulkisivut mallinnetaan ensimmäisenä umpinaiseksi seinäksi, johon mallinnetaan ikkunat ja ovet. Laattojen ja seinien liittymäkohdissa on laatta mallinnettava siten, ettei laatta ulotu kantavan seinärakenteen sisälle. Portaot mallinnetaan kuhunkin kerrokseen erikseen ja porras-, lepo- ja kerrostasot voidaan mallintaa laattoina. Sokkelit ja perusmuurit mallinnetaan seinätyökalulla, jolloin niiden tunnistamisesta on erotettava ne seinistä. Sisäkatot voidaan mallintaa joko laattatyökalulla tai sisäkattotyökalulla. Tunnistetietojen avulla on sisäkatot oltava tunnistettavissa muista laattatyökalulla mallinnetuista rakennusosista. Sisäkaton rakenne ja pinta mallinnetaan tarkkuustasolla 2 yhtenä levynä, jonka paksuus on niiden vaatima tilavaraus. (Henttinen 2012b, 17-20.)

4.3.3 YTV 2012 Osa 6. Laadunvarmistus

Keskeisiä tavoitteita laadunvarmistukselle ovat suunnitelmien laadun parantaminen ja ylläpito sekä suunnitteluprosessin tehostaminen parantamalla tiedonsiirtoa osapuolien välillä. Myös Tietomallin laadunvarmistuksella tarkoitetaan IFC-mallin tarkastusta. IFC-mallien laadunvarmistuksessa puututaan suunnitelman

tietosisältöön ja laatuun. IFC-tiedoston muodostamiseen tai tiedoston rakenteellisiin asioihin ei laadunvarmistuksessa oteta kantaa. (Kulusjärvi 2012, 2-3.)

Tietomallin laadunvarmistuksessa voidaan tietomallia ja sen sisältöä tarkastella kolmesta eri lähtökohdasta. Teknisestä tietomallisisällöstä voidaan tarkastaa suunnitteluohjelmasta muodostetun tietomallin oikeellisuus. Tietomallin tietosisällöstä voidaan tarkastaa löytyvätkö hankevaiheessa vaaditut suunnittelualuekohtaiset tiedot mallista. Tietomallin avulla voidaan arvioida suunnitelman laatua ja sisältöä vertailemalla tietomallista löytyviä komponentteja toisiinsa tai vaatimuksiin. (Kulusjärvi 2012, 3.)

Rakennusosamallin laadunvarmistuksessa tulee tarkastaa rakennusosien luotettavasti tunnistaminen eli mallintamisen oikealla työkalulla ja rakennetyypillä. Tyypitietojen yhdenmukaisuus on myös tarkastettava. Rakenteet tai objektit, joiden mallintaminen loogisesti on mahdotonta, tulee kirjata tietomalliselostukseen. (Kulusjärvi 2012, 14.)

Arkkitehdin rakennusosamallin laadunvarmistukseen kuuluu tarkastaa tilojen rajoittuminen tilakomponentteihin, tilojen vertaaminen tilaohjelmaan ja rakennusosien nimeämisen tarkastus, jotta ne ovat nimetty johdonmukaisesti. Tietomallin komponentteihin liittyviä tarkastuksia ovat päällekkäisyyksien tarkastaminen. Pienet päällekkäisyydet sallitaan, mikäli niiden vaikutus määrälaskentaan on pieni. (Kulusjärvi 2012, 15.)

4.3.4 YTV 2012 Osa 7. Määrälaskenta

Mallintamisen johdonmukaisuus on määrälaskennan kannalta mallin tärkein ominaisuus. Mallintamisen johdonmukaisuudella tarkoitetaan rakennus- ja tekniikkaosien mallintamista vaatimusten mukaisesti ja vaatimuksista poikkeaminen tulee kirjata tietomalliselostukseen. Tarkkuustason vaihdellessa rakennuksen tietomallissa, on se kirjattava tietomalliselostukseen ja suositellaan tarkkuustason vaihtelun noudattavan lohkojakoa. Rakennusosien mallintamiseen

tulee käyttää mallinnustyökalua, joka pystyy tuottamaan määrälaskennan kanalta olennaisen mittatiedon. (Tauriainen 2012, 6-7.)

Todellisen pinta-alan sijasta perinteisessä määrälaskennassa käytetään mittauksen nopeuttamiseksi usein projektiopinta-alaa, ja muita yksinkertaistettuja mittoja. Tietomallin rakennusosien määrätietoja saadaan mallinnusperiaatteita vastaavan tilanteen mukaisesti. Yleisesti määrälaskennassa käytettäviä mittatietoja ovat kappalemäärä, pituusmitta, pinta-ala, paino ja tilavuus. (Tauriainen 2012, 7-8.)

Määrälaskentaa käytettävä ohjelmisto ja tiedonsiirron toteutus vaikuttavat määrä- ja mittatietoihin ja niiden luotettavuuteen. On suositeltavaa käyttää suunnittelijan tekemää alkuperäistä mallia määrälaskennassa, sillä tietosisältö on alkuperäisessä tiedostomuodossa täydellisimpänä. Mikäli määrälaskennassa käytetään IFC-mallia, tulee laskijan varmistua tavasta, jolla määrälaskennassa käytettävä ohjelmisto käsittelee rakennusosia kyseissä tiedostomuodossa. Varmistettavaa on myös rakennusosien siirtyminen natiivitiedostosta IFC-tiedostoon. (Tauriainen 2012, 8.)

Nimikkeistöä käytettäessä rakennus- ja tekniikkaosatyypit täsmennetään yritys- kohtaisella, julkisella tai hankekohtaisella tyyppitunnuksella. Nimikkeistöjen käytöstä on sovittava projekti kohtaisesti, keskeisimmät nimikkeet ovat Talo 2000 hanke-, Talo 2000 tuotanto- ja Talo 2000 rakennustuote-, LVI 2000 ja S2010-nimikkeistöt. (Tauriainen 2012, 9-10.)

Määrälaskennassa voidaan mallin tietosisältö jakaa tekniikka- ja rakennusosiin, tuote- ja tuoterakennemääriin ja nimikemääriin. Mallista tekniikka- ja rakennusosia laskettaessa osat raportoidaan ominaisuuksilla, jotka suunnittelija on määrittänyt. Raportointi voi tapahtua esimerkiksi rakennetyypeittäin jäseneltynä. Määräluettelon raportointi tuotetaan suunnitteluohjelmistojen perusominaisuuksilla tai esimerkiksi IFC-tiedoston tieto siirtämällä Exceliin. (Tauriainen 2012, 10.)

