

Opinnäytetyö (AMK)

Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2023

Juha-Matti Hörkkö

Tietomallipohjainen määrälaskenta Tocoman BIM3 -ohjelmistolla



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), rakennustekniikka ja yhdyskuntatekniikka

2023 | 55 sivua

Juha-Matti Hörkkö

Tietomallipohjainen määrälaskenta Tocoman BIM3-ohjelmistolla

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää tietomallien käyttöä määrä- ja kustannuslaskennassa. Opinnäytetyössä käytetään Tocomanin kustannuslaskenta ohjelmia ja keskitytään tietomallipohjaiseen määrälaskentaan.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää tietomallien määrälaskentatyökalujen hyötyjä A-insinöörit Rakennuttaminen Oy:n laskenta- ja elinkaaripalveluiden käyttöön. Tietomallit ovat kasvavissa määrin osa projektien laskenta-aineistoa, mutta niiden käyttö määrälaskentavaiheessa on vielä vähäistä.

Tietomallipohjaisen määrälaskennan ymmärtäminen voi hyödyttää tietomallin tarkastamista jo suunnitteluvaiheessa. Työssä tarkastellaan myös tietomallien heikkouksia ja ongelmakohtia kattavan määräluettelon luomiseen.

Opinnäytetyölle on valittu tapausesimerkki, jonka avulla pääsemme vertailemaan lopputuloksia tietomallista lasketun ja koko laskenta-aineiston suunnitelmien avulla lasketun määräluettelon välillä. Hankkeen avulla käydään myös läpi Tocoman BIM3 -ohjelman oleelliset työkalut ja toiminnot.

Asiasanat:

määrälaskenta, kustannuslaskenta, tietomalli, BIM, IFC-malli, 3D, Tocoman

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Civil and construction engineering

2023 | 55 pages

Juha-Matti Hörkkö

Building information model-based quantity calculation with Tocoman BIM3 -software

The purpose of this thesis is to investigate the use of building information models in quantity and cost calculation. This thesis is made with Tocoman's cost accounting programs on building information model-based quantity calculations.

This thesis aims to clarify benefits of the quantity calculation tools in program for A-insinöörin Rakennuttaminen Oy Laskenta ja Elinkaaripalvelut. Building information models are becoming a more common part of the calculation material of projects, but their use in the quantity calculation phase is still limited.

It can be beneficial to understand model-based quantity calculation when checking building information model in the planning phase. This thesis also explains weaknesses and problem areas of building information models to create comprehensive list of quantities.

The thesis contains a case -project which allows us to compare the final results between a bill of quantities calculated from building information model and a bill of quantities calculated using plans of the entire calculation material from that project. With the help of the example project, we will also review essential tools and functions of the Tocoman BIM3 software.

Keywords:

quantity surveying, calculation of costs, building information model, BIM, IFC-model, 3D, Tocoman

Sisältö

Käytetyt lyhenteet	7
1 Johdanto	8
1.1 Tietomallit	8
1.2 Opinnäytetyö	9
2 Tietomalli	10
2.1 Yleiset tietomallivaatimukset	10
2.2 Mallien tuottaminen ja hyödyntäminen projektin eri vaiheissa	10
2.3 Tietomalliselostus	11
2.4 Tietomallipohjainen määrälaskenta	12
2.4.1 Johdanto tietomallipohjaiseen määrälaskentaan	12
2.4.2 Määrälaskennan vaatimukset rakennuksen tietomalleille	13
2.4.3 Informaation talteenotto ohjelmistossa	13
2.5 Tietomallipohjaisen määrälaskennan ongelmakohtia	13
2.5.1 Laskenta usean suunnittelualan malleista	14
2.5.2 Tilojen pintamateriaalit	14
2.5.3 Paikalla rakennettavat portaat	14
2.5.4 Verhoseinät	15
2.5.5 Parametriset malliosat	15
2.5.6 Geometriset erikoistapaukset	15
3 Tocoman kustannuslaskenta ja BIM3	16
3.1 Tocoman Laskenta	16
3.1.1 Hankkeen luominen	16
3.1.2 Kustannus- ja määrätietojen tulostaminen	19
3.2 BIM3 Manager	20
3.2.1 Tallennus bim-tiedostoksi	20
3.2.2 Mallin muokkaus ja korjaus	20
3.2.3 Tietomallin valmistelu laskentaan	21
3.3 BIM-laskenta	22

3.3.1 Manuaalinen linkitys ja määrälaskenta	22
3.3.2 Kustannusrivien julkaisu määräluetteloon	24
3.3.3 Määrälaskenta sijainneittain	24
3.4 Päivitetyn tietomallin käyttöönotto	25
3.4.1 Tietomallin linkityssääntö	25
3.4.2 Hankkeen kopiointi <i>Tocoman Laskennassa</i>	25
3.4.3 Linkityssäännön käyttöönotto	26
4 Tapausesimerkinä kerrostalon määräluettelo	27
4.1 Puutteet tietomalleissa	27
4.2 Suurimmat erot määräluetteloiden välillä	31
4.2.1 Maa- ja pohjarakennus	32
4.2.2 Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet	32
4.2.3 Runko- ja vesikattorakenteet	32
4.2.4 Täydentävät rakenteet	33
4.2.5 Pintarakenteet	33
4.2.6 Kalusteet, varusteet ja laitteet	34
4.2.7 Konetekniset työt	35
4.3 Määrärivien vertailu	35
5 Johtopäätökset	37
5.1 Tietomallipohjaisen määrälaskennan hyödyt	37
5.2 Virheiden välttäminen laskennan aikana	38
5.3 Tietomallipohjaisen määrälaskennan riskejä	39
5.4 Tietomallien hyödyntäminen omassa työssäni	39
Lähteet	41

Liitteet

Liite 1. Tapausesimerkin määräluettelo (salassa pidettävä, poistettu julkisesta työstä)

Liite 2. Esimerkki määräluettelo talo80-laskentajärjestelmän mukaisilla määräriveillä (salassa pidettävä, poistettu julkisesta työstä)

Kuvat

Kuva 1. Kustannuslaskentahankkeen luominen.	17
Kuva 2. Tocomanin rakennekirjasto.	18
Kuva 3. Tocomanin suoritekirjasto.	19
Kuva 4. Tietomallin poissuljetut objektit.	21
Kuva 5. Määrälähderyhmä, elementtihormit.	22
Kuva 6. Määrälähderyhmän linkitys laskentaan, teräspaalut.	23
Kuva 7. Microsoft Excel pohjainen mallinne laskentaan.	29
Kuva 8. Ominaisuudet, Storey name, kerrossijainti.	30
Kuva 9. Objektin tarkastelun pikavalinta.	31
Kuva 10. Virheellinen sijaintitieto määräluettelossa.	31
Kuva 11. Määräluetteloiden vertailu johtopäätösten tekemiseen.	36

Käytetyt lyhenteet

3D-malli	kolmiulotteinen tietomalli
arkkitehtimalli	suunnittelualan tietomalli, Arkkitehti
BIM	rakennuksen tietomalli, building information modeling
GUID	tietotekniikassa hyödynnetty ainutkertaiseksi tarkoitettu tunnusnumero, globally unique identifier
IFC	kansainvälinen rakennusalan tiedonsiirtostandardi, industry foundation classes
LVIS	lvis tulee sanoista lämpö, vesi, ilma ja sähkö
objekti	tietomallissa oleva yksittäinen osa, jolle voidaan antaa ominaisuuksia (Ratu KI-6033 2018)
rakennemalli	suunnittelualan tietomalli, Rakennesuunnittelu
YTV2012	yleiset tietomallivaatimukset 2012

1 Johdanto

1.1 Tietomallit

Rakennusten tietomallintaminen on kaikkialla maailmassa tärkeä, ja monissa maissa jopa pakollinen osa rakennusprosessia. Tietomallintamisen avulla varmistetaan, että rakennusten suunnittelu ja rakentaminen on tehokasta ja sujuvaa.

Tietomallintaminen on prosessi, jonka avulla kaikki rakennushankkeen osapuolet kuten arkkitehdit, insinöörit, urakoitsija, kiinteistön hoitajat ja muut rakennusalan ammattilaiset voivat hoitaa rakennusprojektin suunnittelusta rakentamiseen samassa tietoympäristössä. Tietomalli tarkoittaa rakennuksen geometrista 3D-mallia, johon on lisätty non-geometrista dataa, esimerkiksi massat, mitat, kappalemäärät ja muut tiedot siitä, mitä rakennettava rakennus käytännössä sisältää.

Tietomallin tärkein hyöty on rakennusvirheiden minimointi ja mahdollisuuksien mukaan niiden poistaminen ja välttäminen kokonaisuudessaan. Tietomallintamisen suurin hyöty saadaan silloin, kun rakennus rakennetaan suunnitellun tietomallin mukaisilla tiedoilla. Tällöin eri osapuolille jaettavat suunnitelmat sekä lopullinen rakennuksen digitaalinen tietomalli vastaavat fyysistä rakennusta.

Selkeiden etujensa vuoksi tietomallintaminen rakentamisessa on tullut jäädäkseen. Sen hyödyt samat projektin eri tasoilla ja vaihessa työskenteleville ammattilaisille on selvää.

Rakentamisen tulevaisuus näyttää entistäkin digitaalisemmalta ja lisäksi vaatimukset eri asiantuntijoiden yhteistyön tiivistämiseen rakennushankkeissa korostuvat tulevaisuudessa. Tietomallinnus kehittyy jatkuvasti ja odotettavissa onkin, että teknologian kehittäessä myös 4D-, 5D- ja jopa 6D-ulottuvuudet tulevaisuuden tietomalleja. (Solibri 2023.)

1.2 Opinnäytetyö

Rakennushankkeen kokonaiskustannukset määräytyvät suurimmalta osin suunnitteluvaiheessa. Urakoitsijan määräluettelo luodaan kohteen pääasiakirjojen pohjalta ja tietomallit ovat yhä useammin lueteltuna laskenta-asiakirjojen joukkoon.

Tietomallinnus ja sen hyödyntäminen rakennushankkeen toteutuksessa on yleistynyt merkittävästi. Tietomallien sisältö ja tarkkuus on merkittävässä osassa, kun pohditaan voidaanko niistä saatua informaatiota käyttää urakoitsijan määräluettelossa. Suunnitelmien ristiriitaisuudet tulee jatkossakin selvittää eri suunnittelualojen kesken ja suunnittelun täydentävät asiakirjat otetaan määrälaskennan tueksi.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Tocomanin tarjoamaan BIM3-määrälaskentaohjelmistoa ja luodaan määräluettelo, jonka avulla pyritään havainnollistamaan tietomallin sisältöä ja hyötyjä käytännön määrälaskennassa. Opinnäytetyö toteutetaan A-insinöörien laskenta- ja elinkaaripalveluiden pyynnöstä. Opinnäytetyö sisältää rakennushankkeen urakoitsijan määräluettelon luotuna Tocoman BIM3 -ohjelmistolla ja lopputulosta verrataan aikaisemmin 2D-suunnitelmia käyttämällä tehtyyn määräluetteloon rakennushankkeen osalta.

Työ esitetään A-insinöörien laskenta- ja elinkaaripalveluiden laskenta-asiantuntijoille lisäämään tietämystä ohjelmiston potentiaalista ja käyttökohteista työn kehittämisen saralla. Jos määräluettelon osakokonaisuudet ovat luotettavalla tasolla, voidaan harkita ohjelmiston hyödyntämistä myös laskutettavissa määrälaskentakohteissa tilaajan suostumuksella.

