



Rakennushankkeen tarjouslaskennan tehostus tietomallinnuksella ja taulukkolaskennalla

BIM:n ja Excelin vertailu määrälaskennassa

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

Kevät 2025

Marko Vilén

Koulutus	Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)	
Tekijä	Marko Vilén	Vuosi 2025
Työn nimi	Rakennushankkeen tarjouslaskennan tehostus tietomallinnuksella ja taulukkolaskennalla	
Ohjaaja	Jarno Pölönen	

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia miten toimeksiantajan pientalorakentamisen tarjouslaskentaa voisi tehostaa ja löytää optimaalinen ratkaisu, joka palvelee sekä toimeksiantajan että asiakkaan etuja. Pyrkimyksenä oli selvittää, mitkä ovat keinot vähentää manuaalista laskentaa, joka nopeuttaisi prosesseja ja tarjoaisi helpommin hahmotettavan kokonaisuuden kustannusten muodostumiselle. Erilaisia toteutusvaihtoehtoja pientalon rakentamiselle oli voitava tarjota ja laskea sujuvasti ilman monimutkaista uudelleenlaskentaa.

Tarjouslaskennassa muuttujia on paljon ja tätä tietoa vasten haluttiin selvittää, onko olemassa sopivaa kustannuslaskentaohjelmistoa vai voiko laskennan hoitaa yksinkertaisemmin luomalla kattava Excel-tili, joka sopii toimeksiantajan räätälöityihin tarpeisiin. Exceliä varten selvitettiin yleisiä määrä-, kustannus- ja tarjouslaskennan periaatteita sekä näihin soveltuvien ohjelmistojen toimintaperiaatteita, jotta niistä voitiin ottaa käyttöön ominaisuuksia, jotka sopivat toteutettaviksi taulukkolaskennalla. Excelin kattavuuden takaamiseksi selvitettiin haastatteluilla ja kyselyillä aliorakoiden sekä erikoistuotteiden hintatietoja, jotta tarjottava asiakaspalvelu olisi mahdollisimman laadukasta.

Tietomallinnusohjelmistoista selvitettiin niiden peruseriaatteen, valittiin tarkempaan testiin kaksi ohjelmistoa sekä selvitettiin havaittuja ongelmakohtia ja yleisiä esille nousseita lisähuomiota vaatineita seikkoja haastatteluilla. Tavoitteena oli tutkia tietomallinnusohjelmistojen kattavuutta ja käytettävyyttä määrääneistojen tuottamisessa sekä kerätyn tiedon hyödyntämistä tarjouslaskennassa. Tietomallinnusohjelmistojen sopivuus tarjouslaskentaan verrattuna muihin laskentakeinoihin oli yksi kokonaistutkimuksen näkökulmista, jossa vertailua eri tapojen välillä suoritettiin. Tietomallinnuksen merkitystä asiakaspalvelun parantamiseksi arvioitiin omavaraisuuden kannalta, sillä parhaimmassa tapauksessa tietomallintaminen kattaisi yhdellä kertaa sekä määrälaskennan että suunnittelun.

Tutkimuksesta selvisi, että useat kustannuslaskentaohjelmistot ovat toteuttaneet useita käytettävyyden kannalta olennaisia seikkoja Exceliin sovellettavin keinoin. Niitä otettiin käyttöön siinä määrin, mikä oli käytettävissä olevan ajan puitteissa kannattavaa. Tietomallinnusohjelmistojen testaus osoitti niiden vaativan valmiimpia suunnitelmia kuin, mitä Excelillä laskettava tarjous edellyttää. Lisäksi ohjelmistot eivät tuottaneet riittävän kattavaa määrääneistöä tehokkaalla ajankäytöllä, joten tietomallintamisen merkitys tarjouslaskentaan jäi vähäiseksi. Ohjelmistojen tuottama aineisto sopi muihin rakennushankkeen vaiheisiin paremmin. Luotu Excel-tili toimii vähemmällä työmäärällä kattaen tarkemmin koko pientalohankkeen kustannuslaskenta-aineiston ja sitä on mahdollista kehittää vastaamaan toimeksiantajan tarpeita myös tulevaisuudessa.

Avainsanat Excel, määrälaskenta, tietomallinnus
Sivut 68 sivua

DP Construction and Civil Engineering, Bachelor of Engineering
Author Marko Vilén Year 2025
Subject Enhancing Construction Project Cost Estimation with Building Information Modeling and Spreadsheet Calculation
Supervisor Jarno Pölönen

The purpose of the thesis was to investigate how the client's tender calculation for detached house construction could be made more efficient and to find an optimal solution that serves the interests of both the client and the customer. The aim was to find out what are the ways to reduce manual calculation that would speed up the processes and provide a more easily understandable overview of the cost formation. It had to be possible to offer and calculate different implementation options for the construction of a detached house smoothly without complicated recalculations.

There are many variables in quotation calculation, and based on this information, the goal was to find out whether there is a suitable cost accounting software or whether the calculation can be handled more simply by creating a comprehensive Excel spreadsheet that suits the client's tailored needs. For the Excel, the general principles of quantity, cost, and quotation calculation were investigated, as well as the operating principles of the software suitable for this, so that they could be used as features that are suitable for implementation with spreadsheets. To ensure the comprehensiveness of Excel, interviews and surveys were conducted to find out the price information of subcontractors and special products to provide the highest possible quality of customer service.

The basic principles of BIM software were clarified, two software programs were selected for a more detailed test, and the identified problem areas and general issues that required additional attention were investigated through interviews. The aim was to study the comprehensiveness and usability of BIM software in the production of quantitative data and the utilization of the collected data in tender calculation. The suitability of BIM software for tender calculation compared to other calculation methods was one of the perspectives of the overall study, where comparisons between different methods were made. The significance of BIM for improving customer service was assessed from the point of view of self-sufficiency, as in the best-case scenario, BIM would cover both quantity calculation and planning at the same time.

The study revealed that several cost accounting software programs have implemented several aspects that are essential for usability by means applicable to Excel. They were deployed to the extent that was profitable within the time available. Testing BIM software showed that it requires more complete plans than what is required for a quote calculated with Excel. In addition, the software did not produce sufficiently comprehensive quantitative data with efficient use of time, so the significance of BIM in tender calculation remained minor. The material produced by the software was better suited to the other phases of a construction project. The created Excel spreadsheet worked with less work, covering the cost accounting material of the entire detached house project more accurately, and it can be developed to meet the client's needs in the future as well.

Keywords Building Information Modeling, Excel, quantity calculation
Pages 68 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Määrä-, kustannus- ja tarjouslaskenta	3
2.1	Tarjouslaskenta-Excelin kehittämisen lähtökohdat ja käytännöt	3
2.2	Rakentamisen vaiheet ja niiden vaikutukset määrälaskentaan	5
2.3	Määrä-, kustannus- ja tarjouslaskenta rakennusalalla.....	6
2.4	Teoreettiset menekit ja hukat määrälaskennassa	7
2.5	Määrä- ja kustannuslaskentatietokantoja sekä -standardeja	8
2.5.1	ROK Rakennusosien kustannuksia 2024 -kirja	9
2.5.2	Ratu-kortistot.....	10
2.5.3	Talo 2000 -hankenimikkeistö	11
2.6	Määrä- ja kustannuslaskentaohjelmistot.....	12
2.6.1	Admicom Estima (ent. Tocoman Laskenta) sekä BIM3	13
2.6.2	Haahtela: Kustannustieto Taku	14
2.6.3	Procountor Taloushallinto	15
2.6.4	CostX ja BIM Manager	16
2.6.5	Microsoft Excel.....	17
2.7	Tietomallinnusohjelmistot sekä IFC määrä- ja kustannuslaskennassa	19
2.7.1	CADMATIC Building.....	20
2.7.2	Autodesk Revit ja Navisworks	21
2.7.3	Vertex BD	21
2.7.4	Tekla Structures	22
2.7.5	IFC tietomallinnusohjelmissä ja sen merkitys määrälaskennassa	23
2.7.6	IFC-ohjelmisto Solibri	25
3	Kehittämistyön tavoitteet, menetelmät ja tulosten analysointi.....	26
3.1	Tavoitteet tilaajan näkökulmasta	26
3.2	Tavoitteet asiakkaan näkökulmasta.....	27
3.3	Kehittämistyön menetelmät	28
3.4	Kehittämistyön tulosten analysointi.....	28
4	Excel-laskentataulukko	29
4.1	Excel-laskentataulukon luominen tarjouslaskentaa varten	29
4.2	Excel-laskurin toteutus ja toimivuuden analysointi	29
5	Erityiskustannukset	31

5.1	Erityiskustannusten selvittäminen.....	31
5.2	Erityiskustannuskyselyiden kysymykset ja tulokset	32
6	Toteutuneet pientalokohteet	35
6.1	Toteutuneiden kohteiden lähtötiedot.....	35
6.2	Toteutuneiden kohteiden tietojen kerääminen ja analysointi	36
7	Määrälaskenta Excelillä	36
7.1	Excelin testaus toteutuneilla kohteilla	36
7.2	Excelin määrälaskennan tulosten analyysi toteutuneista kohteista	37
7.3	Excelin testaus uusilla pientalokohteilla.....	38
7.4	Excelin määrälaskennan tulosten analyysi uusista kohteista	38
8	Toteutuneiden kohteiden tietomallinnus CADMATIC Building -ohjelmalla.....	39
8.1	Tietomallintaminen käyttäen CADMATIC Buildingia.....	39
8.2	CADMATIC Building -tietomallin määrääaineiston hyödyntäminen	40
8.3	Cadmatic haastattelun tulokset.....	43
9	Toteutuneiden kohteiden tietomallinnus Vertex BD -ohjelmalla.....	44
9.1	Tietomallintaminen käyttäen Vertex BD:tä.....	44
9.2	Vertex BD -tietomallin määrääaineiston hyödyntäminen	46
9.3	Vertex haastattelun tulokset	48
10	Analyysit, vertailut ja haastattelut.....	49
10.1	Analyysi Excelistä tietomallinnettujen kohteiden määrätiedoilla täydennettynä	49
10.2	Excelin käyttö verrattuna olemassa oleviin määrälaskentamenetelmiin	51
	10.2.1 Ratu-kortistot ja ROK-kirja	51
	10.2.2 Haahtela: Kustannustieto Taku	51
	10.2.3 Admicom Estima	52
	10.2.4 CostX	52
	10.2.5 Procounor Taloushallinto	53
10.3	Tietomallinnusohjelmien kehitys, selvitys haastatteluilla	53
11	Pohdinta	57
	Lähteet.....	60

Kuvat

Kuva 1. Excel-laskuri, talon perusmuurin tulokset	31
---	----

Kuva 2. Talon pohjapiirustus, mallinnettu CADMATIC Buildingilla	40
Kuva 3. CADMATIC Building -määrätietoaineistoja	42
Kuva 4. Cadmatic-määrätietoa siirrettynä Exceliin	43
Kuva 5. Vertex BD -ohjelmalla mallinnettu vielä rakentamaton talo	45
Kuva 6. Vertex BD -ohjelmalla kerätty materiaalitieto	47
Kuva 7. Muistio määrätiedoista, Vertex BD	48
Kuva 8. Vertex BD -ohjelman määrätietoa Excelissä	48
Kuva 9. Tietomallin tarkkuus prosentteina	54
Kuva 10. Tietomallinnuksen vaatima aika tunteina	55
Kuva 11. Hintatietojen lisääminen ohjelmaan	56
Kuva 12. Ohjelmiston kehityssuunnitelmat	57

1 Johdanto

Tarjouslaskennassa pientaloasiakkaan budjetti asettaa omat rajoituksensa, mutta tietyt reunaehdot ovat aina läsnä. Ne voivat ilmetä esimerkiksi tavoiteltuina asuinneliöinä tai isoina ikkunoina. Yhden tiedon muuttaminen vaikuttaa koko rakennuksen hintaan, jolloin erilaisten ratkaisujen selvittäminen voi olla työlästä. Vasta kun rakennuksen kaikki rakenteelliset ratkaisut on lyöty lukkoon, on mahdollista laskea tarkat materiaali- sekä työmäärät. Tähän löytyy monia toimivia ratkaisuja, joista määrä- ja kustannuslaskija voi valita tarkoitukseen sopivimman tavan. Kaikki ennen tätä on kuitenkin muuttuvien toiveiden ja toteutusratkaisuiden myötä elävää kokonaisuutta. Tämän opinnäytetyön alkusysäys oli hetki, jolloin oivallettiin, että nykyiset prosessit eivät ole halutulla tasolla tehokkuuden ja kokonaisvaltaisen asiakaspalvelun suhteen.

Opinnäytetyön tilaajan nykyinen määrälaskentakäytäntö on rakennusosaperusteinen, joka on koettu toimivaksi tavaksi selvittää hankkeen kokonaiskustannuksia.

Tarjouslaskentavaiheessa tämän on havaittu vaativan ylimääräisiä resursseja ja asiaan halutaan muutos tai ainakin selvittää olisiko olemassa kustannustehokkaampi tapa tuottaa sama informaatio. Näitä asioita pohjustamaan selvitetään ensin nykyisiä käytäntöjä määrä- ja tarjouslaskennassa sekä niihin soveltuvia ohjelmistoja. Tietoperustetta rakennusosien kustannuksille käsitellään tässä opinnäytetyössä sopivan ytimekkäästi, jotta aiheen lähtökohdat ovat myös lukijalle selvät.

Tämän opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on tutkia mahdollisuutta selvittää riittävällä tarkkuudella tarjouslaskentaan tarvittavia määrätietoja itse luotavalla Excel-laskurilla ja verrata tätä tietoa tietomallintamisella saatuun aineistoon. Exceliä ohjelmistona avataan jonkin verran, jotta tämän osan tärkein kulmakivi ei jää ilman sen ansaitsemaa huomiota. Eri tietomallinnusohjelmistojen ominaisuuksia pyritään selvittämään mahdollisimman tarkasti ennen niiden omakohtaista testaamista, sillä niistä saatava käyttöliittymätietoa on sovellettavissa myös Exceliin. Tämän opinnäytetyön puitteissa tarkoituksena on selvittää kuinka tarkkaan tietoja voi tuottaa ilman tietomallintamista ja miten suuria erot ovat lopulta sekä voidaanko erot hyväksyä tai ottaa huomioon tarjouslaskentavaiheessa. Päämääränä on, että tarjousta pyytävää asiakasta pystyttäisiin palvelemaan paremmin mutta ilman valtavaa työmäärää. Urakoitsijan katteet ja erilaisten toteutusratkaisuiden mahdollisuus tulee ottaa huomioon.

Tietomallintamisen tuottamien tietojen tarkkuus on ohjelmasta riippumatta kiinni itse tietomallin tarkkuudesta. Jos tietomallista jättää pois jonkin vielä ratkaisemattoman asian, se ei laske tälle mitään arvoa. Sen sijaan täysin valmis tietomalli tuottaa parhaimmillaan lähes kaiken tarvittavan tiedon tarkkojen määrien laskentaan. Tämän tiedon yhteensovittaminen tarjouslaskentaan on yksi tässä tehtävän tutkimuksen kulmakiviä. Tietomallinnusohjelmistoissa keskitytään niihin, joilla on potentiaalia toimia määrälaskennan tukena, ja tämä ominaisuus on opinnäytetyön tärkeimpiä yksittäisiä tutkittavia seikkoja. Lisäksi tutkitaan riittävällä tarkkuudella avoimista ja standardisoiduista tiedostomuodoista IFC:tä, joka mahdollistaa projektitietojen siirtämistä eri ohjelmistojen välillä. Tällä selvitetään onko IFC:llä mahdollisuutta olla osa kokonaisuutta, jos sillä olisi edellytyksiä palvella tilaajan tarpeita.

Kokonaisvaltainen asiakaspalvelu vaatii useiden osa-alueiden yhteensovittamista, jossa tarjouslaskennan sisällön tulisi olla kattava. Koska rakentamiseen liittyy useita kustannuksia, joihin tietomallintaminen ei tuota kattavaa tietoa, tulee ne selvittää muilla keinoilla. Tarjouslaskentaa varten selvitetään kyselyiden ja haastatteluiden avulla kustannustietoja, jotka täydentävät muuta määrä- ja kustannustietoa. Näillä pyritään riippumattomuuden lisäämiseen, jolloin tarjoushinnan laskeminen ei vaatisi erillisiä tarjouspyyntöjen lähettämistä. Lisäksi tarkoituksena on tietomallintamisen jälkeen selvittää haastatteluilla ohjelmistojen tulevia kehityssuhteita, jotka saattavat vaikuttaa ohjelmiston valintaan. Suurimmat kehitysehdotukset ja muut mahdolliset puutteet oletettavasti nousevat esille haastatteluista ja saatavilla olevasta datasta laskemalla.

Vaikka tämä opinnäytetyö keskittyy löytämään tarkkoja ratkaisuja tarkkaan rajatusti työn tilaajalle, työssä on käsitelty tästä huolimatta jonkin verran teoriaa aihepiiriin ympäriltä kokonaisuuden hahmottamiseksi. Tämän tarkoitus on havainnollistaa laajemmin aihetta menemättä sen tarkemmin erilaisiin määrä- ja tarjouslaskennan tapoihin ja käytäntöihin tai rakennushankkeen vaiheisiin, joista tarjousvaihe on yksi olennaisimpia suunnittelun kannalta. Ei kuitenkaan kannata sulkea pois mahdollisuutta, että jokin kustannuslaskentaohjelmisto olisi parempi hinta- ja laatusuhteeltaan kuin itsetehtävä Excel-laskuri ja tämä tulee pitää mielessä tutkimusta tehdessä. Ohjelmistoihin perehtyminen tarjoaa arvokasta tietoa käytettävyydestä sekä tiedon jäsentelystä, ja tätä oppia hyödynnetään Excelissä.

Opinnäytetyön ytimessä on sopivan tietomallinnusohjelmiston löytäminen ja sen tietojen vertaaminen Excelillä laskettavaan aineistoon. Tietomallintamisesta saatavan

kokonaisuuden selvittämisen lähtötilannetta muuttaa tilaajan pyrkimys omavaraisuuteen, sillä mallintaminen tuottaa myös rakennuslupiin sekä rakentamiseen tarvittavat piirustukset.

Tutkimuksen rajaus pysyy muuttumattomana läpi koko opinnäytetyön, mutta tarkemmat selvittävät kysymykset tutkimuksen osalta tarkentuvat prosessin aikana. Lähtökohdat ja tutkimustieto antavat tietyn viitekehyksen, jonka avulla lopputulos pysyy rajattuna, mutta samalla antaa vapauden selvittää asioita sopivimmiksi katsotuilla keinoilla.

Tutkimuksen tavoitteet on jaettu seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Kuinka tarkasti määrät on laskettavissa rakennusosittain luotavalla Excelillä verrattuna nykyiseen käytäntöön?
2. Miten tarkasti tietomallintamalla voidaan tuottaa tarvittavaa määrääineistöä?
3. Miten toimivia tietomallinnusohjelmistot ovat tarjouslaskentaan?
4. Mikä tietomallinnusohjelmisto on tilaajan käyttöön sopivin?
5. Onko jokin muu määrälaskentatapa toimivampi kuin itse luotava Excel ja siihen yhdistetty tietomallinnus?
6. Mitä on opittavissa markkinoilla olevista kustannuslaskentaohjelmistoista?

Koska opinnäytetyön tilaajan toiminta on hyvin asiakaslähtöistä ja paikallista, kehittämistyöllä pyritään löytämään tilaajan tarpeisiin sopiva kokonaisratkaisu. Tavoitteena on selvittää nykyisen määrälaskentakäytännön korvaamiseen tarvittavat toimenpiteet, vaadittavat ohjelmistot sekä näihin liittyvien kustannusten tuoma hyöty.

2 Määrä-, kustannus- ja tarjouslaskenta

2.1 Tarjouslaskenta-Excelin kehittämisen lähtökohdat ja käytännöt

Tässä opinnäytetyössä toteutuksen keskiössä on Excel-taulukon luominen pientalon määrä- ja tarjouslaskentaa varten. Taulukon rakenteen suuntaviivat ovat olemassa, mutta vaikutteita sen toiminnallisuuteen haetaan olemassa olevien tietokantojen, standardien ja ohjelmistojen peruseräpäätteisiin perehtyen.

Jotta kehitystyö ei lähtisi aivan tyhjästä, hyväksi havaitut ja toimivat ratkaisut luovat pohjan Excelille. Näitä ovat muun muassa Ratu-kortistojen tapa laskea menekkejä, ROK-kirjan ajantasaiset hinnat sekä Talo 200 -nimikkeistön johdonmukaisuus. Erilaisiin

kustannuslaskennan ohjelmistoihin perehdytään riittävällä tarkkuudella, jotta niistä voidaan ammentaa käyttöliittymiin sekä intuitiivisuuteen liittyvää jäsentelyä. Koska lopullista Exceliä käyttäneen muutenkin kuin sen luoja, tulee sen olla looginen. Tietojen syöttämisen pitää perustua käyttäjätavalliseen aseteltuun ja tulokset pitää esittää selkeästi, tehokkaasti ja vaivattomasti. Koko Excelin tarkoitus on tehostaa laskentaa, jolloin sen pitää olla yksiselitteinen kaavojen ja valikoiden suhteen, eikä käyttäjän harteille tule jäädä muuta kuin tietojen syöttö ja tulosten tarkastelu.

Vertailupohjana käyttöliittymälle toimivia kustannuslaskennan ohjelmistoja ei suurella todennäköisyydellä ole tarkoitus ottaa käyttöön ellei tutkimusvaiheessa havaita niiden hyötyjen ylittävän niiden hinnan. Tätä verrataan Excelin luomisen sekä taulukon ylläpidon kustannuksiin. Ohjelmistojen ominaisuudet kiinnostavat, vaikka kaikkia niitä ei sellaisenaan käytettäisikään.

Toinen olennainen seikka on tietomallinnusohjelmien tuottaman määrääineiston hyödyntäminen. Ideaalitulanteessa ohjelmistot toimisivat itsenäisinä määrälaskennan suhteen mahdollistaen jopa hintatietojen lisäämisen materiaaleille, mutta realistisempaa on selvittää kuinka laajasti ja millä tarkkuudella kukin ohjelmisto tuottaa tietoa. Lisäksi eri ohjelmistojen laskeman määrääineiston pohja kiinnostaa sen yhteensopivuuden kannalta suhteutettuna kehitettävään laskentataulukkoon. Excelin on tarkoitus toimia myös lopullisena tilausluettelona, jolloin sen tulee olla täysin kattava ja yksikkötasolla johdonmukainen.

Excelin työmäärinä käytettäneen pohjana opinnäytetyön tilaajan aikaisempia toteutuneita kohteita ja tätä voidaan täydentää tai korjata jos tutkittavista tiedoista löytyy tähän sopiva keino. Eri laskentatapojen vertailu ja tiedostaminen parantavat Excelin tarkkuutta, vaikka jokin tietty osa-alue jäisikin pieneen rooliin. Tämän lopullisen laskentatavan sovittaminen tietomallin tuottamaan tietoon saattaa vaikuttaa mahdolliseen valittavaan tietomallinnusohjelmistoon. Jos ohjelmisto esimerkiksi tuottaa jonkin rakennusosan kohdalla tietoa, joka perustuu lähtökohtaisesti kappalemääriin, mutta Excelin pohjana toimivat juoksumetrit, vaatii tietojen hyödyntäminen lisävaiheen. Jokainen ylimääräinen vaihe on pois tehokkuudesta, selkeydestä ja vaivattomuudesta ollen päinvastoin vain kohta, jossa laskenta voi mennä pieleen.