Määrälaskennan prosessi tietomallista eroaa suunnitteludokumentteihin perustuvasta perinteisestä määrälaskennan prosessista. Prosessi aloitetaan kohteeseen tutustumisella. Kohteen muuhun materiaaliin, kuten rakennusselostukseen on syytä tutustua tietomallin lisäksi. Kohteeseen tutustuminen voi käsittää myös muiden suunnittelijoiden kanssa keskustelua. Laskennan lähtöaineisto on koottava ennen laskennan aloittamista, ja tulee varmistua, että kaikista tiedostoista käytetään oikeaa versiota. Projektikohtaisia selvitettäviä asioita ennen määrälaskennan aloittamista ovat käytettävien mallien määrä, onko suunnittelualan malli jaettu osamalleiksi, käytetäänkö suunnittelijan alkuperäistä mallia vai IFC-mallia, mitkä nimikkeet ovat laskettavissa mallista, mallin tarkkuustason yhteneväisyys, rakennusselostuksen ja mallin yhteneväisyys ja edelliseen laskentaan verrattuna tietomallissa ja rakennusselostuksessa muuttuneet tiedot. (Tauriainen 2012, 14-15.)

Määrälaskenta tietomallista suoritetaan tietomallipohjaiseen määrälaskentaan soveltuvalla tietokoneohjelmistolla. Mittatietoa voidaan tuottaa ohjatun ohjelmallisen tunnistuksen ja laskennan avulla. Ohjelmallisessa tunnistuksessa määrälaskennan tarvitsema mittatieto saadaan luettua ohjelmallisesti tunnistetusta ja ryhmitelystä tietosisällöstä ja rakennusosista. Tällöin laskenta on nopeaa ja luotettavaa, jolloin tietomallia hyödynnetään parhaalla tavalla. Määrälaskentaan tarvittuun tiedon puuttuessa voidaan tieto johtaa mallin muista rakennusosista. Määrälaskijan on mahdollista täydentää mallia, jos määrätiedon vaatimaa tietoa ei ole suoraan mallissa. (Tauriainen 2012, 15-16.)

Ennen määrien toimittamista on laskentatulokset analysoitava luotettavuuden, kattavuuden ja tarkkuuden osalta. Luotettavuuteen vaikuttavat lähtötiedot, käytetyt laskentamenetelmät sekä laskelmassa tehdyt oletukset ja täydennykset. Luotettavuutta arvioidessa laskelmaa vertaillaan muihin laskenta-aineistoihin. Määrälaskennan kattavuuden varmistamiseksi tarkistetaan, että kaikki nimikkeet, joita määrälaskennassa käytettiin ovat laskettu. Laskettuja määriä voidaan nimikekohtaisesti tarkastella esimerkiksi tunnuslukuvertailulla referenssikohteeseen, jolloin voidaan arvioida laskentatarkkuutta. Lopputuloksena määrälaskennasta syntyy määräluettelo, joka on tilaajan edellyttämällä tavalla jäsennelty. (Tauriainen 2012, 16-17.)

Arkkitehdin tietomalli on ensisijainen tiedonlähde määrälaskennalle Talo 2000 - hankenimikkeistön mukaisesti alueosista, lukuun ottamatta tuentoja ja vahvistuksia. Ensisijaisesti talo-osissa arkkitehdin tietomalli on tiedonlähde erityisissä julkisivuissa, julkisivuissa, julkisivuvarusteissa, erityisissä julkisivuvarusteissa, ikkunoissa ja ulko-ovissa, vesikatoissa, vesikatteissa, vesikattovarusteissa, lasikattorakenteissa, kattoikkunoissa ja luukuissa. Muissa talo-osissa käytetään ensisijaisesti rakennesuunnittelijan tietomallia. Tilaosissa arkkitehdin tietomallia käytetään ensisijaisesti tiedonlähteenä, lukuun ottamatta lattiapintoja, sisäkattopintoja, seinäpintoja, erityisiä tilapintoja, tilavarusteita, tulisijoja ja savuhormeja ja muita erityisiä tilaosia. (Tauriainen 2012, 20-21.)

Tietomallipohjaisella määrälaskennalla on tyypillisiä ongelmakohtia, joihin on syytä kiinnittää huomiota. Useasta eri suunnittelualan mallista laskettaessa ongelmana on päällekkäisyydet, joita esiintyy oikein toteutetuissakin tietomalleissa. Tällöin on laskijan päätettävä mikä määrä mistäkin tietomallista lasketaan. Tilojen pintojen ongelmana on työkalujen puutteellisuus arkkitehtisuunnitteluohjelmistoissa, ja niitä ei yleensä mallineta, jolloin ne lasketaan tilaobjektin pinnoista. Määrälaskennan näkökulmasta monimuotoisten kattojen mallintaminen yhtenä kokonaisuutena on ongelmallinen, sillä kattorakenteista ei silloin saada tarvittavia mittatietoja. Portaiden komponenttien laskeminen voi tuottaa ongelmia, jolloin on varmistuttava komponenttien siirtymisestä laskentaan. Mallinnettujen verhoseinien kohdalla ongelmana voi olla suunnitteluohjelmiston työkalu, joka keskittyy geometriaan eikä tietosisältöön. Parametriset malliosat sisältävät numeerisesti määriteltäviä ominaisuuksia, joilla saadaan monta erilaista ilmentymää samasta osasta. Parametrisia osia voi olla esimerkiksi pöydät, tai laajoja kokonaisuuksia kuten kokonainen rakennus. Parametriset osat ovat usealla tasolla ongelmallisia, niiden tyyppin tunnistaminen on hankalaa ja tietojen luotettavuus riippuu täysin osan tekijästä. Ongelmia mallipohjaiselle määrälaskennalle aiheuttavat myös geometrisia lisäyksiä ja poistoja, erikoisia aukkoja sisältävät sekä kaltevat ja kaarevat rakennusosat. (Tauriainen 2012, 18-19.)

5 Tietomallipohjaiset määrälaskentaohjelmat

5.1 Solibri Office

Solibri Office on Solibrin tietomallien laadunvarmistukseen tarkoitettu ohjelmisto. Solibri Officen työkaluihin kuuluu muun muassa mallin katselu, ilmoitusten luominen, merkinnät ja mitoitukset, luokittelujen käyttö, usean IFC-tiedoston yhdistäminen, määrälaskenta, mallin tarkastus ja autorun-lisäosa. Solibri tuoteperheen tarjontaan kuuluu myös Solibri Anywhere ja Solibri Site, joiden ominaisuudet ovat karsittuja vertaillaessa Officeen. Solibri Anywhere on ilmainen tietomallien katseluohjelma. Määrälaskenta on mahdollista Solibri Site ja Solibri Officeella. Mallien tarkistus on mahdollista ainoastaan Solibri Officeella. (Solibri 2025.)

Solibri Officeessa määrälaskennan suorittaminen sisältää seuraavat vaiheet: ohjelmiston käynnistäminen, roolin valitseminen, mallin avaaminen ja mallin suunnittelualan valitseminen. Ennen informaation talteenottoa ohjelmisto antaa tehtäviä, jotka käyttäjän tulee suorittaa, jotta informaation talteenotto on luotettava. Tehtäviin voi kuulua luokitteluiden luominen tai oikeellisuuden varmistaminen, parametrien arvotehtäviä tai säännösten mukainen tarkastus. Tehtävien tekemättä jättämistä ei suositella. (Solibri 2020, 16-30.)