Opinnäytetyössä on keskitytty rakennusteknisiin töihin, eikä hankkeen LVIS-tekniikkaa lasketa määräluetteloon.

2 Tietomalli

2.1 Yleiset tietomallivaatimukset

Kiinteistöjen ja rakennusten mallinnuksen tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan, lähtien suunnittelun alusta ja jatkuen vielä rakennusprojektin jälkeenkin käytön ja ylläpidon aikana.

Mallinnuksen onnistumiseksi on malleille ja mallien hyödyntämiselle asetettava hankekohtaiset painopistealueet ja tavoitteet. Tavoitteiden ja yleisvaatimusten perusteella määritetään ja dokumentoidaan projektikohtainen vaatimus. (RT 10-1106, 2012.)

Julkisissa hankkeissa kaikkien vähintään IFC 2x3 -sertifioitujen mallinnusohjelmien käyttö on sallittua, mutta hankekohtaisesti tähän voidaan asettaa erityisvaatimuksia esimerkiksi käytettävän IFC-version tai erityisominaisuuksien suhteen (RT 10-11066, 2012).

2.2 Mallien tuottaminen ja hyödyntäminen projektin eri vaiheissa

Tarveselvitysvaiheessa tietomallilla on harvoin geometrinen muotoa. Vaatimusmalli, jossa ainakin keskeisimmät tilavaatimukset on kirjattu sähköiseen muotoon, on kuitenkin osa tietomalliprosessia ja oikein laadittuna sitä voidaan käyttää hankeprosessin tilavaatimusten tarkistamiseen (RT 10-11066, 2012).

Hankkeen kannalta tärkeimmät päätökset liittyvät usein juuri hankkeen alkuun. Tarve- ja hankesuunnitteluvaiheet tuottavat lähtötiedot laajuuden kokonaistavoitteille, kuten bruttoalan, tilavuuden ja erilaisten toimintojen kokonaisalat. Lisäksi tonttiin ja käyttöön liittyvien vaatimusten, joiden pohjalta tehdään tontin tai korjattavan kohteen valinta. Koska varsinaisia suunnitelmia ei tuolloin usein vielä ole, saadaan päätöksenteon keskeisimmät tiedot

laajuustietojen ja tiloille asetettujen vaatimusten kautta, tietomallintamisessa tätä kutsutaan vaatimusmalliksi (RT 10-11066, 2012).

Tietomallin tarkkuustaso riippuu hankkeen vaiheesta ja tietomallien hyödyntämistarpeista. Pääosin tarkkuusvaatimukset jakautuvat kolmeen tasoon (RT 10-11068, 2012):

- Taso 1 Käyttötarkoitus on suunnittelijoiden välinen kommunikaatio ja suunnitelmien yhteensovittaminen; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennusosat on nimetty kuvaavasti.
- Taso 2 Käyttötarkoituksina ovat hanke- ja luonnosvaiheessa energia-analyysit, rakentamisen valmisteluvaiheessa rakennusosapohjainen määrälaskenta; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennetyyppi määritelty ja on oikean niminen ja tuoteosat mallinnettu niin, että kappalemäärät ja muu oleellinen määrätieto saadaan tuotetyypeittäin mallista.
- Taso 3 Käyttötarkoituksina ovat työmaan aikataulutus ja hankinnat; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, hankintaa varten oleelliset tiedot ovat attribuutti tms. kenttiä rakennusosissa ja ne voidaan listata (esim. ikkuna: tyyppi, aukkomitat ja dB-vaatimukset)

2.3 Tietomalliselostus

Tietomalliselostus on kunkin suunnittelualan ylläpitämä kuvaus mallin sisällöstä, käytetyistä mallinnustavoista ja mahdollisista poikkeamista yleisiin vaatimuksiin tai mallinnustapoihin nähden. Selosteessa kerrotaan, mihin tarkoitukseen malli on julkaistu ja mikä on sen tarkkuusaste. Tietomalliselostus päivitetään aina, kun malli julkaistaan muiden osapuolten käyttöön.

Kaikki muutokset suunnitelmiin tulee kirjata malleissa tai tietomalliselostuksessa niin, että osapuolet voivat löytää ne. Hankkeen virallisessa tarkastelupisteessä

julkaistun mallin puuttellisesta tai virheellisestä dokumentoinnista johtuvista seurauksista vastaa virheen tekijä suunnittelusopimusten ja yleisten sopimusehtojen määrittelemässä laajuudessa. (RT 10-11066, 2012.)

Kaikki rakennus- ja tekniikkaosat mallinnetaan projektikohtaisen vaatimuksen mukaan ja käytetty mallinnustapa dokumentoidaan tietomalliselostukseen (RT 10-11066, 2012).

2.4 Tietomallipohjainen määrälaskenta

2.4.1 Johdanto tietomallipohjaiseen määrälaskentaan

Rakennuksen tietomalli ei ratkaise kaikkia määrälaskentaan liittyviä kysymyksiä, eikä mallista voida laskea kaikkia hankkeen aikana tarvittavia määrätietoja. Ammattitaitoa tarvitaan edelleen lähtötietojen ja lähtömateriaalin arvioinnissa, laskennan kattavuuden varmistamisessa ja tulosten jäsentämisessä (RT 10-11069, 2012).

Rakennuksen tietomallien avulla määrälaskentaa on kuitenkin mahdollista tehostaa ja määrätietojen käyttöä hyödyntää erilaisissa päätöksentekotilanteissa huomattavasti. Määrien manuaalinen mittaaminen piirustuksista korvataan määrien tietokoneavusteisella mittaamisella mallista (RT 10-11072, 2012).

Määrälaskennan kannalta on olennaista, että käytetään sellaisia mallinnustyökaluja, joiden avulla pystytään tuottamaan määrälaskennan tarvitsema mittatieto. Tietomallissa tulee käyttää rakennusosalle siihen tarkoitettua työkalua, esimerkiksi ovet mallinnetaan ovityökalulla (RT 10-11069, 2012).

Rakennus- ja tekniikkaosat tulee voida tunnistaa yksilöidysti. Esimerkiksi seinien rakennetyyppi tai ilmanvaihdon kanavatyyppi pitää tunnistaa, jotta voidaan laskea kokonaismäärät summaamalla yksittäisiä rakennusosia (RT 10-11069, 2012).

2.4.2 Määrälaskennan vaatimukset rakennuksen tietomalleille

Tietomallin tarkkuustaso määrittää mallista saatavien määrien tarkkuustason. Kun yhdistelmämallin erilliset tietomallit on mallinnettu samalla tarkkuustasolle koko rakennuksessa, määrämittaustilanne on selkeä ja mallin määrätiedot voidaan arvioida yksiselitteisesti suhteessa mallin tarkkuustasoon. Tietomallin sisältö täydentyy suunnitteluvaiheittain. Määrälaskennassa yleisohjeena voidaan pitää periaatetta, että määrätiedot lasketaan vaiheittain siitä mallista, jossa tietosisältö on täsmällisin, tarkin ja kattavin. (RT 10-11072, 2012.)

2.4.3 Informaation talteenotto ohjelmistossa

Määräluettelon luontiin vaikuttaa käytettävän ohjelmiston lisäksi tietomallin tarkkuustaso. Kun tietomallin tarkkuus on vaadittavalla tasolla, voidaan se avata tarkasteluun halutulla ohjelmistolla.

Ohjelmistossa on oltava informaation talteenottotoiminto, jonka työkaluilla voidaan rajata haluttuja rakennusosia tarkempaan tarkasteluun. Esimerkiksi väliseinien laskennassa on tiedettävä seinät rakennetyypeittäin, jotta voidaan varmistua määräluettelon kattavuudesta.

Ohjelmia, joilla tietomallipohjaista määrälaskentaa voi suorittaa, ovat esimerkiksi:

- Tocoman BIM3
- Solibri Model Checker
- Autodesk Navisworks 3D viewer

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Tocoman BIM3 -ohjelmiston käyttöä määrälaskennassa.

2.5 Tietomallipohjaisen määrälaskennan ongelmakohtia

Määrälaskijalla tulee olla käsitys siitä, minkä tyyppisiin asioihin on kiinnitettävä huomiota, kun määriä lasketaan suunnittelijoiden tekemistä malleista.

Minimivaatimus mallille on mahdollista erottaa laskennan kannalta luotettavat ja epäluotettavat kohdat. Jos ongelmakohdat havaitaan, voidaan ne selvittää (RT 10-11072, 2012).

2.5.1 Laskenta usean suunnittelualan malleista

Usean suunnittelualan yhteismallissa on myös oikein toteutettuna päällekkäisyyksiä. Arkkitehdin mallista löytyy rakennesuunnittelijan kantavia rakenteita ja arkkitehdin mallissa on usein mallinnettuna taloteknisten järjestelmien päätelaitteita. Käytettäessä usean suunnittelualan malleja määrälaskennan lähtötietona, on päällekkäisyydet tiedostettava ja päätettävä, mistä mallista määrät lasketaan (RT 10-11072, 2012).

2.5.2 Tilojen pintamateriaalit

Arkkitehtisuunnitteluohjelmistoissa on usein puutteelliset työkalut tilojen pintojen mallintamiseen, joten niitä ei mallinneta erikseen, vaan ne lasketaan tilaobjektin pinnoista. Määrälaskennan osalta etenkin eri pintamateriaalein esitetyt osapinnat tuottavat ongelmia. Ohjelmistoissa on myös suuria eroja sen suhteen, miten ne tunnistavat tilaa rajaavat rakennusosat. Tilojen lattiapintojen laskenta voi olla ongelmallista, jos ohjelmisto tarjoaa tilan huonetilaohjelman mukaisen pinta-alan, eikä tilan todellista pinta-alaa (RT 10-11072, 2012).

2.5.3 Paikalla rakennettavat portaat

Kun portaat lasketaan kappalemääränä, nykyiset mallit ovat riittäviä. Ongelman tuottaa portaiden komponenttien, kuten kaiteiden, tasateiden, askelmien yms. laskenta. Komponenttien siirtyminen määräluetteloon on varmistettava ennen laskentaan ryhtymistä (RT 10-11072, 2012).

2.5.4 Verhoseinät

Suunnitteluohjelmistot sisältävät työkaluja, joilla verhoseiniä (kevyt, ei-kantava ulkoseinä, curtain wall) voidaan mallintaa kokonaisuutena. Verhoseinän komponenttien laskenta määrälaskennan edellyttämällä tavalla voi kuitenkin olla mahdotonta, koska ohjelmistot keskittävät lähinnä verhoseinien geometriaan eivätkä tietosisältöön (RT 10-11072, 2012).

2.5.5 Parametriset malliosat

Parametrinen malliosa sisältää numeerisesti määriteltäviä ominaisuuksia, joiden avulla samasta osasta saadaan monta erilaista ilmentymää. Esimerkiksi pöytää esittävässä osalla voi olla säädöt pöydän pituudelle ja pöydänjalkojen lukumäärällä.

Määrälaskennan kannalta suuria kokonaisuuksia esittävät parametriset osat tuottavat vaikeuksia. Parametrisestä osasta voi olla mahdotonta laskea yksittäisten rakennusosien määriä. Määrälaskennan näkökulmasta jokainen parametrinen osa on tarkasteltava erikseen. Kun parametrinen osa on tunnistettu, voidaan siitä laskea osia. Parametriset osat voidaan rakentaa siten, että ne pystyvät raportoimaan pituuksia, pinta-aloja, tilavuuksia, painoa jne., mutta näiden tietojen luotettavuus riippuu täysin osan tekijästä (RT 10-11072, 2012).