Kokonaistutkimus perehtyy täten selvittämään seuraavia asioita:

- Olemassa olevia toimiviksi havaittuja käytäntöjä sekä mitä näistä voi oppia laskentaperusteiden osalta
- Kustannuslaskentaohjelmistojen käyttöliittymien toimivuutta, joita voi hyödyntää luotavaan Exceliin
- Microsoft Excel -ohjelmiston ominaisuuksia, jotka soveltuvat määrälaskentaan
- Tietomallinnusohjelmistojen tuottaman tiedon muotoa, määrää, tarkkuutta sekä hyötyjä
- IFC:n käyttökelpoisuutta määrälaskennassa

2.2 Rakentamisen vaiheet ja niiden vaikutukset määrälaskentaan

Rakennushankkeen kustannukset muodostuvat vaiheittain, ja niiden hallinta alkaa jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Ensimmäinen vaihe on tarveselvitys, jossa määritellään hankkeen tarpeet, tavoitteet ja mahdolliset toteutusvaihtoehdot. Tässä vaiheessa kustannusarvio perustuu viitekohteisiin tai tilalaskentaan. Arvioiden tarkkuus on vielä karkea. (RT 10-11226, 2016, ss. 1-4)

Hankesuunnitteluvaiheessa hanke saa tarkemmat reunaehdot, kuten laajuuden, laadun ja aikataulun. Kustannuksia voidaan tässä vaiheessa arvioida tarkemmin esimerkiksi tavoitehinta- tai viitekohdemenetelmällä. Suunnitteluvaiheessa tehtävät päätökset vaikuttavat merkittävästi lopullisiin kustannuksiin, joten kustannusohjauksen merkitys on suuri. (RT 10-11226, 2016, ss. 1-4)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa kehitetään hankesuunnitelmaa ja vertaillaan eri toteutusvaihtoehtoja kustannusten kannalta. Kustannusarvioita tarkennetaan esimerkiksi rakennusosalaskelmilla, jossa rakennushankkeen kustannukset arvioidaan jakamalla rakennus eri osiin, kuten runkoon, julkisivuihin, vesikattoon ja talotekniikkaan. Tässä vaiheessa tavoitteena on varmistaa, että suunnitelmat ovat taloudellisesti toteuttamiskelpoisia valituilla rakenteilla. Yleissuunnitteluvaiheessa päätetään lopulliset ratkaisut, jotka vaikuttavat toteutukseen, ja kustannusarvio tarkentuu edelleen. (RT 10-11226, 2016, ss. 1-4)

Toteutussuunnitteluvaiheessa laaditaan rakennuslupapaperustukset ja tekniset suunnitelmat, joiden perusteella on laskettavissa tarjoushinta, jossa mukana on myös urakoitsijan kate. Tässä vaiheessa kustannuslaskenta perustuu tarkkoihin määrälaskelmiin ja yksikkökustannuksiin. (RT 10-11226, 2016, ss. 1-4)

Rakentamisvaiheessa kustannukset realisoituvat, ja kustannustarkkailun tulee olla jatkuvaa. Toteutuneita kustannuksia seurataan suhteessa budjettiin ja mahdollisia muutoksia pyritään ennakoimaan. Mahdolliset lisä- ja muutostyöt voivat vaikuttaa lopullisiin kustannuksiin. Käyttöönoton jälkeen tehdään jälkilaskenta, jossa tarkastellaan lopullisia kustannuksia ja vertaillaan niitä alkuperäisiin arvioihin. Tämä auttaa kehittämään tulevien hankkeiden kustannuslaskentaa ja hallintaa entistä tarkemmaksi. (RT 10-11226, 2016, ss. 1-4)

Rakentamis- tai jälkilaskentavaiheen kustannusten laskentaa tai tarkkailua ei toteuteta tässä opinnäytetyössä luotavassa Excelissä, mutta mahdollisuus niiden lisäämiselle vertailun suorittamiseksi olisi hyvä pitää mielessä taulukkoa työstettäessä. Sen sijaan tämä opinnäytetyö keskittyy rakentamisen vaiheisiin tarveselvityksestä toteutussuunnitteluun. Excel-laskurin tavoitteeksi on asetettu sen toimivuus mahdollisimman epätarkoilla tiedoilla, mutta samalla sen muodostavan jatkuvasti tietoa, joka sellaisenaan olisi käyttökelpoista, vaikka suunnitelmat eivät olennaisesti muuttuisi. Excelin käytettävyys eri suunnittelun vaiheissa korostuu riippumatta tietojen laajuudesta.

2.3 Määrä-, kustannus- ja tarjouslaskenta rakennusalalla

Onnistunut rakennushankkeen kustannusten hallinta edellyttää, että tavoitteet määritellään realistisesti ja ymmärrettävästi. Hankkeen edetessä sitä ohjataan kohti näitä sovittuja tavoitteita. Hyvä kustannushallinta parantaa päätöksenteon laatua, vähentää riskejä ja tukee hankkeen sujuvaa etenemistä. Asia on esitetty Rakennushankkeen kustannushallinta -kirjassa osuvasti kuvaten sen laatu- ja laajuustasojen antavan lähtötiedot kustannusarvion pohjalle (Koskenvesa ym., 2018, s. 54). Määrä-, kustannus- ja tarjouslaskenta ovat keskeisiä toimintoja, joilla varmistetaan hankkeen taloudellinen kannattavuus ja toteutettavuus. Nämä prosessit ovat viime vuosina kehittyneet merkittävästi digitalisaation ja tietomallinnuksen ansiosta, mutta alalla esiintyy yhä haasteita ja kehityskohteita löytyy edelleen.

Eri toimijoiden käyttämät järjestelmät eivät aina toimi saumattomasti yhteen, mikä voi hidastaa tiedon siirtoa ja lisätä manuaalista työmäärää. Lisäksi ohjelmistojen ja tietomallien käyttöönotto edellyttää sekä rahallisia investointeja että teknistä osaamista, mikä saattaa olla erityisen haastavaa pienille yrityksille. Tällaiset investoinnit ovat usein merkittäviä ja vaativat pitkän aikavälin suunnittelua, mutta rakennusalan suhdannevaihtelut voivat vaikuttaa yritysten halukkuuteen panostaa uusiin ratkaisuihin. Tässä opinnäytetyössä

pyritään löytämään ratkaisu tarjoushinnan laskentaan, jolloin eri ohjelmistojen vertailu korostuu. Niiden ominaisuudet verrattuna niiden kustannuksiin peilautuen niistä saatavaan hyötyyn vaikuttaa kokonaisarvioon, jonka pohjalta asiaa pyritään tarkastelemaan päätöstä tehdessä. (Koskenvesa ym., 2018, s. 29)

Kustannuslaskennan tarkkuus on vahvasti sidoksissa lähtötietojen laatuun, kuten suunnitelmien yksityiskohtaisuuteen ja ajantasaisuuteen. Määrä- ja kustannuslaskentaan on tarjolla monia eri ohjelmistoja ja menetelmiä, jotka hyödyntävät laskennallisia työmääriä ja kustannustietoja. Näiden ohjelmistojen tiedot perustuvat usein laajasta aineistosta koottuihin keskiarvoihin ja tutkittuun dataan. Sekä ohjelmistoissa että käytettävissä kustannustiedoissa on eroja hinnoittelumalleissa, mikä vaikuttaa niiden käytettävyyteen ja soveltuvuuteen eri tilanteissa. Ylipäätään kustannusarvion laskemiseksi tarvitaan rakennuksen lähtötietoja kuten rakennettavat tilat sisältöineen sekä esimerkiksi paikkakunta, jonne rakennus on suunnitteilla. (Koskenvesa ym., 2018, s. 54)

Teknologian kehitys, kuten tekoäly ja koneoppiminen, saattaa vaikuttaa tulevaisuudessa merkittävästi määrä- ja kustannuslaskentaan. Tekoälypohjaiset järjestelmät voivat esimerkiksi analysoida laajoja tietomassoja ja tarjota ennusteita kustannusten ja aikataulujen toteutumisesta. Myös entistä tiiviimpi integraatio suunnittelun ja laskennan välillä on tulevaisuudessa mahdollista, mikä vähentäisi virheitä ja nopeuttaisi prosessia. Nykytila määrä-, kustannus- ja tarjouslaskennassa heijastaa rakennusalan digitalisaation murrosvaihetta: perinteiset menetelmät ovat vielä käytössä, mutta uudet teknologiat ja työkalut muuttavat alaa nopeasti. (Admicom, 2025-a)

2.4 Teoreettiset menekit ja hukat määrälaskennassa

Määrälaskenta perustuu teoreettiseen menekkiin, jonka tarkkuus riippuu suunnitelmien kattavuudesta. Jos saatavilla on kaikki rakentamiseen tarvittavat piirustukset, myös määrälaskenta on mahdollista tehdä täysin tarkasti. Kuitenkin käytännössä tarvitaan myös lisäyksiä, kuten menetelmällisiä, työvaihelisiä ja työmaalisia, jotka johtuvat esimerkiksi varastoinnista ja työmaan olosuhteista. (Ratu S-1191, 2000, s. 5)

Materiaalihukka saattaa syntyä virheellisestä suunnittelusta, puutteellisista laskelmista, työmenetelmien valinnasta ja työmaajärjestelyistä, mutta myös saatavilla olevan materiaalin mitoituksesta. Esimerkiksi betonin ja betoniteräksen menekkiin vaikuttavat asennuksen aikana syntyvät ylijäämät ja leikkauspalat. Puutavaran ja rakennuslevyjen

hukka voi johtua epästandardeista mitoista tai epäoptimaalisesta katkaisusuunnitelmasta. (Ratu S-1191, 2000, ss. 9-15)

Teoreettisen menekin lisäksi on huomioitava materiaalisat, joka voi olla esimerkiksi 2–7 % mineraalivillalle. Näiden lisien huomioiminen määrälaskennassa auttaa estämään ali- tai ylilimitoitettuja materiaalityyppejä. Määrälaskennassa kannattaa mahdollisuuksien mukaan hyödyntää standardoituja menettelytapoja, kuten Talo 90 -määrälaskentaohjeita, ja vähentää hukkaa esimerkiksi esivalmistetuilla. Näin voidaan parantaa rakennushankkeen kustannustehokkuutta ja vähentää jätettä työmaalla. (Ratu S-1191, 2000, ss. 9-15)

Tämän opinnäytetyön aikana luotavan Excel-laskentataulukon rakenne perustuu tarkkaan määrälaskentaan, jossa lähtökohtaisesti hukkaa ei synny vaan tarkkuus on samaa luokkaa kuin tietomallintamalla suoritettava määräaineiston tuottaminen. Todellinen rakennusaikainen tilanne huomioiden tulee Exceliin lisätä mahdollisuus määrittellä materiaalihukka. Työmäärien perustuessa todellisiin määriin, materiaalityypit vaativat erilaisten lisien huomioimista. Samaa ajatusta pitää soveltaa tietomallintamalla tuotettavaan määrätietoon riippumatta sen muodosta. Oletuksena on, että tietomallinnettu tieto ei sisällä hukkaa vaan määrä on laskettu ilman mitään lisiä.

Kustannus- ja tarjouslaskentaan olennaista on Excelin muokkautuvuus hukan ja lisän kannalta. Oletuksena voidaan käyttää eri nimikkeistöjen mukaisia prosentuaalisia lisiä, mutta suunnittelun tarkentuessa myös vaadittujen lisien määrä tarkentuu. Esimerkiksi monimutkaiset rakenteet voivat vaatia suurta määrää hukkaa. Toisaalta myös pienet tilat, jossa käytetään tiettyä materiaalia voi olla hyvin merkittävä hukan kannalta. Suunnittelu ja tilaohjelma ratkaisevat paljon ja se tulee huomioida Exceliä tehdessä.

2.5 Määrä- ja kustannuslaskentatietokantoja sekä -standardeja

Tämän opinnäytetyön keskittyessä tarjousvaiheen kustannuslaskentaan, voidaan se laajemmin ilmaista käsittävän tarveselvitysvaiheen sekä siitä johtuvan hankepäätöksen. Kuten Anssi Koskenvesa ja muut asiaa kuvaavat kirjassa Rakennushankkeen kustannushallinta, käyttäjien tilantarve määrittelee vaatimukset tiloille, joiden kautta tutkitaan vaihtoehdot toteutukselle sekä niiden kustannusvaikutukset (Koskenvesa ym., 2018, s. 50). Toisaalta pyrkimyksenä olevan kokonaisvaltaisen asiakaspalvelun tuottamisen kannalta myös toteutussuunnitteluvaihe kytkeytyy tarjouslaskentaan, sillä

asiakas ei ole ostamassa vain tiloja vaan yksilöllistä taloa. Toteutus suunnittelu onkin vaihe, jossa rakennuksen tietoja tarkennetaan detaljitasolle. (Koskenvesa ym., 2018, s. 59)

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan onko olemassa tietokantoja tai standardeja, joilla on potentiaalia tuoda lisäarvoa luotavaan tarjouslaskennan Exceeliin. Tietoja voidaan parhaimmillaan hyödyntää täydentämällä Exceeliä, jos havaitaan puutteita tai tietoja voidaan verrata jo olemassa oleviin. Samoin tietomallinnuksella tuotettua tietoa on mahdollista jatkojalostaa, jos tieto on sopivassa muodossa.

2.5.1 ROK Rakennusosien kustannuksia 2024 -kirja

Rakennusosien kustannuksia 2024 -kirja sisältää tukittua ja ajantasaista tietoa pien-, rivi-, ja kerrostalojen sekä teollisuusrakennusten työmenekkeistä ja -kustannuksista sekä materiaalihinnoista. ROK-kirjaa käytetään laajasti suunnittelun ja tarjouslaskennan tukena, sillä se tarjoaa tarkkoja kustannustietoja eri rakennusosista ja työvaiheista. Kustannukset on eritelty työn ja materiaalien menekkeihin, ja rakennusosien jaottelu noudattaa Talo 2000 -hankenimikkeistöä. Kirja sisältää tietoa muun muassa telineistä, talotekniikasta ja talvirakentamisesta sekä runsaasti rakennevaihtoehtoja. (Mittaviiva, 2024)

Kirja auttaa selkeyttämään rakennushankkeiden kustannusrakennetta, tehostaa suunnittelua ja vähentää epävarmuutta tarjousvaiheessa. Kustannustietojen päivittäminen on kriittistä rakennusalan viime vuosina nopeasti muuttuneiden materiaalikustannusten ja työvoimakulujen vuoksi. (Mittaviiva, 2024)

Kirjan tiedot perustuvat Ratu-kortistoon ja vuoden 2024 hintatasoon. Mallitalojen kustannuslaskelmia ja Excel-pohjaisia laskentalomakkeita voi käyttää arvioiden tukena. Korjausrakentamisen kustannuksia 2024 -kirja täydentää teosta, mahdollistaen vanhojen ja uusien rakenteiden kustannusvertailun. (Mittaviiva, 2024)

Vuoden 2024 päivitettyssä painoksessa nostetaan esiin merkittäviä muutoksia, kuten materiaalien hinnannousut ja uusien rakennusmääräysten vaikutukset kustannuksiin. Esimerkiksi energiatehokkuusvaatimukset ja vähähiilisyteen liittyvät ratkaisut ovat lisänneet kustannuksia, mutta ne myös tukevat alan siirtymistä kohti kestävämpiä käytäntöjä. (Mittaviiva, 2024)

Mittaviiva-menetelmä on tärkeä työkalu, joka yhdistää kustannuslaskennan tietomallinnukseen. Tämä mahdollistaa tarkemmat määrälaskelmat suoraan

suunnittelutiedoista, mikä vähentää virheitä ja nopeuttaa prosesseja. Yhteistyö ja yhtenäisten standardien tärkeys korostuu, jotta eri sidosryhmät voivat hyödyntää tietoa saumattomasti. (Mittaviiva, 2024)

Kuten Rakennustiedon esittelyssä asia tiivistetään ”Rakennusosien kustannuksia -kirja käsittää tyypillisiä pien, rivi- sekä kerrostalojen sekä teollisuusrakennusten rakenteiden kustannuksia.” (Lindberg, 2024)

ROK 2024 -kirjan hinta 174,90 €. Uusi kirja julkaistaan vuosittain päivitettyillä tiedoilla. Kirja soveltuu suunnittelijoille, toteuttajille ja opiskelijoille, ja se on saatavana sekä painettuna että digikirjana. (Mittaviiva, 2024)

2.5.2 Ratu-kortistot

Ratu-kortisto Rakennustiedon tarjoama kattava tietopankki, joka tarjoaa rakennusalalle uudis- ja korjausrakentamisen työmenetelmien ja menekkien tietoja, työturvallisuuteen liittyviä säädöksiä ja ohjeita sekä laadunvarmistuksen työkaluja. Kortiston sisältö on kehitetty erityisesti talonrakennusurakoinnin tarpeisiin, ja se palvelee monipuolisesti eri tehtävissä, kuten tarjouslaskennassa, aikataulutuksessa, turvallisuussuunnittelussa ja laadunvalvonnassa. Lisäksi kortisto tarjoaa materiaalia työntekijöiden perehdytykseen. Ratu-kortistoa voi käyttää myös RatuPakki-palvelussa, jossa on tiiviissä muodossa menetelmälaskin. RatuPakki tarjoaa mahdollisuuden etsiä jokaisen keskeisen työvaiheen menetelmät sekä niiden työryhmän mitoitustiedot menekkitietoineen. Menetelmässä voi valita työtehtäviä Talo 2000- ja Talo 80 -nimikkeistöistä. (Rakennustieto, 2025-a)

Rakennushankkeiden kustannusten hallinta on keskeinen osa onnistunutta projektinhallintaa. Kustannuslaskenta seuraa hankkeen eri vaiheita, alkaen suunnittelusta ja jatkuen rakentamisen ajan aina jälkilaskentaan kohteen valmistumisen jälkeen. Ymmärrys kustannusten muodostumisesta on välttämätöntä, jotta laskelmat voivat ohjata päätöksentekoa tehokkaasti. Rakennushankkeen kustannukset perustuvat hankkeen laajuuteen, aikatauluun ja vaadittuun laatuun. Näiden tekijöiden hallinnassa yhteistyö ja yhteiset tavoitteet hankkeen eri osapuolten välillä ovat ratkaisevassa roolissa. (Rakennustieto, 2025-a)

Ratu-kirjat esittelevät kustannusten hallinnan peruskäsitteitä ja periaatteita sekä käsittelevät tilaajan ja urakoitsijan näkökulmia hankkeen eri vaiheissa. Julkaisut ovat

hyödyllisiä niin rakennusalan ammattilaisille kuin opiskelijoille, ja ne tarjoavat käytännönläheisiä työkaluja hankkeen hallintaan ja toteutukseen. (Rakennustieto, 2025-a)

Ratu-kortisto tarjoaa menetelmä- ja menekkitietoa, työturvallisuusohjeita sekä laadunvarmistuksen työvälineitä uudis- ja korjausrakentamiseen. Se tukee tarjouslaskentaa, aikataulu- ja turvallisuussuunnittelua, laadunvarmistusta ja työntekijöiden perehdytystä. Tietoa päivitetään säännöllisesti, jotta se olisi ajan tasalla. (Rakennustieto, 2025-a)

Palvelu veloitetaan kerran vuodessa, vuosimaksu: 864,00 € + alv. Hinnalla saa käyttöön kaikki eri palvelun tarjoamat kirjat. (Rakennustieto, 2025-a)

2.5.3 Talon 2000 -hankenimikkeistö

Talon 2000 -hankenimikkeistö on suomalainen rakennushankkeiden jäsentämiseen kehitetty standardoitu luokittelujärjestelmä. Se toimii rakenteiden, järjestelmien ja hankintojen yhteisenä viitekehyksenä, joka helpottaa suunnittelun, rakentamisen ja hankintojen hallintaa. Nimikkeistö luokittelee rakennusprojektin osat järjestelmällisesti ja loogisesti, jolloin osapuolten välinen viestintä, suunnitelmien tarkastelu sekä kustannuslaskenta ja -seuranta helpottuvat. (Rakennustieto, 2025-b)

Talon 2000 -nimikkeistön päätavoitteena on yhdenmukaistaa rakennusalan käytäntöjä ja varmistaa, että eri toimijat puhuvat asioista yhtenäisillä termeillä. Tämä parantaa projektinhallintaa ja mahdollistaa tarkemmat ja vertailukelpoisemmat kustannusarviot. Nimikkeistöä käytetään laajalti erilaisissa rakennushankkeissa, ja se soveltuu niin pieniin kuin suuriin projekteihin. (Rakennustieto, 2025-b)

Talon 2000 perustuu hierarkkiseen rakenteeseen, jossa hankkeen kokonaisuudet jaetaan aluksi suurempiin osiin, kuten perustus-, runko- ja pintarakenteisiin. Näitä tarkennetaan edelleen esimerkiksi järjestelmiin, rakenneosiin ja materiaalivalintoihin. Näin nimikkeistö tarjoaa mahdollisuuden kuvata rakennuskohdetta yksityiskohtaisesti ja kattavasti. (Rakennustieto, 2025-b)

Talon 2000 tuo selkeyttä projektien eri vaiheisiin, kuten kustannuslaskentaan, tarjouspyyntöjen laadintaan ja työmaiden suunnitteluun. Yhteinen nimikkeistö vähentää väärinymmärryksiä ja lisää läpinäkyvyyttä projektin etenemisessä. Lisäksi se mahdollistaa

tietojen integroinnin suoraan erilaisiin laskenta- ja suunnitteluohjelmiin, mikä tehostaa hankkeen hallintaa. (Rakennustieto, 2025-b)

Kustannuslaskennassa Talo 2000 toimii keskeisenä työkaluna, sillä sen avulla voidaan luokitella rakennusosat ja työvaiheet tarkasti. Tämä mahdollistaa realistiset budjetit ja auttaa seuraamaan kustannusten muodostumista hankkeen aikana. Nimikkeistön yhtenäisyys helpottaa myös eri projektien välistä vertailua ja kokemusten hyödyntämistä tulevilla hankkeilla. (Rakennustieto, 2025-b)

Talo 2000 on laajasti käytössä Suomessa ja sen periaatteita sovelletaan monilla rakennusalan sektoreilla. Nimikkeistöä päivitetään säännöllisesti, jotta se pysyy ajankohtaisena ja vastaa alan kehittyviä tarpeita. Talo 2000 -nimikkeistö on julkinen, ja sitä saa vapaasti käyttää opetuksessa, julkaisuissa, kehitystehtävissä ja tietojärjestelmissä. (Rakennustieto, 2025-b)

2.6 Määrä- ja kustannuslaskentaohjelmistot

Rakennusalalla käytetään laajasti erilaisia laskentaohjelmistoja, jotka tehostavat määrälaskentaa ja vähentävät manuaalisten virheiden riskiä. Ohjelmistot yhdistävät määrälaskennan kustannuslaskentaan ja tarjoavat reaaliaikaista tietoa, joka tukee päätöksentekoa. Tietomallinnuksen (BIM) yleistyminen mahdollistaa tarkemmat ja automatisoidut määrälaskennat suoraan suunnittelumallista, mikä nopeuttaa prosessia ja parantaa tarkkuutta. (Koskenvesa ym., 2018, s. 29)

