

SÄHKÖISEN JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -LASKENTA-
OHJELMAN HYÖDYNNETTÄVYYS URAKOITSIJAN MÄÄ-
RÄLASKENNASSA

Teemu Jestilä

Opinnäytetyö
Tekniikan ala
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikan ammattikorkeakoulu-
tutkinto
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdys-
kuntatekniikka

Tekijä	Teemu Jestilä	Vuosi	2016
Ohjaaja(t)	Matti Moilanen		
Toimeksiantaja	Rakennus P. Jokelainen Oy		
Työn nimi	Sähköisen JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -laskenta- ohjelman hyödynnettävyys urakoitsijan määrälas- kennassa		
Sivu- ja liitesivumäärä	70 + 3		

Tässä opinnäytetyössä testattiin rakennusalan ammattilaisille suunniteltua JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmaa rakennusurakoitsijan määrälaskentatarpeisiin. Työn tavoitteena oli antaa selvä kuva sähköisen määrälaskennan tarjoamista mahdollisuuksista niin taloudellisten kuin ajallisten säästöjen mahdollistamiseksi. Työssä tarkasteltiin sekä perinteisestä että sähköisestä ja tietomalleihin perustuvaa määrälaskentaa ja niiden tarjoamia mahdollisuuksia, heikkouksia ja eroavaisuuksia. Ohjelman testaus rajattiin rakennusurakoitsijan tarjous- ja rakentamisvaiheen aikana tarvitsemiin määrätietoihin ja niiden mittaamiseen.

Ohjelmaa testattiin vertailukohteiden avulla. Kohteeksi valittiin puurakenteinen pientalo. Kyseisen kohteen laskenta suoritettiin ensin perinteisellä dokumentteihin perustuvalla laskentatavalla ja sen jälkeen sähköisellä JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -laskentaohjelmalla. Tämän lisäksi ohjelmaa testattiin useilla yleisesti määrälaskennan kannalta vaikeammilla mittausrakenteilla, mitkä valittiin erilaisista saneeraus- ja uudisrakennuskohteista. Lopuksi mittauksia vertailtiin ja ohjelman käyttöominaisuuksia analysoitiin.

Työssä päädyttiin johtopäätökseen, että JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelman käyttö voi tehostaa ja nopeuttaa laskentatyötä ja tarjota sekä taloudellista että ajallista säästöä yritykselle. Kun tiedostetaan riskit, tehdään riittävät laskentatarkistukset ja analysoidaan laskentatulokset kattavasti, voidaan ohjelmaa pitää luotettavana sähköisen määrälaskennan apuvälineenä urakoitsijan käytössä.

Avainsanat Määrälaskenta, sähköinen määrälaskenta, tarjouslas-
kenta, nimikkeistöt, suorite, rakennusosa

Muita tietoja <http://www.quanttos.fi/rakentaminen.htm> (Esittelyvideo)

Technology, Communication and
Transport
Civil Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Teemu Jestilä	Year	2016
Supervisor	Matti Moilanen		
Commissioned by	Rakennus P. Jokelainen Oy		
Subject of thesis	Exploitation of the JCAD RAKENNUS – MÄÄRÄT Software in Quantity Surveying		
Number of pages	70 + 3		

The JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT software designed for construction professionals was tested for the needs of the building contractors in this thesis. The aim was to offer a clear picture of the opportunities the electronic quantity surveying can allow for economical benefit and the saving of time. The objective was to examine both traditional and electronic models, and the number of document-based data and their range of possibilities, weaknesses and differences. Testing of the program was done by observing the measurement of the quantities needed during the contractors tendering and construction phases.

The program was tested using comparison objects. The testing was done using a small wooden detached house. The calculations of this item were first carried out in the documents based on the traditional quantity surveying and then the electronic quantity surveying program JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT. In addition, the program was tested by calculating several structures of the building that was generally more difficult for the quantity surveying. These structures were selected from various renovation and new construction sites. Finally, the results were compared and the operating characteristics of the program were analyzed.

The conclusion of this thesis was that the using JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT can enhance and speed up the calculation work and provide both financial and save time to the company. When one is aware of the risks and performs sufficient calculation checkups and comprehensively analyzes the results of the calculations, the program can be considered a reliable aid to electronic quantity surveying for the contractor.