2.5.6 Geometriset erikoistapaukset

Rakennusten erikoiset muodot tai ratkaisut ovat usein määrä- ja kustannuslaskennan kannalta olennaisia. Tällaisia ovat esimerkiksi kaarevat, kaltevat sekä erikoisia aukkoja, geometrisia lisäyksiä ja poistoja sisältävät rakennusosat. Koska suunnitteluohjelmistoilla on usein vaikeuksia tuottaa tällaisia tapauksissa luotettavia määriä, näihin erikoistapauksiin on kiinnitettävä määrälaskennassa erityistä huomiota (RT 10-11072, 2012).

3 Tocoman kustannuslaskenta ja BIM3

BIM eli tietomallinnus on rakentamiseen kehitetty teknologia, jonka avulla rakennuksesta voi muodoon visuaalisen 3D-mallin. Tocoman BIM3 -ohjelmistoa käytetään koko rakennusprosessin toteutuksen visuaaliseen hallintaan (Tocoman 2023d).

3.1 Tocoman Laskenta

Tocoman Laskennan kokonaisuuteen sisältyvät Tocoman Kustannustieto ja määrälaskenta. Tocoman Laskenta on markkinoiden ainoa suomenkielinen selainpohjainen määrä- ja kustannuslaskennan ohjelmisto. Ohjelmisto sisältää markkinahintapohjaisen kustannustietokirjaston (Tocoman 2023a).

Ohjelman ominaisuuksiin kuuluvat

- Tocoman-kustannustieto
- PDF-määrämittaustyökalu
- hankkeen kustannusten yhteenveto
- panostietojen ja hinnastojen hallinta
- määräluetteloiden sisäänluku
- BIM3:sta saadun määrätiedon hyödyntäminen

3.1.1 Hankkeen luominen

Kustannuslaskentahanke luodaan Tocomanin tietokantaan selainpohjaisen ohjelman kautta. Tietokantaan lisätään uusi hanke ja lisätään kohteen perustiedot laskennan aloittamiseksi.

Pakollisina tietoina Tocomanin kustannuslaskentahankkeelle ovat

- kohteen nimi
- kohteen tunnus

- laskennan versionumerointi
- nimikkeistö (Talo 80, Talo 2000, Infra2015)
- alv-%

Näiden lisäksi voidaan täyttää valinnaisia tietoja (Kuva 1).

Kuva 1. Kustannuslaskentahankkeen luominen.

Kun hanke on luotu, voidaan valita kustannuslaskentaan sopiva rakennekirjasto. Rakennekirjaston alta löytyvät Tocomanin omat viitehankkeet ja mahdollisesti määrälaskijan itse luomat hankkeet. (Kuva 2.)

Laskenta	Hankkeet	01 CASE esim... 1	Rakenteet	Suoritteet	Panoset	Tarjouslaskenta	Määrä	Määrälaskenta	Rakennekirjasto	Suoritekirjasto	Panoskirjasto	Hankkeen tiedot	
Viitehankkeiden rakenteet													
+ Lisää rajaus													
Hae													
T													
☐	Hanke	Luokka ¹	Luokan nimi	Koodi	Rakenteen selite	Määrä	Yks.	€/Yks.	Yhteensä				
☐	Tocom...	325		VSKP15	KANTAVAT VÄLISEINÄ- JA PILARIELEMENTIT	0,0		0,00 €/	0,00 €				
☐	Tocom...	3251		VSK5	VÄLISEINÄT	0,0		0,00 €/	0,00 €				
☐	Tocom...	3251	Väliseinä	VSK501	Betonielementtiseinä, 80 mm, 12 m2/kpl (ProIT VS213)	0,0	m2	84,34 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3251	Väliseinä	VSK513	Betonielementtiseinä, 160 mm, 12 m2/kpl (ProIT VSK201)	0,0	m2	95,67 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3251	Väliseinä	VSK521	Betonielementtiseinä, 180 mm, 12 m2/kpl (ProIT VS201)	0,0	m2	99,10 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3251	Väliseinä	VSK522	Betonielementtiseinä, 180 mm, 12 m2/kpl + ER 175 mm (ProIT VS207)	0,0	m2	120,14 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3251	Väliseinä	VSK523	Betonielementtiseinä, 180 mm, 12 m2/kpl + ilmarävi 50 mm + ER 70 mm / kipsilevy 2x (ProIT VS209)	0,0	m2	135,58 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3251	Väliseinä	VSK524	Betonielementtiseinä, 180 mm, 12 m2/kpl + ER 50 mm + ilmarävi 30 mm + kalkkihiekkatiliiverhous (ProIT VS209)	0,0	m2	175,68 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3251	Väliseinä	VSK526	Betonielementtiseinä, kantava, 180 mm, 12 m2/kpl + ER 175 mm (ProIT VSK207)	0,0	m2	120,14 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3251	Väliseinä	VSK527	Betonielementtiseinä, kantava, 180 mm, 12 m2/kpl + ER 50 mm + ilmaräko 30 mm + kalkkihiekkatili (ProIT VSK209)	0,0	m2	175,68 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3251	Väliseinä	VSK528	Betonielementtiseinä, kantava, 180 mm + kipsilevyrakente (ProIT VSK209)	0,0	m2	137,72 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3251	Väliseinä	VSK552	Betonielementtiseinä, kantava, 200 mm, 12 m2/kpl (ProIT VSK203)	0,0	m2	102,52 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3251	Väliseinä	VSK601	Betonielementtiseinä, 200 mm + ER 145 mm + betonielementtiseinä 80 mm, autotallin ja kellarin välinä...	0,0	m2	195,93 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3252		P15	PILARIT	0,0		0,00 €/	0,00 €				
☐	Tocom...	3252	Pilari	P1501	Pilari, betonielementti, 380 x 380 x 3000 mm	0,0	kpl	532,00 €/kpl	0,00 €				
☐	Tocom...	3252	Pilari	P1510	Pilari, betonielementti, d = 380 mm l = 3000 mm	0,0	kpl	463,90 €/kpl	0,00 €				
☐	Tocom...	326		VSKP16	PUURUNKOISET KANTAVAT VÄLISEINÄT JA PILARIT	0,0		0,00 €/	0,00 €				
☐	Tocom...	326	Kantava puuvälisein...	VSK61	Kantava puurunkoinen väliseinä >=41 dB, REI60 2 kipsilevyä	0,0	m2	63,63 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	326	Kantava puuvälisein...	VSK62	Kantava puurunkoinen väliseinä >=44 dB, REI60 4 kipsilevyä	0,0	m2	61,53 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3261		VSK6	VÄLISEINÄT	0,0		0,00 €/	0,00 €				
☐	Tocom...	33	Laatat ja palkit	P16	PILARIT	0,0		0,00 €/	0,00 €				
☐	Tocom...	33		VPPA	LAATAT JA PALKIT	0,0		0,00 €/	0,00 €				
☐	Tocom...	332		VPPA2	PAIKALLA VALETAVAT LAATAT JA PALKIT	0,0		0,00 €/	0,00 €				
☐	Tocom...	3321		PA2	PALKIT	0,0		0,00 €/	0,00 €				
☐	Tocom...	3321	Palkki	PA201	Teräsbetonipalkki, 200 x 500 x 10000 mm (laattapalkisto), C35/45, 150 kg/betm3	0,0	kpl	663,95 €/kpl	0,00 €				
☐	Tocom...	3321	Palkki	PA202	Teräsbetonipalkki, 300 x 750 x 5000 mm (laattapalkisto), C35/45, 150 kg/betm3	0,0	kpl	672,10 €/kpl	0,00 €				
☐	Tocom...	3321	Palkki	PA203	Teräsbetonipalkki, 500 x 300 mm, (palkki), C35/45, 150 kg/betm3	0,0	jm	95,60 €/jm	0,00 €				
☐	Tocom...	3321	Palkki	PA204	Teräsbetonipalkki, 500 x 300 mm, (leukapalkki) 300 / 200 x 500 / 150 mm, C35/45, 150 kg/betm3	0,0	jm	117,51 €/jm	0,00 €				
☐	Tocom...	3321	Palkki	PA206	Teräsbetoni-keskipalkki, 600 x 300 x 10000 mm, (laattapalkisto), C35/45, 150 kg/betm3	0,0	kpl	1 075,35 €/kpl	0,00 €				
☐	Tocom...	3321	Palkki	PA207	Teräsbetoni-reunapalkki, 600 x 300 x 10000 mm, (laattapalkisto), C35/45, 150 kg/betm3	0,0	kpl	1 153,87 €/kpl	0,00 €				
☐	Tocom...	3321	Palkki	PA208	Teräsbetonipalkki, 400 / 125 x 500 / 280 mm, (2-leukaa), C35/45, 150 kg/m3	0,0	jm	163,30 €/jm	0,00 €				
☐	Tocom...	3321	Palkki	PA209	Teräsbetonipalkki, 400 / 130 x 500 / 280 mm, (1-leuka), C35/45, 150 kg/m3	0,0	jm	142,06 €/jm	0,00 €				
☐	Tocom...	3322		VP2	VÄLIPOHJAT	0,0		0,00 €/	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP201	Teräsbetonilaatta, 190 mm, C25/30, 8 kg/m2	0,0	m2	55,81 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP202	Teräsbetonilaatta, 190 mm, C25/30, 12 kg/m2	0,0	m2	64,71 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP203	Teräsbetonilaatta, 220 mm, C25/30, 15 kg/m2	0,0	m2	74,79 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP204	Teräsbetonilaatta, 240 mm, C25/30, 17 kg/m2	0,0	m2	81,50 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP205	Massiivilaattaväli pohja, pysäköintitaso, pinta kallistettu, 160 mm, C35/45 säännest., 12 kg/m2 (ProIT VP...	0,0	m2	68,91 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP206	Massiivilaattaväli pohja, lepotaso, 200 mm, C35/45, 8 kg/m2 (ProIT VP207)	0,0	m2	59,17 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP207	Massiivilaattaväli pohja, 240 mm, C35/45, 12 kg/m2 + ER 30 mm + pintabetoni 80 mm (ProIT VP211)	0,0	m2	120,58 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP208	Massiivilaattaväli pohja, 260 mm, C35/45, 15 kg/m2 (ProIT VP205)	0,0	m2	83,13 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP209	Massiivilaattaväli pohja, 260 mm, C35/45, 15 kg/m2 (ProIT VP206)	0,0	m2	86,26 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP210	Massiivilaattaväli pohja, 270 mm, C35/45, 15 kg/m2 (ProIT VP201)	0,0	m2	83,71 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP213	Massiivilaattaväli pohja, 300 mm, C35/45, 20 kg/m2 (ProIT VP202)	0,0	m2	98,67 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP215	Kololaatan täytevalu, 90 mm	0,0	m2	12,91 €/m2	0,00 €				
☐	Tocom...	3322	Väli pohja	VP216	Paikallavälukaista, 265 mm, C25/30, 5 kg/m2	0,0	m2	85,29 €/m2	0,00 €				

Kuva 2. Tocomanin rakennekirjasto.

Sopivan viitehankkeen valitsemisen jälkeen rakennekirjastoa hyödyntämällä lisätään laskentahankkeelle sopivat rakenteet määräluetteloon. Lisätyille rakenteille ja niiden sisältämille suoritteille laskentaan määrärivit, joko PDF-määramittaustyökalulle tai BIM3-laskentaohjelmistolla. Myös määrien manuaalinen lisääminen ja muokkaus on mahdollista. (Kuva 3.)