Rakennusalan määrä- ja kustannuslaskentaohjelmistot ovat työkaluja, joita rakennusyrietykset ja urakoitsijat käyttävät kustannus- ja tarjouslaskelmien laatimiseen. Niiden avulla voidaan tarkasti arvioida projektin materiaali-, työvoima-, alihankinta- ja laitteistokustannuksia sekä muita kuluja. Ohjelmistot auttavat vähentämään manuaalista työtä, parantamaan tarkkuutta ja nopeuttamaan laskentaprosessia. (Admicom, 2025-a)

Ohjelmistoissa on usein valmiita hinnastoja eri materiaaleille tai mahdollisuus lisätä omia hintoja. Järjestelmät voivat sisältää myös integraatioita toimittajien hinnastoihin. Eri työvaiheiden ja niiden vaatimien resurssien arviointi on myös mahdollista. Niissä voidaan huomioida myös erilaiset palkkaryhmät, työajat ja työntekijöiden tehokkuus. Jotkut ohjelmistot sisältävät alihankinta- ja aikataulutustyökaluja, joiden avulla voidaan varmistaa, että resurssit ja työvaiheet ovat optimaalisesti suunniteltu sekä jaettu erikseen alihankkijoiden osalta. (Haahtela, 2025-a)

Ohjelmistot tuottavat selkeitä raportteja, jotka voidaan esittää asiakkaille. Dokumentointi varmistaa, että kaikki projektin osa-alueet on huomioitu. Vertailu eri toimittajien tai vaihtoehtoisten ratkaisujen kustannuksia onnistuu myös, mikä auttaa valitsemaan taloudellisesti kannattavimman vaihtoehdon. Moni ohjelmisto toimii pilvipalveluna, mikä mahdollistaa helpon etäkäytön ja reaaliaikaisen tiedonjaon tiimin jäsenten kesken. (Admicom, 2025-a)

Ohjelmistojen toimintaperiaatteisiin kuuluu materiaali- ja palkkahintojen tietokantojen hyödyntäminen, joihin käyttäjät voivat lisätä omia tietojaan. Useat ohjelmistot tarjoavat modulaarisia ratkaisuja, joissa käyttäjä voi valita juuri omiin tarpeisiinsa sopivat työkalut. Ohjelmistot voidaan integroida muihin työkaluihin, kuten projektihallintaohjelmiin, BIM-työkaluihin tai toiminnanohjausjärjestelmiin (ERP). Monissa järjestelmissä on automaattisia laskentatyökaluja, jotka vähentävät manuaalisen syöttämisen tarvetta ja ehkäisevät virheitä. (Haahtela, 2025-a)

Tässä opinnäytetyössä perehdytään ohjelmistoihin, joista on opiskeluaikaista tai muuta käyttökokemusta ja selvitetään näiden ohjelmistojen kaupallisista lähteistä saatavilla olevat lähtötiedot painotuksena niiden merkitys määrä- ja tarjouslaskennassa. Näiden tietojen perusteella valitaan tarkempaan jatkoselvitykseen ohjelmistoja, joissa koetaan olevan suurin potentiaali sopia opinnäytetyön tilaajan tarpeisiin tai joiden käytettävyydestä on mahdollisuus ottaa osia tarjouslaskenta-Exceeliin. Kerättyjä ennako- ja taustatietoja peilataan selvityksiin ja analysoidaan tuloksia. Monien julkisten tietojen haaste luotettavuuden suhteen on tiedossa, jolloin omakohtainen vertailu näiden, selvitetyn ja mahdollisesti henkilökohtaisesti testatun välillä korostuu. Oma merkityksensä on tuotteen, palvelun tai ohjelmiston hinnalla. Kustannukset näiden käytöstä eivät saa ylittää niistä saatavaa hyötyä.

2.6.1 Admicom Estima (ent. Tocoman Laskenta) sekä BIM3

Admicom Estima (aiemmin tunnettu nimellä Tocoman Laskenta) on suomalainen rakennusalan ohjelmisto, joka tarjoaa työkaluja määrä- ja kustannuslaskentaan. Se on suunniteltu erityisesti rakennusalan ammattilaisille, ja se tarjoaa ratkaisuja kaiken kokoisille yrityksille. Ohjelmisto kattaa koko laskentaprosessin, alkaen määrälaskennasta ja päättyen budjointiin, mahdollistaen arvioiden päivittämisen suunnitelmien muuttuessa. (Admicom, 2025-a)

Estima hyödyntää laajaa kustannustietokantaa, joka sisältää yli 2 000 rakennusosaa, 3 300 toimintaa ja 3 500 resurssia. Nämä tiedot ovat avoimia ja muokattavissa käyttäjän tarpeiden mukaan, mikä mahdollistaa tietojen tuomisen laskelmiin myös tietokannan ulkopuolta. Se yksinkertaistaa arvioita määrä- ja kustannusarvion työkaluilla sekä käyttövalmiilla rakennushinnoilla. (Admicom, 2025-a)

Ohjelmiston avulla voidaan helposti tuoda määrätietoja yleisistä tietomalleista tai perinteisistä 2D-suunnitelmista, mikä tehostaa laskentaprosessia ja vähentää virheiden mahdollisuutta. (Admicom, 2025-a)

Laskentatietoja voi viedä kustannusseurantaan ja muihin Admicomin ohjelmistoihin aikataulutusta tai projektinhallintaa ja seurantaa varten. Lisäksi arviotietoja voi viedä muihin taloushallintojärjestelmiin. (Admicom, 2025-b)

Erillisellä ohjelmistolla Admicom BIM3 on mahdollista hyödyntää tietomalleja rakentamisen tuotantoprosessissa. Ohjelmassa tietoa voidaan käsitellä ja jakaa käytettäväksi kaikissa rakennusprojektin toiminnoissa ja vaiheissa. Ohjelmisto sisältää ratkaisuja IFC-mallien tarkistamiseen ja muokkaamiseen tuotantoon sopiviksi tarjoten myös kokonaisvaltaisia ratkaisuja määrä- ja kustannusarviotietojen tuottamiseen sekä tietomallin etuja hyödyntäviä tuotantoratkaisuja johdolle ja alihankkijoille. Hinta riippuu palvelun sisällöstä ja laajuudesta. (Admicom, 2025-c)

2.6.2 Haahtela: Kustannustieto Taku

Haahtela on suomalainen ohjelmisto, joka on suunniteltu kokonaisvaltaiseen rakennushankkeiden kustannushallintaan, aikataulutukseen ja tarjouslaskentaan. Ohjelmisto on tunnettu sen kyvystä yhdistää rakennusprojektin eri osa-alueet tehokkaasti ja tukea päätöksentekoa koko hankkeen elinkaaren ajan. (Haahtela, 2025-a)

Haahtelan ohjelmistot hyödyntävät laajaa rakennuskustannustietoa, joka pohjautuu markkinahintoihin, työmenekkitietoihin ja materiaaleihin. Käyttäjät voivat laatia tarkkoja kustannusarvioita ja seurata budjetin toteutumista reaaliajassa. Ohjelmisto tukee myös vaihtoehtoisten suunnitelmien vertailua kustannusten näkökulmasta, mikä auttaa optimoimaan budjetin ja tavoitteisiin sopivat ratkaisut. (Haahtela, 2025-a)

Ohjelmisto mahdollistaa tarjousten laatimisen yhdistämällä kustannus- ja määrälaskennan ja siinä voi hallita tarjouspyyntöjä ja analysoida saatuja tarjouksia. Tämä tekee siitä työkalun urakoitsijoille ja rakennuttajille tarjousten seurantaan. (Haahtela, 2025-b)

Palvelua voidaan kuvailla siten, että Haahtelan tarjoushintaindeksi ennustaa rakennushankkeiden kustannuksia ja seuraa tarjoushintojen kehitystä kuudella eri alueella. Indeksillä ja suhdannekuva julkaistaan vuosittain, ja päivityksiä tehdään tarpeen mukaan. Toisin kuin kiinteähintainen Tilastokeskuksen rakennushintaindeksi, Haahtelan indeksi huomioi suhdannevaihtelut. Sitä hyödyntävät monet yritykset ja myös Tilastokeskus omissa analyyseissään. Haahtelan tarjoushintaindeksi on Suomen ainoa laajasti käytössä oleva indeksi rakennuskustannusten arviointiin. Se perustuu 50 vuoden tutkimustyöhön ja auttaa ennustamaan tulevien rakennushankkeiden kustannuksia tarkasti. (Haahtela, 2025-b)

Ohjelmisto sisältää myös työkalut aikataulusuunnitteluun, jolla voi optimoida työvaiheita ja seurata etenemistä. Haahtela ei keskity ainoastaan rakennusvaiheeseen, vaan tarjoaa myös elinkaarikustannuksiin liittyviä analyysejä. Tämä mahdollistaa ratkaisujen arviointia pitkän aikavälin taloudellisia vaikutuksia ajatellen. Ohjelmiston hinnoittelu vaihtelee asiakkaan tarpeiden, projektin laajuuden ja käyttöoikeuksien mukaan. (Haahtela, 2025-b)

2.6.3 Procountor Taloushallinto

Procountor on suomalainen taloushallinnon ohjelmisto, joka on suunniteltu myös rakennusalan yritysten tarpeisiin. Se yhdistää taloushallinnon ja projektinhallinnan työkalut, jolla yritys voi tehokkaasti hallita projektejaan, talouttaan ja tarjouslaskentaa. Ohjelmiston keskeiset ominaisuudet sisältävät tarjouslaskennan, joka mahdollistaa rakennusprojektien kustannusten tarkastelun ja arvioinnin. Näihin voi luoda yksityiskohtaisia laskelmia, joihin sisältyy materiaalikustannukset, työvoimakustannukset ja alihankinnat. Ohjelmiston laskentatyökalut on suunniteltu huomioimaan rakennusalan erityispiirteet, kuten työvaiheiden aikataulut ja projektikohtaiset kustannukset. Yhdistämällä tarjouslaskennan ja taloushallinnon ohjelmisto vähentää erillisten järjestelmien tarvetta. (Procountor, 2025)

Projektinhallinta on mahdollista projektikohtaisella kustannusseurannalla ja budjetoinnilla. Työtehtäviä voi jakaa ja hallita projektikohtaisesti. Ohjelmisto integroituu muihin rakennusalan ohjelmistoihin ja työkaluihin, kuten työajanseurantajärjestelmiin ja materiaalityömittajien hinnastoihin. Pilvipohjaisuus mahdollistaa tiedon reaaliaikaisen jakamisen, jota saatavilla oleva mobiilisovellus tukee. (Procountor, 2025)

Procountor Taloushallinto tukee rakennusalan erityisvaatimuksia ja se on integroitu Verohallinnon rakentamisilmoituksiin, mikä helpottaa lakisääteisten raporttien laatimista kuten Verottajalle tehtäviä urakkatietojen ja työntekijätietojen ilmoituksia sekä rakennusallalla vaadittujen ALV-raporttien luontia. Raportointityökaluilla voidaan seurata projektin kannattavuutta reaaliajassa. Automatisoidut prosessit, kuten laskutus ja raportointi, säästävät aikaa. (Procountor, 2025)

Ohjelmisto on suunnattu sekä pienille että suurille rakennusalan yrityksille, sillä se skaalautuu yrityksen tarpeiden mukaan soveltuen yksittäisistä projekteista laajojen projektikonaisuuksien hallintaan. (Procountor, 2025)

2.6.4 CostX ja BIM Manager

CostX on RIB Software GmbH:n kehittämä rakennusalan ohjelmisto, joka on suunniteltu erityisesti määrälaskentaan ja kustannusarviointiin. Ohjelmiston kehittäjä on Exactal, joka on osa RIB Software -yhtiötä. CostX yhdistää 2D- ja 3D-mallinnuksen, mikä mahdollistaa tarkkojen määrälaskelmien ja kustannusarvioiden laatimisen rakennusprojekteissa. (RIB Software GmbH, 2025-a)

Ohjelmisto tukee sekä perinteisiä 2D-piirustuksia että nykyaikaisia 3D-BIM-malleja, mikä mahdollistaa joustavan työskentelyn eri projektien vaatimusten mukaisesti. CostX pystyy automaattisesti tunnistamaan ja laskemaan materiaalmääriä piirustuksista ja malleista, mikä vähentää manuaalisen työn tarvetta ja minimoi virheet. Se sisältää laajat kustannustietokannat, joita voidaan mukauttaa paikallisten hintojen ja standardien mukaisesti. Lisäksi ohjelmisto tarjoaa monipuoliset raportointityökalut, joiden avulla voidaan luoda yksityiskohtaisia raportteja ja analyyseja projektin kustannuksista ja määristä. (RIB Software GmbH, 2025-a)

CostX nopeuttaa määrälaskenta- ja kustannusarvioprosesseja automatisoinnin ja integroitujen työkalujen avulla. Se vähentää inhimillisten virheiden mahdollisuutta ja parantaa laskelmien tarkkuutta. CostX-ohjelmiston hinnoittelu vaihtelee lisenssityypin, käyttäjämäärän ja tarvittavien ominaisuuksien mukaan. (RIB Software GmbH, 2025-b)

2.6.5 Microsoft Excel

Microsoft Excel on yksi maailman käytetyimmistä laskentataulukko-ohjelmista. Vuosien varrella Excel on kehittynyt merkittävästi, ja siihen on lisätty monia uusia ominaisuuksia, kuten Visual Basic for Applications (VBA), joka mahdollistaa makrojen luomisen ja monimutkaisten laskentojen automatisoinnin. (Microsoft, 2025-a)

Excelin käyttömahdollisuudet ovat hyvin monipuoliset. Sitä hyödynnetään muun muassa taloushallinnossa, budjetoinnissa, tietojen analysoinnissa, raportoinnissa sekä toisinaan tietokantojen hallinnassa. Ohjelman vahvuuksia ovat sen joustavuus, helppokäyttöisyys ja laajat laskentaominaisuudet. Excelin avulla käyttäjät voivat luoda kaavioita, suorittaa monimutkaisia laskutoimituksia, suodattaa ja lajitella tietoja sekä käyttää erilaisia kaavoja ja funktioita. Lisäksi Excel tukee ulkoisten tietolähteiden integrointia, mikä tekee siitä tehokkaan työkalun monille eri alojen ammattilaisille. (Microsoft, 2025-a)

Rakennusosalalla Exceliä käytetään laajasti erilaisissa laskenta- ja suunnittelutehtävissä. Vaikka rakennusosalalle on kehitetty useita erikoistuneita laskentaohjelmistoja, Excelin suosio on säilynyt sen monipuolisuuden ja joustavuuden ansiosta. Rakennusprojektien budjetointi, kustannuslaskenta, aikataulutus ja resurssienhallinta ovat tyypillisiä tehtäviä, joissa Excelin hyödyt korostuvat. Ohjelman avulla voidaan luoda yksinkertaisia tai monimutkaisia laskentamalleja, joilla voidaan laskea esimerkiksi materiaalikustannuksia, työvoiman tarvetta tai rakennuksen energiatehokkuutta. (Microsoft, 2025-a; Törmänen, 2016)

Pienemmissä rakennusyrityksissä Microsoft Excel on usein ensisijainen työkalu sen helppokäyttöisyyden, joustavuuden ja hinnan vuoksi. Excelin käyttöönotto ei vaadi kalliita lisenssejä tai laajaa koulutusta, mikä tekee siitä realistisen vaihtoehdon pienille yrityksille. Excel-taulukoita voidaan helposti jakaa muiden kanssa, sillä se on käytössä lähes jokaisessa rakennusalan yrityksessä. Vaikka Excel ei ole erityisesti suunniteltu rakennusalan tarpeisiin, sen avulla voidaan luoda räätälöityjä ratkaisuja, jotka vastaavat käyttäjien erityistarpeisiin. (Microsoft, 2025-a; Törmänen, 2016)

Rakennusosalalla on tosin havaittu Excelin rajoituksia suuremmissa hankkeissa, mutta se toimii silti peruspohjana monelle pienemmälle alan toimijalle. Esimerkiksi Tekniikka & Talous -lehden artikkelissa todetaan, että rakennushanketta ei pysty enää viemään läpi tehokkaasti pelkällä Excelillä, vaan tarvitaan myös erikoistuneita aikatauluohjelmia. (Törmänen, 2016)

Exceliä hyödynnetään monesti laskennassa, jossa määritellään työn ja materiaalien kustannukset. Ohjelmaan voidaan syöttää esimerkiksi työn tuntihinta ja laajuus, minkä perusteella saadaan laskettua työn hinta sekä tarvittavien materiaalien määrät ja hinnat. Tarjouslaskennassa Excelin avulla voidaan välttää muutoin käsin laskennassa tapahtuvia virheitä ja tehdä prosessista sujuvampaa. Turhat työvaiheet parantavat projektien kannattavuutta. (Microsoft, 2025-a)

Excelissä voidaan luoda Gantt-kaavioita, jotka auttavat rakennusprojektien aikataulutuksessa. Gantt-kaavio on janakaavio, jonka avulla voidaan visuaalisesti esittää projektin eri vaiheet ja niiden kestot, mikä helpottaa projektin etenemisen seuranta. Lisäksi Excel tarjoaa mahdollisuuden tehdä työajanseuranta. Valmiiden tuntilistojen avulla voidaan pitää kirjaa työajoista, mikä helpottaa palkanlaskentaa. (Microsoft, 2025-a)

Pivot-taulukot Excelissä mahdollistavat suurten tietomäärien tehokkaan analysoinnin ja niiden raportoinnin. Rakennusprojekteissa pivot-taulukoiden avulla voidaan esimerkiksi seurata kustannuksia, projektin etenemistä sekä resurssien käyttöä. Erilaisten kaaviotyökalujen avulla voidaan visualisoida projektin tietoja kuten kustannusjakaumia. (Microsoft, 2025-a)

Excel-makrojen avulla voidaan automatisoida tietojen syöttöä, muotoilua ja laskentatoimituksia, mikä vähentää manuaalista työtä sekä pienentää virheiden mahdollisuutta. Makro tallentaa käyttäjän suorittamat toiminnot ja toistaa ne tarvittaessa. Käyttäjä voi luoda makron joko tallentamalla toimintasarjan tai kirjoittamalla VBA-koodia suoraan. Kun makro suoritetaan, Excel käy läpi tallennetut toiminnot järjestyksessä ja toteuttaa ne automaattisesti. Makrojen käyttö varmistaa, että laskentaprosessit suoritetaan aina johdonmukaisesti, mikä helpottaa standardien noudattamista ja raportointia. Lisäksi makrot voidaan räätälöidä yrityksen tai projektin erityistarpeiden mukaan, mikä mahdollistaa joustavan ja tarkoituksenmukaisen laskentaympäristön. (Microsoft, 2025-a)

Microsoft Excel on ollut merkittävä työkalu ja käytännöllinen apuväline monille ammattilaisille, ja sen joustavuus tekee siitä erityisen arvokkaan aloilla, joissa tarvitaan räätälöityjä laskentaratkaisuja (Microsoft, 2025-a). Tähän perusperiaatteeseen nojaa myös tämän opinnäytetyön tutkimus, sillä Excelillä luotava laskentataulukko saattaa riittää sellaisenaan eikä monimutkaisempaa kustannuslaskennan ohjelmistoa välttämättä kannata hankkia tai tietomallinnus ei kata riittävän hyvin tai tehokkaasti kaikkia laskettavia osalualueita. Excelin hinta on lisäksi hyvin maltillinen verrattuna muihin ratkaisuihin, mikä tekee siitä houkuttelevan vaihtoehdon.

Microsoft Excel on saatavilla sekä osana Microsoft 365 -tilauspalvelua että erillisenä kertalisenssinä. Esimerkiksi Microsoft 365 Personal -tilaus sisältää Excelin lisäksi muita Microsoft Office-sovelluksia, kuten Wordin ja PowerPointin, ja maksaa 69,00 € vuodessa (Microsoft, 2025-b). Sen sijaan enemmän yrityskäyttöön suunnattu Microsoft 365 Business Standard maksaa noin 10,30 €/käyttäjä/kk sisältäen lisäominaisuuksia, kuten Teamsin ja sähköpostin. (Microsoft, 2025-c)

2.7 Tietomallinnusohjelmistot sekä IFC määrä- ja kustannuslaskennassa

Tietomallinnuksen (BIM) ja kustannuslaskennan yhdistäminen tarjoaa rakennusalalle tehokkaita työkaluja tarkempaan projektinhallintaan. BIM:n avulla luodaan visuaalisia ja dataan perustuvia rakennusmalleja, jotka sisältävät yksityiskohtaiset tiedot materiaaleista, määristä ja rakenteista. Näitä tietoja voidaan hyödyntää kustannuslaskennassa, mikä vähentää manuaalisten virheiden riskiä ja parantaa budjettien ennakoitavuutta. (Koskenvesa ym., 2018, ss. 29-31)

Tietomallinnuksen avulla voidaan parhaimmillaan tarkastella reaaliaikaisesti materiaalmääriä ja niiden kustannuksia. Mallien muutokset päivittyvät automaattisesti kustannusarvioihin, mikä lisää joustavuutta suunnittelussa ja budjetoinnissa. Tämä reaaliaikainen yhteys mahdollistaa myös aikataulu- ja resurssisuunnittelun yhdistämisen kustannuksiin, mikä parantaa kokonaisprojektin hallittavuutta. (Koskenvesa ym., 2018, ss. 29-31)

Yhdistäminen tuo läpinäkyvyyttä projektien taloudelliseen seurantaan. Tietomallin visuaaliset raportit auttavat sidosryhmiä ymmärtämään kustannusten jakautumista eri vaiheisiin ja materiaaleihin. Automaattinen määrälaskenta säästää aikaa ja vähentää inhimillisiä virheitä, kun esimerkiksi pinta-alat ja tilavuudet saadaan suoraan tietomallista (Koskenvesa ym., 2018, ss. 29-31). Tämä prosessi vaatii kuitenkin toimivia standardeja ja yhteensopivuutta eri ohjelmistojen välillä. IFC-formaatti on yleinen tapa varmistaa tietojen siirtyminen mallinnus- ja kustannuslaskentaohjelmistojen välillä. Lisäksi ajantasaiset kustannustiedot ja huolellinen ylläpito ovat kriittisiä onnistuneen integroinnin kannalta. (Koskenvesa ym., 2018, s. 32)

Tietomallinnuksen ja kustannuslaskennan yhdistäminen parantaa projektien kustannustehokkuutta, vähentää suunnitteluvirheitä ja lisää rakennusprosessin hallittavuutta. Sen avulla rakennusalan toimijat voivat optimoida resurssejaan ja tuottaa

tarkempia tarjouslaskelmia kilpailukykyisesti. Tietomallin ja kustannuslaskennan yhdistäminen vaatii silti ajantasaisia kustannustietokantoja, jotka voivat olla työläitä päivittää. (Koskenvesa ym., 2018, ss. 29-31)

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena on selvittää eri tietomallinnusohjelmistojen ominaisuuksia ja hyötyjä määrälaskentaan. Jotta määriä ja kustannuksia pystyy laskemaan tietomallin avulla, täytyy rakennus olla tietomallinnettu eli se vaatii melko valmista suunnitelmaa. Suuntaa antavilla rakennuksen tiedoilla tietomallinnus antaa väärää informaatiota määristä ja kustannuksista. Tietomallin päivittäminen määrätietojen tuottamiseksi voi olla työläämpää kuin määrien laskeminen ilman tietomallia. Tietomallin yhteensopivuus määrälaskennan kanssa ratkaisee sen käyttökelpoisuuden tähän kuten myös ohjelmiston kokonaishinta.