Informaation talteenotossa on useita ennalta määriteltäviä informaation talteenotto -kuvauksia, mutta ohjelmistossa on käyttäjän myös mahdollista luoda uusia kuvauksia. Informaation talteenotto -kuvauksen valittuaan on käyttäjällä kolme valintaa: laske kaikki, laske valitut ja laske kaikki informaation talteenotot. Laske kaikki -valinnalla ohjelmisto päivittää informaation talteenotto -taulukon, jossa on kaikki mallin osat, jotka läpäisevät määritelmäsuodattimen. Laske valitut -valinnalla ohjelmisto päivittää informaation talteenotto -taulukon niiden komponenttien osalta, jotka käyttäjä on lisännyt valintakoriin. Laske kaikki informaation talteenotot -valinnalla tiedot päivittyvät kaikista informaation talteenotto -taulukoista kaikilla mallin komponenteilla. (Solibri 2020, 47-49.)

Informaation talteenotto taulukko on mahdollista raportoida Excel -taulukkolaskentaohjelmistoon. Käyttäjän valitessa Informaation talteenotto -välilehdellä raportoi -painikkeen, luo ohjelmisto raportin informaation talteenoton tuloksista. Solibri Office:ssa on mahdollista valita raportin muotoilu, tavallinen tai Excel-pohja. Excel-pohjaan raportoitaessa on mahdollista muokata muotoilua, jolle raportti tulostuu. (Solibri 2020, 51-52.)

5.2 Admicom BIM3

Admicom BIM3 on tietomallien katseluohjelma, jonka ominaisuuksiin kuuluu määrä- ja kustannuslaskenta sekä aikataulut. Ohjelmistossa on valittavissa kolme eri profiilia, joilla saa erilaisia työkaluja käyttöön tietomallin muokkaamiseen tai tarkasteluun. (Admicom 2025.)

BIM3 Manager-profiililla on mahdollista muokata tietomalli tuotantoon ja määrälaskentaan sopivaksi. Tällä profiililla on mahdollista jakaa malli lohkoihin, lisätä ominaisuustietoja objekteihin ja yhdistellä eri mallit sekä suorittaa niille törmäystarkastelut. (Admicom 2025.)

BIM3 Laskenta-profiililla on mahdollista automatisoida ja visualisoida määrälaskenta ja asettaa määrälaskentaan omat säännöt. Mahdollista on myös luoda omat sijainnit määrätiedolle, profiili sisältää myös analysointiin sopivan leikkaustoiminnon. (Admicom 2025.)

BIM3 Tuotanto-profiili on tarkoitettu tuotannon tarpeisiin tietomallien hyödyntämisessä. Profiililla on mahdollista visualisoida aikataulutieto, aliurakoitsijoiden työt ja niiden sijainnit. (Admicom 2025.)

BIM3 Laskenta profiililla määrälaskennan suorittaminen sisältää seuraavat vaiheet. Ohjelmisto avataan ja valitaan profiiliksi BIM laskenta. Tämän jälkeen voidaan ohjelmistoon tuoda IFC-malli tai Tocoman BIM-malli. Mallin valitsemisen jälkeen aukeaa näkymä, jossa on mahdollista katsella mallia, selata objektityyppejä, tarkastella objektien ominaisuuksia, kohdistaa laskentarivejä ja

määräeritellä ja tarkastella laskentarivejä. Määrälaskenta BIM3-ohjelmistossa perustuu objektiryhmien luomiseen ja nämä objektiryhmät linkitetään määrä- ja kustannuslaskenta ikkunan suorite- tai rakenneriville tai omaksi riviksi. (Tocoman 2020, 27-29.)

Käyttöohjeessa on esitetty kolme erilaista laskentatapaa. Ensimmäinen tapa lisätä määrä- ja kustannuslaskenta ikkunaan rivi on viedä objektityypit -ikkunasta objektityyppi määrä- ja kustannuslaskenta -ikkunaan. Ohjelmisto luo uuden määrälähderyhmän, joka linkitetään määrä- ja kustannuslaskenta -ikkunaan joko omaksi rivikseen tai olemassa olevaan riviin. Toinen laskentatapa on valita mallin katseluikkunasta objekti, joka viedään määrä- ja kustannuslaskenta -ikkunaan, jolloin objektille luodaan uusi rivi. Viimeisenä esitellään laskentatapa, jossa valmis määrälähderyhmä määrälähderyhmät -ikkunasta linkitetään olemassa olevaan riviin määrä- ja kustannuslaskenta -ikkunassa. Määrä- ja kustannuslaskenta -ikkunaan on mahdollista lisätä rivejä joko manuaalisesti aikaisemmin mainituilla tavoilla, tai yhdistämällä kustannuslaskentaan. Yhdistämällä kustannuslaskentaan luo BIM3 määrä- ja kustannuslaskenta -ikkunaan Tocoman kustannuslaskennassa luodun hankkeen rakenteet, rakenteen suoritteet ja suoritteet, jolloin on mahdollista katseluikkunasta vetämällä linkittää objektit suoraan riveille. Ohjelmistossa on myös mahdollista merkitä lasketut tai valmiit objektit. (Tocoman 2020, 29-36.)

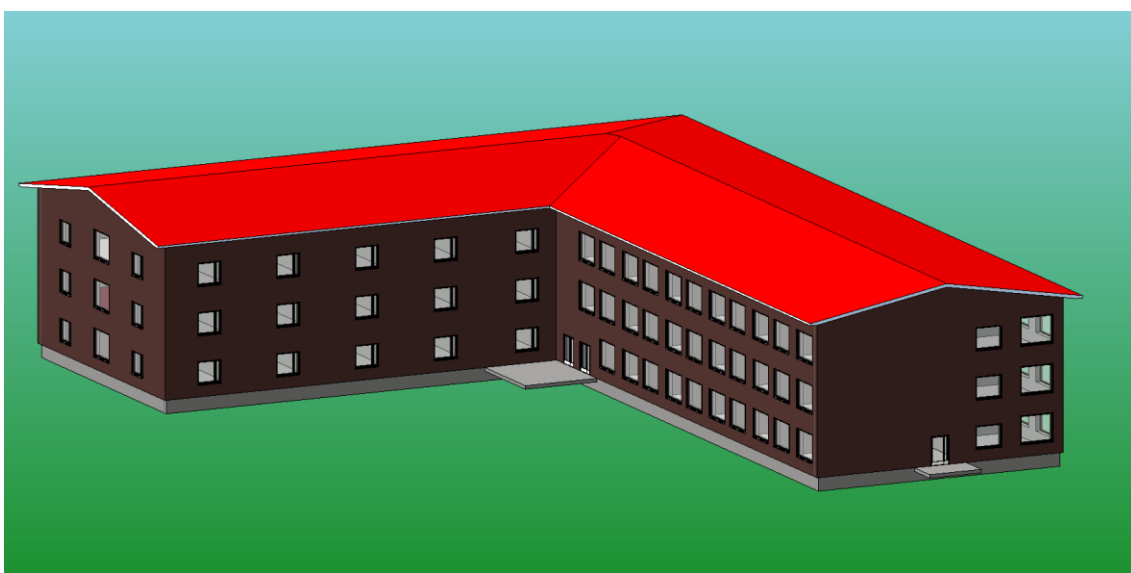
Määrätiedot on mahdollista raportoida Excel-tiedostoon tai viedä Tocoman Kustannuslaskentaan. Excel-tiedostoon vieminen tapahtuu määrä- ja kustannuslaskenta ikkunan oikeasta yläkulmasta Excel-tiedostokuvakkeesta, jonka jälkeen käyttäjällä on mahdollisuus päättää tiedostosijainti, jonne tiedosto tallennetaan. (Tocoman 2020, 34-37.)