Laskenta

Hankkeet

01 CASE esim..._1

Rakenteet

Suoritteet

Panokset

Tarjouslaskenta

Määräalaskenta

Rakennekirjasto

Suoritekirjasto

Panoskirjasto

Hankkeen tiedot

Viitehankkeiden suoritteet

+ Lisää rajaus

Hae

Toiminnot

☐	Hanke	Koodi [†]	Selite	Määrä	Yks.		€/Yks.	Yhteensä
☐	Tocom...	3233321	Teraspilari, d = 168,3 x 5 mm, yht. x jm, x kpl, S275J2H, pohjamaalattu	0,0	kg		4,38 €/kg	0,00 €
☐	Tocom...	3233417	Teraspilari, d = 168,3 x 5 mm, yht. x jm, x kpl, S275J2H, kuumasinkitty	0,0	kg		4,97 €/kg	0,00 €
☐	Tocom...	325	VÄLISEINIEN JA PILAREIDEN ELEMENTTITYÖT					
☐	Tocom...	3251111	Väliseinäelementit V, b = 160 mm, kpl	0,0	m2		78,19 €/m2	0,00 €
☒	Tocom...	3251113	Väliseinäelementit V, b = 180 mm, kpl	0,0	m2		81,61 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3251115	Väliseinäelementit V, b = 200 mm, kpl	0,0	m2		85,03 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3251118	Väliseinäelementit V, b = 80 mm, kpl	0,0	m2		66,85 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3251214	Pilarelelementti, 380 x 380 mm, h = 3000 mm, yht. m3	0,0	kpl		452,35 €/kpl	0,00 €
☐	Tocom...	3251314	Pilarelelementti, d = 380 mm, h = 3000 mm, yht. m3	0,0	kpl		378,28 €/kpl	0,00 €
☐	Tocom...	326	VÄLISEINIEN JA PILAREIDEN PUURUNKOTYÖT					
☐	Tocom...	3261100	Kantavan väliseinän puurunko	0,0	m2		23,46 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3261105	Kantavan väliseinän puurunko 198 k600	0,0	m2		24,33 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3261110	Kantavan väliseinän puurunko 198 + 48 mm k600	0,0	m2		29,95 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3262101	Teraspilareiden palosuojalevytyys, 15 mm, yht. xx jm	0,0	m2		54,12 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3271111	Väliseinän äänenesteminaerailvilla, 50 mm, mekaaninen kiinnitys	0,0	m2		5,39 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3271115	Väliseinä mineraalivilla, 50 mm	0,0	m2		4,73 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3271120	Väliseinä mineraalivilla, 200 mm	0,0	m2		13,76 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3272111	Väliseinän jäykkä mineraalivilla, 145 mm, mekaaninen kiinnitys	0,0	m2		23,61 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3310111	Laatan muottityö + muottien purku ja puhdistus	0,0	m2		40,20 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3310112	Laatan kasettimuottityö + muottien purku ja puhdistus	0,0	m2		12,53 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3310113	Laatan reunan muottityö, jm + muottien purku ja puhdistus	0,0	m2		39,26 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3310115	Laatan muottityö, valut ontelon reunoissa b > 150 mm+ muottien purku ja puhdistus	0,0	m2		44,62 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3310151	LISÄHINTA: laatan muotti kalvea	0,0	m2		1,97 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3310212	Palkkien kasettimuottityö + muottien purku ja puhdistus	0,0	m2		16,69 €/m2	0,00 €
☐	Tocom...	3321111	Raudotus B500B (tai A500HW), kantavat laatat ja palkit	0,0	kg		2,23 €/kg	0,00 €
☐	Tocom...	3321115	Raudotus B500B (tai A500HW), kantavat laatat	0,0	kg		2,23 €/kg	0,00 €
☐	Tocom...	3321117	Raudotus B500B (tai A500HW), palkit	0,0	kg		2,19 €/kg	0,00 €
☐	Tocom...	3321410	Jännepunos, Ap = xxx mm2, kpl, St 1550/1860	0,0	jmn		4,61 €/jmn	0,00 €
☐	Tocom...	3322115	Kantavan laatan betonointi C25/30 (K 30-2)	0,0	m3		113,19 €/m3	0,00 €
☐	Tocom...	3322119	Kantavan laatan betonointi C35/45 (K 45)	0,0	m3		127,85 €/m3	0,00 €
☐	Tocom...	3333160	Kastutus laatta betonoinnille C35/45 (K 45) uunittuna ja suolaanvalmistettu	0,0	m3		160,68 €/m3	0,00 €

Panokset

Sijainnit

Muistio

Ryhmä	Nimi	Hinta	Menekki	Määrä	Yhteensä	€/m2	Yhteensä	€
☐	1 työ + Hae panos	0,00	€/h	0,000	h/m2	0,0	0,00	€/m2 0,00
☐	2 aine + Hae panos							€/m2 0,00
☐	30521 Väliseinäelementti 180mm, betoni	m2	66,23 €/m2	1,000	m2/m2	0,00	0,0	66,23 €/m2 0,00
☐	30521 Väliseinäelementin kuljetus 15-20 tn alle 100 km	tn	27,04 €/tn	0,430	tn/m2	0,00	0,0	11,63 €/m2 0,00
☐	30521 Erittelemätön ainekustannus (hinta alkujaan 1 €, elää indeksillä)	erä	1,25 €/erä	1,000	erä/m2	0,00	0,0	1,25 €/m2 0,00
☐	30521 Erittelemätön ainekustannus (hinta alkujaan 1 €, elää indeksillä)	erä	1,25 €/erä	2,000	erä/m2	0,00	0,0	2,50 €/m2 0,00
☐	3 Alih + Hae panos					0,00		€/m2 0,00
☐	4 omat palv + Hae panos					0,00		€/m2 0,00
☐	5 muut + Hae panos					0,00		€/m2 0,00

Kuva 3. Tocomanin suoritekirjasto.

Tocomanin suoritekirjasto sisältää myös panoshinnaston. Näin käytetyille suoritteille tulee myös kustannus automaattisesti.

3.1.2 Kustannus- ja määrätietojen tulostaminen

Tocomanin BIM3 Laskenta-sovelluksella määrälaskenta tapahtuu suoraan malleista Tocoman kustannustietoon, mikä nopeuttaa projektien kustannuslaskentaa ja tarjousten tekoa huomattavasti. BIM3-ohjelmassa voit visualisoida koko määrätieto- ja kustannusarvioprosessin ja piirtää puuttuvat osat malliin. (Tocoman. 2023b.)

3.2 BIM3 Manager

Tocoman BIM3 manager on tarkoitettu IFC-mallien tarkastamiseen, sekä niiden muokkaamiseen laskentaan ja tuotantoon soveltuviksi. (Tocoman. 2023c.)

3.2.1 Tallennus bim-tiedostoksi

Jotta käytössä olevaa tietomallia voidaan hyödyntää määrälaskennassa, pitää se tallentaa Tocoman .bim -tiedostomuotoon. IFC-malli avataan ohjelmalla ja se tallennetaan ohjelman kautta uudelle tiedostomuodolle.

Kun tiedostomuutos on tehty, voidaan tietomalli lähteä muokkaamaan ohjelman työkaluilla.

3.2.2 Mallin muokkaus ja korjaus

BIM3 manager tarjoaa työkaluja, jotka tulee suorittaa uuden kohteen osalta. Näistä tärkeimmät ovat

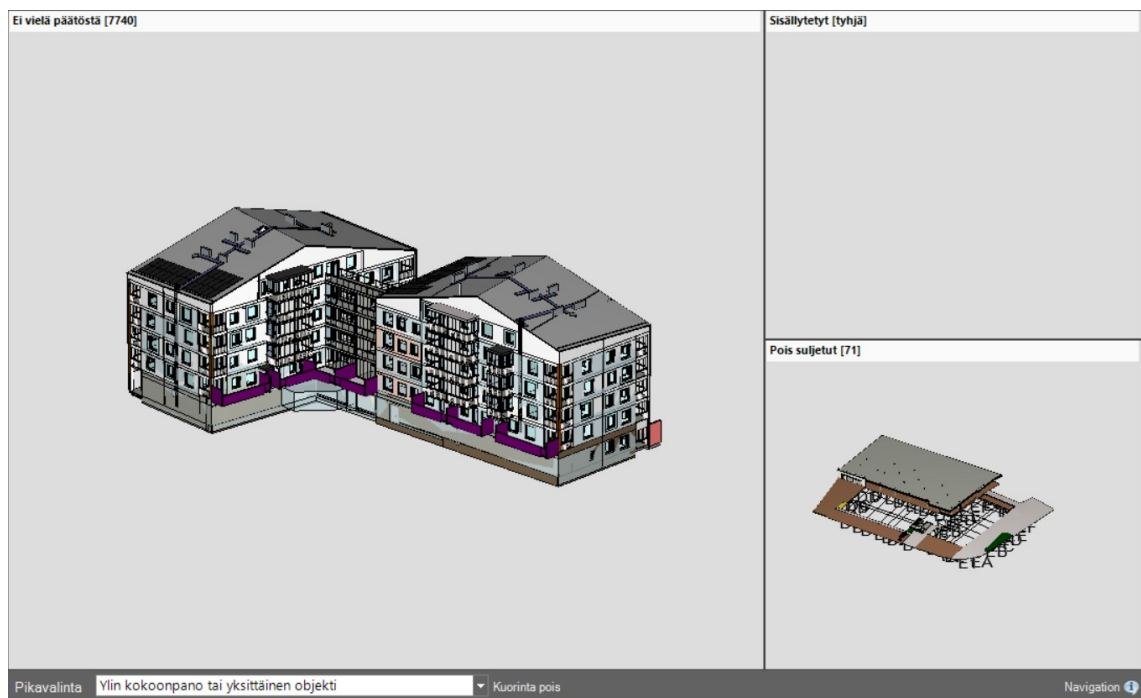
- mallin karsiminen
 - laskenta-alueen ulkopuolella olevien objektien pois sulkeminen
 - kaksoiskappaleiden pois sulkeminen
 - päällekkäisten objektien haku
 - geometristen tunnisteen lisääminen objekteille
- ominaisuuksien muokkaus
 - GUID-muokkaus
 - perusmäärien laskenta, simple BIM
 - minimi- ja maksimikorkeuksien ja keskipisteiden lisääminen objektille.

3.2.3 Tietomallin valmistelu laskentaan

Tietomallin ominaisuuksien muokkauksen jälkeen voidaan mallia vielä muuttaa manuaalisesti. Tietomallista on hyvä poistaa kaikki laskennalle tarpeettomat objektit, kuten Teklan koordinaatisto, ja siirtää ne manuaalisesti pois suljetuiksi.

Kuvan 4 tietomallista on suljettu pois:

- arkkitehtisuunnittelun koordinaatisto
- pihakannen rakenteita, jotka eivät sisälly laskenta-alueelle
- autohallin rakenteet, jotka eivät sisälly laskenta-alueelle.



Kuva 4. Tietomallin poissuljetut objektit.