2.7.1 CADMATIC Building

CADMATIC Building on suomalainen Cadmatic Oy:n valmistama suunnitteluohjelmisto, jonka avulla voidaan luoda tarkkoja 2D- ja 3D-malleja rakennuksista. Määrälaskennassa CADMATIC Building mahdollistaa automaattisen määrälaskennan suoraan suunnitelmista. Ohjelmisto tunnistaa ja laskee suunnitelmissa olevat rakennusosat ja materiaalit, mikä vähentää manuaalisen työn tarvetta ja minimoi virheiden mahdollisuuden. Tämä tekee laskentaprosessista tehokkaamman ja kustannusarvioista tarkempia. (Cadmatic, 2025)

Ohjelmiston käyttöliittymä on suunniteltu tukemaan sujuvaa integraatiota muiden suunnittelu- ja laskentaohjelmistojen kanssa, joka mahdollistaa tietojen helpon siirtämisen ja hyödyntämisen. Ohjelmisto tarjoaa reaaliaikaisen näkymän projektin edistymiseen ja mahdollistaa muutosten hallinnan. (Cadmatic, 2025)

Ohjelmasta kerättyä tietoa voi viedä Excel-tiedostoon ja käsitellä sitä eri kategorioiden kautta. Tietomalli on mahdollista myös viedä IFC-muotoon, jolloin tietomallin määrätietoja voi käsitellä jollakin IFC-tiedostoihin soveltuvalla ohjelmistolla. (Cadmatic, 2025)

Ohjelmiston hinta on vuodessa 1040 € tai 2110 €. Halvempi on Building Lite -versiolle, joka sopii kevyempään suunnittelutarpeeseen ja perusdokumentointiin. Kalliimpi versio Premium tarjoaa laajemmat ja kehittyneemmät suunnitteluominaisuudet monimutkaisiin rakennus- ja rakennesuunnitteluprojekteihin. Lisäksi opiskelijoille on tarjolla alennettu hinta CADMATIC Building Premium -versiosta, joka on 1 520 € vuodessa. Hinnat on tarkistettu ja

tiedot on vahvistanut Cadmaticiltä Senior Application Specialist Piia Talsi sähköpostitse 9.1.2025. (Cadmatic, 2025)

2.7.2 Autodesk Revit ja Navisworks

Autodesk Revit ja Navisworks ovat ohjelmistoja rakennus- ja infraprojekteissa, joilla voi suorittaa tietomallinnusta, suunnittelun koordinoitua, määrälaskentaa ja projektinhallintaa. Revit mahdollistaa rakennuksen osien mallintamisen geometrisesti ja tiedollisesti sekä niiden tiedon hallinnan keskitetysti. Revit tukee automaattista määrälaskentaa, jolloin rakennusosien ja materiaalien määrät on mahdollista laskea suoraan tietomallista. Tämän tarkoituksena on nopeuttaa kustannuslaskentaa ja vähentää virheitä. (Autodesk, 2025-a)

Autodesk Revit integroituu saumattomasti muiden Autodesk-ohjelmistojen, kuten AutoCADin ja Navisworksin, kanssa. Navisworks on projektinhallinta- ja suunnittelun koordinoituvuuskalun, joka täydentää Revitiä. Navisworks yhdistää eri suunnittelualueiden mallit (esim. arkkitehtuuri, rakenne ja talotekniikka) yhteen näkymään, mikä mahdollistaa kokonaiskuvan tarkastelun. Ohjelma tukee rakennusprosessin simulointia ja aikataulutusta, joka yhdistää projektin aikataulutiedot tietomalliin. (Autodesk, 2025-a)

Revitin tietomallista voidaan tuottaa tarkat määrät ja materiaaliuettelot. Kun tämä tieto yhdistetään Navisworksin simulointi- ja tarkasteluvälineisiin, määrälaskenta voidaan yhdistää aikataulusuunnitteluun, mikä parantaa projektinhallinnan tehokkuutta. (Autodesk, 2025-a)

Tietomalli on mahdollista myös viedä IFC-muotoon, jolloin tietomallin määrätietoja voi käsitellä jollakin IFC-tiedostoihin soveltuvalla ohjelmistolla. (Autodesk, 2025-a)

Revit-ohjelmiston hinta on 3358 € kolmeksi vuodeksi tai 10068 € kymmeneksi vuodeksi. Navisworks-ohjelmiston hinta on 3842 € kolmeksi vuodeksi tai 1283 € yhdeksi vuodeksi. Myös erilaisia pakettihintoja on tarjolla, jolla saa useamman Autodeskin ohjelmiston alennettuun yhteishintaan. Hinnat on tarkistettu 9.1.2025. (Autodesk, 2025-b)

2.7.3 Vertex BD

Vertex BD on suomalaisen Vertex Systems Oy:n kehittämä ohjelmisto, joka on suunniteltu teollisen rakentamisen tarpeisiin ja soveltuu talonrakennusalan käyttöön sekä

elementtisuunnittelun tarpeisiin. Ohjelma hyödyntää tietomallipohjaista suunnittelua, jossa 3D-malli toimii projektin keskeisenä tietolähteenä. Malli sisältää kaiken tarvittavan tiedon rakenteista, materiaaleista ja määristä generoiden tietomallista tarkat määräluettelot. (Vertex Systems Oy, 2025)

Ohjelma on kehitetty erityisesti puu- ja teräsohutelvyrunkoisten rakenteiden suunnitteluun. Se automatisoi elementtien detaljien lisäämisen. Myös kantavien rakenteiden lisääminen on mahdollista sekä toistuvien tehtävien, kuten piirustusten ja listojen luominen. Vertex BD integroituu muiden suunnitteluohjelmistojen ja järjestelmien kanssa, kuten laskentaohjelmistojen ja tuotannonohjausjärjestelmien. Tietomalli on mahdollista myös viedä IFC-muotoon, jolloin tietomallin määrätietoja voi käsitellä jollakin IFC-tiedostoihin soveltuvalla ohjelmistolla. (Vertex Systems Oy, 2025)

Vertex Systems Oy:n Sales Manager Santeri Pyhäniemi täydensi julkisesti saatavilla olevia tietoja ja kertoi ohjelmistosta sekä sen ominaisuuksista lisäksi seuraavasti:

Määrälaskenta BD:ssä tehdään tyypillisesti mallin sisältämien komponenttien ominaisuustiedoista + sääntöpohjaisesti niistä komponenteista, joita ei ole mallinnettu (esim. ruuvit, villakaistat, reunapellit jne). Oletuksena määrälaskennan työkaluna käytetään Exceliä, mutta tiedot on mahdollista viedä myös muissa formaateissa (esim. Word, ASCII, XML jne). Määrätieto voidaan viedä integraatorajapinnan kautta asiakkaan muihin liiketoimintajärjestelmiin. Vertex käyttää omaa nimikkeistöä, joka voidaan yhdistää asiakkaan käyttämään nimikkeistöön.

Ohjelma soveltuu niin pienille kuin suurillekin rakennusprojekteille ja ohjelmiston käyttöoikeuden voi hankkia kertaostona, leasingsopimuksella tai vuokraamalla. Vertex BD on modulaarinen ohjelmisto, eli kokonaisuus on valittavissa aina käyttötarpeen mukaan. Arvonlisäverottomat hinnat alkaen 4100 € tai 200 €/kk, tyypillinen kokoonpano noin 10000 € tai 500 €/kk (Vertex Systems Oy, 2025). Tiedot on vahvistanut ja täydentänyt Vertex Systems Oy:ltä Sales Manager Santeri Pyhäniemi sähköpostitse 9.1.2025.

2.7.4 Tekla Structures

Tekla Structures on Trimblen kehittämä tietomallinnusohjelma, joka on toimiva työkalu myös määrälaskennan näkökulmasta rakennusprojekteissa. Ohjelmisto hyödyntää tietomallipohjaista suunnittelua, jossa 3D-malli sisältää kattavasti kaiken olennaisen tiedon

rakennuksen rakenteista, materiaaleista ja työmääristä. Tämä mahdollistaa tarkkojen määräluetteloiden laatimisen suoraan mallista. (Tekla Structures, 2025)

Määrälaskennan ytimessä on ohjelmiston kyky mallintaa kaikki rakennusosat yksityiskohtaisesti. Teklan avulla voidaan luoda tarkka kolmiulotteinen malli, jossa rakenteet, kuten palkit, pilarit, seinät, liitokset ja muut yksityiskohdat, mallinnetaan realistisesti. Kaikki mallissa olevat tiedot voidaan hyödyntää automaattisesti ja reaaliaikaisesti generoituviin määräluetteloihin. Tämän ansiosta käyttäjillä on aina käytössään ajantasaiset tiedot projektin etenemisestä ja sen tarvitsemista resursseista. Visuaalinen malli puolestaan helpottaa tarkastelua ja varmistaa, että määräluettelot vastaavat todellisuutta. (Tekla Structures, 2025)

Ohjelma myös mahdollistaa määräluetteloiden mukauttamisen projektikohtaisesti, mikä on hyödyllistä erityisesti silloin, kun eri urakoitsijoilla tai tilaajilla on erilaiset tarpeet ja vaatimukset. Lisäksi Teklan integrointi muihin järjestelmiin, kuten kustannuslaskenta- ja projektinhallintaohjelmistoihin on mahdollista. Tietomalli on mahdollista myös viedä IFC-muotoon, jolloin tietomallin määrätietoja voi käsitellä jollakin IFC-tiedostoihin soveltuvalla ohjelmistolla. Tekla on hyödyllinen myös jälkilaskennassa, kun halutaan tarkastella projektin toteutuneita kustannuksia ja verrata niitä alkuperäisiin arvioihin. (Tekla Structures, 2025)

Ohjelmisto soveltuu niin pienille kuin suurillekin rakennusprojekteille ja sen lisenssin hinta riippuu palvelun sisällöstä ja ohjelmiston laajuudesta (Tekla Structures, 2025). Tiedot on vahvistanut Trimbleltä Sales Manager Sabina Housh-Kaanela sähköpostitse 15.1.2025.

2.7.5 IFC tietomallinnusohjelmissä ja sen merkitys määrälaskennassa

IFC (Industry Foundation Classes) on keskeinen osa rakennusalan digitalisaatiota ja BIM-käytäntöjä ollen avoin ja standardoitu tiedostomuoto, joka mahdollistaa rakennus- ja infrastruktuuriprojektien tietojen vaihdon eri ohjelmistojen välillä. IFC on kehitetty rakentamisen digitalisoinnin edistämiseksi ja erityisesti tietomallintamisen (Building Information Modelingin, BIM) käytön helpottamiseksi (Koskenvesa ym., 2018, ss. 29-32). Se tarjoaa yhteisen kielen eri sovellusten välille, mikä mahdollistaa tiedon jakamisen ja toimivuuden ohjelmien kesken ilman, että käyttäjät ovat sidoksissa tiettyyn ohjelmistoon tai toimittajaan. (BuildingSMART, 2025)

IFC-standardin ylläpitäjä on buildingSMART International, joka on kansainvälinen järjestö rakennusalan digitalisoinnin edistämiseksi. IFC perustuu ISO-standardille ISO 16739 ja on laajalti hyväksytty rakennusalan ammattilaisten keskuudessa (BuildingSMART, 2025). IFC:n ja tietomallien yleiset laatuvaatimukset on kuvailtu tarkemmin RT-kortissa Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus (RT 10-11066, 2012, ss.1-10) sekä määrälaskennan osalta RT-kortissa Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 7. Määrälaskenta. (RT 10-11072, 2012, ss. 1-10)

Koska IFC on ilmainen ja avoin, se edistää sen käyttöä eri alan toimijoiden keskuudessa. Se on suunniteltu helpottamaan tiedonsiirtoa ja pitkäaikaista tiedon säilyttämistä rakennusalalla tarkoituksenaan varmistaa yhteensopivuus eri ohjelmistojen välillä ja mahdollistaa sujuva tiedonvaihto arkkitehtuurin, suunnittelun ja rakentamisen toimijoiden kesken. IFC mahdollistaa rakennusmallien, ominaisuuksien ja metatietojen siirron eri BIM-ohjelmistojen välillä. (Koskenvesa ym., 2018, ss. 29-32)

IFC perustuu objektipohjaiseen malliin, jossa jokainen rakennuksen komponentti (esim. seinät, ikkunat, ovet) mallinnetaan erillisenä objektina, jolla on omat ominaisuutensa ja suhteensa muihin objekteihin. IFC-tiedostot ovat yleensä XML- tai STEP-muodossa, ja ne sisältävät sekä geometrisen tiedon että semanttisen tiedon. (Keronen, 2024)

IFC (Industry Foundation Classes) on avoin tiedonsiirtostandardi, joka mahdollistaa rakennusalan tietomallien yhteensopivuuden eri ohjelmistojen välillä. Määrälaskennassa IFC-mallit tarjoavat tarkkoja ja yhtenäisiä tietoja rakennusosista, mikä helpottaa materiaalien ja resurssien määrien laskentaa. Tämä standardi mahdollistaa tietojen siirron eri ohjelmistojen välillä ilman tiedon menetystä, mikä tehostaa määrälaskennan prosesseja ja vähentää virheiden mahdollisuutta. Tämä vähentää tiedon menetystä ja virheitä, jotka voivat syntyä manuaalisessa tiedonsiirrossa. (Pietilä, 2022)

IFC (Industry Foundation Classes) -tiedostomuotoa voidaan käyttää määrälaskennassa rakennusprojektien osalta, sillä se mahdollistaa rakennusmalleihin liittyvien tietojen, kuten materiaalien, komponenttien ja niiden ominaisuuksien, standardoidun vaihdon. IFC tarjoaa rakenteellisen tavan käsitellä rakennusmalleja, mikä tekee siitä toimivan työkalun määrälaskennan automatisointiin ja tarkistamiseen (Koskenvesa ym., 2018, ss. 29-32). Tämän opinnäytetyön puitteissa tehdään mahdollisuuksien rajoissa selvitystä IFC:n hyödyistä ja soveltuvuudesta tilaajan tarpeisiin.

IFC:n käyttö määrälaskennassa tapahtuu siten, että tiedot poimitaan rakennusmallista, jonka tuloksena IFC-tiedosto sisältää yksityiskohtaisia tietoja rakennuksen komponenteista, kuten seinistä, laatoista, ikkunoista ja ovista. Jokaisella komponentilla on omat ominaisuutensa, kuten mitat, materiaalit ja tilavuudet. Nämä tiedot voidaan poimia IFC-tiedostosta ja käyttää suoraan määrälaskennassa. Esimerkiksi seinän pinta-ala tai betonilaatan tilavuus voidaan laskea automaattisesti IFC-mallin perusteella (Koskenvesa ym., 2018, ss. 29-32). On kuitenkin tärkeää huomioida, että IFC-mallien laatu ja tarkkuus vaikuttavat suoraan määrälaskennan luotettavuuteen. Siksi mallien tarkistaminen ennen käyttöä on olennainen osa laadunvarmistusta. (Nordic BIM Group, 2025)

Automatisoidulla määrälaskennalla tietyt BIM-ohjelmistot tai määrälaskentatyökalut (kuten Solibri, CostX tai Tekla) voivat lukea IFC-tiedostoja ja tuottaa määrälaskelmat automaattisesti. Tämä vähentää manuaalista työtä ja parantaa laskennan tarkkuutta. IFC ei sisällä vain geometrista tietoa, vaan myös tietoa materiaaleista, rakenteista ja niiden ominaisuuksista. Tämä tieto voidaan hyödyntää määrälaskennassa esimerkiksi eri materiaali-kohtaisten kustannusten laskemisessa. Määrälaskennan tuloksia voidaan käyttää kustannusarvioinnissa yhdistämällä IFC-tiedot hintatietokantaan. Automaattinen määrälaskenta IFC-mallin perusteella nopeuttaa prosessia verrattuna manuaaliseen laskentaan. (BuildingSMART, 2025)

2.7.6 IFC-ohjelmisto Solibri

Esimerkkinä IFC:n käytöstä määrälaskennassa on Solibri-ohjelmisto, joka on yksi johtavista BIM-tarkistus- ja koordinoitiohjelmistoista. Sitä käytetään laajalti rakennusprojektien laadunvalvontaan, yhteentoimivuuden tarkistamiseen ja määrälaskentaan. Solibri tarjoaa tehokkaita työkaluja rakennusmallien analysointiin ja tiedon poimintaan, mikä tekee siitä erityisen hyödyllisen määrälaskennassa. (Solibri, 2025)

IFC-tiedostoja voidaan tuoda Solibriin, ja niistä voidaan poimia tietoja määrälaskentaa varten. Solibri osaa lukea IFC-tiedostoista rakennuskomponenttien geometriset ja semanttiset tiedot, kuten mitat, materiaalit ja tilavuudet tarjoaten näiden työkaluja määrälaskennan automatisointiin. Ohjelmisto pystyy laskemaan automaattisesti esimerkiksi seinien pinta-alat, betonielementtien tilavuudet ja ovien/ikkunoiden lukumäärät. (Solibri, 2025)

Tuotettu määrätieto on parhaimmillaan erittäin tarkkaa, sillä ohjelmisto käyttää suoraan rakennusmallin geometriaa ja semantiikkaa. Tämä vähentää virheiden riskiä verrattuna

perinteiseen manuaaliseen määrälaskentaan. Esimerkiksi betonirakenteiden tilavuudet voidaan laskea suoraan mallista, eikä tarvitse turvautua piirustusten mittaamiseen. (Solibri, 2025)

Solibri mahdollistaa määrälaskennan tulosten vientiä erilaisiin raporttimuotoihin, kuten Excel-taulukoiksi tai PDF-tiedostoiksi. Raportit voidaan räätälöidä projektin tarpeiden mukaan, ja ne sisältävät usein yksityiskohtaiset tiedot rakennuskomponenteista, niiden määrästä ja ominaisuuksista. Solibri pystyy myös tarkistamaan mallien yhteentoimivuuden ja laadun varoittaen, jos mallissa on puutteellisia tietoja, jotka voivat vaikuttaa määrälaskennan tarkkuuteen. (Solibri, 2025)

BIM-ohjelmistot, kuten esimerkiksi Autodesk Revit, ArchiCAD ja Tekla, ovat yhteensopivia Solibrin kanssa, mutta myös muiden ohjelmistojen välillä tietoja voi siirtää saumattomasti IFC-muotoisina tiedostoina. IFC-tiedostojen avulla tiedot voidaan siirtää saumattomasti eri ohjelmistojen välillä. Tämä mahdollistaa määrälaskennan aloittamisen jo suunnitteluvaiheessa ja sen päivittämisen projektin edetessä. (Solibri, 2025)

3 Kehittämistyön tavoitteet, menetelmät ja tulosten analysointi

3.1 Tavoitteet tilaajan näkökulmasta

Opinnäytetyön kehittämistyön tarkoituksena oli tutkia ja selvittää, miten budjetin, kustannusten ja katteen yhteensovittamista voisi suoraviivaistaa ja kokonaisuutta optimoida sekä tehostaa. Manuaalisen laskennan vähentäminen helpottaisi tarjousten tekemistä ja asiakas saisi selkeämmän käsityksen kustannuksista eri toteutusvaihtoehdoilla.

Tutkittavana on tietomallintamisen yhdistäminen tarjous- ja määrälaskentaan sillä se toimisi myös osana tilaajan pyrkimystä omavaraisuuteen. Tällä hetkellä suunnittelu ja tietomallinnus on ulkoistettuja tehtäviä, mutta tietomallintamisen lisääminen osaksi tarjouslaskentaa palvelisi tilaajan tulevaisuuden suunnitelmia. Tietomallinnuksen hyödyllisyys verrattuna sen kustannuksiin olisi silti kokonaisuuden kannalta selvitettävä.

Koska opinnäytetyön tilaajan toiminta on hyvin asiakaslähtöistä ja paikallista, kehittämistyöllä pyritään löytämään tilaajan tarpeisiin sopiva ratkaisu. Tavoitteena on löytää kustannustehokas tapa tarjous- ja määrälaskentaan. Vaikka muuttujia erilaisissa kohteissa on paljon, kaikki tulee silti voida laskea ottaen huomioon haluttu kate ja mahdollisuus

ehdottaa erilaisia toteutusratkaisuja. Tyypillinen laskentaa vaativa kohde on puurunkoinen paikalla rakennettava omakotitalo.

Monet määrälaskennan ohjelmistot saattavat olla pienyrittäjille turhan kalliita, hankalia käyttää ilman opastusta tai eivät muuten sovi yrityksen toimintaan. Räättälöidyllä kustannus-, määrä- ja tarjouslaskennan ratkaisulla tilaaja pääsisi mahdollisesti samaan lopputulemaan, mutta tehokkaammin kuin tällä hetkellä käytössä olevilla tavoilla, jotka vaativat runsaasti käsin tehtävää työtä. Kohteiden tietomallintaminen auttaisi arvioimaan ratkaisun toimivuutta ja tavoitteena olisi myös selvittää, miten tällä tavoin tuotettua tietoa voisi hyödyntää joko sellaisenaan tai osana tarjouslaskentaa.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään taustalla työn tilaajan taloudellisia tietoja, joten kaikki mainittavat rakennuskohteet ovat mahdollisimman anonyymejä, jotta asiakastietoja tai muita hankkeiden tietoja ei voisi selvittää niistä. Työssä ei mainita mitään seikkoja, joiden pohjalta voisi selvittää esimerkiksi vertailtavien ja käytettävien alihankkijoiden tai materiaalitoimittajien tietoja.

3.2 Tavoitteet asiakkaan näkökulmasta

Kehittämistyön lähtökohta oli voida palvella paikallisia asiakkaita paremmin. Asiakkaille omakotitalon hinnan muodostuminen voi olla vaikeasti hahmotettava kokonaisuus ja tähän pyrittiin löytämään ratkaisu, jossa kustannusten muodostuminen olisi selkeämpää.

Asiakkaiden toiveiden kirjo on osittain selkeä, mutta jokainen asiakas on oma yksilönsä, jolla on omat toiveet ja tarpeet. Vastaamaan näitä tarpeita pyritään kehittämään toimintaa sujuvammaksi ja kustannustehokkaammaksi. Asiakkailla on tiettyjä reunaehtoja projekteissaan, joista nämä eivät haluaisi joustaa ja toisaalta vähemmän tärkeitä ratkaisuja, joiden toteutustapa ei ole merkityksellinen. Näiden ääripäiden väliin jäävä alue voi vaatia runsaasti työtä, jotta asiakasta pystytään palvelemaan optimaalisesti ottaen huomioon tekijöitä kuten budjetti, energiaratkaisut sekä sijainti.

Tietomallintaminen auttaisi havainnollistamaan asiakkaalle tämän suunnitelmia. 3D-mallin avulla asiakas saisi paremman käsityksen rakennuksen mittasuhteista ja tekisi siitä konkreettisemmän. Asiakkaan ajatus rakennuksen pohjakuvasta saattaa muuttua ja tietomallissa tilojen muuttaminen olisi selkeämpää kuin asian esittäminen pelkkinä numeroina.