6 Vertailun toteutus

6.1 Rakennuksen tietomallinnus

Vertailussa käytetään opinnäytetyön vertailua varten mallintamaani rakennusta, joka on mallinnettu Autodesk Revit 2024-ohjelmistolla. Rakennus on 3-kerroksinen ja laajuudeltaan noin 5100 m². Vertailussa käytetään suurikokoista kohdetta, jotta mittauserot on helpompi hahmottaa.

Tietomallissa mallinnetut rakennusosat on mallinnettu kyseiselle rakennusosalle tarkoitettulla työkalulla ja ne ovat tarkkuustasoa 2 geometrialtaan ja rakennetyypeiltään. Tilanne vastaa yleissuunnittelun aikana laadittua arkkitehtimallia. Poikkeuksena yleissuunnittelun aikana arkkitehdin rakennusosamallista, joka on yleisesti tarkkuustasolla 1 yleissuunnitteluvaiheessa, tasolle 2 nostamisen takia rakenteet on nimetty ja määritelty. Tietomallin rakennusosat on mallinnettu kerroksittain, poikkeuksena julkisivut on mallinnettu yhtenä kappaleena koko rakennuksen julkisivun korkuisiksi rakennusosiksi. Toisin kuin YTV 2012 suosittelie, vertailussa lasketaan talo-osat arkkitehtimallista eikä rakennesuunnittelijan mallista.



Kuva 1. Vertailukohteen tietomalli.

Mallintamani vertailukohde on geometrialtaan yksinkertainen L-muotoinen rakennus. Rakennetyyppejä on rakennusosittain yksi, lukuun ottamatta väliseiniä, joita on mallinnettu kolmea eri rakennetyyppiä. Rakennuksen aulassa ensimmäisessä kerroksessa on lasiväliseinä, joka on mallinnettu "curtain wall"-työkallulla. Tietomalliselostus on esitetty liitteessä 1.

Malli vietiin Autodesk Revit 2024-ohjelmistossa IFC-muotoon, jotta malli saadaan avattua muissa ohjelmistoissa. Revit-tiedoston muuttaminen IFC-tiedostomuotoon tapahtuu Revit-ohjelmiston File-ponnahdusikkunasta valitsemalla export, jonka jälkeen valitaan IFC. Ponnahdusikkunan auettua voi käyttäjä valita valmiiksi ohjelmistosta löytyvistä Export-setup valinnoista tai muokata IFC-tiedostomuotoon viennin asetuksia. Vertailun tietomallin IFC-tiedostomuotoon viennissä käytettiin ohjelmistosta löytyvää IFC 2x3 Coordination view 2.0 asetusta. IFC-tiedostoversio on 2.3, joka on vähimmäisvaatimus YTV 2012 mukaan julkisille hankkeille.

6.2 Tietomallin sääntöpohjainen laadunvarmistus

Mallille suoritettiin tarkastus Solibri Office-ohjelmistossa ennen määrälaskennan vertailun aloittamista. Solibri Office-ohjelmiston mallintarkastuksessa voidaan mallintarkastukselle valita erilaisia säännöstöjä ja luokitteluita, joiden mukaan ohjelmisto suorittaa mallin tarkastamisen. Ohjelmistossa on myös valmiita rooleja, joissa on erilaisia säännöstöjä ja luokitteluita valmiiksi lisättynä, erilaisille mallin tarkastamisen käyttötarkoituksille.

Vertailun tietomallille suoritettiin Solibri Officen lisäosana löytyvän YTV 2012 säännösten mukainen tarkastus. Tarkastuksen alussa on valittava suunnittelu-ala ja suunnitteluvaihe, jotta oikeanlaiset säännöt otetaan käyttöön. Tarkastuksessa käytettiin YTV 2012 arkkitehtimallin tarkastuslomaketta yleissuunnitteluvaiheessa. Tarkastus sisälsi säännöt, jotka tarkastivat tai vaativat tarkastamaan tietomalliselostuksen toimituksen, IFC-mallin version tarkastamisen, sovitujen kuvatasojen ja koordinaatiston käytön, kerrosten määrittelyn, komponenttien määrittelyn kerroksittain, sovitujen ja vaatimusten mukaisten tilojen ja

rakennusosien löytymisen mallista, rakennusosien mallintamisen oikeilla työkaluilla, sovittujen rakennusosien käytön, ylimääräiset ja sisäkkäiset rakennusosat, merkittävät rakennusosien leikkaukset, tiloihin ja laajuuteen liittyvien vaatimuksien toteutuminen ja hyvän mallinnustavan mukaisen mallintamisen.

Käyttäjän manuaalista tarkastelua vaativien sääntöjen hyväksynnän jälkeen tarkastuksessa ilmeni neljä keskitason ilmoitusta. ”Komponentit on määritetty kerroksittain” -säännön ilmoitus johtui ulkoseinien kerrostason ylittävästä mallinnustavasta. Talotekniikan tilavarausten oikeellisuuden ja riittävyyden tarkistava sääntö aiheutti kaksi ilmoitusta, sillä mallissa ei ole tilavaruuksia talotekniikalle. Viimeinen keskitason ilmoitus johtui tilaobjektien kohtaamisen laatan kanssa yläpuolellaan tarkistavasta säännöstä. Alakattojen leikatessa tilaobjektin jää tilaobjektin ja yläpuolisen laatan väliin tyhjä tila. Näillä ilmoituksilla ei ole vaikutusta rakennusosien määrälaskentaan.

Matalatason ilmoituksen aiheutti perusmuurien mallinnustapa, jossa perusmuurin yläpinta on mallinnettu alapohjan betonin alapintaan, jolloin perusmuuri leikkaa alapohjan eristeen. Toinen matalatason ilmoitus johtui riittämättömästä vapaasta tilasta ovien ja muiden komponenttien välillä. Ilmoituksilla on vähäinen vaikutus määrälaskentaan. Tarkastuksen raportti on esitetty liitteessä 2.

6.3 Määrälaskennan suorittaminen

6.3.1 Admicom BIM3

Vertailussa käytettiin BIM3 versiota 1.80.308.9, joka on julkaistu vuonna 2020. Määrälaskennan Admicom BIM3- ohjelmistossa mallia avatessa ilmeni varoitus, jonka mukaan mallin geometriassa on ongelmia, jotka vaikuttavat määräriivien laskentaan. Lisätietoja tästä ilmoituksesta saisi Tocomanin asiakastueltä. Määrätiedoissa tai määrälaskennassa ei ilmennyt kuitenkaan ongelmia. Kuva käyttöliittymästä on liitteenä 3.