Key words quantity surveying, electronic quantity surveying, tendering, nomenclatures, performance, element of construction

Special remarks A video presentation is available at <http://www.quanttos.fi/rakentaminen.htm>

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 MÄÄRÄLASKENTA OSANA RAKENNUSURAKKALASKENTAA	8
2.1 Nimikkeistöt joihin määrälaskenta perustuu	8
2.1.1 Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmä	9
2.1.2 Talo 2000 -nimikkeistöjärjestelmä	15
2.2 Perinteinen määrälaskenta	19
2.3 Tietomallipohjainen määrälaskenta.....	20
2.3.1 Suunnittelijoille asetettuja vaatimuksia	24
2.3.2 Tietomallipohjaisen määrälaskennan prosessi	25
2.4 Tietomallipohjaisen määrälaskennan ongelmakohtia.....	29
2.5 Määrälaskennasta tarjouslaskentaan.....	33
3 JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -OHJELMAN HYVÄKSIKÄYTTÖ TARJOUSLASKENTAVAIHEESSA	35
3.1 Ohjelman perustiedot.....	35
3.1.1 Ohjelmistolisenssit.....	36
3.2 Ohjelman käyttö	37
3.3 Määrien mittaus	38
3.4 Määräluettelon laadinta.....	41
3.5 Määräluettelon käyttö tarjouslaskennassa	42
3.6 Määrätietojen hyväksikäyttö rakennusvaiheessa	44
4 JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -OHJELMAN TESTAUS	46
4.1 Vertailukohteet.....	46
4.2 Perinteisellä ja sähköisellä laskentatavalla saadut mittaustulokset ja niiden vertailu	47
4.3 Laskennassa havaitut hyödyt.....	49
4.4 Ongelmallisten rakenteiden mittaaminen	52
4.4.1 Jatkuvien mittausrakenteiden sekä usean suoritteen samanaikainen mittaaminen.....	52
4.4.2 Monimuotoisten kattorakenteiden mittaus	57
4.4.3 Portaiden mittaus	59
4.4.4 Geometriset erikoistapaukset	60
4.5 Luotettavuus	62

4.6	Ajankäyttö	64
4.7	Quanttos Oy:n lupaamat hyödyt ja käyttäjän havainnot	65
5	JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	67
	LÄHTEET	69
	LIITE	70

1 JOHDANTO

Määrälaskenta muodostaa rakennushankkeen tiedonhallinnan perustan. Määrätietoja hyödynnetään hankkeen kaikissa vaiheissa, kuten kustannuslaskennassa, aikataulutuksessa, hankinnoissa ja kustannusraportoinnissa. Sähköisen määrälaskennan avulla määrätietoja voidaan tuottaa rakennushankkeen kaikkiin vaiheisiin. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää rakennuspuolelle suunnatun JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelman hyödynnettävyyttä urakoitsijan määrälaskennassa.

Suunnittelijoiden tekemien mallien hyödyntäminen antaa hyvät mahdollisuudet määrätietojen hankintaan suoraan cad-pohjaisista, pdf- tai piirretyistä rasterikuviin perinteiseen dokumentteihin perustuvaan laskentatapaan verrattuna. Erilaisia urakoitsijoiden käyttöön suunniteltuja määrälaskentaohjelmia on markkinoilla jo useita, mutta tässä työssä keskitytään toimeksiantajan Rakennus P. Jokelainen Oy:n pyynnöstä, Quanttos Oy:n JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmaan ja sen antamiin käyttömahdollisuuksiin määrälaskennassa.

Rakennusalan tarjouskilpailu on erittäin kovaa ja kilpailua on paljon. Määrälaskenta on urakkatarjousta laatiessa urakoitsijan kannalta eniten aikaa vievä vaihe. Urakkalaskentakohteita voidaan joutua tarjoamaan useita, ennen kun urakkatarjouksista edes yksi voittaa tarjouskilpailun. Useimmat urakoitsijat tekevät vielä tänä päivänäkin määrälaskennan perinteisellä laskentatavalla suoraan laskentadokumenteista. Laskentatapa on kokeneella ja ammattitaitoisella urakkalaskijalla hyvinkin tuottavaa, mutta usein myös aikaa vievää. Nykyään sähköiset määrälaskentaohjelmat voivat antaa mahdollisuuden nopeampaan ja luotettavaan määrälaskentaan, joka voi mahdollistaa osallistumisen useampaan tarjouskilpailuun yhden laskijan antamalla panoksella.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on antaa toimeksiantajalle selvä kuva sähköisen- ja tietomallipohjaisen määrälaskennan hyödyistä ja ongelmakohdista perinteiseen laskentatapaan verrattuna. Työn tarkoituksena on selvittää, miten määrälaskennan vaiheet eroavat perinteisestä laskentatavasta, millaista taloudellista hyötyä sähköisellä määrälaskennalla voisi olla, miten hankalaa sähköisen määrälaskentaohjelman käyttöönotto ja sen oppiminen ovat, pystytäänkö ohjelmalla saavuttamaan luotettavia määrätietoja tarjouskilpailua ajatellen, tuleeko

ohjelman kanssa ongelmia ja kuinka tehokasta laskenta sähköisellä määräohjelmalla on.