3.3 Kehittämistyön menetelmät

Kehittämistyön konkreettisiksi tavoitteiksi muodostui Excel-pohjaisen laskentataulukon luominen (Excel, tarjouslaskenta-Excel, laskuri tai laskentataulukko), aiemmin toteutuneiden omakotitalokohteiden tietomallintaminen sekä näiden yhteensovittamisen selvittäminen. Myös muiden kustannuslaskentaohjelmistojen käyttökelpoisuus tulisi selvittää, jotta niitä voisi verrata laskuriin.

Tarjouslaskenta-Excelillä tulisi voisi laskea riittävällä tarkkuudella alustavat omakotitalon materiaalmäärät valituilla mitoilla ja rakenteilla. Laskurin tulisi sisältää useampia rakenteellisia vaihtoehtoja, joiden välillä olisi mahdollista vertailla kustannuksia. Excelin toimivuuden kannalta täytyisi selvittää useimpien vakiorakenteiden materiaalihinnat sekä lisäksi kyselyiden ja muiden selvitysten avulla erikoistuotteiden ja -palveluiden hintoja.

Työmäärien selvittäminen perustuisi aiemmista toteutuneista kohteista kerättävään tietoon sekä tarvittaessa näitä täydennettäisiin Ratu-korttien tietoihin pohjautuen. Tiedot lisättäisiin Exceliin, jotta rakentamisen kokonaiskustannus selviäisi yhdellä laskelmalla.

3.4 Kehittämistyön tulosten analysointi

Excelin tarkkuuden selvittämiseksi ja virheiden sekä puutteiden löytämiseksi sen toimivuutta suunniteltiin testattavaksi toteutuneilla kohteilla, joiden määrälaskentatiedot olisivat lopulliset. Kohteet tulisi myös tietomallintaa, jotta voitaisiin selvittää tietomallinnuksen avulla saatava määrätieto ja sen yhteensopivuus luotuun laskuriin sekä tehdä tarkistuksia toteutuneiden kohteiden tietojen avulla.

Laskentataulukon tarkkuus ilman tietomallinnusta pyrittiin saamaan tasolle, jolla oli mahdollista antaa asiakkaalle alustava tarjous. Tarjouksen ja tietomallinnetun tuloksen välinen ero pyrittäisiin minimoimaan hyväksyen kuitenkin samalla se, että Excelillä laskettu ei voi täysin vastata todellisia kustannuksia. Muuttujia olisi liian paljon, jotta jokainen yksityiskohta olisi täysin aukottomasti Excelillä laskettavissa tai ilman rakennesuunnittelua ennustettavissa.

4 Excel-laskentataulukko

4.1 Excel-laskentataulukon luominen tarjouslaskentaa varten

Opinnäytetyön kantavana ajatuksena oli luoda Excel-laskentataulukko, joka olisi helppokäyttöinen ja selkeä. Laskurilla tulisi voida valita ulkoseinän kaikki rakenteet sekä ikkunat ja ovet, rakennuksen kerrosmäärä (1 tai 2 kerrosta), vähintään kaksi erilaista alapohjarakennetta sekä 3-4 vesikattorakennetta kaltevuuksineen yhdistettynä yläpohjaan. Myös erilaiset väliseinärakenteet täytyisi voida määritellä ja tilat pitäisi pystyä jakamaan vähintään kuiviin sekä kosteisiin tiloihin sekä määrittelemään niiden pinta-alat, materiaalit ja varustetaso. Lisäksi esimerkiksi terasseille olisi oltava oma osionsa.

Jotta laskuri todellisuudessa laskisi tarjoushinnan, tarvitsi siihen lisätä mahdollisimman kattavasti eri materiaalien sekä työmäärien yksikköhinnat. Pelkkien määrien laskeminen riittäisi, jos tavoitteena olisi vain määrälaskenta, mutta perimmäisenä tarpeena oli paremman asiakaspalvelun tarjoaminen, joten laskurilla pyrittäisiin saavuttamaan kokonaisuus, joka ratkaisisi kaikki vaiheet yhdellä kertaa.

4.2 Excel-laskurin toteutus ja toimivuuden analysointi

Laskurin toteutukseen kului aikaa noin yhden kuukauden työtunnit ja aikaa voi pitää kohtuullisena tämän tason saavuttamiseksi. Exceliä voi jatkossa päivittää ja tehdä erilaisia lisäyksiä sekä parannuksia, kun niille tulee tarvetta. Luotuja materiaalihintataulukoita tarvitsee jatkossa tarkistaa säännöllisesti. Laskentataulukkoa voisi päivittää tulevaisuudessa U-arvolaskennalla kuten osassa kustannuslaskentaohjelmistoja on tehty. Lisäksi esimerkiksi CADMATIC Building mahdollistaa myös valmiista tietomallista tuotettavan energiatodistuksen, joka vaaditaan uusille rakennuksille. Excelissä valitut rakenteet vaikuttaisivat täten rakennuksen energiatehokkuuteen ja sen tarpeeseen. Lämmitysmuodon valinta ja sen vaikutus olisi tällöin esitettävissä samassa laskelmassa asiakkaalle.

Laskentataulukko sallii mahdollisuuden käyttäjälleen määritellä aiemmin mainitut rakennusosat alapohjasta vesikattoon. Näissä pystyy hallitsemaan materiaalien menekkejä määrittelemällä tietoja kuten kantavan seinärungon runkojaon, joka vaikuttaa runkomateriaalin määriin. Samoin kiinnikkeiden määrät ja materiaalit on kertaalleen määriteltä ja ne voi jättää uutta määrälaskentaa tehdessä yleisesti määritellylle tasolle tai

tätä tietoa voi muuttaa tarvittaessa. Tämä mahdollistaa erilaiset toteutusvaihtoehdot, mutta peruslaskentaa varten kaikkea ei tarvitse määrittellä joka kerta uudestaan. Tietyt rakenteelliset asiat saattavat määräytyä todellisuudessa vasta rakennesuunnitteluvaiheessa, mutta laskurin tarkoituksena on antaa tulos, joka vastaa yleisesti käytössä olevaa rakennustapaa. Tämä Excelin rakenne noudattelee pitkälti monien kustannuslaskentaohjelmistojen tapaa, joka antoi selkeän vaikutelman ja johdonmukaisen etenemisen rakenteiden välillä.

Kokonaistulokseen pääsemiseksi tarvitaan rakennuksen tietoja, jotka vähimmillään ovat talon sisämitat eli leveys, pituus ja valmis sisäkorkeus, vesikaton muoto, ikkunoiden koot, tyypit ja määrät, ulkoseinän ulkopintamateriaali sekä huoneiden koot ja suuntaa antavat sijainnit. Jos muita ennalta määriteltyjä rakenteellisia tietoja ei muuteta, laskuri antaa tuloksen esitettyjen tietojen mukaan. Lisätarkennuksena voidaan valita esimerkiksi lämmitysmuoto ja ulko-osien kuten terassien tietoja sekä pintamateriaalien hintaluokka, jolloin tarjous on tarkempi. Näillä tiedoilla talon tarjouslaskentaan kuluu aikaa noin kaksi tuntia.

Omakotitalon rakentamisesta suunnittelevalla asiakkaalla on yleensä erilaisia toiveita ja ideoita, jolloin tarjouslaskelmaa tarkennetaan sitä mukaa, kun asiakas esittää ajatuksiaan tai jokin ratkaisu ei miellytä. Laskuri antaa tähän hyvin mahdollisuuksia kun jonkinlainen peruslähtökohta on saavutettu. Koska laskuri näyttää reaaliaikaisesti muutosten hintavaikutuksen, voi asiakas nähdä mihin tämän budjetti riittää. Vaikka lopputulos on jatkuvasti nähtävillä ja se päivittyy tietojen muuttuessa, sen esittämisen selkeyteen otettiin vaikutteita ohjelmistojen raporttipohjista, joissa asiakkaalle esiteltävä tuotos on mahdollisimman looginen sekä sopivan kattava. Kaikkea tietoa ei voi näyttää asiakkaalle eikä Exceliä sellaisenaan lähettää tutkittavaksi.

Excelin toimivuutta testattiin toteutuneiden kohteiden tiedoilla, joka on analysoitu luvussa 7.2. Tietomallin määrätietoihin tapahtuneen vertailun analyysi on luvussa 10.1.

Kuvassa 1 on esimerkki talon perusmuurin laskennan tuloksesta, jossa pohjana on talolle määritellyt mitat ja rakenteet.

Kuva 1. Excel-laskuri, talon perusmuurin tulokset

2034	Perusmuuri talo yhteensä				
2035		Materiaali	Hinta	Määrä	Yksikkö
2036	Harkot alimmat kerrokset	RUH-200 Pontti	5,4	253	kpl
2037	Harkot ylimmät kerrokset	RUH-150 Pontti	4,6	85	kpl
2038	Muurauslaasti yhteensä	Harkkosaumalaas	0,14	1603	kg
2039	Teräs m	Sokkelin m ilman hyötyä		202	m
2040	Teräs kpl (hyötymitta huomioituna)	Teräs 8 mm, 6 m	4,4	41	kpl
2041	Surrit kpl	Surri	0,01	84	kpl
2042	Patolevy m	Patolevy 1,5 m	5	53	m
2043	Patolevyn reunalista	Reunaslista 2 m	5,31	26	kpl
2044	Sokkelin oikaisulaasti	SOL oikaisulaasti	0,93	182	kg
2045	Sokkelin pinnoitus	Pinnoite	9,99	21	l
2046					
2047	Kaikki yhteensä		2 950,1 €		
2048					
2049	Työmäärät				
2050		Materiaali	tth/yks	Määrä	Yht h
2051	Harkot alimmat kerrokset	RUH-200 Pontti	0,10	253	25,0
2052	Harkot ylimmät kerrokset	RUH-150 Pontti	0,10	85	9,0
2053	Sokkelin tasoitus	SOL oikaisulaasti	0,27	18	5,0
2054	Sokkelin pinnoitus	Pinnoite	0,30	18	6,0
2055	Patolevyn asennus	Patolevy 1,5 m	0,10	53	6,0
2056	Patolevyn reunalista	Reunaslista 2 m	0,05	53	3,0
2057					

5 Erityiskustannukset

5.1 Erityiskustannusten selvittäminen

Excelin täydentämiseksi toimimaan kokonaisuutena haluttiin selvittää kaikki rakentamiseen liittyvät kustannustiedot. Erikoistuotteiden ja -palveluiden selvittämiseksi suunniteltiin lähetettävään kyselylomakkeita, joilla kysyttäisiin tuotteen tai palvelun hinnan muodostumisen periaatetta ilman tarkkaa tietoa millainen kohde olisi, ainoastaan suuntaa antava esimerkkikohde. Kyselylomakkeita lähetettäisiin myös palveluista ja tuotteista, joiden hinta selviäisi toteutuneista kohteista. Näillä pyrittiin suorittamaan vertailua. Nykyisin käytössä olevat tuotteet ja palvelut, joiden kustannukset haluttiin selvittää, olivat seuraavat:

- Maanrakennus
- LVI ja lämmitysmuotoratkaisut
- Sähkö
- Maalaus ja tasoitus
- Puhallusvilla
- Ikkunat ja ovet

- Kattoristikot
- Betoni (valut)

Samalla selvitetäisiin kustannuksia tuotteista ja palveluista, joita ei ole aiemmin käytetty. Näitä olivat CLT, uretaaniruiskutus, kevytsorapuhallus, kipsivalulattiat sekä maakostealla betonilla tehtävät lattiat.

Kyselyitä täydentämään lähetettäisiin määräajan jälkeen tarjouspyyntö yksityiskohtaisella kohteen kuvauksella niihin yrityksiin, jotka eivät olleet vastanneet kyselyyn. Näillä pyrittäisiin selvittämään erikoistuotteiden- ja palveluiden hintoja, joita tulkittaisiin suuntaa antavina niiden luonteen takia. Määräajaksi tulisi kuusi viikkoa lomakkeen lähettämisestä.

Koska oletettavaa olisi, ettei kyselylomakkeilla saataisi riittävästi vastauksia, päätettiin esimerkkikohteen tiedoilla suorittaa kyselytutkimus puhelimitse niihin yrityksiin, jotka eivät vastaisi määräaikaan mennessä. Myös muihin yrityksiin kuin alkuperäisen lomakekyselyn kohdeyrityksiin saatettaisiin soittaa, jotta saataisiin käyttöön enemmän tarkasteltavaa tietoa.

Myös julkisista lähteistä saatavia tietoja kuten rakennuslupien hintoja olisi tarkoitus selvittää ja tutkia onko aiemmissa kohteissa ollut kustannuksia, joiden tietoja voisi käyttää hyväksi laskurissa.

5.2 Erityiskustannuskyselyiden kysymykset ja tulokset

Erityiskustannusten selvittämiseksi luotiin hyvin tiivis kysymyslista, jotta tuloksia olisi mahdollista tulkita yksiselitteisesti. Kysymykset mittatilattaville ja muille erikoistuotteille olivat seuraavat:

1. Mikä on periaate, jonka mukaan tuotteenne hinta muodostuu?
2. Mikä on yksikköhinta tuotteellenne?
 - a. Tuote 1
 - b. Tuote 2
 - c. Tuote 3
3. Onko käytössä kerrointa tai tasoja, joiden mukaan hinta/yksikkö muuttuu?
4. Miten rahti määräytyy?

Koska moni työvaihe suoritetaan alihankintana, tarve näiden palveluiden hinnoittelun selvittämiseksi oli huomattava. Kysymykset alihankinta- ja muille erikoispalveluille olivat seuraavat:

1. Mikä on periaate, jonka mukaan palvelunne hinta muodostuu?
2. Mikä on yksikköhinta palvelullenne?
 - a. Palvelu 1
 - b. Palvelu 2
 - c. Palvelu 3
3. Onko käytössä kerrointa tai tasoja, joiden mukaan hinta/yksikkö muuttuu?
4. Miten matkakulut vaikuttavat hinnoitteluun?

Erikoistuotteiden ja -palveluiden selvittämiseksi lähetettiin yhteensä 25 kyselylomaketta 21 yritykseen. Annettuun määräaikaan mennessä vastauksia tuli neljä kappaletta. Vastausten määrä oli odotettu, sillä toisinaan jopa tarjoushinnan saaminen voi olla hidasta tai sitä ei välttämättä saa laisinkaan. Kyselyitä täydentämään lähetettyjen tarjouspyyntöihin tuli vastauksia yhteensä viisi kappaletta, mutta niitä täytyy tulkita kriittisemmin, sillä ne ovat räätälöityjä vain kyseiselle määritellylle kohteelle. Tarjouspyynnössä oli esitettyä yksityiskohtainen kohteen kuvaus ja tarjouksen voidaan olettaa koskevan sellaisenaan vain kyseistä kohdetta. Yksityiskohtaisen esimerkkikohteen kuvaus oli seuraava:

Akaaseen suunnitteilla olevaa omakotitalo:

Pohjan ala 7 m x 14 m (n. 100 m²), CLT-runkoinen (~ 240 mm), yksi kattolape joko vinolla (koteloeristys) tai suoralla sisäkatolla (tuulettuva yläpohja), MEK-ikkunoita 8 kpl (koko 6x4 - 15x15), ulko-ovia 3 kpl, perustamissyvyys 1000 mm, maanvarainen alapohja.

Lisäksi: vesikiertoinen lattialämmitys, normaalitasoisella LVI- ja sähkövarustelulla, mahdollisesti maalämpö.

Uuden määräajan jälkeen suoritettiin puhelinhaastattelu niihin yrityksiin, jotka eivät vastanneet kyselylomakkeeseen (12 kpl) sekä lisäksi 19 muuhun yritykseen.

Puhelinhaastattelut tuottivat paremman vastaustuloksen, sillä näissä tietoja kertoi 74 % verrattuna aiempaan lomakekyselyyn, jossa 21 yrityksestä vastauksia tuli yhteensä yhdeksästä vastausprosentin ollen 43 %.

Lähes poikkeuksetta puhelinhaastatteluun vastanneet korostivat hinnoittelun olevan kohdekohtaista, mutta silti 90 % kaikista vastauksista oli tulkittavissa, että hinnoittelu perustuu alihankinnoissa perushintaan ja rakennuksen pinta-alaan. Tuotteiden kohdalla hinnoitteluperuste oli joko tuotteen alaan, tilavuuteen tai kappalemäärään perustuva.

Vaikka kaikkien tuotteiden tarkkoja yksikköhintoja ei kyselyiden avulla ollut mahdollista selvittää, niiden peruseriaatteiden ymmärtäminen on riittävää tarjouslaskentaa silmällä pitäen. Esimerkiksi ikkunoiden hinta vaihtelee ikkunan tyyppin sekä käytettävän lasin mukaan mutta olennaista oli ikkunan karmin ympärystä, joka oli määräävin tekijä hinnan muodostumisen kaavassa.

Koska tuloksissa on kaava yksikköhinnalle, voidaan myös aiempien toteutuneiden kohteiden tietoja hyödyntää niistä yrityksistä, joista on tilattu tuotteita tai käytetty alihankintaa. Koska toiminta on erittäin paikallista, oli järkevää käyttää kustannustietoja, jotka liittyvät lähialueen toimijoihin sen sijaan että käytettäisiin esimerkiksi koko Suomen keskiarvohintoja. Kohteista selvisi LVIS-, maanrakennus-, maalaus- sekä puhallusvillatöiden hinnat sekä kattoristikoiden, betonivalujen ja ikkunoiden kustannukset. Kustannuksissa oli jonkin verran eroa laskettuna talojen pinta-alaan nähden, mutta niiden sisällöissä oli myös pientä vaihtelua. Erot olivat kuitenkin niin pieniä, että tuloksia saattoi käyttää jatkossa tarjouslaskennan pohjana.

Vastaukset kuitenkin tarjosivat pohjan, jonka varaan laskuri oli täydennettävissä ja hinnat asiakkaalle perusteltavissa. Koska hinta ei ole tässä tapauksessa tarjousta laskevan henkilön varassa, voi asian esittää myös näin asiakkaalle. Tämä saa kuitenkin tietyn skaalan mukaisen arvion hinnasta, joka tarkentuu kun rakennesuunnittelussa kaikki on varmistettu ja eri toimijat kilpailutettu. Kyselyillä selvisi myös kustannukset tuotteista ja palveluista, joita ei ole aiemmin käytetty.

Vertailemalla toteutuneiden kohteiden ja kyselyillä selvitettyjen alihankintojen kustannuksia ROK 2024 -kirjan hintatietoihin, selvisi niiden olevan osittain yhteneviä. ROK-hinta on keskimääräinen isommasta aineistosta laskettu ja esimerkiksi paikallisen LVI-yrittäjän tarjous noudatteli yhdessä kohteessa tätä, mutta toisessa ei. Ero selvisi tutkimalla kohdetta ja sen sisältöä. Määrittävä tekijä hinnoittelussa oli tavanomaisessa kohteessa perushinta sekä sen päälle pinta-alaan perustuva hinta. Toisessa kohteessa vaikeuserrointa toi normaalista poikkeavat rakenneratkaisut kuten korkeampi huonekorkeus. Tiedot on hyvä pitää mielessä ja ottaa huomioon laskelmissa, mutta täysin valmista vastausta tietyn kohteen hinnoittelulle ei saa aiempia tietoja tai ROK 2024 -kirjaa hyödyntämällä.

Kustannustietojen selvittämisellä täydennettiin Excel-laskuria, jotta erilaisten ratkaisujen hintavaikutukset toimisivat kokonaisuutena. Esimerkiksi ikkunan koon ja tyypin muuttaminen laskurissa vaikuttaa ikkunoiden hintoihin, mutta samalla myös ulkoseinän pinta-alaan ja muihin yksityiskohtiin. Ilman tietoa ikkunoiden hinnan muodostumisesta vaikutus olisi vain seinän alassa, jonka kustannus muuttuisi.

Excelin tietoja täydennettiin myös julkisesti saatavilla rakennuslupiin ja liittymiin liittyvillä tiedoilla. Nämä muodostavat kuitenkin merkittävän osan kokonaisbudjetista ja rakennusluvan suuruus määräytyy monesti rakennuksen pinta-alan mukaan. Liittymät määräytyvät rakennuksen sijainnin mukaan ja ovat olennaisia ottaa huomioon kokonaiskustannuksissa.

Viimeisimpänä laskuriin lisättiin suunnitteluun, valvontaan ja muihin vastaavaan kategoriaan kuuluvat kustannukset. Myös nämä kustannukset ovat suuria verrattuna moniin valittavissa oleviin asioihin, joten niiden täytyy näkyä tarjoushinnassa. Asiakkaalle voi tulla yllätyksenä monet rakentamisen lisäkulut, jos ajatus on keskittynyt vain itse talon rakenteisiin ja pintamateriaaleihin.

6 Toteutuneet pientalokohteet

6.1 Toteutuneiden kohteiden lähtötiedot

Toteutuneista kohteista suunniteltiin valittavan vähintään kaksi omakotitaloa, joissa olisi arviolta riittävästi eroja ja samankaltaisuuksia. Eroilla tavoiteltaisiin vertailun mahdollisuutta kustannusrakenteessa ja yhtenevyyksillä kaavojen löytämistä rakenteissa, jotka ovat hyvin tyypillisiä. Molempien tulisi sopia Excelin tietojen täydentämiseen työmäärien selvittämisessä sekä niiden kautta pitäisi selvistä myös kohdat, joita Excelissä ei ollut huomioituna tai sen kaavassa olisi virhe.

Lisäksi tavoitteeksi asetettiin laskea materiaalmääriä kahdesta vielä suunnitteilla olevasta omakotitalosta ja verrata tätä tietoa tällä hetkellä käytössä olevaan tapaan. Talot poikkeaisivat muodoltaan ja tiloiltaan aiemmista, joten niiden voisi olettaa täydentävän skaalaa, jolla saataisiin mahdollisimman monta erilaista kohdetta laskettua.

6.2 Toteutuneiden kohteiden tietojen kerääminen ja analysointi

Toteutuneiden kohteiden tiedot olivat omissa Excel-taulukoissa laskettuna rakennusosittain, joka vastasi pitkälti opinnäytetyötä varten luodun laskurin rakennetta. Kohteiden tiedot koostettiin kokonaisuudeksi, jossa oli mahdollista vertailla kahden eri kohteen tietoja. Rakennusosat, jotka olivat yhtenäisiä molemmissa kohteissa, summattiin kokonaisuudeksi ja erot lajiteltiin omiksi ryhmikseen. Näillä keinoilla saatiin riittävän kattavasti selvitettyä kohteiden ominaisuudet, materiaali- ja työmäärät rakennusosittain sekä näiden kustannukset. Tiedot taulukoitiin ja lisättiin opinnäytetyön Excel-laskuriin.

Kohteiden tiedoissa oli myös taulukoituna työmäärät. Ne pohjautuivat joko rakennus- tai rakenneosan määrään tai tilan laajuuteen, jolloin niistä oli mahdollista laskea toteutunut tuntimäärä työntekijää ja yksikköä kohden. Tiedoissa oli jonkin verran hajontaa, joka selittyi muun muassa talojen huonekorkeudella. Nämä erot taulukoitiin omiksi työsaavutuksikseen mutta kohdat, joissa hajonta oli pientä, laskettiin keskiarvallisesti. Useat vakiorakenteet olivat yhteneviä, joka vahvisti niiden luotettavuutta.