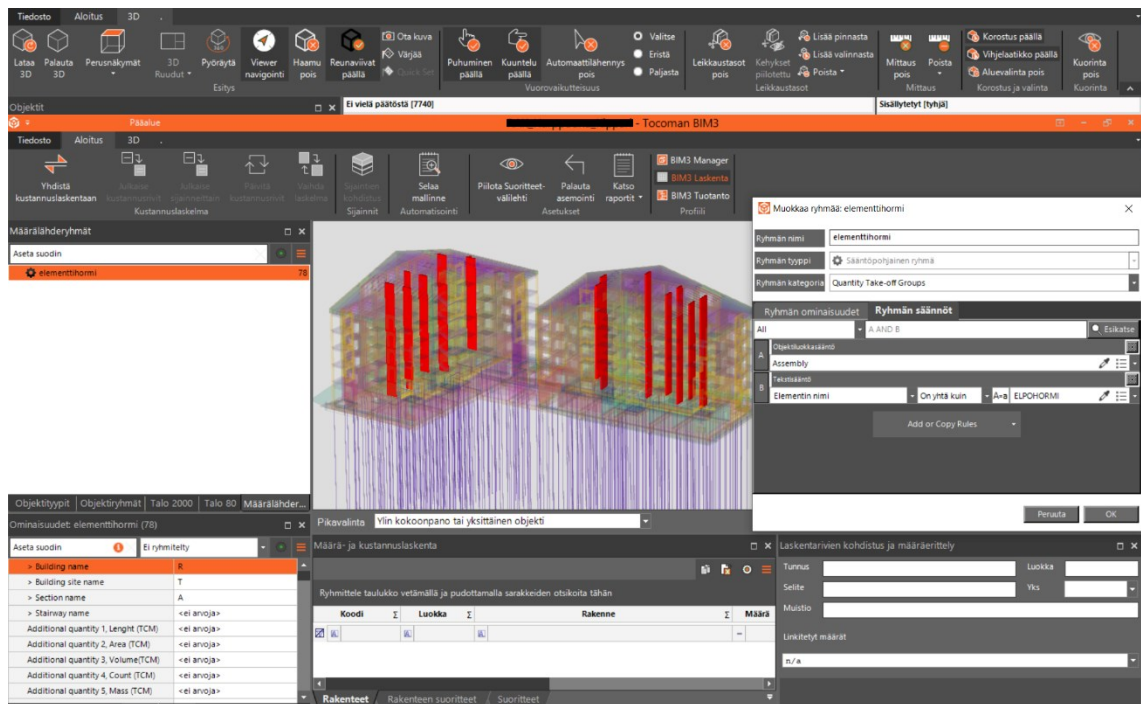
Tämä on viimeinen vaihe ennen kuin ohjelmassa siirrytään BIM3-laskentaan.

3.3 BIM-laskenta

3.3.1 Manuaalinen linkitys ja määrälaskenta

Tietomalli linkitetään Tocomanin selainpohjaiseen määrälaskenta ohjelmaan laskennan alussa. Linkityksen jälkeen pystyy laskemaan tietomallista määrät ja lisäämään ne suoraan olemassa olevaan määräluetteloon halutulle rakenteelle tai vaihtoehtoisesti suoraan suoritteelle.

Laskettavista objekteista voidaan luoda määrälaskentaryhmä, jonka sääntöehdoilla rajataan siirrettävät objektit hankkeelta. Rajaamalla objekteja sääntöehdoin ohjelma sisällyttää kaikki samankaltaiset objektit samalle määräriville ja näin määrälaskijan ei tarvitse etsiä objekteja manuaalisesti tietomallista. (Kuva 5.)



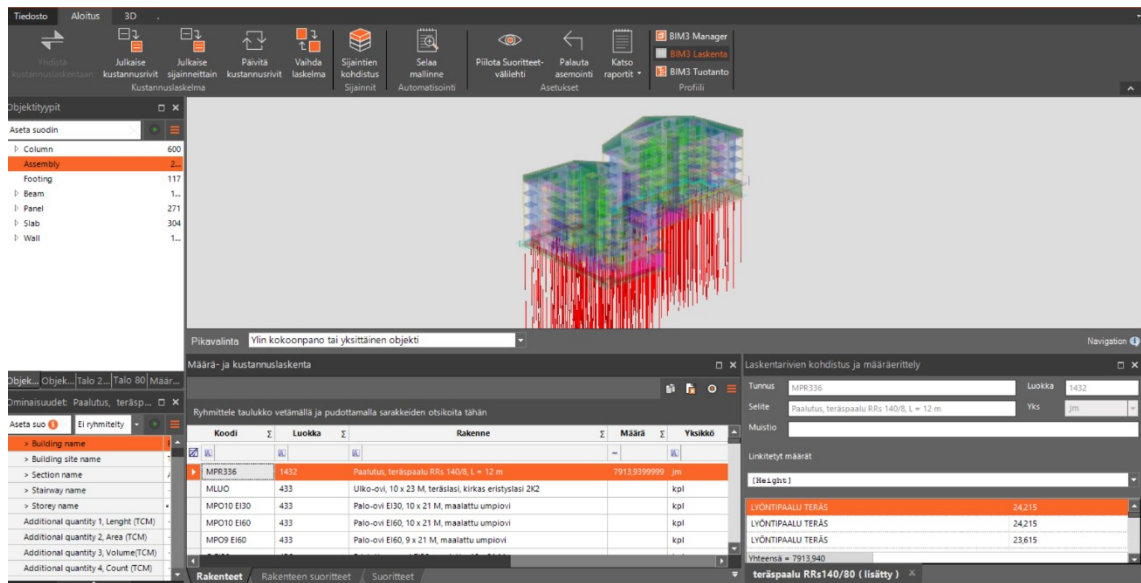
Kuva 5. Määrälähderyhmä, elementtihormit.

Ohjelman määrälaskentaryhmien käytössä olevat säännöt ovat:

- objektiluokkasääntö

- objektiryhmäsääntö
- tekstisääntö
- kyllä/ei sääntö
- numerosääntö
- mittasääntö
- päivämääräsääntö
- aika ja päivä -sääntö
- kellonaikäsääntö
- kaavasääntö.

Kun määrälaskentaryhmä on linkitetty riville, valitaan linkityksen asetuksista minkä arvon mukaisesti se lisätään määräluettelolle. Tietomallien objekti sisältää kaiken suunnittelijan määrittämän tiedon, joten määrälaskijan tulee tulkita tarvittava tieto objektilta. (Kuva 6.)



Kuva 6. Määrälähderyhmän linkitys laskentaan, teräspaalut.

Lyöntipaalujen kokonaismäärä on lisätty määräluetteloon metreinä ja kappaleina.

3.3.2 Kustannusrivien julkaisu määräluetteloon

Linkitettyt määrälähderyhmät näkyvät Tocoman BIM3 Laskennan määrä- ja kustannuslaskenta ikkunassa, mutta määrätieto ei ole vielä siirtynyt verkkopohjaiseen kustannuslaskentaohjelmaan. Nämä tiedot siirretään Tocoman BIM3-ohjelman toiminnolla *julkaise määrärivit* ja haluttaessa laskenta kerros sijainneittain *julkaise määrärivit sijainneittain*.

Julkaistut määrärivit tulevat näkyviin laskentaan ja niiden sisältämiä rakennetietoja voi muokata. Julkaistuille määräriveille voidaan lisätä suoritekirjaston sisältä uusia suoritteita tai muokata jo valittuja, jotta ne vastaavat suunniteltua rakennetta. Suoriterivit sisältävät Tocoman Laskennan päivittävät kustannustiedot, joten kustannuslaskennan kannalta on merkittävää tarkastaa käytössä olevat suoritteet jokaisen määrärivin osalta.

3.3.3 Määrälaskenta sijainneittain

Tocoman BIM3 määrälaskenta on mahdollista suorittaa sijaintitietoja hyödyntäen. Jos suunnittelija on lisännyt sijaintitiedot, kuten kerrossijainti tai rakennuksen osat, voidaan ne ottaa käyttöön määräluettelossa.

Määrälaskijan tulee luoda käyttöön otettavat sijaintitiedot Tocoman kustannuslaskennan puolelle itse. Sijainnit voi nimetä halutulla tavalla ja ohjelma sijoittaa siirrettävät määrätiedot määräriveille annetuille sijainneille. Luodut sijainnit tulee kohdistaa tietomalliin Tocoman BIM3 Laskennan työkalulle. Onnistuneen kohdistuksen jälkeen määrärivit voidaan julkaista sijainneittain.

Sijainneittain määrälaskenta vaatii tietomallin objektien sijaintitiedot, koska tietomallin sijaintitiedot kohdistetaan sijainteihin, jotka luodaan Tocoman kustannuslaskentaan.

3.4 Päivitetyn tietomallin käyttöönotto

Suunnittelun edetessä määrälaskennan aikana, tulee päivitetty tietomalli ottaa käyttöön. Tocoman BIM3 -ohjelmistossa voi jatkaa työtä päivitetyllä tietomallilla ja säilyttää olemassa olevat laskentasäännöt päivitetyn määrätiedoin.

Tocoman BIM3 manager -välilehti sisältää työkaluja päivitetyn tietomallin käyttöönottoon laskennan aikana.

3.4.1 Tietomallin linkityssääntö

Tietomallin päivittyessä tai kun halutaan vertailla kahden tietomallin määriä keskenään, voidaan Tocoman BIM3 laskentasääntöryhmät sekä linkityssääntö tallentaa ja tuoda ne uudelle tietomallille.

Käytössä olevan tietomallin linkityssääntö viedään ohjelmasta tiedostona uudelleen käyttöön. Kun linkityssääntö on tallennettu, voidaan se tuoda uudelle tietomallille. Linkityssääntö tuo Tocoman Laskennassa olevat rakenne- ja suoriterivit automaattisesti BIM3:n laskentavälilehdelle määrälaskennan käyttöön.

3.4.2 Hankkeen kopiointi *Tocoman Laskennassa*

Päivitetyn tietomallin määrärivit tulee siirtää uudelle hankkeelle. Vanhan kustannuslaskenta version rivit kopioidaan uudelle hankkeelle.

Määrärivit rakenteilta nollataan, jottei kustannuslaskennan pohjalle jää määrätietoa vanhasta laskelmasta.

3.4.3 Linkityssäännön käyttöönotto

Päivitetty ifc-mallin valmistellaan laskentaan ja tallennetaan Tocomanin omaan tiedostomuotoon. Tietomalli yhdistetään kopioidulle kustannuslaskenta hankkeelle.

Laskennassa käytetyt rakenteet tulevat näkyviin päivitettyyn tietomalliin, mutta määrälaskentaryhmät puuttuvat vielä tässä vaiheessa. Määrälaskentaryhmät tuodaan linkityssäännöllä laskentahankkeelle.

Kun työvaiheet suoritetaan oikeassa järjestyksessä, voidaan kustannusrivit julkaista ja kustannuslaskenta päivittyä uuden tietomallin objektien mukaisesti.

Jos tietomallia päivittäessä on rakenteita siirretty uudelle objektiryhmälle, tulee laskentaa päivittää manuaalisesti ja luoda laskentaryhmiä uudelleen. Kustannuslaskenta tulee aina tarkistaa automatisoidun päivityksen jälkeen ja varmistaa, ettei tietomallista jää määrätietoa puuttumaan.

Myös kaikki laskijan luomat mallinteet, kuten kerrossijaintien lisäys tulee ajaa uudelleen päivitetylle tietomallille. Jossain tapauksissa päivitetystä tietomallissa on objektien GUID muuttunut, joten ne tulee korjata malliin ja tuoda korjattu laskentamallinne tietomalliin.

4 Tapausesimerkkinä kerrostalon määräluettelo

Opinnäytetyölle on valittu mallikohde, joka sisältää kaksi rakenteiltaan samanlaista kerrostaloa. Hankkeen määräluettelo on luotu opinnäytetyössä käsitellyllä Tocomanin BIM3 määrälaskentaohjelmistolla.