Määrälaskenta vertailua varten BIM3-ohjelmistossa sisälsi seuraavat vaiheet

- Ohjelmiston käynnistäminen
- Määrälaskenta profiilin valinta
- Tietomallin valinta
- Rakennusosatyypeittäin määrälähteen luominen
- Määrälähteen yksikön valinta
- Määrälähteen linkittäminen määrä- ja kustannuslaskenta ikkunaan
- Määrien raportointi.

Määrälaskennan suoritus BIM3 ohjelmistossa tapahtui objektityypit -välilehdeltä raahaamalla objektityyppi kerrallaan määrä- ja kustannuslaskenta ikkunaan. Lisäsin jokaiselle objektityypille oman rivinsä määrä- ja kustannuslaskenta ikkunan rakenteet -välilehdelle. Uutta riviä luodessa olisi mahdollista syöttää rakennusosan nimikkeistön mukainen koodi.

BIM3 erottelee samanlaiset oviobjektit muilta ominaisuuksiltaan erillisiksi objektityypeiksi avautumissuunnan mukaan. BIM3-ohjelmisto esitti sisäläisensä kahteen kertaan eri objektityypeinä, Curtain wall-objektityyppinä ja Panel-objektityyppinä. Mallista löytyvät portaiden lasilevykaiteet olivat esitettynä omana objektinaan ja niiden juoksumetrit olivat helposti liitettävissä laskelmaan mukaan. Myös portaiden pintamateriaali oli omana objektinaan stair flight objektityyppinä. Samasta objektista ei samalle riville ollut mahdollista esittää eri määrätietoja, kuten kappale määrää ja nettopinta-alaa, jolloin määrä- ja kustannuslaskenta ikkunan rivin lisäys oli tehtävä kahdesti. Rakennusosien määrätiedon ollessa omilla riveillään määrätiedot vietiin Excel-tiedostoon määrien vertailua varten.

6.3.2 Solibri Office

Vertailussa käytetyn Solibri Office-ohjelmiston versio oli 25.3.1, joka on julkaistu 12.5.2025. Kuva käyttöliittymästä on liitteenä 3. Määrälaskennan suoritus vertailua varten Solibri Office-ohjelmistolla sisälsi seuraavat vaiheet

- Ohjelmiston käynnistäminen
- Määrälaskennan roolin valinta
- Tietomallin valinta ja avaaminen
- Informaation talteenotto -välilehden valitseminen
- Ohjelmiston ehdottamien tehtävien suorittaminen
- Roolista löytyvän rakennusosien määrät -kuvauksen valitseminen
- Laske kaikki -vaihtoehdon valinta
- Määrätiedon raportointi.

Valitsin valmiiksi Solibrin luoman määrälaskenta roolin, joka sisälsi valmiita tarkastussääntöjä ja informaation talteenotto -kuvauksia. Tarkastussäännöt olivat alun perin erilaiset kuin YTV 2012 roolissa. On kuitenkin mahdollista muokata roolia sisällyttämään YTV 2012 tarkastuksen sisältö tai lisätä YTV 2012 profiilille määrälaskenta roolin valmiit informaation talteenotto -kuvaukset. Rakennusosia, kuten väliovia, ei rakennusosien määrät -kuvauksella eroteltu yhtä tarkasti kuin BIM3-ohjelmistossa. On kuitenkin mahdollista lisätä kuvaukseen erilaisia ominaisuuksia, joilla ovet voidaan erotella. Määrätieto luokiteltiin Talo 2000-nimikkeistön mukaisesti, mutta on kuitenkin mahdollista luoda Talo 80-nimikkeistön mukainen luokittelu. Määrätieto raportoititiin Excel-työkirjaan vertailua varten.

6.3.3 Autodesk Revit

Autodesk Revit -ohjelmistossa määrälaskenta tapahtuu mallin avaamisen jälkeen luomalla uusi "Schedule/Quantities". Tämän jälkeen valitsin listasta objektityypin, josta halusin tietoa. "Schedule" nimeä voi muuttaa haluamukseen, jonka jälkeen painamalla OK-näppäintä voi muokata mitä tietoja ohjelma listaa Fields-välilehdellä. Fields-välilehdellä valitsin objektin nimen ja pinta-alan.

Sorting/Grouping-välilehdellä on mahdollista valita tietojen ryhmittelyyn liittyvät asetukset, joihin valitsin ryhmittelyn objektin nimen perusteella. Valitsin ryhmittelylle alatunnisteen, joka objektin nimen mukaisesti summaa määrätiedon. Formatting-välilehdellä on valittava Fields-välilehden tiedoille muotoilu, valitsin pinta-alan kohdalle laske summa vaihtoehdon. Painettaessa OK-nappia ohjelma loi taulukon, jossa rakennusosat oli ryhmitelty nimiensä mukaisesti ryhmiksi ja ryhmän pinta-ala oli summattuna omalla rivillään. Määrätiedon syötin käsin Excel-tilukoon. Kuva käyttöliittymästä on liitteenä 3.

7 Tulokset

7.1 Määrätiedon vertailu

Määrälaskennan tuloksena ohjelmistojen tuottama määrätieto raportoitiin taulukkolaskentatiedostoon. Määrätiedot koottiin yhteen taulukkoon vertailua varten. Määräluettelon nimikkeistöä ei oltu vertailun alussa valittu ja BIM3 määrätietoja en lajitellut nimikkeistön mukaan, joten Solibrin määräluettelon Talo 2000-nimikkeistöä käytettiin pohjana määrien vertailussa.

Rakennusosat Talo 2000	Tyyppi	Solibri Office	BIM3	Revit 2024	Yksikkö
1212 Perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit	PE-1	412,83	413,732	413,732	jm
1221 Alapohjalaatat	AP-1	1695,08	1695,083	1695	m2
1221 Alapohjalaatat	AP-2	45,75	45,75	46	m2
1235 Välipohjat	VP-1	3399,42	3399,416	3399,5	m2
1236 Yläpohjat	YP-1	1695,08	1695,083	1695	m2
1237 Runkoportaat	Runkoporras	2	2	2	kpl
1241 Ulkoseinät	US-1	1934,43	1932,315	1917,5	m2
1242 Ikkunat	I16x20	13,6	12,864	12,8	m2
1242 Ikkunat	I16x20	4	4	4	kpl
1242 Ikkunat	I18/4x16	118,79	112,32	112,32	m2
1242 Ikkunat	I18/4x16	39	39	39	kpl
1242 Ikkunat	I25x20	470,49	450	450	m2
1242 Ikkunat	I25x20	90	90	90	kpl
1243 Ulko-ovet	ULO10+4x21	1	1	1	kpl

1243 Ulko-ovet	ULO10+6x21	2	2	2	kpl
1263 Vesikatteet	VK-1	2060,9	2060,898	2061	m2
1311 Väliseinät	VS-1	20,95	20,946	20,95	m2
1311 Väliseinät	VS-2	53,13	53,13	53,13	m2
1311 Väliseinät	VS-3	3125,93	3125,917	3125,93	m2
1312 Lasiväliseinät	LSV-1	71,44	71,438	71,438	m2
1315 Väliovet	VO10x21	72	72	72	kpl
1315 Väliovet	VO9x21	12	12	12	kpl
1323 Sisäkattorakenteet	AK-1	3591,67	3591,658	3591,5	m2

Eroa natiivimallin määrätietoon

>4 %

Taulukko 1. Rakennusosien määrät.