Aiempien kohteiden tietojen keruu onnistui suunnitellusti, sillä niiden saatavilla oleva tieto oli pitkälti tiedossa ennen tämän työvaiheen aloittamista. Työmäärät olivat riittävällä tarkkuudella seurattuja, jotta ne olivat luotettavia.

7 Määrälaskenta Excelillä

7.1 Excelin testaus toteutuneilla kohteilla

Tarjouslaskenta-Exceliä testattaisiin simuloimalla tilannetta, jossa tiedossa olisi tarvittavat mitat, mutta ei täysin valmiita suunnitelmia. Hyväksyttäviä eroja saisi syntyä materiaalien hinnoissa, sillä rakenneratkaisut vaikuttavat olennaisesti tähän. Sen sijaan suurin osa kaikista määristä pitäisi pystyä laskemaan lähes 100 % tarkkuudella ja tilannetta tulisi tarkistaa ensimmäisen laskennan jälkeen muuttamalla rakennetietoja vastaamaan lopullisia rakenteita, jolloin tuloksen pitäisi tarkentua entisestään.

Ikkunoiden, ovien, väliseinien tai tilojen tarkalla sijainnilla ei olisi käytännössä suurta merkitystä niiden määriin, jos ne voidaan olettaa olevan ruutupaperille piirretyn pohjapiirustuksen tarkkuudella. Ikkunoiden koko vaikuttaa seinien pinta-alaan, mutta niiden sijainti ei muuta asiaa merkittävästi. Väliseinien materiaalmääriin vaikuttaa enemmän

niiden muoto ja rakenne kuin tarkka sijainti. Tilojen neliömäärät pohjautuvat seinien mittoihin, jolloin nämä muodostavat yhdessä kokonaisuuden, jonka tulee täsmätä talon kokonaisalaan.

Nämä parametrit huomioiden laskurilla laskettaisiin kahden toteutuneen ja kahden vielä suunnitteilla olevat puurunkoisen omakotitalon määrät. Jokaisen laskennan jälkeen tiedot tarkistettaisiin, verrattaisiin toteutuneisiin ja kaavoja korjattaisiin tarvittaessa.

7.2 Excelin määrälaskennan tulosten analyysi toteutuneista kohteista

Excel-laskurilla suoritettava määrälaskenta tehtiin simuloiden tilannetta, jossa talon rakenteet, mitat ja muodot olivat riittävällä tasolla tiedossa, mutta hyväksyen sen, että jokin rakenne voi vielä muuttua. Ensimmäisen talon tietojen syöttämisen jälkeen määrätietoja tarkasteltiin ja verrattiin aiempaan toteutumaan. Kun havaittiin merkittäviä eroja, tilannetta tarkasteltiin ja erolle etsittiin syy. Tällainen ero oli esimerkiksi sisäpuolisen alakaton koolaus, jossa todellisuudessa käytettiin koolausväliä 300 mm, mutta laskurissa tämä oli 400 mm oletuksena eri pintamateriaali. Tämä aiheutti katon koolausmateriaalin määrässä prosentuaalisesti suuren poikkeaman. Vastaavia eroja ilmeni tietyissä kohdissa, mutta niiden merkitys kokonaisuuteen ei lopulta ollut erityisen merkittävä. Kyseiset poikkeamat päätettiin hyväksyä, sillä myös laskuriin alun perin syötetty koolausväli 400 mm olisi voinut olla täysin mahdollinen lopullinen toteutusvaihtoehto.

Laskurista korjattiin muut pienet kaavavirheet ja samat laskentatoimenpiteet suoritettiin toiselle kohteelle. Poikkeamat määrissä liittyivät samoihin kohtiin kuin ensimmäisessä kohteessa sillä taas laskenta oli suoritettu kahdella eri tavalla, joista molemmat olisivat voineet olla lopullisia toteutustapoja.

Näillä alkuperäisillä ja lopullisilla tarkennetuilla tiedoilla laskettuna materiaali- ja työaikamäärien tulos oli keskenään 97 % tarkka. Laskurin lopullisen tarkennetun laskelman ja todellisen toteutuneen kohteen materiaali- ja työaikamäärien tulos oli suhteen 98 % tarkka. Tätä voi pitää vähintään kohtuullisena saavutuksena verrattuna siitä saatavaan hyötyyn ja laskurin kehitykseen käytettyyn aikaan. Syntyneet erot eivät itsessään olleet yllättäviä vaan osattiin odottaa, että kyseisissä kohdissa syntyisi suurimmat poikkeamat ja ne tulisi hyväksyä tarjouslaskentavaiheessa. Tarkempi laskentatulos saataisiin, kun kaikki rakenteet ovat lopullisesti päätettyjä ja tämä tieto on tärkeää kertoa myös asiakkaalle.

Kuitenkin normaalisti asiakkaalla on erilaisia toiveita ja ideoita, jolloin tarjouslaskelmaa tarkennetaan sitä mukaa, kun asiakas esittää ajatuksiaan tai jokin ratkaisu ei miellytä. Laskuri antaa tähän hyvin mahdollisuuksia siinä vaiheessa, kun jonkinlainen peruslähtökohta on saavutettu. Koska laskuri näyttää reaaliaikaisesti muutosten hintavaikutuksen, voi asiakas nähdä mihin tämän budjetti riittää. Laskurin käytettävyyttä pitää vielä hioa, ja tietoja syötettäessä ja analysoitaessa huomattiin erilaisten variaatioiden aiheuttavan suurimmat haasteet sen selkeydelle ja tulosten luettavuudelle.

Laskuriin syötettyjen materiaalien hintojen ja tähän pohjautuen talon kokonaishinnan vertailun haasteena oli rakennusmateriaalien hintojen muutokset markkinoilla sekä vuoden 2025 alusta muuttunut arvonlisäveron suuruus. Kokonaisuuden kannalta tietojen päivittäminen on olennaista, jotta asiakkaalle on mahdollista esittää laskelma sisältäen ajantasaiset hinnat.

Laskentataulukko on silti valmiina periaatteessa ilmainen ohjelma ja jo näillä tutkimuksilla selvisi, että siihen käytetty aika on kannattavaa verrattuna aiempaan tapaan verrattuna. Muiden määrälaskentaohjelmistojen vertailu ja käytön analyysi on luvussa 10.2.

7.3 Excelin testaus uusilla pientalokohteilla

Testattavaksi kohteiksi valittiin kaksi vielä rakentamatonta, suunnitteilla olevaa kohdetta, joiden hinta haluttiin selvittää. Kohteet olivat hieman toisistaan ja aiemmin lasketuista kohteista poikkeavia. Taloista oli olemassa alustavat pohjapiirustukset sekä rakenteelliset tiedot pääpiirteittäin.

Taloista oli tehty myös alustavia määrälaskelmia, joita täydennettäisiin nykyisin käytössä olevin keinoin, jotta tulosta voisi verrata tarjouslaskenta-Excelin tulokseen. Pääpaino laskelmissa olisi materiaali- sekä työmäärissä.

7.4 Excelin määrälaskennan tulosten analyysi uusista kohteista

Kuten toteutuneissa kohteissa määrälaskenta simuloi tilannetta, jossa tiedossa on riittävällä tarkkuudella talon mitat ja rakenteet. Koska laskuria oli korjattu toteutuneiden kohteiden laskemisen yhteydessä, aiemmin ilmenneitä virheitä ei havaittu, mutta samantapaisia laskutapaeroja syntyi riippuen esimerkiksi koolausjaoista. Tiettyjä eroavaisuuksia näkyi myös käytetyissä materiaaleissa, niiden paksuuksissa ja yksikkömäärissä.

Ulkovuoripaneelien määrät olivat pinta-alana 2 % sisällä toisistaan, mutta metrimääränä ero oli suurempi, sillä laskelmissa oli käytetty eri paneelin leveyttä tämän ollessa vielä vahvistamaton tieto.

Muuttamalla tietoja yhteneviksi laskutapojen suhteen saavutettiin tulos, joka oli materiaalmäärien sekä työmäärien suhteen 96 % tarkka keskenään. Ero on hyväksyttävällä tasolla, sen syyt tiedossa ja tarkempi laskentatulos saataisiin, kun kaikki rakenteet ovat päätetty lopullisesti.

8 Toteutuneiden kohteiden tietomallinnus CADMATIC Building -ohjelmalla

8.1 Tietomallintaminen käyttäen CADMATIC Buildingia

Toteutuneista kohteista oli saatavilla kaikki piirustukset ja mittatiedot, mikä helpottaisi niiden tietomallintamista. Kohteet mallinnettisiin ensin käyttäen CADMATIC Building -ohjelmistoa. Se valikoitui aiemmin opiskeluaikana havaitun helppokäyttöisyyden vuoksi ja varmuudesta, että tietomallista olisi tuotettavissa määrätietoja. Määrätietojen kattavuudesta ei ollut ennakkoon kovin tarkkaa käsitystä, sillä ohjelmistoa oli käytetty lähinnä lupakuvien piirtämiseen sekä seinäelementtien katkaisuluetteloiden tuottamiseen. Muu ennakkotieto ohjelmiston kyvykkyydestä perustui kaupallisiin, julkisesti saatavilla oleviin tietoihin, joiden luotettavuus selviäisi testausvaiheen aikana. Ohjelmiston yksi valintaperuste oli myös myös sen hinta.

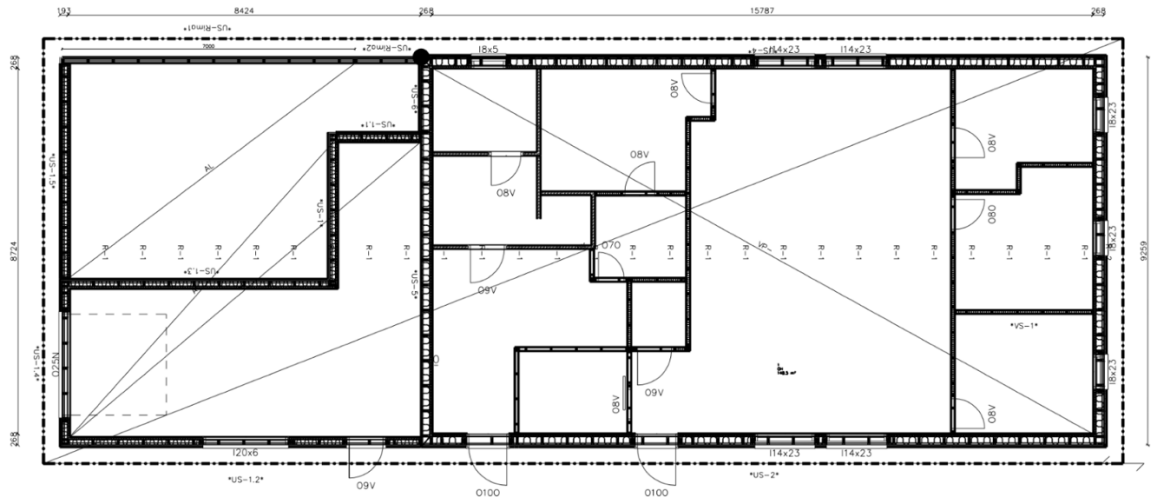
Jotta rakennus on mahdollista tietomallintaa siten, että sen tuottama määrätieto vastaisi todellisia materiaalmääriä, tarvitaan rakennuksen tietoja, jotka vähimmillään ovat talon sisämitat eli leveys, pituus ja valmis sisäkorkeus, vesikaton muoto, ikkunoiden koot, tyypit ja määrät, ulko- ja väliseinien rakenteet sekä huoneiden koot ja sijainnit. Ala- ja yläpohjien sekä vesikaton mallintaminen tulisi myös tehdä. Lisätietona voitaisiin mallintaa muita rakennusosia kuten terassit.

Yksi tutkimuksen näkökulma oli ohjelmiston muokkautuvuus. Aiempaan kokemukseen perustuen tiedossa oli mahdollisuus lisätä ohjelmistossa hintoja materiaaleille, mutta miten hintatieto näkyisi lopullisessa määrälaskenta-aineistossa oli epäselvää. Luotuun Excel-laskuriin olisi tarkoituksena sovittaa tietomallintamisella tuotettua määräaineistoa omiin sarakkeisiin. Koska eri ohjelmistot tuottavat tietoa eri tavoin, näitä ei voinut käyttää pohjana laskurin muotoilulle. Lopullisen muodon määräisi valittu tietomallinnusohjelmisto sekä sen

tuoma lisätieto laskuriin nähden. Mahdollinen ohjelmaan tallennettavan materiaalin hintatiedon yhteensovittaminen Excelliin selviäisi määrätietojen tuottamisen yhteydessä.

Kuvassa 2 on toisen CADMATIC Building -ohjelmistolla tietomallinnetun talon pohjapiirustus.

Kuva 2. Talon pohjapiirustus, mallinnettu CADMATIC Buildingilla



8.2 CADMATIC Building -tietomallin määräaineiston hyödyntäminen

Tietomallinnuksen yhtenä ohjelmistona toimiva CADMATIC Building tuottaa määräaineistotietoa, jonka voi hakea ohjelmistosta melko vaivattomasti taulukkomuodossa, josta se on siirrettävissä Excelliin. Tiedon viemistä muuhun ohjelmistoon ei tämän opinnäytetyön puitteissa ollut mahdollista testata. Siirrettävä tieto on hyvin yksityiskohtaista, jolla on omat käyttökelpoiset puolensa, mutta esimerkiksi materiaalihukkaa ohjelmisto ei huomioi. Tieto on osittain epäjohdonmukaista ja ilman asian tarkempaa tutkimista olisi ollut haastavaa tulkita eri taulukoita oikein. Saman materiaalin määrätieto on luetteloituna eri kategorioissa eri taulukoihin, jolloin käyttäjän vastuulle jää ymmärtää, mikä taulukko vastaa todellista määrää ja että vain yhtä taulukkoa voi käyttää sen sijaan että ne kaikki tulisi esimerkiksi laskea yhteen erillisinä materiaaliluetteloina.

Määrätiedot päivittyvät ohjelmaan automaattisesti, mutta niillä ei ole suoraa rajapintaa muihin ohjelmistoihin, joissa päivittyvä tieto muuttuisi. Lisäksi vaikka ohjelmaan on mahdollista tallentaa materiaaleille hintatietoja, ne eivät näkyneet määräluetteloiden

yhteydessä eikä varsinaisesti missään muussa kohdassa. Materiaalihintojen lisäämisen merkitys jäi täten epäselväksi ja asiaan tulisi palata haastatteluvaiheessa.

Omaksi tulkintaongelmaksi muodostui myös materiaalimäärien yksiköt. Esimerkiksi vesikaton ruoteet 100x32 oli luetteloitu eri paikkoihin eri tavoin. Kategorioista TASORAKENNELUETTELO ja ELEMENTTIMATERIAALIT määrät olivat vesikaton pinta-ala tosin pienillä eroilla keskenään. Pinta-ala ei itsessään kerro puutavaran määrästä mitään, mutta kategoriassa PUUTAVARAN YHTEENVETO määrä oli jm eli juoksumetrejä. Kategorioista PROFIIILUETTELO ja ELEMENTTIOSAT kyseisen materiaalin tiedot löytyivät pituusmuodossa, mutta millimetreinä ja kappalemäärällä. Laskemalla näistä sai tuloksen, joka vastasi hyvin lähelle kategorian PUUTAVARAN YHTEENVETO kohtaa ja myös niiden todellista sekä Excelillä tarkistettua määrää.

Kuten edeltä on havaittavissa, eri tavat ilmoittaa määriä ei nopeuta määrälaskentaa vaan päinvastoin hidastaa sitä. Vaikka jatkossa tiedon tulkitseminen olisi helpompaa kun tietää mitä etsiä, tarvittava tieto on epämääräisesti hajallaan eri kategorioissa ja riippumatta työskentelytavoista jokainen tieto on poimittava käsin.

Lisäksi varsin yksinkertainen materiaali kuten ulkoseinän paneelien määrien tuottaminen vaatii seinien muodostamisen elementeiksi, jolloin paneelien tarkat mitat on määriteltävissä ja tätä kautta paneeleista saa määrän metreissä. Muussa tapauksessa määrätieto on seinien pinta-alana, joka vaatii taas yhden välivaiheen muuhun laskentaan pinta-alan muuttamiseksi metreiksi ja tarkaksi määritelmäksi millaisesta paneelista on kyse.

Määrätiedot ovat riippuen kategorista noin 98 % tarkkoja verrattuna toteutuneisiin kohteisiin ja Exceliin, mutta jonkin rakenteen tai mitan muuttuessa rakennuksessa kaikki tieto on haettava uudestaan. Määrätietojen käyttökelpoisuus korostuu elementtirakentamisessa, jossa jokaisesta seinästä on muodostettavissa oma kokonaisuutensa ja suunnitelmat ovat täysin valmiita. Seinän materiaalit saa tuotettua katkaisuluetteloksi, jolloin yksittäisen seinän rakentaminen näiden pohjalta on käytännöllistä. Nämä määrät eivät juurikaan muutu paikalla rakentamisesta, joten kokonaisuuden määrätiedot pysyvät käytännössä ennallaan.

Kokonaisuuden määrätietojen tuottaminen tulisi olla huomattavasti helpompaa, jotta tietoa voisi käyttää pohjana tarjouslaskentaan. Monia tuotteita ja materiaaleja jää puuttamaan kokonaan riippumatta mallinnuksen tarkkuudesta ja niiden lisääminen eri laskelmaan vaatii jonkin oman välivaiheensa. Näillä tiedoilla yhden talon tietomallintamiseen CADMATIC

Building -ohjelmistolla kului aikaa 4–6 tuntia. Näihin puutteisiin haluttiin lisäselvitystä ja asioihin tulnaisiin palaamaan haastatteleamalla ohjelmiston kehittäjää.

Kuvassa 3 näkyy CADMATIC Building -ohjelman näkymä taulukoista, jotka generoituvat määrätietohauulla. Huomattavaa on puutavaran osalta tietojen ristiriitaisuus ja anturaluettelossa anturan mittatietojen virheellisyys sekä määrän puuttuminen. Ennakkotiedoista poiketen tieto ei ollut täysin tarkkaa tai kattavaa.

Kuva 3. CADMATIC Building -määrätietoaineistoja

PUUTAVARAN YHTEENVETO		jm		
48x48		295,3		
48x198		199,56		
100x22		472,32		
48x123		105,08		
39x68		122,36		

PUURUNKO–OSALUETTELO	12.02.2025		ANTURALUETTELO	12.02.2025
BxH	MATERIAALI	MÄÄRÄ	ANTURAN MITTATIEDOT	
39x68	KERTO–S	351	500 x 200	
45x200	KERTO–S	89		
48x123	C24	289,5		
48x198	C24	556,5		
48x98	C24	59		

Kuvassa 4 osittain sama tieto kopioituna ja siirrettynä Excelliin. Huomattavaa on pieni muutos määrissä, josta on vaikea päätellä muutoksen ajankohtaa tai päivitettyä versiota.

Kuva 4. Cadmatic-määrätietoa siirrettynä Excelliin

PUUTAVARAN YHTEENVETO	jm		
48x48		295,3	
48x198		199,56	
100x22		472,46	
48x123		105,66	
39x68		122,36	
PUURUNKO-OSALUETTELO	12,02,2025		
BxH	MATERIAALI	MÄÄRÄ	
39x68	KERTO-S	351	
45x200	KERTO-S	89	
48x123	C24	289,5	
48x198	C24	556,5	
48x98	C24	59	

8.3 Cadmatic haastattelun tulokset

Haastatteluiden sisältö, syvempi analyysi ja tilastot ovat luvussa 10.3. Tämä kohta pureutuu erityisemmin havaittuihin ongelmiin määrälaskenta-aineiston hyödyntämisessä tämän ohjelmiston puitteissa.

Tietomallintamalla ja määrätietoja tuottamalla huomattiin, miten ohjelma toimii, kun tavoitteena on mahdollisimman tarkka määrätietoaineisto. Ohjelman käyttö oli melko tuttua ja aiemmin mainittuja ongelmia oli pyritty jo aiemmin ratkaisemaan lähettämällä mallinnusaineisto Cadmaticin tutkittavaksi. Haastattelukysymyksillä haluttiin selvittää oliko mallinnuksessa tehty virheitä ja oliko määrääaineistojen tuottaminen tehty kuten se on ohjelman käytön kannalta suunniteltu. Aiempiin mainittuihin ongelmiin ei löytynyt ratkaisua tämän opinnäytetyön puitteissa.

Haastattelukysymyksiin vastasi Cadmatic Oy:ltä Senior Application Specialist Piia Talsi. Tietomallinnuksen toteutustapaan hänellä ei ollut korjattavaa ja hänen tapansa tuottaa määrääaineistoa vastasi omakohtaista testausta. Päätelmät ohjelman toiminnoista pitivät täten paikkaansa siitä miten määrätietoa oli tuotettavissa eri tietomallintamisen vaiheista. Aikataulujen osalta lopputulokset olivat yhtenäisiä, joskin tietomallinnus oli luonnollisesti keskimäärin nopeampaa kokeneella käyttäjällä verrattuna omakohtaiseen ajankäyttöön.

Tietomallintamisen kokonaiskattavuus ilman kohtuutonta työmäärää oli haastattelutiedon perusteella sama kuin oman kokemuksen perusteella oli havaittavissa. Tarkkuuden parantaminen vaatisi ohjelmiston kehittämistä erityisesti tätä silmällä pitäen, mutta tällä hetkellä tarkkoja suunnitelmia ei ole. Ohjelmaa kuitenkin kehitetään jatkuvasti ja jokaisen osa-alueen parannukset näkyvät jatkossa myös määrätietojen kattavuudessa. Selvisi että, erikseen on saatavilla CADMATIC GeoXY -ohjelma, joka soveltuu maanrakennuksen määrälaskentaan paremmin sisältäen mahdollisuuden laskea esimerkiksi maanvaihtojen maamassoja. Building-ohjelmistosta itse havaittu puute piti täten paikkansa, sillä toimintoa ei löytynyt vaan ainoastaan salaojien ja routaeristeiden osalta määrät oli mahdollista laskea.

Määriteltävissä ollut materiaalin hinta ja tiedon siirtymättömyys määrääineistoon oli oikea päätelmä, sillä ohjelma on suunniteltu siten, että lopullinen määrääineisto tulisi siirtää Excel-muotoon, jossa hintatiedon lisääminen olisi tehtävissä. Materiaalin hintatieto ohjelmistossa jää siis vain lisätiedoksi, jota käyttäjä voi tarkastella rakenteita määritellessä.

IFC saattaisi olla jokin päivä toimivin ratkaisu määrälaskennassa, jolloin erilaisia ohjelman sisäisiä määräluetteloita ei tarvitsisi tehdä erikseen vaan ne olisivat kootusti IFC-mallissa. Tällä hetkellä mallintaminen on mahdollista tehdä siten, että koko mallin saa IFC-kelpoiseksi, mutta tämä ei vaikuta määrälaskentaan olennaisesti. Suurimmat hyödyt tulevat mallin jakamisesta, jolloin muiden suunnittelualojen käyttäjät saavat mallin kokonaisuudesta käsityksen.