Määrälaskennassa on käytetty arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan tietomallia. Arkkitehdin tietomalli on mallinnettu ArchiCadin-64 22.0.0 -ohjelmistolla. Tietomalli sisältää 7 823 objektia kahdeksassatoista objektiluokassa. Rakennesuunnittelijan tietomalli on mallinnettu Tekla Structures 2021 Service Pack 10 4.0.0.0 -ohjelmistolla. Tietomalli sisältää 6 883 objektia kolmessatoista objektiluokassa.

Lopputulosta verrataan A-insinöörien olemassa olevaan määräluetteloon kohteen osalta. Määräluettelo on laskettu 2D-suunnitelmia hyödyntäen.

4.1 Puutteet tietomalleissa

Arkkitehdin tietomalli

Arkkitehdin tietomallista kokonaisuudessaan puuttuvia objekteja ovat alakatto- ja vaakakoteloitirakenteet, sekä irtaimistokomeroiden metallirunkoiset järjestelmäseinät.

Parvekelasitukset ja -kaiteet on tietomallissa esitetty samalle objektille. Kokonaismäärän laskeminen onnistuu tietomallista, mutta lasituksen todellista määrä ei pysty erottamaan kaiteen osuudesta. Kun kaksi eri materiaalia on esitetty samalle objektilla, täytyy se huomioida määräluettelossa tarkentavalla tekstillä ja hinnoitella kokonaisuutena.

Porraskaiteet on sisällytetty tilaportaan objektille. Porraskaiteiden kustannus määräytyy tilaportaan mittatietojen mukaan, joka ei ole täsmällinen todellisen määrän kanssa.

Jotta edellä mainitut määrärivit voitaisiin lisätä määräluetteloon oikein, tulisi porras- ja parvekekaiteista luoda mitattavissa olevat objektit. Nämä mallinnettaisiin kaide objektiluokalle, jolloin parvekelasitus olisi mahdollista siirtää määräriville lasitus objektin neliöalana.

Puualumiini-ikkunoiden määrätieto on tietomallissa virheellinen. Vaikka ikkunoiden leveys- ja korkeustiedot on mallinnettu oikein, ei ohjelma laske kokonaisalaa niiden mukaan. Tocoman BIM3-ohjelma hyödyntää simplebim-objektitietoa, jossa kokonaisala on huomattavasti todellista pienempi.

Rakennesuunnittelijan tietomalli

Rakennesuunnittelijan tietomallista puuttuu sijainneittain laskentaan liittyvät kerrossijainnit. Kerrossijainnit tulee lisätä tietomallille, jotta objektien määrätiedot voidaan julkaista sijainneittain tietomallista määräluetteloon.

Kerrossijainnit on lisätty tietomallin objekteille Tocomanin excel-pohjaisella mallinteella, määräämällä jokaiselle objektille uusi kerrossijainti. Rakennemalli sisältää 6 883 objektia. (Kuva 7 ja 8.)

A2915

Template version 8.0

Template Guide for Enrichment Worksheet

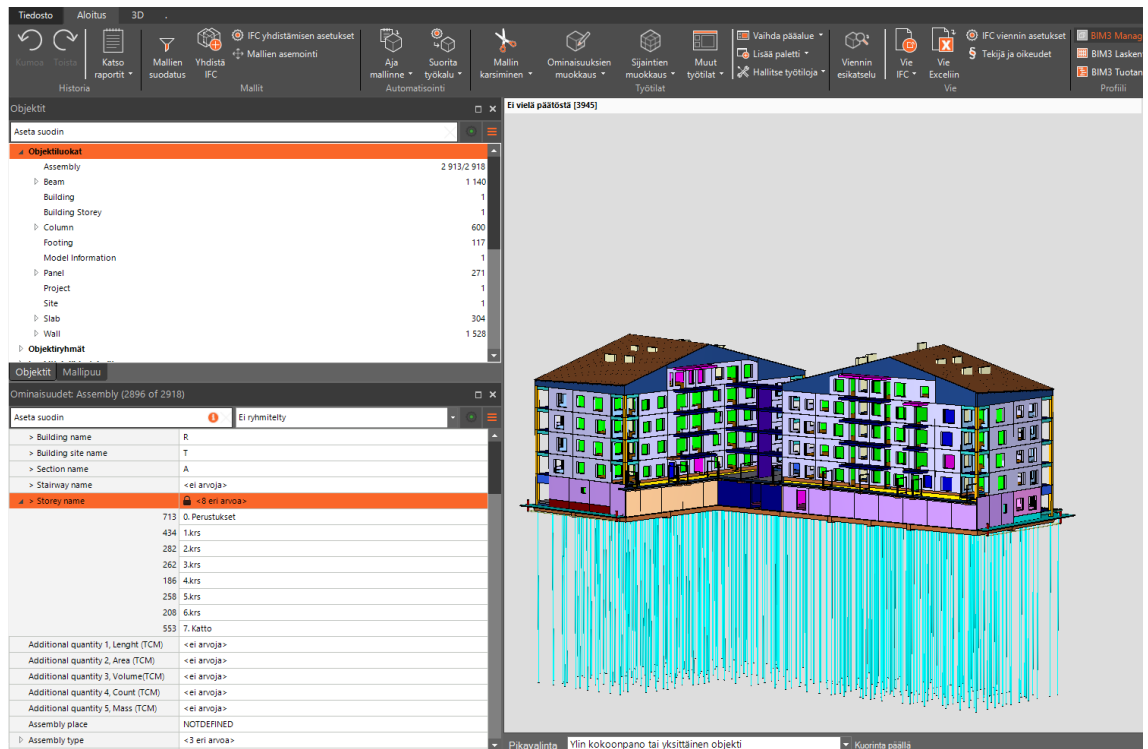
Object Or Group [+]	Element Assembly	Building Storey name	Property 3
Property Name or Key	GUID		
Operator	Match = equals	Set	Set
	5fcf245a-0b49-497d-8738-04dbdea28bbf	0. Perustukset	
	efcbc159-bd8e-4cae-9f53-e18fbc41099a	0. Perustukset	
	f4ae5d67-c3e7-40da-ba36-ef4b0985c38	0. Perustukset	
	fb8e91d2-f9c8-4174-ae0-84b86b4e7473	0. Perustukset	
	c171a69e-973c-48a3-9ff1-ab302b172a66	0. Perustukset	
	80e379e2-06bd-41cf-b718-1d505738a41e	0. Perustukset	
	b0cdb88a-98f3-46cd-a7d9-a4bb8be00279	0. Perustukset	
	1a4669b0-b5b7-41e9-b6f5-d804634f6086	0. Perustukset	
	d1892105-0a13-40e2-992d-050396c271f5	0. Perustukset	
	cc075db4-ca7b-49d2-86ac-9f55b8cc7ab0	0. Perustukset	
	8ae911d1-85dc-473e-842e-0de19467883e	0. Perustukset	
	73af84ae-fa86-48af-8dac-236275a97fe4	0. Perustukset	
	808f284c-bb93-41a6-8a68-58b0a1f743bf	0. Perustukset	
	125f0133-6eab-4ba5-bccd-097b0afe4e00	0. Perustukset	
	d7f66c93-4d04-4883-8a73-6a467b59573c	0. Perustukset	
	136cf519-0c95-4f24-8d78-60aa2ad53591	0. Perustukset	
	3f5cb76b-51dc-47b1-bc32-3ddd39fd0b9c	0. Perustukset	
	999b880a-aeda-4a61-b50e-7a4aec18c93	0. Perustukset	
	8a69803b-749a-41ea-90e6-03a1c59a9492	0. Perustukset	
	032cacf2-94bd-4af5-962b-7ae8f9a7276c	0. Perustukset	
	cd61040f-94a7-4bc6-acc8-a993fbaa238c	0. Perustukset	
	0438c0e5-c27f-4d3a-8b55-c65eef7be925	0. Perustukset	
	3d7351b4-2c94-4c50-8e06-dabdc978e48a	0. Perustukset	
	7c9b3be9-3c0f-48c4-8c7c-07899151b4e8	0. Perustukset	
	073fd08c-aaa1-4b2e-a983-69aa2baf7cbf	0. Perustukset	
	6dabcc18-4009-4796-a92b-4d220ba6ee31	0. Perustukset	
	34047798-3213-4e66-b542-0325aafc669f	0. Perustukset	
	650c2cca-b323-4a47-9bcc-7d0fc5a5b6b3	0. Perustukset	
	1b4d80d8-d5dc-40b2-be37-dc6a93c9e097	0. Perustukset	
	f473249e-87f1-4783-8b54-18e39ba20cb3	0. Perustukset	
	198522d7-4b1b-4aa3-927b-c78b792fcbcd	0. Perustukset	
	bab033a3-cace-4215-91a5-4e95a29c5450	0. Perustukset	

Settings Resources Model ModelView Validation **Enrichment** Substitution Groups

Valmis Hoppokäyttöisyys: tutustu suosituksiin

Kuva 7. Microsoft Excel pohjainen mallinne laskentaan.

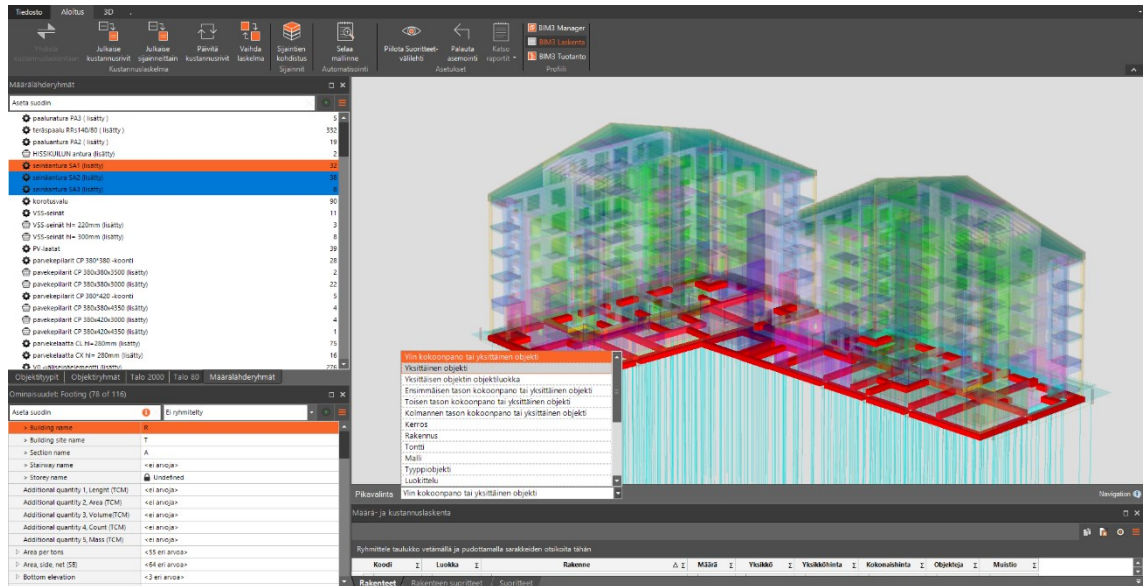
Kun mallinne on ajettu ohjelman kanssa tietomalliin, tulee objekteille laskijan luomat kerrossijainnit näkyviin.



Kuva 8. Ominaisuudet, Storey name, kerrossijainti.

Kerrossijaintien lisääminen ei muuta tietomallin objektien määrätietoja.

Paikallavalettujen seinäanturoiden SA laskeminen ei onnistu tietomallin olemassa olevilla objekteilla. Jotta seinäanturoiden pituusmitta saadaan oikein, täytyy tietomallissa objekteja tarkastella kokoonpanon sijasta yksittäisenä objektina. (Kuva 9.)



Kuva 9. Objektiin tarkastelun pikavalinta.