Taulukossa 1 on otsikkorivillä esitetty käytetty nimike, rakennusosan tyyppi, käytetyt ohjelmat ja määrälaskennan tuloksen yksikkö. Käytetyn nimikkeen alla on pystyriivillä rakennusosat, Talo 2000-hankenimikkeistön mukaisesti järjestyksessä. Tyyppi otsikon alla on listattuna pystyriiville rakennusosan nimet. Ohjelmistojen nimien alle on kunkin ohjelmiston tuottama määrätieto listattuna muutuvain yksiköin, jotka on merkitty yksikkö otsikon alle pystyriiville.

7.2 Johtopäätökset

Ohjelmistojen tuottama määrätieto on pääosin yhtenäistä, kuitenkin ikkunoiden ja ulkoseinien määrätiedoissa on vaihtelua. Ikkunoiden määrätiedossa Solibri Office tuotti suuremman määrätiedon, tämä johtunee ikkunoiden asennusvarasta, joka on osa ikkunaobjektia. Ulkoseinien määrätietojen ero on suhteellisen vähäinen, ja selittyy eri mittaustavoista. (Taulukko 1.)

YTV 2012 vaatimuksien mukaisesti tehdystä yleissuunnitteluvaiheen arkkitehtimallista tietomallipohjainen määrälaskenta onnistuu mutkattomasti. Ongelmia syntyy malleissa, joissa ei ole noudatettu YTV 2012 mukaisia vaatimuksia ja mallinnusohjeita. Mallipohjaiselle määrälaskennalle ongelmallisin tapaus on rakennusosien mallintaminen väärällä työkalulla, jolloin tarvittavaa määrätietoa ei tuoteta.

Tietoperustassa mainittuja mallipohjaisen määrälaskennan kaikkia ongelmakohtia ei opinnäytetyössä tarkasteltu. Kuitenkin mainittua verhoseinän määrätiedon puuttumista ei esiintynyt määrälaskennassa. Portaiden objektien laskemisessa ei esiintynyt ongelmia, on kuitenkin tärkeää näiden objektien kohdalla varmistua, että tiedot siirtyvät mallin mukana IFC-tiedostoon.

7.3 Luotettavuus

Vertailun luotettavuutta heikensi yksin toimiminen, sillä työelämässä harvoin mallin tekijä ja määrälaskija ovat sama henkilö. Luotettavuutta heikensi myös vain yksittäisen tietomallin määrälaskeminen, erilaisista malleista ja mallinnukseen käytettävillä ohjelmistoilla tehdyistä malleista voi määrätiedoissa esiintyä isompia eroja.

Määrätiedon keräämisen vaiheet ja käytetty malli on pyritty kuvailemaan mahdollisimman tarkasti, jotta tutkimuksen luotettavuus lisääntyisi. Vertailu ja käyttökokemuksen kuvailu on pyritty tekemään ennakkoluulottomasti.

8 Pohdinta

Opinnäytetyö onnistui mielestäni hyvin, opinnäytetyön toteutus syvensi osaamistani mallintamisesta YTV 2012 mukaisesti ja tietomallipohjaisesta määrälaskennasta. Tietomallipohjaisen määrälaskennan yleistyessä tulevat opinnäytetyön toteutuksen aikana oppimani taidot, laskentamenetelmät ja prosessit vahvistamaan ammatillista osaamistani.

Rakennetun ympäristön yhtenäiset tietomallivaatimukset tulee korvamaan Yleiset tietomalli vaatimukset 2012 lähivuosina. YTV 2012 on ollut rakennusalan tietomallihankkeissa pitkään ja laajasti käytetyt vaatimukset. On mahdollista, että RYTV pohjautuu ainakin osittain YTV 2012, joten nykyisten vaatimusten tarkastelu on tarpeellista.

Mallipohjaiseen määrälaskentaan syventyessäni valitsin vertailuun itselleni tutumman Solibri Officen ja Admicom BIM3, johon tutustuin ensimmäistä kertaa. Vaikka Solibri Office oli ohjelmistoista tutumpi, en ollut tutustunut määrälaskentaan ohjelmistolla kovinkaan paljoa. Aikaisemmat kokemukset määrälaskennasta olivat työläitä, joutuessani määrittelemään säännöt, jolloin määrälaskennan prosessi oli todella hidas. Tutustuttuani ohjelmiston käyttöön ja rooleihin syvemmin, tuli määrälaskennan prosessista nopeaa ja tehokasta.

BIM3 käytön aloittaminen tuntui mielestäni hieman sekavalta, kuitenkin ohjelmistoon ja käyttöohjeisiin syventymisen jälkeen määrälaskennan prosessi helpottui. BIM3:ssa on todella paljon ominaisuuksia, joita en vertailussa hyödyntänyt. Esimerkiksi määrätiedon linkittäminen Admicom Estima Premium -kustannuslaskelmaan on todella hyödyllinen ominaisuus Admicom ohjelmistoympäristössä työskenteleville. Laskentaprosessi vaati enemmän toimia käyttäjältä, verrattuna Solibri Officeen, mutta määrätiedon ryhmittely eri rakennusosista samaan ryhmään on helpompaa kuin Solibri Officeessa. Laskentaprosessia helpottaa kerran luotujen määrälähderyhmien ja määräerittelyn määrätyyppien avaaminen uudessa mallissa. Ohjelmisto eritteli rakennusosia todella tarkasti, esimerkiksi väliovet ryhmiteltiin oven avautumissuunnankin mukaisesti objektityyppeihin. Ohjelmiston muiden profiilien käyttöön en vertailun aikana tutustunut, mutta ne vaikuttavat todella hyödyllisiltä määrälaskennalle, etenkin BIM3 Manager-profiilin ominaisuustiedon lisääminen.

Jatkotutkimusideoita nousi opinnäytetyöprosessin aikana useita. RYTV-hankeohjelman julkaistua uudet vaatimukset olisi hyödyllistä tutkia niiden vaikutusta tietomallipohjaiseen määrälaskentaan verrattuna vanhoihin vaatimuksiin. Opinnäytetyön tietomallissa ei ollut useita YTV 2012 osassa 7. mainittua ongelmakohtaa, kuten erikoista geometriaa, joiden käyttäytymistä nykyään käytetyissä mallipohjaisissa määrälaskentaohjelmistoissa on syytä tutkia. Myös mahdolliset rakentamislain mukana tulevien vaatimuksien vaikutukset yleissuunnittelun tietomalliin tulisi tarkastella määrälaskennan näkökulmasta.