9 Toteutuneiden kohteiden tietomallinnus Vertex BD -ohjelmalla

9.1 Tietomallintaminen käyttäen Vertex BD:tä

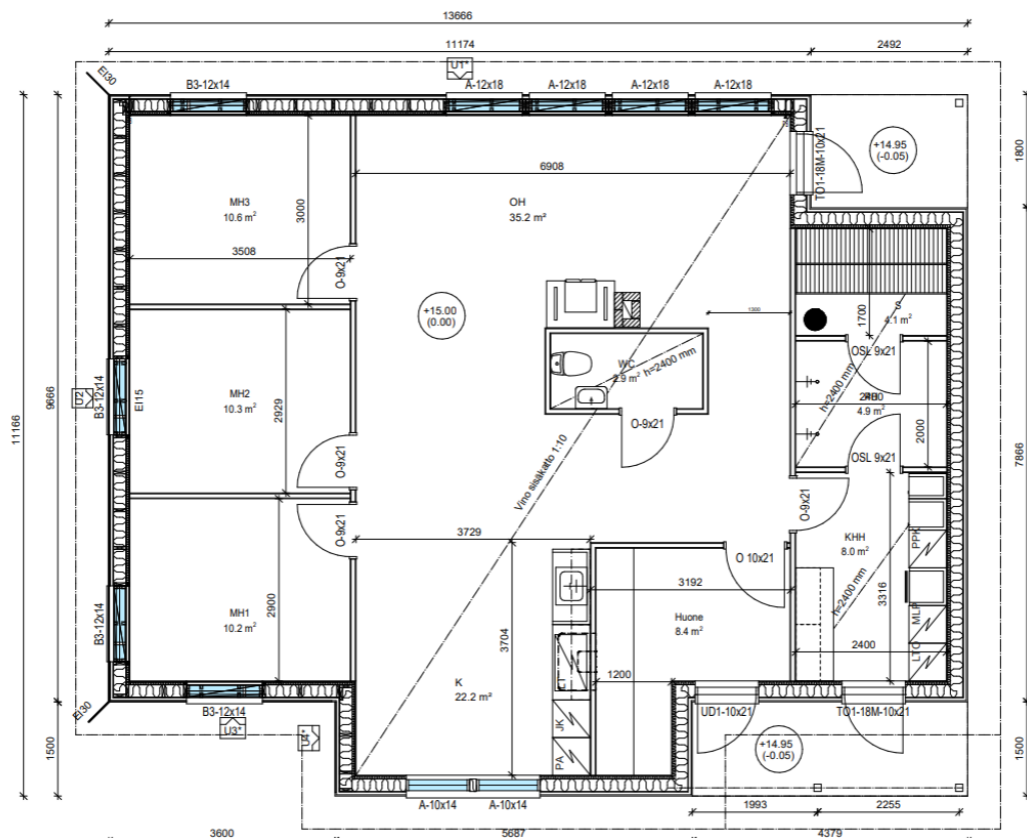
Vertailun vuoksi kohteet tietomallinnettiin myös käyttäen Vertex BD -ohjelmistoa, josta oli vähemmän käyttökokemusta sekä mallintamisesta että määrätietojen tuottamisessa. Silti ohjelma oli riittävän tuttu, jotta ennakkoon oli omakohtaista tietoa sen sopivuudesta testattavaksi mallintamiseen ja määrälaskentaan. Muu ennakkotieto ohjelmiston kyvykkyydestä perustui kaupallisiin, julkisesti saatavilla oleviin tietoihin, joiden luotettavuus selviäisi myös testin aikana. Ohjelmiston korkeampi hinta asetti sen asemaan, jossa sen valinta tulevaan käyttöön olisi epätodennäköistä, mutta samalla selviäisi onko hinta perusteltua esimerkiksi määrälaskennan osalta.

Itse mallintamisen suhteen käytettävissä olevat lähtötiedot olisivat identtiset molemmilla tietomallinnusohjelmilla, jotta niiden tuottama määrätieto olisi mahdollisimman vertailukelpoista. Luotuun Excel-laskuriin olisi tarkoituksena sovittaa tietomallintamisella tuotettua määräaineistoa omiin sarakkeisiin. Koska eri ohjelmistot tuottavat tietoa eri tavoin, näitä ei voinut käyttää pohjana laskurin muotoilulle. Lopullisen muodon määräisi valittu tietomallinnusohjelmisto sekä sen tuoma lisätieto laskuriin nähden.

Yksi tutkimuksen näkökulma oli ohjelmiston muokkautuvuus. Tiedossa ei ollut mahdollisuutta lisätä hintatietoja materiaaleille ohjelmistossa, mutta asia selviäisi mahdollisesti määrätietoaineistoa tuottamalla. Ohjelmaan mahdollisesti tallennettavan materiaalin hintatiedon yhteensovittaminen luotavaan Exceliin selviäisi määrätietojen tuottamisen yhteydessä.

Kuvassa 5 on Vertex BD -ohjelmalla mallinnettu vielä suunnitteilla oleva talo. Talon määrätietoja ei ole lopullisesti vahvistettu ja mallissa on testattu, mitä määrätietoja siitä on tuotettavissa eri tavoin.

Kuva 5. Vertex BD -ohjelmalla mallinnettu vielä rakentamaton talo



9.2 Vertex BD -tietomallin määrääaineiston hyödyntäminen

Tietomallinnuksen toisena ohjelmistona toimiva Vertex BD tuottaa määrääaineistotietoa, jonka hakeminen ohjelmistosta on tehty selkeästi, mutta vaatii jonkin verran erillisiä toimenpiteitä. Tiedot siirtyvät lopulta suoraan avautuvaan Exceliin, joka on oletusasetuksilla valmiiksi otsikoitu ja jaettu oikeisiin välilehtiin. Muuta tiedonsiirtomahdollisuutta ei tämän opinnäytetyön puitteissa ollut mahdollista suorittaa. Määrätiedot päivittyvät ohjelmaan automaattisesti, ja rajapintoja muihin ohjelmistoihin ei myöskään tämän opinnäytetyön tekemisen aikana ollut mahdollisuutta testata. Asiaa selvitettiin jälkeempään haastatteleamalla ohjelmiston kehittäjiä.

Testatessa selvisi, että kaikki määrätieto on omina kategorioinaan ja jokainen tieto on haettava erikseen, jolloin jokainen materiaali on omassa Excelissään. Tietoja voi tietysti myöhemmin yhdistellä, mutta kaiken tiedon keräämistä ja siirtämistä yhdellä kertaa mahdollistavaa toimintoa ei vaikuttanut olevan. Jos samaa materiaalia on eri rakennusosissa, se luetteloituu Excelissä omille välilehdilleen. Toiminto on selkeä ja materiaaleista löytyy tällöin sekä yksityiskohtaiset katkaisuluettelot sekä kootusti kokonaismäärä.

Ohjelmasta vaikuttaisi löytyvät toimintoja, joilla voi tallentaa materiaaleille hintatietoja, ne eivät olleet opiskelijaversiolla käytössä tai jokin muu esti niiden käyttämisen. Materiaalihintojen lisääminen jäi epäselväksi, mutta määräluetteloissa ei ollut viitteitä siitä, että niistä puuttuisi hinta esimerkiksi omasta sarakkeestaan. Tämäkin asia oli olennainen ja haastatteleamalla selvitettävän arvoinen.

Jotta pääsee vaiheeseen, jossa ohjelman käyttäjälle on mahdollisuus tietojen keräämiselle, tulee esimerkiksi ulkoseinät olla muodostettuina elementeiksi. Tässä vaiheessa tarvitsee seinille määritellä ja lisätä muun muassa eristeet, jotka jo on kertaalleen määritelty ennen seinien piirtoa. Ilmeisenä ajatuksena tässä on, että materiaalin voi täten määritellä tarkemmin elementointivaiheessa, mutta tarjouslaskentaa varten toimenpide on turhan monimutkainen. Ilman seinien elementointia tuotettava määrätieto on puutteellista ja seinistä saatava määrätieto on juoksumetrejä, mutta ei puutavaran juoksumetrejä vaan käytännössä alajuoksujen mittoja. Kyseisellä tiedolla ei ole paljoakaan käytännön hyötyä määrälaskentaan.

Toinen erikoinen ongelma, johon ei löytynyt ratkaisua oli ulkoseinien paneelit. Ulkoseinien rakennekerrokset- kategoria luetteloit kaikki elementoitujen seinien kerrokset lukuun

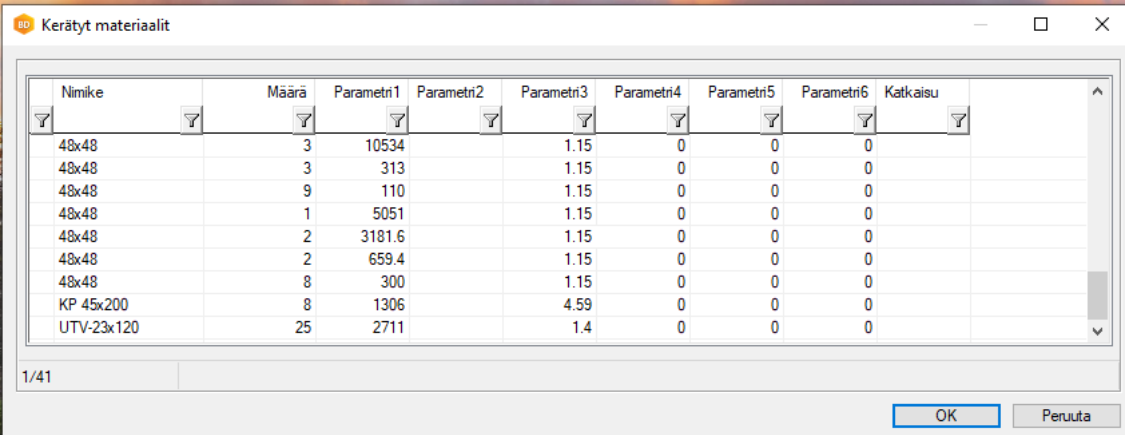
ottamatta villoituskerroksia. Villoitukset ovat omalla Excelillään, mutta ulkuvuoripaneelit ovat ilmaistu niiden materiaalimittojen mukaan (leveys ja paksuus, ei etenemää) sekä niiden pinta-ala neliömetreinä. Vertex BD:stä löytyy luetteloituna paneelit juoksumetreinä ja ne saa katkaisuluetteloitua elementteittäin, mutta niiden saaminen kokonaismetrimääriltään suoraan Exceliin vaikutti mahdottomalta. Jos kyseiseen toimintoon on olemassa ratkaisu, se ei ollut helposti selvitettävissä ilman ohjelmiston kehittäjien apua. Toiminnosta tultaisiin kysymään lisää haastattelun avulla.

Määrät ovat muilta osin lopulta lähes 100 % tarkkoja ja selkeitä tulkitta, mutta myös Vertex BD vaatii kaiken tiedon hakemista joka kerta uudestaan, jos jotakin mittaa tai rakennetta muutetaan. Ohjelmisto soveltuu määrälaskennan kannalta parhaiten täysin valmiin suunnitelman määrätietojen tuottamiseen ja elementtirakentamiseen, jossa jokainen seinä on muodostettu elementiksi ja tälle katkaisuluettelo tarjoilla materiaalimäärillä.

Materiaaliluettelot ovat lopulta hyvin kattavia, eikä suuria puutteita muodostu, jos mallintaminen on tehty perusteellisesti ja kaikki vaiheet huomioiden. Suurin puute on ulkuvuoripaneelit ja työläintä ylipäättään tietyt välivaiheet, jotta kaikki on mahdollista laskea.

Alla olevassa kuvassa 6 on näkymä Vertex BD -ohjelmasta, kun siinä on suoritettu materiaalien keräys -toiminto seinille. Tässä näkyy UTV-23x120 ulkuvuoripaneeli, sen kappalemäärät sekä yhden paneelin pituus millimetreissä. Tietoa ei voi kopioida suoraan luettelosta.

Kuva 6. Vertex BD -ohjelmalla kerätty materiaalitieto



Nimike	Määrä	Parametri1	Parametri2	Parametri3	Parametri4	Parametri5	Parametri6	Katkaisu
48x48	3	10534		1.15	0	0	0	
48x48	3	313		1.15	0	0	0	
48x48	9	110		1.15	0	0	0	
48x48	1	5051		1.15	0	0	0	
48x48	2	3181.6		1.15	0	0	0	
48x48	2	659.4		1.15	0	0	0	
48x48	8	300		1.15	0	0	0	
KP 45x200	8	1306		4.59	0	0	0	
UTV-23x120	25	2711		1.4	0	0	0	

1/41

OK Peruuta

Kun materiaalit on kerätty ja kuitattu OK, avautuu muistio, joka on nähtävissä kuvassa 7. Tässä on myös UTV-23x120 -materiaalin kokonaismäärä metreissä. Tieto on vain tekstimuodossa.

Kuva 7. Muistio määrätiedoista, Vertex BD

MATERIAALI	LKM	KÄYTTÖKOHDE	PITUUS	KX1	KY1	KX2	KY2
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
KP 45x200	8	AUKKOPALKKI	1306				
Yhteensä / KP 45x200 :			LENGTH: 10.4 m,	WEIGHT: 48 kg			
MATERIAALI	LKM	KÄYTTÖKOHDE	PITUUS	KX1	KY1	KX2	KY2
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
UTV-23x120	25	VERHOUSLAUTA	2711				
Yhteensä / UTV-23x120 :			LENGTH: 67.8 m,	WEIGHT: 95 kg			
			YHTEISPAINO:	1527 kg			

Vain elementoiduista seinistä saa tuotettua määräluettelon, joka avautuu suoraan Exceliin, kuten kuvassa 8 on nähtävillä yhden seinän elementoinnin jälkeen. Luettelointi on muotoin selkeää, mutta määrätieto on eri yksiköissä eli tässä kohtaa neliömetreissä.

Kuva 8. Vertex BD -ohjelman määrätietoa Excelissä

Koodi	Käyttö	Kpl	Paksuus	netto m2	koko m2	summa netto m2
UTV_23x120_VAAKA	1. Kerros	1	23	7,461	7,461	7,46
						7,5

9.3 Vertex haastattelun tulokset

Haastatteluiden sisältö, syvempi analyysi ja tilastot ovat luvussa 10.3. Tämä kohta pureutuu erityisemmin havaittuihin ongelmiin määrälaskenta-aineiston hyödyntämisessä tämän ohjelmiston puitteissa.

Tietomallinnuksen ja määrätietojen tuottamisen kautta havaittiin, miten ohjelma toimii, kun tavoitteena on mahdollisimman tarkka määrätietoaineisto. Koska ohjelman käyttö ei ollut täysin tuttua, pyrittiin kysymyksillä selvittämään oliko mallinnuksessa tehty virheitä ja oliko määräaineistojen tuottaminen tehty kuten se on suunniteltu.

Kysymyksiin vastasivat Vertex Systems Oy:ltä Sales Manager Santeri Pyhäniemi ja Product Manager Jukka Haho. Itse tietomallinnukseen heillä ei ollut varsinaisesti huomautettavaa. Heidän esittelemänsä tapa hakea ja tuottaa määrääaineistoa oli sama kuin itse tehtynä ja päätelmät pitivät täten paikkaansa siitä miten määrätietoa oli saatavilla mallin eri vaiheista. Myös aikataulullisesti havainnot olivat yhtenäisiä, joskin omakohtainen tietomallinnus oli luonnollisesti hitaampaa kuin mitä keskimäärin kokeneella käyttäjällä.

Tärkeimpiä haastattelutietoja oli sen kehitykseen liittyvä selvitys, joka oli käynnissä. Tässä vaiheessa moni asia oli vielä auki, mutta ylipäätään se, että kehitystä on suunnitteilla oli positiivinen seikka. Myös mahdollisuus määrittellä tiettyjä ohjelman sisäisiä kaavoja oli mukava lisätieto, joka tosin vaikutti kokemattomalle käyttäjälle aavistuksen hankalalta eikä suoraan ratkaisisi omaan käyttöön tarvittavaa määrää- tai tarjouslaskentaa.

IFC:n käyttö määrälaskentaan todettiin toimivan vain, jos kaiken mallintaa erittäin tarkasti, joka vaatii huomattavaa työajan käyttöä. IFC:n toimivin ominaisuus oli niin sanotut törmäystarkastelut, joissa voidaan havaita jos jotkin rakenteet ovat ristiriidassa tai päällekkäin. Tämä poistaa virheitä ja sitä käytetään muun muassa LVI- ja sähkösuunnitelmien sovittamisessa muuhun rakennussuunnitteluun.

10 Analyysit, vertailut ja haastattelut

10.1 Analyysi Excelistä tietomallinnettujen kohteiden määrätiedoilla täydennettynä

Ennakoajatuksena oli, että valmiin tietomallin määrätiedoilla voisi parhaimmillaan täydentää muuta tarjouslaskelmaa, jossa on kattavammin laskettu määriä materiaaleista, joita tietomalli ei tuota. Tavoitteena oli, että tarjouslaskennan Excel eroaisi lopullisesta mahdollisimman vähän, jotta asiakkaalle laskettua tarjoushintaa voisi pitää riittävän suuntaa antavana. Yhdistämällä alkuperäisen tarjouslaskennan tiedon tietomallilla tuotettuun saataisiin määräluettelo, jota noudattaa.

Tietomallinnuksen ja siitä saadun tiedon keräyksen jälkeen oli selvää, ettei tietomallin tietoa voisi ilman merkittävää ajankäyttöä siirtää tarjouslaskennan Exceliin. Tietomalleista saatava määrätieto on erilaisissa kategorioissa ja vaikka tietäisi tarkkaan mitä etsii, tiedon lisääminen Exceliin vaatisi turhan monta muutettavaa kaavaa. Hyödyllisin käyttötarkoitus olisi tietomallin tiedon vertaaminen Excelin vastaavaan ja mahdollisten virheiden

havaitseminen omissa kaavoissa. Monimutkaiset rakenteet saattavat olla vaikeita muuttaa kaavoiksi, jolloin niiden tarkistamiseen tietomalli olisi toimiva työkalu.

Myös lopulliseen määräluetteloon tietomalli toimii tietolähteenä, kun kaikki rakenteet ja mitat ovat lyöty lukkoon rakennesuunnittelussa. Keskeneräiseen suunnitelmaan tietojen muuttaminen ja määrätietojen käyttäminen käytännössä mihinkään on vaivalloista, työlästä ja epätarkkaa. Yhden kohteen tietomallintaminen sille tasolle, että se tuottaa riittävästi määrälaskenta-aineistoa vie ohjelmasta riippumatta 14–16 tuntia ja määrätietojen hakeminen sekä muokkaaminen muutaman tunnin lisää. Tarjouslaskenta-Excelin tietojen täyttämisen kestää noin kaksi tuntia ja jonkin yksittäisen mitan muuttaminen joitakin minuutteja. Tietomallissa saman tiedon muuttaminen voi vaatia niin paljon muita muutoksia, että on helpompaa mallintaa koko rakennus uudestaan sen sijaan, että korjaisi edellistä mallia. Vaikka muutos olisi helpompi, vaatii se silti jokaisen muuttuneen määrätiedon hakemista uudelleen taulukoihin. Taulukoiden sovittaminen muuhun laskentaan vaatii oman työvaiheensa joka kerta niiden muuttuessa. Yhden mitan muuttaminen voi vaikuttaa jokaiseen rakennusosaan, jolloin jokainen tieto on poimittava erikseen. Näin ollen muutoksia ei kannata tehdä kevyin perustein, sillä määrälaskenta-aineiston muutokset ovat raskaita päivittää.

Vaikka yhtään tietoa ei tarvitsisi muuttaa, tietomallin tuottama tieto ei siltikään nopeuta tai tarkenna tarjousvaiheen laskentaa. Excel-laskuri tuottaa hyväksyttävän virhemarginaalin puitteissa yksityiskohtaisemman tiedon kuin tietomalli ja on lisäksi täydennettävissä hintatiedoilla, materiaalihukalla ja työmäärillä. Laskurista on nähtävillä selkeämmin millaisia rakenteellisia ratkaisuja on tehty ja niiden muuttaminen on yksinkertaisempaa. Työmääriä ei ollut lisättävissä tietomallinnusohjelmissa ja määrätietojen muuttaminen Excelissä työmääriksi olisi erittäin aikaa vievää. Materiaalimäärien yksiköt eivät sopineet yhteen tarjouslaskenta-Excelin määriin, joiden perusteella työmäärät laskettiin tai tietomallin määrät olivat liian epä johdonmukaisia. Toki tieto on olemassa ja mahdollista käyttää, mutta tässä vaiheessa se ei ole toimiva ratkaisu.

Tietomallin määrätietojen hyödyt tulevat parhaiten käyttöön täysin valmiiden suunnitelmien kautta. Kun talon rakentaminen on varmaa, voidaan ohjelmasta riippumatta tuottaa materiaalien tilaamiseen luetteloita sekä elementtirakentamisessa puutavaran katkaisuluetteloita, joilla on eri käyttötarkoitus kuin kokonaiskustannusten selvittäminen.

10.2 Excelin käyttö verrattuna olemassa oleviin määrälaskentamenetelmiin

Jotta Excel-laskuria olisi mahdollista verrata kustannuslaskentaohjelmistoihin, selvitettiin näiden ominaisuuksia koekäytöllä niistä paikoista, joissa sellainen oli saatavilla. Koekäytöllä haluttiin tutkia niiden hyötyjä ja arvioida onko niiden kustannukset perusteltavalla tasolla, jotta niiden käyttöä voisi harkita. Jos koekäyttöä ei ollut mahdollista tehdä, perehdyttiin ohjelmiin demoilla ja kirjallisella aineistolla.

Ohjelmistoista otettiin vaikutteita Exceliin sen käytettävyyden parantamiseksi. Erityisen hyödylliseksi koettiin ohjelmissa esiintyvät ohjeet, sillä niiden asettelu, selkeys ja määrä oli haastava ratkaistava seikka. Liian paljon näkyvillä olevia ohjeita tekee käytöstä sekavaa, mutta ohjeiden puuttuminen niitä tarvittaessa pahimmillaan pysäyttää koko Excelin täyttämisen. Tasapainon hakemiseen apuja otettiin niistä ohjelmista, joissa toteutus koettiin sopivan omiin tarpeisiin.

10.2.1 Ratu-kortistot ja ROK-kirja

Ratu-kortiston ja ROK-kirjan tiedot sopivat tietyllä tasolla täydentämään luotua laskuria, mutta ne eivät itsessään sisällä mitään toimintoa, jolla voisi nopeuttaa tai parantaa laskentaa varsinkaan asiakaspalvelun näkökulmasta. Saatavilla olevilla tiedoilla voi paikata Excelissä ilmeneviä puutteita, jos materiaali tai rakenne on uusi eikä saatavilla ole muuta tietoa.

Kortiston ja kirjan tietoja voisi hyödyntää enemmän, jos rakennettavat kohteet olisivat jatkuvasti muuttuvia, mutta tämänhetkisen tilauskannan perusteella tällaiselle ei ole tarvetta. Jatkossa näiden tiedostaminen voi olla merkittävässä roolissa, jos toiminta muuttuu.

10.2.2 Haahtela: Kustannustieto Taku

Haahtela: Kustannustieto Taku -palvelu tarjoaisi pitkälti niitä asioita, joille olisi tarvetta tarjouslaskennan sujuvoittamiseksi. Palvelusta ei ollut saatavilla koekäyttöä tällä aikataululla, mutta asiaan palataan varsinkin, jos toiminta kasvaa ja projektit suurenevat.