Tämä muutos poistaa olemassa olevan GUID-tiedon, jota on käytetty kerrossijaintien lisäämiseen ja näin ollen seinäanturoille ei löydy kerrossijaintia. Seinäanturoiden määrätiedot säilyvät määräluettelossa, mutta ne julkaistaan *-sijainnille (Kuva 10).

Suoritteet						
+ Lisää rajaus						
Hae						
Ryhmittely: sijainti						
☐	Merkinnät	AK	Ryhmä	Koodi	Selite	Maara Yks
☐					* -	
☐		A	10000	1511152	Rakennusten radonputket, siirtokanava D100 pvc -sis. petit + sorastus	8,0 jlm
☐		A	20100	2111111	Jatkuvien anturoiden lautamuottityö + muottien purku ja puhdistus	610,9 m2
☐		A	20100	2111120	Kappaleanturoiden lautamuottityö + muottien purku ja puhdistus	84,5 m2
☐		A	20210	2121111	Anturaraudoitus B500B (tai A500HW)	20 804,5 kg
☐		A	20220	2122113	Anturoiden betonointi, C30/37 XC2	20,2 m3
☐		A	20220	2122113(1)	Nauha-Anturoiden betonointi, C30/37 XC2	274,9 m3
☐		A	20103	2132243	Anturan peruspulttiryhmä, 4 x HPM24/P	24,0 kpl

Kuva 10. Virheellinen sijaintitieto määräluettelossa.

4.2 Suurimmat erot määräluetteloiden välillä

Laskennan aikana selvinneet erot määrätiedoissa Talo80-laskentajärjestelmän mukaisessa järjestyksessä.

4.2.1 Maa- ja pohjarakennus

Tontin olemassa olevaa maanpintaa ei ole mallinnettu. Kohteen maanrakennustöiden laskenta ei ole mahdollista nykyisillä tiedoilla. Maankaivuutöille voidaan arvioida pieniä määriä anturoiden kuutiotilavuuden mukaan, mutta määrää ei voida lisätä tietomallista suoraan määräluetteloon.

Pihan ulkovarusteita ja kalusteita ei ole mallinnettu.

Tietomalleista on laskettu kaikki esitetyt paalut, putkijohdot ja kaivot.

4.2.2 Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet

Maanvastainen alapohjalaatta on laskettu molempia tietomalleja hyödyntäen. Alapohjalaattojen reunalaudoituksen laskeminen ei onnistu tietomallista, koska tietomallista on mahdotonta rajata alueet, joihin reunalaudoitus on rakenteellisesti tarpeellinen.

Tietomalleista on laskettu kaikki esitetyt routaeristeet perustuksille. Eristeet ovat suurimpia puutteita perustusten osalta määräluetteloiden välillä.

4.2.3 Runko- ja vesikattorakenteet

Talojen parveketerassien rakenne on huomattavasti kevyempi tietomallissa. Tietomallin objektien avulla ei pysty laskemaan kyseisiä rakenteita vaadittavalla tasolla. Parveketerassien laskennassa on käytetty rakennesuunnittelijan tietomallia niiltä osin, joilta määrätietoa voidaan kerätä, kuten teräsrakenteet.

Parvekelasitukset ja -kaiteet on arkkitehdin tietomallissa sisällytetty samalle objektille. Tietomallista voidaan kerätä niiden kokonaismäärä, mutta materiaalien määrätietoja ei pysty erottamaan toisistaan.

Kattoristikot on laskettu kokonaismääränä tietomallista. Kohteessa, johon on suunniteltu satoja erilaisia kattoristikoita, on niiden kerääminen omille

määräriveilleen erittäin työlästä Tocomanin kustannuslaskentaohjelmalla. Näin laskentatyön automatisoinnista ohjelmistossa ei ole hyötyä.

4.2.4 Täydentävät rakenteet

Arkkitehdin tietomallissa täydentävien rakenteiden objekteja ei ole lisätty oikeille objektiryhmille ja niiden nimeämiseen on käytetty erilaisia nimikkeitä. Tämä aiheuttaa määrälaskennassa lisätyötä laskijalle, koska ei voida olla varmoja onko kaikki tietyn suoritteiden määrärivit jo lisätty vai jääkö tietomalliin objekteja, joita ei ole vielä huomioitu.

Kevyet väliseinät on laskettu niiltä osin, joissa objektille on annettu oikea väliseinätyyppi. Määräluetteloita verrattaessa selviää, että kevyissä väliseinissä on puutteita tietomallin osalta.

Metalliovien laskenta on tietomallista erittäin työlästä ja se sulkee pois laskentaohjelmiston hyödyt määrärivien luonnista. Metalliovien rakenne eroavaisuudet selviävät yksittäisen objektin ominaisuuksista ja niiden läpi käyminen on tietomallista hitaampaa kuin 2D-suunnitelmista.

Irtaimistokomeroitten metallirunkoisia järjestelmäväliseiniä ei ole esitetty tietomallissa. Irtaimistokomerot on laskettu irtaimistokomeron tilaobjektin sivujen alan mukaan, joten laskennassa ei ole rajattu tilaobjektin vapaita sivuja, joille järjestelmäseinää tulisi laskea.

Elementtihormien objektit ovat virheellisiä arkkitehdin tietomallissa katkaisupinnan vuoksi. Elementtihormit on laskettu rakennesuunnittelijan tietomallista, mutta rakennesuunnittelijan tietomalli ei sisällä kohteen kaikkia elpoteh-hormeja.

4.2.5 Pintarakenteet

Sisäseinien pintarakenteiden laskenta on tietomallista epätarkkaa. Jos pintarakenteet tulee lisätä määräluetteloon ainoastaan tietomallia hyödyntäen,

voidaan ne arvioida laskettujen seinien kokonaismäärän mukaan. Seinien laatoitustöitä voidaan laskea laatoitettavan huoneen tilaobjektin seinäalaa hyödyntäen. Laatoitustyössä huomioitavaksi jää aukkojen vähentäminen kokonaismäärästä.

Lattiapinnat on laskettu tilaobjektien pohja-alan avulla. Määrätieto toimii hyvin pintamateriaalien laskentaan.

Alakattorakenteita ei ole esitetty tapausesimerkin tietomalleissa. Alakattopintoja on laskettu tilaobjektien avulla. Huoneistojen osalta on käytetty eteistilan tilaobjektin kattoalaa osoittamaan kipsilevykattopinnat. Tästä määrästä jää puuttumaan huoneiston kaikki pienemmät alakattoalueet, joita keittiöön tai makuuhuonetiloihin on suunniteltu. Otsa- ja vaakakoteloitirakenteille ei pysty arvioimaan määrätietoa tietomallin objektien mukaan.

Tietomallissa tilapintoja voidaan esittää verhorakenne työkalun avulla. Määrälaskentaa tehdessä tulee kuitenkin huomioida, minkä tason tietomallista on vielä kyse.

Kohteen maalaus- ja tasoitetyöt on lisätty määräluetteloon kohteen bruttoalan mukaan. Näin voidaan kyseisiä kulueriä hahmottaa kokonaisuutena, vaikka tarkkoja määrätietoja ei voida tietomallista lisätä määräriveille. Talo80-laskentajärjestelmässä maalaus- ja tasoitetyöt esitetään hankkeen kokonaistilavuuden mukaan.

4.2.6 Kalusteet, varusteet ja laitteet

Kalusteiden, varusteiden ja laitteiden kerääminen tietomallista määräluetteloon on erittäin tarkkaa, jos arkkitehti on lisännyt edellä mainitut objektit oikeille objektiluokille. Objektiluokan, kuten kalusteet kokonaismäärä voidaan jakaa kalusteen nimen mukaan ja luoda kalusteluettelo. Esimerkkikohteen tietomallissa näin ei ole toimittu, vaan ne on lisätty monille objektiluokille eri nimisinä. Tämän takia kalusteet, varusteet ja laitteet on lisätty määräluetteloon tilaobjektien kokonaismääriä hyödyntäen.

Kerrostalohankkeen näin voidaan toimia, mutta rakennuksen käyttötarkoitusten muuttuessa määräriivien tarkastaminen vaikeutuu. Asuinhuoneiston kalusteet, varusteet ja laitteet on sidottu asuntojen lukumäärään, joten voidaan olla varmoja määräriivien tiedoista.

4.2.7 Konetekniset työt

Määräluetteloon on lisätty kohteen koneteknisten aputöiden määräriivi bruttoalaa hyödyntäen. Yleisesti nämä rakennusurakoitsijan aputyöt esitetään talo80-laskentajärjestelmän mukaan hankkeen kuutiutilavuutta hyödyntäen. Tietomallin tilatiedot sisältävät kuutiutilavuuden, mutta se ei vastaa laskentajärjestelmän virallista kuutiolaskentaa ja tietomallista määrätiedon poimiminen ei tuo haluttua tulosta.

Tocoman kustannuslaskentaohjelmassa on rakennekirjastoon lisätty näille määräriiveille hinta bruttoalaa käyttäen.

4.3 Määräriivien vertailu

Opinnäytetyössä luotiin määräluettelo tietomallin informaatiota käyttäen. Tietomallit ei kata rakennuksen kaikkia rakenteita detaljitasolla ja siksi koko laskenta-aineiston hyödyntäminen määrälaskennassa on aina pakollista. Opinnäytetyön hanke on myös laskettu käyttäen koko laskenta-aineistoa ja mittaukset on tehty 2D-suunnitelmia hyödyntäen. Kahden määrälaskennan välille on tehty vertailu, josta voidaan todeta tietomallin hyödyt ja puutteet kokonaisuuksia tarkastelemalla.

Kuvassa 11 on esitetty rakennusosakokonaisuuksien määrätietoja ja niitä on verrattu keskenään. Hyväksyttävä erona voidaan pitää yhden prosenttiyksikön eroa 2D-suunnitelmista mitattujen ja tietomallista määräluetteloon siirrettyjen määrätietojen välillä. Määräriivien kokonaismäärät on myös esitetty ja se antaa tarkkaa kuvaa siitä, kuinka paljon laskijalle jää vielä täydennettävää tietomallipohjaisen määrälaskennan jälkeen.