Lähteet

- Admicom. 2025. Admicom BIM3-tietomallinnus. <https://www.admicom.com/fi/ratkaisut/admicom-bim3> 22.5.2025.
- Areite. 2025. Määrälaskenta. <https://areite.fi/maaralaskenta/#maaralaskenta>. 22.5.2025.
- buildingSMART Finland. 2025. RYTV-hankeohjelma. <https://www.buildingsmart.fi/rytv>. 31.3.2025.
- buildingSMART International. 2025. Industry Foundation Classes (IFC) – An introduction. <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/> 15.5.2025.
- Gravicon Oy. 2022. Karelia tietomallinnuksen prosessit ja tietomallien hyödyntäminen. https://rakentaminen.karelia.fi/wp-content/uploads/2022/03/Tietomallinnuksen_prosessit_ja_tietomallien_hyodyntaminen.pdf 15.5.2025.
- Henttinen, T. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus. <https://drive.buildingsmart.fi/s/7FPE7tGocYZw8BY>. 22.5.2025.
- Henttinen, T. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. <https://drive.buildingsmart.fi/s/mfrRxKoZYCXIK4X>. 22.5.2025
- Jäväjä, P., Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Kulusjärvi, H. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 6. Laadunvarmistus. <https://drive.buildingsmart.fi/s/YDAddT4mDCH3qiT>. 30.5.2025
- Rakennusteollisuus. 2024. Rakennusalan digisanasto. <https://rt.fi/wp-content/uploads/2024/04/Rakennusalan-digisanasto-RT.pdf>. 30.5.2025
- Rakentamislaki 751/2023.
- Ratu KI-6033. 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. Rakennustieto.
- RAVA3pro. 2025. RAVA3pro hankkeen käyttötapauksen mukaiset rakennussuunnittelumallien IFC-tietosisältövaatimukset. https://kira-hub.org/wp-content/uploads/2023/12/RAVA3pro_ARK_IFC_vaatimukset_v1_0.pdf. 12.5.2025
- RYTV. 2023. RYTV terminologialistaus. <https://drive.buildingsmart.fi/s/B2keTMYNY2jSigw?>. 22.5.2025.
- Sanastot.suomi.fi. 2025. <https://sanastot.suomi.fi/>. 22.5.2025.
- Solibri. 2025. Solibri Office. <https://www1.solibri.com/fi/solibri-office>. 21.03.2025
- Solibri. 2020. Getting Started with Solibri. https://solibri-assets.s3.amazonaws.com/downloads/Getting_Started_with_Solibri-EN.pdf. 23.5.2025.
- TALO-ryhmä, Haahtela-kehitys Oy. 2007. Talo 2000 Hankenimikkeistö. https://tiedostot.rakennustieto.fi/Nimikkeistot/Talo_2000_hankenimikkeisto_nettiin_260207.pdf. 22.5.2025.
- Tauriainen, M. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 7. Määrälaskenta. <https://drive.buildingsmart.fi/s/pkg2eP52F2QXr84>. 22.5.2025.
- Tocoman. 2020. Tocoman BIM3 käyttöohje. <https://5137768.fs1.hubspotusercontent-eu1.net/hubfs/5137768/Ohjeet/Tocoman%20BIM3%20käyttöohje%2017.2.2020.pdf>. 23.5.2025.
- Ympäristöministeriö. 2025. Ympäristöministeriö pyytää lausuntoja rakennuksen tietomallimuotoisen suunnitelman tiedoista. <https://ym.fi/-/ymparistoministerio-pyytaa-lausuntoja-rakennuksen-tietomallimuotoisen-suunnitelman-tiedoista>. 28.5.2025

Liite 1. Tietomalliselostus vertailukohteen mallista

Hanke:	Opinnäytetyön koulurakennus
Uudis-/korjaushanke:	Uudishanke
Osoite:	Ei saatavilla
Mallin laatija:	Miikka Nuutinen
Käytetyt ohjelmistot:	Autocad Revit 2024
Mittayksiköt, koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä:	mm, ei saatavilla
Origo	0,0,0
Kerrosten korkeusasemat:	-1000, 0, 3500, 7000, 10500, 12500
Nimikkeistöt ja kuvatasot:	Talo 2000
Rakennusosien nimeämisperiaate:	Rakennetyypin lyhenne esim. VS-1
Mahdolliset poikkeamat yleisistä mallinnustavoista:	Alakattojen rakennetta ei ole määritetty, tilavaraus. Ikkunat ja ovet mallinnettu sovitussuorineen. Alakatot mallinnettu alakattotyökalulla. Curtain wall työkalua käytetty lasiseinän mallintamiseen.
Muutokset:	

Liite 2. Tietomallin sääntöpohjaisen tarkastuksen raportti

Tietomallin tarkastus	
Mallin nimi	Opinnäytetyön tietomalli Versio: 25.3
Tarkastaja	miikka.nuutinen@edu.karelia.fi
Organisaatio	Karelia Ammattikorkeakoulu Oy
Aika	2025-05-24 14:29:48
Opinnäytetyön tietomalli	Aika: 2025-05-24 13:33:47+02:00 Sovellus: Auto-desk Revit 2024 (ENG) IFC: IFC2X3

YTV 2012 - Arkkitehtimallin tarkastuslomake	Hyväksytty	Hyväksytty	Vaikka	Norja	Vähäinen	Kommentti
Tietomalliselostus	OK			x		
Tietomalliselostus on toimitettu	OK			x		
Tietomalliselostuksen sisältö	OK			x		
Mallit sovittuina tiedostoformaateina (IFC ja muut sovitut tiedostot)	OK			x		
IFC-tiedosto(t)	OK			x		
Sovittuja kuvatasoja on käytetty	OK					
Mallissa saa käyttää vain sovittuja kuvatasoja	OK					
Koordinaatisto on sovitun mukainen	OK					
Mallin pitää sijaita lähellä origoa	OK					
Kerrokset on määritetty	OK					
Mallin rakenteen tarkastaminen ml. kerrokset	OK					
Komponentit on määritetty kerroksittain				x		
Komponentit on määritetty kerroksittain				x		
Sovitut/vaatimusten mukaiset tilat ja rakennusosat on mallinnettu	OK			x		
Yleissuunnittelu	OK			x		
Mallissa pitää olla tiloja	OK					
Mallissa pitää olla sovittuja rakennusosia	OK			x		
Rakennusosat on mallinnettu oikeilla työkaluilla	OK			x		
Rakennusosat on mallinnettu oikeilla työkaluilla	OK			x		
Sovittuja rakennusosatyyppejä on käytetty	OK					
Yleissuunnittelu	OK					
Sovitut rakennusosatyypit	OK					
Mallissa ei ole ylimääräisiä rakennusosia	OK			x		
Suunnitelmaan kuulumattomat objektit ja tasot	OK			x		