Palvelun etuja olisi sen sopivuus eri vaiheisiin ennen, jälkeen sekä rakennushankkeen aikana. Aiemmasta opiskeluaikaisesta koekäytöstä otettiin muutamia rakenteellisia

yksityiskohtia käyttöön tarjouslaskennan Excelliin, joista lopullinen raportti merkittävimpänä yksittäisenä. Otsikoiden ja tärkeiden kohtien korostaminen on myös toteutettu loogisesti ja samantapaisia rakenteita sovellettiin Excelissä.

10.2.3 Admicom Estima

Admicom Estimaan tutustuttiin demon avulla, jolla selvisi sen toimintaperiaatteet. Ohjelma perustuu suorite- tai panospohjaiseen laskentaan, jossa voi luoda omia hinnoitteluja näille tai hakea valmiita ohjelmassa olevia tietoja. Esimerkiksi aiemmista kohteista voi tuoda tietoja viitehankkeista tai Talo 80 -nimikkeistöstä. Kaikkia tietoja voi muokata tai käyttää hyväksi aiempia tietoja. Jos käytössä on valmis pohjapiirustus, voidaan siitä mitata tietoja ja linkittää siihen suoritteita ja panoksia. Tämä ominaisuus vaatii valmiin piirretyn suunnitelman eli ilman tarkkaa suunnitelmaa tämä ei onnistu. Ohjelman perusperiaate ilman pohjakuvan käyttöä on sama kuin luodulla Excelillä, mutta huomattavasti kattavammin ja syvällisemmin.

Tiettyjä kohtia lisättiin Excelliin, jotka oli toteutettu Estimassa siten, että ne eivät vaatineet suuria ajallisia panostuksia tässä vaiheessa. Ilman vielä tarkempaa perehtymistä ohjelmaan on haastava selvittää sen tarkkuutta verrattuna Excelliin, mutta vaikutelma oli että Admicom Estima on erittäin kattava ja syötettyjen tietojen kattavuuteen perustuvan tarkka, mutta sen hyöty Excelillä laskettuun jäisi tällä tasolla lopulta pieneksi.

10.2.4 CostX

CostX-ohjelmaa testattiin koekäytöllä. Ohjelman rakenne jakaa rakennusosat pääryhmiin, alaryhmiin ja yksiköihin loogisesti, mikä parantaa käytettävyyttä ja selkeyttää tietojen syöttöä. CostX:ssa voi liittää hintatietoja suoraan rakennusosiin. Tämä ominaisuus oli jo lisättyä Excelliin käyttämällä valintalistoja, joissa määrä kerrotaan yksikköhinnalla, jolloin saadaan kokonaishinta. Havainto auttoi hahmottamaan omaa kehitystyötä sillä hyväksi havaittu keino toimi selkeästi myös valmiissa ohjelmistossa. Tämä auttoi Excelin rakenteen ja loogisuuden parantamisessa sekä laskennasta johdonmukaista.

Ohjelmistossa tehdyt raportit ovat selkeitä ja muokattavia, ja samanlaista ideaa voisi käyttää Excelissä rakentamalla erillisen raportointivälilehden. Tiedot voisivat jatkossa päivittyä sinne automaattisesti, kun määrät ja hinnat muuttuvat taustalla olevilla välilehdillä.

Näin lopputuloksesta saadaan visuaalisesti helposti luettava ja muokattava. Tämä kehitysvaihe on keskeneräinen mutta täysin toteutettavissa ilman mittavia ponnistuksia.

10.2.5 Procountor Taloushallinto

Taloushallinnon ohjelmista Procountor Taloushallintoa käytetään tällä hetkellä laskutukseen, ja selvitysten jälkeen oli todettavissa, että sen ominaisuudet eivät vaikuta tarjouslaskentaan. Ohjelma antaisi mahdollisuuksia laajentaa laskutuskäytäntöjä sekä seurantaa, mutta se ei ole toistaiseksi tarpeellista.

Esimerkiksi tarjouslaskenta-Excelissä on potentiaalia laajentaa sitä materiaalmäärien vielä tarkempaan seurantaan, joka vaatii lähinnä ostolaskujen sisällön manuaalista seurantaa eri tavoin kuin tällä hetkellä. Tämä otettiin huomioon ja lisättiin Exceliin, jotta mahdollinen laskutus olisi sujuvampaa, jos asiaa halutaan viedä eteenpäin jatkossa.

10.3 Tietomallinnusohjelmien kehitys, selvitys haastatteluilla

Tietomallinnusohjelmistojen ominaisuuksia ja tulevaa kehitystä selvitettiin kyselyhaastatteluilla, joilla pyrittiin selvittämään seikkoja, joita ei julkisista tiedoista ole saatavilla tai oman koekäytön perusteella herättivät lisäkysymyksiä. CADMATIC Building ja Vertex BD olivat ohjelmistot, joilla mallinnettiin testirakennukset. Näiden ohjelmistojen kehittäjien vastaukset on tarkemmin avattu luvuissa 8.3 (Cadmatic) ja 9.3 (Vertex) ja vastausten sisällön esittämiseen on saatu lupa. Muut vastaukset ja yleiset päätelmät on koostettu tähän kaavioina ja analyysinä. Koska osa vastaajista toivoi vastausten pysyvän mahdollisimman anonyymeinä, tätä periaatetta sovellettiin kaikkien kohdalla niissä kysymyksissä, jotka tätä edellyttivät. Yhteensä haastateltiin viittä eri ohjelmistokehittäjää.

Haastatteluiden pohjana käytettiin samaa esimerkkirakennusta kuin erityiskustannuksissa, jotta tulokset olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia. Kyselyhaastatteluilla selvitettiin seuraavat asiat:

- Kuinka tarkan tietomallin voi tuottaa prosentuaalisesti?
 - Mitä ei voi määritellä/mallintaa?
- Kuinka paljon työaikaa tarvitaan tähän tulokseen pääsemiseksi (ks. Esimerkkitalo)?
- Missä on suurimmat puutteet tai yksikkötason ristiriidat?

- Tukeeko ohjelma sen sisäistä automaattisesti päivittyvää määrälaskentaa vai tarvitseeko tiedot hakea uudelleen niiden muuttuessa?
- Voiko ohjelmaan lisätä tai tuoda materiaalien hintatietoja?
- Onko ohjelmaa tarkoitus kehittää kohti sujuvampaa määrälaskentaa?
 - Voisiko sillä joku päivä mahdollisesti korvata muun määrälaskennan täysin?
 - Onko tällaiselle kysyntää?
- Onko rakennuksen IFC-mallista hyötyä määrälaskennassa vai onko se vain ominaisuus, jota voi hyödyntää?

Seuraavissa kuvissa on diagrammeina ja kaavioina kuvattu vastaukset, jotka ovat numeerisesti määriteltävissä. Lisäksi on analysoitu vastuksia numeroiden taustalla.

Kuvassa 9 on diagrammi, joka kuvaa kysymyksen Kuinka tarkan tietomallin voi tuottaa prosentuaalisesti? vastauksia. Vastaukset olivat usein jollekin välille kuten 70–90 %, jolloin diagrammin luku on korkein mahdollinen tältä väliltä (90 %), sillä tarkoituksena oli selvittää ohjelmistojen potentiaalia. Tarkkuudessa on jopa 25 prosenttiyksikön ero, joka on merkittävä, mutta keskimäärin erot eivät ole huomattavia.

Kuva 9. Tietomallin tarkkuus prosentteina



Useimmissa vastauksissa korostui lisäksi tietyt rakenteet, joita ei ollut koettu järkeväksi mallintaa. Näistä mainittiin monesti kiinnikkeet, massat, pintamateriaalit sekä vesieristeisiin liittyvät tuotteet. Vaikka niitä pidettiin teoriassa helppoina mallinnettavina, niiden merkitystä ei nähty kokonaisuuden kannalta. Ymmärrettävää sinänsä oli, ettei ohjelmien

laskentatehoa kannata tuhlaa mallintamalla tuhansia nauvoja, mutta jonkinlaista automaatiikkaa niiden määrien laskemiseksi oli osalla vastaajista suunnitteilla.

Kuvassa 10 on diagrammina tarvittava työaika edellisen tuloksen saavuttamiseksi, sekä myös tässä kohdassa keskiarvo tuloksista. Karkeasti voidaan todeta tuloksen olevan kahdesta kolmeen työpäivää. Tarkkuus ja käytettävä työaika korreloivat osittain, mutta kovin merkittävää eroa ei työajoissa ole.

Kuva 10. Tietomallinnuksen vaatima aika tunteina



Puutteista mainittiin pitkälti samat rakenteet kuin se mitä ei ollut mallinnettavissa, mutta myös se, että tietyt rakenteet vaativat melko paljon mallinusaikaa, jotta niiden määrät pystyi ohjelmalla laskemaan ja siirtämään esimerkiksi Exceliin. Kehittäjät myönsivät, että kyseisten rakenteiden materiaalmäärien laskeminen oli sujuvampaa pelkällä Excelillä, sillä mallinnus antoi lisäksi toisinaan tuloksia vain pinta-alatietona, josta olisi johdettava omalla laskukaavalla tiettyjen materiaalien pituustiedot. Riippuen ohjelmistosta nämä puutteet on tärkeä tiedostaa, sillä muuten puute johtaa herkästi työajan tuhlaamiseen kohtiin, jotka eivät tuo lisäarvoa mallinnuksessa.

Kaikki ohjelmistot laskivat jatkuvasti kaikkea määrätietoa, mutta tämä ei kerro tiedon saavutettavuudesta. Tieto pitää silti hakea aina erikseen, kun jokin mallissa muuttuu. Ohjelmistojen välillä oli eroja lähinnä siinä, mihin muotoon ohjelma tiedon tuo tai vie. Ohjelman sisäistä, jatkuvasti päivittyvää ja näkyvää laskentaa ei käytännössä ollut

saatavilla. Asiaa voi verrata luotuun Exceliin, jossa yhtä tietoa muuttamalla lopulliset määrät ja hinnat on nähtävillä yhdellä vilkaisulla.

Kuvan 11 kaavio osoittaa, että 80 % ohjelmistoista tukee mahdollisuutta lisätä siihen materiaalien hintatietoja. Tulos ei kerro koko totuutta sillä osassa hintatieto ei siirry sellaisenaan laskentaan ja selvisi myös että se osin käsitettiin enemmän mahdollisuutena yhdistää Exceliin omia tietoja. Kysymyksen asettelu olisi voinut olla täten tarkempi.

Kuva 11. Hintatietojen lisääminen ohjelmaan



Kuvan 12 kaavion kysymys oli tarkoituksellisen johdatteleva, ja kerättyä tietoa tulee verrata lähtökohtaan. Osittain ohjelmistokehittäjät selvittävät mahdollisuuksia ja asiakkaiden tarpeita ohjelmiston kehittämiseksi määrälaskennan parantamiseksi. Toisaalla taas tilanteeseen oltiin jo tyytyväisiä, sillä ohjelmisto oli jo kattava eikä kehitettävää ollut niin paljon verrattuna toisiin. Päätelmänä oli, että kaikki kehittävät jatkuvasti ohjelmistojaan ja yksi kehityssuunta on tietomallin tarkkuus, jossa määrälaskenta on yksi osa-alue. Missä muodossa tulos on ohjelmaa käyttävälle käytettävissä on suurin kysymysmerkki, sillä ohjelmistot toimivat eri periaatteilla, eikä kaikkiin ole mahdollista vain lisätä jotakin yksittäistä ominaisuutta.

Kuva 12. Ohjelmiston kehityssuunnitelmat



IFC:tä pidettiin yleisesti tärkeänä ominaisuutena, mutta pitkälti eri suunnittelualojen välisessä kommunikaatiossa eikä se ratkaise määrälaskentaan liittyviä kysymyksiä. Isommissa projekteissa se on käyttökelpoinen lisätyökalu, jos tietomallinnus suoritetaan mahdollisimman tarkasti. Tällöin määrälaskennan suorittava voi hakea IFC-mallista tietoja huolimatta siitä onko tällä osaamista itse tietomallinnusohjelman käyttöön. Riittävä asiantuntemus voi olla pelkästään jonkin IFC-ohjelmiston saralla. Pientalorakentamisessa projektit ovat kuitenkin pieniä ja moni vaihe on yhden tekijän varassa, jolloin IFC ei muuta tilannetta juurikaan.

Vastaukset tarjosivat kokonaisuutena huomattavasti lisätietoa eri ohjelmistoista ja auttoi päätöksenteossa koskien valittavaa tietomallinnusohjelmistoa. Myös niiden ohjelmistojen osalta, joita ei ollut tämän opinnäytetyön puitteissa mahdollista itse kokeilla, tietämys laajeni ja auttoi hahmottamaan kokonaisuutta. Koko alalla vaikuttaa olevan yleistä kehitystä, mutta samalla epävarmuutta mihin suuntaan ja miten eri ohjelmistoja ollaan kehittämässä.

11 Pohdinta

Tutkimuksen tavoitteena oli saada vastaukset seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Kuinka tarkasti määrät on laskettavissa rakennusosittain luotavalla Excelillä verrattuna nykyiseen käytäntöön?

2. Miten tarkasti tietomallintamalla voidaan tuottaa tarvittavaa määrääineistoa?
3. Miten toimivia tietomallinnusohjelmistot ovat tarjouslaskentaan?
4. Mikä tietomallinnusohjelmisto on tilaajan käyttöön sopivin?
5. Onko jokin muu määrälaskentatapa toimivampi kuin itse luotava Excel ja siihen yhdistetty tietomallinnus?
6. Mitä on pöytäkirjoissa olevista kustannuslaskentaohjelmistoista?

Ongelma, joka syntyi asiakkaan tarpeiden sovittamisesta tämän budjettiin, ei ratkennut tietomallintamisella. Tavoitetta asiakkaan kattavammasta palvelemisesta tavoitteena tarjota erilaisia toteutusvaihtoehtoja ei myöskään saavuteta ottamalla käyttöön markkinoilla olevia ratkaisuja ellei niistä ole valmis maksamaan huomattavasti enemmän kuin mitä niillä saavutettu ajallinen hyöty säästää.

Sen sijaan niinkin yksinkertainen ratkaisu kuin Excel sopii tällä tasolla tämänhetkisiin tarpeisiin paremmin kuin mikään valmis ratkaisu. Exceliä voi muovata käyttötarkoituksen mukaisesti ja sen tuottama määrälaskentatieto on omassa käsissä. Laskettava tarjous pientalolle on yhtä aikaa sekä yksinkertainen että monimutkainen. Saman asian voi tehdä aina samalla tavalla tai talon voi rakentaa joka kerta eri keinoin etsien optimaalisinta ratkaisua. Tähän Excel taipuu loistavasti sallien lisätä erilaisia laskettavia asioita kuten sitä koodaava parhaiten näkee. Liiketoiminnan ollessa sopivan pientä, jokainen toive ja muutos on täysin räätälöitävissä.

Tietomallintamisen tuottaman määrääineiston yhteensopimattomuus Excelliin oli tietoyhteisön pettymys vaikkei täysin yllättävää. Valmiin tuotteen sovittaminen vapaasti luotuihin raameihin ei ole koskaan mutkatonta. Suurempi ihmetyksen aihe oli tietomallinnusohjelmistojen kankeus tuottaa käyttökelpoista dataa tarjouslaskentaan. Ohjelmistoja ei selkeästi ole suunniteltu tällaiseen käyttöön, vaan niiden tuottaman määrätiedon ilmeisesti oletetaan päätyvän käyttöön vasta, kun kaikki on jo päätetty ja laskettu. Ohjelmistoissa on vielä kehittämisen varaa, jos kyseisiä ominaisuuksia halutaan hyödyntää täysimääräisesti. Lupaavasti osa ohjelmistokehittäjistä tutkii aktiivisesti mahdollisuuksia määrälaskentaominaisuuksien parantamiseksi ja haastatteluista tuli vaikutelma, että tällaiselle on kysyntää ja on lähinnä ajan kysymys milloin uusia ominaisuuksia tuodaan ohjelmistoihin.

Huolimatta haasteista ja pienistä takaiskuista tämän opinnäytetyön puitteissa tuotettu tarjouslaskenta-Excel päättyi toimeksiantajan käyttöön, jatkokehitykseen ja maksaa itsensä takaisin eri tavoin. Tietomallinnusohjelmien tutkiminen syvensi osaamista niistä ja myös

tieto siitä, että jotakin tietoa ei ole on tietämisen arvoista. Jatkossa suuret linjat lasketaan Excelillä ja puutavaran katkaisuluettelot tehdään, kun sen aika on mutta ei ainakaan tarjouslaskentavaiheessa. Kuten opinnäytetyön tilaaja totesi, kaikelle on aikansa ja paikkansa, mutta paluuta vanhaan ei ole. Kustannuslaskentaohjelmistojen käytettävyydellä tehostettu Excel koettiin hyödylliseksi uudeksi työkaluksi ja tietomallintamista otetaan käyttöön siinä tarkoituksessa, kun se on kannattavaa. Tietomallinnusohjelmistoista päädyttiin toiseen testatuista. Ratkaisevaa oli hinnoittelu, sopimusaika, yhteensopivuus muuhun toimintaan sekä jatkokehityksen suunta ohjelmistossa.

Jos aihetta haluaisi tutkia tarkemmin ja alaa kehittää lisää, voisivat ohjelmistot parhaimmillaan hakea ajantasaista hinta-, menekki- ja työmäärätietoa avoimista lähteistä. Myös omien vastaavien tietojen lisääminen voisi olla hyödyllinen ominaisuus. Pohjana avoimille tiedoille voisi toimia Rakennustiedon tietokannat sekä kaikki hintatieto, mikä on julkisesti etsittävässä. Varsinkin työmäärien linkittäminen eri rakennusosiin ja rakenteisiin syventäisi kokonaisuutta ja tietomalli voisi kattaa huomattavasti lisää rakennesuunnitteluun liittyviä laskelmia. Tietomallinnus tuottaisi tällöin täysin kattavan tiedon ja jopa saman kuin Excelillä lasketun. Voisi jopa kuvitella suunnittelun ja määrälaskennan toimivan myös päinvastaisessa järjestyksessä, jossa rakenteet ja mitat määritellään kuten Excelissä ja ohjelmisto tietomallintaa annettujen määreiden perusteella rakennuksen.

Lähteet

Admicom. (4.3.2025-a). *Admicom Estima*. <https://www.admicom.com/solutions/admicom-estima>

Admicom. (4.3.2025-b). *Kustannuslaskenta-ohjelmisto*. <https://www.admicom.com/fi/blogi/kustannuslaskenta-ohjelmisto>

Admicom. (4.3.2025-c). *Admicom BIM3*. <https://www.admicom.com/solutions/admicom-bim3>

Autodesk. (9.1.2025-a). *Autodesk Revit*. <https://www.autodesk.com/fi/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

Autodesk. (9.1.2025-b). *Autodesk Navisworks*. <https://www.autodesk.com/fi/products/navisworks/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

BuildingSMART. (11.3.2025). *Standards*. <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/>

Cadmatic. (9.1.2025). *CADMATIC Building*. <https://www.cadmatic.com/fi/tuotteet/cadmatic-building/>

Haahtela. (27.2.2025-a). *Tuotteet*. <https://www.haahtela.fi/tuotteet>

Haahtela. (27.2.2025-b). *Tarjoushintaaindeksi*. <https://www.haahtela.fi/tarjoushintaaindeksi>

Keronen, J. (4.3.2024). Mikä on IFC-standardi ja mikä on sen merkitys rakennusten omistajille? *BIMblogi*. <https://www.nordicbim.com/fi/bimblogi/ifc-ja-merkitys-rakennuksen-omistajalle>

Koskenvesa, A., Soila, J., Talonrakennusteollisuus, Rakennustietosäätiö, & Soila, J. (2018). *Rakennushankkeen kustannushallinta*. Rakennustieto Oy.

Lindberg, R. (12.4.2024). ROK ja KOR rokkaavat edelleen. *Mittaviiva*. https://tiedostot.rakennustieto.fi/120424/Lindberg%20Rita_Mittaviiva_ROK%20ja%20KOR

[%20kirjojen%20sis%C3%A4ll%C3%B6%20ja%20nostoja%20kustannusmuutoksista_12-04-2024.pdf](#)

Microsoft. (20.2.2025-a). *Excelin ohje ja koulutus*. <https://support.microsoft.com/fi-fi/excel>

Microsoft. (20.2.2025-b). *Microsoft 365 Personal*. <https://www.microsoft.com/fi-fi/microsoft-365/p/microsoft-365-personal/cfq7ttc0k5bf>

Microsoft. (20.2.2025-c). *Microsoft 365 Business*. <https://www.microsoft.com/fi-fi/microsoft-365/business>

Mittaviiva Oy, Lindberg, R., Heinolainen, P., Kivimäki, C., & Rakennustieto. (2024). *Rakennusosien kustannuksia 2024*. Rakennustieto Oy.

Nordic BIM Group. (11.2.2025). *Perusteet IFC-tiedostojen tarkastamiseen*. <https://www.nordicbim.com/fi/knowledge/perusteet-ifc-tiedostojen-kaytosta>

Pietilä, V. (15.3.2022). 10 vinkkiä: näin onnistut IFC:n kanssa. *Nordic BIM Group*. <https://www.nordicbim.com/fi/archimad-lehti/10-vinkki%C3%A4-n%C3%A4in-onnistut-ifc-nkanssa>

Procountor. (3.3.2025). *Rakennusalan taloushallinto*. <https://procountor.fi/toimialaratkaisut/rakennusalan-taloushallinto/>

Rakennustieto. (10.1.2025-a). *Kortistot*. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortistot/ratu-kortisto>

Rakennustieto. (20.1.2025-b). *Talo 2000 -nimikkeistöt*. <https://www.rakennustieto.fi/nimikkeistot/talo-2000-nimikkeistot>

Ratu S-1191 (2000). *Rakennustyön materiaalisät ja -hukat*. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1191>

RIB Software GmbH. (3.3.2025-a). *CostX*. <https://www.rib-software.com/en/rib-costx>

RIB Software GmbH. (3.3.2025-b). *BIM Manager*. <https://www.rib-software.com/en/bim-manager>

RT 10-11066 (2012). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa1. Yleinen osuus.*

Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11066>

RT 10-11072 (2012). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa7. Määrälaskenta.*

Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11072>

RT 10-11226 (2016). *Talonrakennushankkeen kulku. Kustannusten muodostuminen ja ohjaus.* Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11226>

Solibri. (12.3.2025). <https://www1.solibri.com/fi/>

Tekla Structures. (9.1.2025). *Tuotteet.* <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>

Törmänen, E. (22.11.2016). Excel ja mutu-tieto eivät riitä – "Rakentajien pitää osata käyttää ainakin aikatauluohjelmaa". *Tekniikka & Talous.*

<https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/excel-ja-mutu-tieto-eivat-riita-rakentajien-pitaa-osata-kayttaa-ainakin-aikatauluohjelmaa/e815111a-1003-3baf-9ae2-c8db771de148>

Vertex Systems Oy. (9.1.2025). *Rakennussuunnitteluohjelma – Vertex BD.*

<https://vertex.fi/bd/>