Rakennusosa / Talo80	Selite	Määräluettelo talo80	määräluettelo BIM	Vertailu
1 maa- ja pohjarakennus	laskentarivien kokonaismäärä	163 kpl	11 kpl	7 %
2 perustukset	laskentarivien kokonaismäärä	129 kpl	51 kpl	40 %
3 runko- ja vesikattorakenteet	laskentarivien kokonaismäärä	382 kpl	91 kpl	24 %
4 täydentävät rakenteet	laskentarivien kokonaismäärä	174 kpl	64 kpl	37 %
5 pintarakenteet	laskentarivien kokonaismäärä	80 kpl	44 kpl	55 %
6 kalusteet, varusteet ja laitteet	laskentarivien kokonaismäärä	41 kpl	36 kpl	88 %
7 konetekniset työt	laskentarivien kokonaismäärä	16 kpl	3 kpl	19 %
	laskentarivit yhteensä	985 kpl	300 kpl	30 %
14 pohjarakenteet	teräspaalaus RR140/8	332 kpl	332 kpl	100 %
14 pohjarakenteet	teräspaalaus RR140/8	7909 jm	7914 jm	100 %
2 perustukset	betonointi, paikalla valetut rakenteet	643 m3	651 m3	101 %
3 runko- ja vesikattorakenteet	betonointi, paikalla valetut rakenteet	1578 m3	1548 m3	98 %
32 väliseinäelementit	V- väliseinäelementtityöt	324 kpl	314 kpl	97 %
32 väliseinäelementit	V- väliseinäelementtityöt (brutto m2)	3585 m2	3505 m2	98 %
32 pilariementit	pilariementtityöt	13 kpl	13 kpl	100 %
32 pilariementit	pilariementtityöt	39 jm	38,95 jm	100 %
35 ulkoseinäelementit	ulkoseinäelementtityöt	294 kpl	266 kpl	90 %
35 ulkoseinäelementit	ulkoseinäelementtityöt (netto m2)	2936 m2	2922 m2	100 %
36 parveke-elementit	parveke-elementtityöt	203 kpl	200 kpl	99 %
36 parveke-elementit	parveke-elementtityöt (brutto m2)	828 m2	833 m2	101 %
36 parveke-elementit	parveke-elementtityöt -pilarit, palkit	115 jm	102,8 jm	89 %
37 ullakko- ja kattorakenteet	NR-kattoristikko	157 kpl	171 kpl	109 %
37 ullakko- ja kattorakenteet	NR-kattoristikko	1060 jm	1153,9 jm	109 %
41 ikkunat	puualumiini-ikkunat	619 m2	477 m2	77 %
41 ikkunat	puualumiini-ikkunat	282 kpl	282 kpl	100 %
41 ikkunat	puualumiini-ikkunat, liittymät ulkoseinään	1695 jm	1655 jm	98 %
43 ovet	ikkunaovet, parvekeovet	98 kpl	97 kpl	99 %
43 ovet	metalliovet	13 kpl	2 kpl	15 %
43 ovet	metallipalo-ovet	28 kpl	12 kpl	43 %
43 ovet	puuovet	292 kpl	296 kpl	101 %
45 väliseinät	V54 tiiliseinät (netto m2)	1305 m2	1190 m2	91 %
45 väliseinät	kipsilevyseinä teräsranka 66mm + kipsilevytyt	930 m2	894 m2	96 %
45 väliseinät	kipsilevyseinä teräsranka 95mm + kipsilevytyt	134 m2	131 m2	98 %
45 väliseinät	kipsilevyseinä teräsranka + kipsilevytyt, asuntojen koteloinnit	66 m2	53,5 m2	81 %
51 vesikate	vesikate -pelti, aluskate	1186 m2	1196 m2	101 %
55 julkisivut	pinnoite, js-ohutrappaus	1811 m2	1817 m2	100 %
55 julkisivut	pinnoite, js-ohutrappaus, parvekekaide ja -pilari	199 m2	577,5 m2	290 %
55 julkisivut	pinnoite, graniitti kivilaatta	414 m2	485 m2	117 %
56 Lattioiden pintarakenteet	vinyylikomposiittilattia Cello Sydney KL33 + alusmateriaali	3740 m2	3705 m2	99 %
56 Lattioiden pintarakenteet	lattialaatoitus, Pukkila Oy tai vast. 100x100mm	459 m2	470 m2	102 %
56 Lattioiden pintarakenteet	lattialaatoitus, kuivapuristelaatta 300x600mm	180 m2	179 m2	99 %
56 Lattioiden pintarakenteet	muovimatto 2.9 mm, esim. Upofloor Estrad Sound	365 m2	365 m2	100 %
56 Lattioiden pintarakenteet	betonilattian maalaustyöt	429 m2	429 m2	100 %

Kuva 11. Määräluetteloiden vertailu johtopäätösten tekemiseen.

5 Johtopäätökset

5.1 Tietomallipohjaisen määrälaskennan hyödyt

Tietomalleista on hyötyä kaikissa määrälaskennan vaiheissa. Määrälaskennan alussa tietomallit nopeuttavat laskentatyön aloitusta. Tietomallin avulla määrälaskija voi tutkia laskentakohteen rakenteet ja aloittaa työn määrälähderyhmien kokoamisella.

Rakennesuunnittelijan tietomallista elementtirakenteiden kerääminen määräluetteloon on nopeaa ja tarkkaa. Elementtiemäärien kerääminen tietomallista on hyvä pohja määräluettelolle ja niiden perusteella voidaan lisätä elementtirakenteiden lisä- ja aputyöt määräluetteloon. Esimerkkikohteessa rakennushankkeen paalumäärät on siirretty tietomallista suoraan määräluetteloon. Näin paalumäärät on laskettu yhdellä määrälähderyhmän siirrolla.

Rakennesuunnittelijan tietomalli sisältää teräsrakenteiden kilomäärät terästyypeittäin. Tietomallista voidaan luoda valmiit määrälähderyhmät teräsrakennetyypeittäin ja ne voidaan siirtää kilottain määräluetteloon.

Tietomalli nopeuttaa työvaiheita, joissa rakenne on esitetty ja tietoa eristämällä voidaan todeta tietomallin keräävän määrätietoa oikein. Rakenteelta puuttuvat materiaalit voidaan tarkistaa laskenta-aineiston tarkentavista asiakirjoista ja yhdistää olemassa olevaan määrätietoon.

Jos määrälaskijalla on vähäinen kokemus rakennustyömaalla toteutettavasta työstä, voi tietomalli toimia hyvänä visuaalisena suunnitelmana 2D-suunnitteluaineiston tukena. Tietomallin hyödyt määrälaskentaan ei näin siis liity aina vain määrärivien luontiin. Tietomallissa voi tehdä myös mittauksia, joita ei siirretä suoraan määräluetteloon vaan tarkastellaan suunnitelmia vielä määräarvioinnin tasolla.

Seuraavat rakennusosat onnistuivat hyvin tietomallipohjaisella määrälaskennalla esimerkkikohteessa:

- paalutus
- perustukset
- rakennesuunnittelijan elementtirakenteet
- paikalla valettujen holvien betonointi ja holvilaudoitus
- parvekelaatat
- lattioiden pintarakenteet
- asuntojen laitteet
- julkisivun pintarakenteet
- vesikatto varusteineen.

5.2 Virheiden välttäminen laskennan aikana

Tietomallipohjaisen määrälaskennan alussa tulee tietomalli tutkia ja verrata sen objekteja olemassa oleviin laskenta-asiakirjoihin, kuten rakennesuunnittelijan rakennetyyppeihin. Laskenta- ja määrävirheiden välttämiseksi on hyvä tiedostaa, mitä tietomallin sisältämää informaatiota voidaan käyttää määrälaskennan aikana. Laskijan omien muokkauksien tekeminen tietomalliin ei ole paras tapa lähestyä valmista lopputulosta. Esimerkkihankkeelle luotiin laskentaan uudet kerrossijainnit, mutta tästä huolimatta osa määrätiedosta ei ole oikeassa kerroksessa.

Määrälaskennan aikana on hyvä todeta, milloin tulee siirtyä laskenta-aineiston muihin suunnitelmiin ja jatkaa laskentaa ilman tietomallia. Määrärivien toteuttaminen detelji tasolla ei onnistu tietomallin informaatiolla ja ohjelmistojen työkalut ei ole tehokkain tapa toteuttaa tarkentavaa määrälaskentaa.

Tietomalli ei sisällä paikalla valettujen rakenteiden rauditusmääriä. Raudoitteiden laskeminen tulee arvioida siis kokonaismäärien mukaan, mikä on hyvä tapa, jos kohteessa ei ole vielä raudituspiirustuksia. Jos laskenta-aineisto sisältää raudituspiirustukset, tulee ne laskea tarkemman suunnitelman mukaan.

Tietomallipohjaiseen määrälaskentaan keskittyviä ohjelmia käytettäessä tulee tarkastaa ohjelman tapa luoda määrärivejä.

5.3 Tietomallipohjaisen määrälaskennan riskejä

Tietomallin käyttöön määrä- ja kustannuslaskennassa liittyy joitain ongelmakohtia. Tietomallin määrätietojen tarkistaminen vie laskentaohjelman käytön tuoman edun ja hidastaa näin laskentaa, vaikka objektien määrätieto olisi määrälaskijalle jo olemassa. Opinnäytetyön esimerkkihankkeen laskennassa selvisi useita objekteja, joiden määrätietoa ei voida pitää tarkkana määrätietona ja näin ollen niitä ei voi käyttää lopullisen määräluettelon luontiin. Esimerkkihankkeessa useat näistä virheistä oli arkkitehtisuunnittelijan tietomallissa. Määräluetteloiden vertailutaulukosta selviävät suurimmat puutteet määrälaskennassa.

Tietomallipohjainen määrälaskenta on tehokas tapa kerätä määrätietoa hankkeen osalta ja tämä saattaa luoda valheellisen kuvan määrälaskijalle. Tietoa suodatetaan nopeasti määräriveille, mutta varmuutta rakenteiden paikkansa pitävyydestä voi olla vaikea tulkita tietomallissa. Objektien leikkaustasojen tarkastamisella voidaan päästä lähemmäs todellista materiaalimekettä, mutta suurissa hankkeissa kertaantuvat virheet luovat suuria eroja määrätietojen välille.

5.4 Tietomallien hyödyntäminen omassa työssäni

Jatkossa tulen hyödyntämään tietomallia määrälaskennan aikana aina, kun se on mahdollista. Jos tietomallia ei ole rajattu urakkaohjelman nojalla laskenta-aineiston ulkopuolelle, nopeuttaa se määrälaskennan vaiheita kohteen alussa. Tietomallin tutkiminen on hyödyllistä kaikissa laskentakohteissa. Tietomallia voi hyvin hyödyntää myös visuaaliseen havainnointiin, ja esimerkiksi leikkauspintojen vapaalla luonnilla voi saada selvyyden geometrisesti monimuotoisiin tiloihin.

Tulevaisuudessa yleisten tietomallivaatimusten päivittyessä tullaan vaatimaan tarkempia tietomalleja. Myös rakennusliikkeiden vaatimukset tietomallin käytettävyydestä päivittyvät jatkuvasti. Määrälaskentatyötä tehdessä mielestäni

tietomallit tulevat olemaan iso osa päivittäistä työtä ja niiden käyttöä on pakko opetella, jotta laskentatyötä voi suorittaa vaatimuksen mukaan.

Opinnäytetyön aikana tutustuin Tocomanin BIM3 -ohjelmistoon ensimmäistä kertaa ja oman kokemukseni mukaan se on toimivin ohjelmisto nykyiseen työhöni. Työn jatkuessa ohjelmiston kanssa, tietoni tulee päivittymään ja onnistun sen käytössä paremmin. Opinnäytetyössä esitetty määräluettelo on siis ensimmäinen kerta, kun lisäsin määräluetteloon kokonaisia rakennusosia ainoastaan tietomallin informaatiota hyödyntäen.

Lähteet

RT 10-11066. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11068. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11069. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 4. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11072. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 7. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Solibri 2023. BIM ja Tietomallit rakentamisessa. Viitattu 20.2.2023.
<https://www.solibri.com/fi/ajankohtaista/bim-ja-tietomallit-rakentamisessa>

Tocoman 2023a. Laskenta. Selainpohjainen määrä- ja kustannuslaskentaohjelma. Viitattu 12.4.2023.
<https://www.tocoman.fi/kustannuslaskenta>

Tocoman 2023b. Määrälaskenta. Viitattu 23.3.2023.
<https://www.tocoman.fi/maaralaskenta>

Tocoman 2023c. Tocoman BIM3. Kattavin ja joustavin ohjelmisto rakennustuotantoon. Viitattu 5.3.2023.
<https://www.tocoman.fi/bim3#BIM3-Manager>

Tocoman 2023d. Webinaari. BIM3 Manager. Viitattu 5.3.2023.
<https://www.tocoman.fi/tocoman-webinaari-bim3-manager>