Mallissa ei ole sisäkkäisiä tai tupla-rakennusosia	OK					
Seinät	OK					
Ovet	OK					
Ikkunat	OK					
Laatat	OK					
Katot	OK					
Palkit	-					
Pilarit	-					
Portaat	OK					
Alaslasketut katot	OK					
Luiskat	-					
Kalusteet, kaiteet ja muut objektit	OK					
Mallissa ei ole merkittäviä rakennusosien välisiä leikkauksia					x	
Samantyyppisten rakennusosien väliset leikkaukset	OK					
Leikkaus Seinä - Seinä	OK					
Leikkaus Laatta - Laatta	OK					
Leikkaus Katto - Katto	OK					
Leikkaus Palkki - Palkki	-					
Leikkaus Pilari - Pilari	-					
Leikkaus Ovi - Ovi	OK					
Leikkaus Ikkuna - Ikkuna	OK					
Leikkaus Porras - Porras	OK					
Leikkaus Kaide - Kaide	-					
Leikkaus Luska - Luiska	-					
Leikkaus Alaslaskettu katto - Alaslaskettu katto	OK					
Leikkaukset erityyppiset komponentit					x	
Leikkaus Ovi - muut komponentit	OK					
Leikkaus Ikkuna - muut komponentit	OK					
Leikkaus Pilari - muut komponentit	OK					
Leikkaus Palkki - muut komponentit	OK					
Leikkaus Porras - muut komponentit	OK					
Leikkaus Kaide - muut komponentit	OK					
Leikkaus Alaslaskettu katto - muut komponentit	OK					
Leikkaus Seinä - muut komponentit					x	
Leikkaus Laatta - muut komponentit	OK					
Leikkaus Katto - muut komponentit	OK					
Kalusteiden ja muiden objektien leikkaukset	OK					

Kalusteiden ja muiden objektien väliset leikkaukset	OK					
Objektit - Ovet ja Ikkunat	OK					
Objektit - muut komponentit	OK					
Bruttoala- ja muut laajuutta kuvaavat komponentit on mallinnettu	OK			x		
Mallissa on bruttoalatiiloja	OK					
Kaikki tilat kuuluvat bruttoalatiiloihin	OK					
Bruttoalatiilojen korkeus	OK			x		
Laajuutta kuvaavien komponenttien nimet ja tyypit ovat sovitun mukaiset	OK					
Laajuutta kuvaavien tilojen nimet	OK					
Sovitunmukaisia tilatunnisteita on käytetty	OK					
Tilat tulee numeroida yksilöllisesti	OK					
Mallissa saa käyttää vain sovittuja tilanimiä	OK					
Mallissa saa käyttää vain sovittuja tilatyyppejä	OK					
Huonetilat vastaavat tilaohjelmaa	OK			x	x	
Tilaohjelma	OK			x		
Tilan pinta-alan tulee olla vähintään sen tavoiteala	OK				x	
Huonetilat, seinät ja pilarit kattavat kerroksittain bruttoalan	OK					
Tilat, seinät ja pilarit kattavat kunkin kerroksen alan	OK					
Tilavaraukset talotekniikalle on tehty				x		
Talotekniikan tilavaraukset				x		
Taloteknisten tilojen oikeellisuus				x		
Tilojen korkeus on mallinnusvaatimusten mukainen				x		
Tilojen pitää koskettaa laattaa alapuolellaan	OK					
Tilojen pitää koskettaa laattaa yläpuolellaan				x		
Tilat kohtaavat ympäröivät seinät ja muut komponentit	OK					
Tilat kohtaavat ympäröivät seinät ja muut komponentit	OK					
Tiloja ei ole päällekkäin	OK					
Tilojen leikkaukset	OK					
'Hyvä mallinnustapa'					x	
Ylä- ja alapuolella pitää olla komponentti	OK					
Pilarien pitää kohdata komponentti yläpuolellaan	-					
Pilarien pitää kohdata komponentti alapuolellaan	-					
Palkkien pitää kohdata komponentti yläpuolellaan	-					

Palkkien pitää kohdata komponentti alapuolellaan	-					
Seinien pitää kohdata komponentti yläpuolellaan	OK					
Seinien pitää kohdata komponentti alapuolellaan	OK					
Ulkoseinien oikeellisuus	OK					
Oviaukkojen minimimitat	OK					
Ikkuna-aukkojen minimimitat	OK					
Laatan koon pitää olla järkevissä rajoissa	OK					
Vapaa tila ovien edessä.					x	
Vapaa tila ikkunoiden edessä	OK					

The screenshot shows the Autodesk Revit 2024 interface with the 'Walls' schedule window open. The window title is '<Wall Schedule 2>'. The table below shows the schedule data:

A	B
ID	Area
	36.5 m ²
	35.0 m ²
2	71.5 m ²
PE1	62.0 m ²
PE1	18.5 m ²
PE1	42.0 m ²
PE1	30.0 m ²
PE1	20.0 m ²
PE1	48.0 m ²
PE1	41.0 m ²
PE1	31.5 m ²
PE1	42.5 m ²
PE1	42.5 m ²
PE1	6.0 m ²
11	384.0 m ²
USK 403.03	465.0 m ²
USK 403.03	454.0 m ²
USK 403.03	194.0 m ²
USK 403.03	305.0 m ²
USK 403.03	296.0 m ²
USK 403.03	203.5 m ²
6	1917.5 m ²
VS 401.02	85.0 m ²
VS 401.02	25.5 m ²
VS 401.02	25.0 m ²
VS 401.02	25.0 m ²
VS 401.02	25.0 m ²
VS 401.02	84.5 m ²
VS 401.02	25.5 m ²
VS 401.02	25.0 m ²
VS 401.02	25.0 m ²
VS 401.02	25.0 m ²
VS 401.02	25.0 m ²
VS 401.02	25.0 m ²
VS 401.02	100.0 m ²

Kuva 2. Autodesk Revit 2024 määrätietoikkuna (Kuva: Miikka Nuutinen).

The screenshot displays the Admicom BIM3 software interface for a project named 'Koulutusmalli_rev1 - Tocoman BIM3'. The interface is divided into several sections:

- Top Toolbar:** Contains various tools for 3D modeling, including 'Lataa 3D', 'Palauta 3D', 'Perusnäkyvät', 'Haamu pois', 'Reunaviivat pois', 'Ota kuva', 'Värgää', 'Puhuminen päällä', 'Automaattilähennys päällä', 'Pajasta', 'Leikkaustasot', 'Kehykset piilotettu', 'Lisää pinnasta', 'Lisää valinnasta', 'Poista', 'Mittaus', 'Poista', and 'Aluevalinta pois'.
- Left Sidebar:** Includes 'Määrälähderyhmät' (Quantity Source Groups) with a filter 'Aseta suodin' (Set Filter) and 'Määrähdery...' (Quantity Definition) options.
- Central 3D View:** Shows a 3D model of a building structure with red and green elements.
- Bottom Right Panel:** Contains a table for quantity takeoff and a 'Laskentatavien kohdistus ja määräerittely' (Calculation Method Alignment and Quantity Breakdown) section.

The table in the bottom right panel is as follows:

Luk.	Koodi	Rakenne	Määrä	Yksikkö
45	Wall-13	VS 8 tiiliseinä 440R.F1	F1120	m2
45	Wall-7	VS 2, levylliseinä, vsk. levy 13mm + teräsr...	886,806	m2
471	KHS105	Porrastaskoide, h = 200 mm		jm
471	KHS105(1)	Autohallinkaide, h = 120 mm		jm
481	HTKP101	Elpo-hormit, 1115 x 310 x 3000		kpl
481	HTKP101(1)	Elpo-hormit, 400 x 310 x 3000		kpl
6

Orange arrows in the image indicate the flow of information: from the 3D model to the table, and from the table back to the 3D model.

Kuva 3. Admicom BIM3 määrätietoikkuna (Kuva: Tocoman BIM3 käyttöohje).