Toimeksiantaja tälle työlle on Rakennus P. Jokelainen OY. Yritys on vuonna 1978 perustettu rovaniemeläinen rakennusalan perheyritys, jonka pääasiallisena toimialana on rakennusurakointi. Yritys on suuntautunut vahvasti korjausrakentamisen puolelle, mutta tekee myös uudisrakentamista. Yhtiön toimialana on rakennusurakoinnin lisäksi kustannuslaskentaa, rakentamisessa tarvittavien teollisuustuotteiden edustusta ja myyntiä sekä rakennusvalvontaa. Yhtiö voi myös omistaa ja vuokrata kiinteistöjä ja käydä arvopaperikauppaa. Yrityksen on perustanut Paavo Jokelainen ja nykyisin toimitusjohtajana toimii Tero Jokelainen. Laskentapäällikkönä yrityksessä toimii Arto Uutela. Yrityksen liikevaihto oli viime vuonna 8,8 miljoonaa euroa.

2 MÄÄRÄLASKENTA OSANA RAKENNUSURAKKALASKENTAA

2.1 Nimikkeistöt joihin määrälaskenta perustuu

Eri määrälaskentaohjeita kehitettäessä on koottu Talo-nimikkeistöryhmän päätoimikunta urakoitsijoista, rakennuttajista, suunnittelijoista ja rakennusalan eri järjestöistä. Nämä asiantuntijat ovat kehittäneet määrälaskentaohjeet, joita ovat Talo 70, -80, -90 ja -2000 -määrälaskentaohjeet. Kyseisen päätoimikunnan tehtävänä on ylläpitää Suomessa kansallista rakennusalan nimikkeistöä sekä suorittaa ja teettää nimikkeistötutkimusta ja -kehitystyötä. Toimikunnan tehtävänä on myös seurata kansainvälistä nimikkeistökehitystä sekä edistää Talo-nimikkeistön laajaa käyttöönottoa Suomessa. (Rakennustieto Oy 2016.)

Määrälaskentaohjetta käytetään kohteen tyypistä, suunnitelmien valmiusasteesta ja määrälaskennan suoritustavasta ja suorittajasta riippumatta. Määrälaskennan nimikkeistöä on uusittu 2000 luvulle asti noin vuosikymmenen välein, jolloin nimikkeistö on uusiutunut lähes kokonaan. Keskeisimpiä talonrakennuksessa käytettäviä nimikkeistöjä ovat Talo 80- ja Talo 2000 -nimikkeistöt. Nimikkeistöt jakautuvat hankenimikkeistöihin, tuotantonimikkeistöihin ja rakennustuotteenimikkeistöihin. (Rakennustieto Oy 2016.)

Hankenimikkeistö koostuu rakennus-, tekniikka- ja rakenneosista sekä hanke- ja kiinteistö- ja käyttäjätehtävistä. Uudisrakentamis- tai korjausrakentamishankkeen hankelaskennassa ja hinnan määrittämisessä nimikkeistö sisältää myös hankeva-raukset. (Talo 2000 -hankenimikkeistö 2008.)

Tuotantonimikkeistö taas jakaa rakennus- ja tekniikkaosat suoritusten mukaisiin kokonaisuuksiin. Suoritusten sisältö määräytyy kulloinkin sovellettavasta tuotantotekniikasta ja käytettävissä olevista suoritusorganisaatioista. Siten nimikkeistön jaottelu muuttuu tuotantotekniikan ja yritystoiminnan muuttuessa. (Talo 2000 -tuotantonimikkeistö 2009.)

Rakennustuotteenimikkeistö luokittelee hyödykkeet, jotka asennetaan rakennukseen pysyvällä tavalla tai käytetään loppuun rakentamisen aikana. Kullekin luokalle on annettu numeerinen koodi ja otsikko. Talo-nimikkeistöryhmä suosittelee käytettäväksi koodin kahta ensimmäistä numeroa luokittelussa. Käyttäjät voivat

kuitenkin hanke- ja yrityskohtaisissa sovelluksissaan numeroida rakennustuotteet omien tarpeidensa mukaan. (Talo 2000 -rakennustuotenimikkeistö 2013.)

Nimikkeistöjen käytöstä sovitaan aina projektikohtaisesti. Rakennus- ja tekniikkaosatyytit täsmennetään nimikkeistöä käytettäessä (Kuvio 1) julkisella tunnuksetta ja hanke- tai yrityskohtaisella tyyppitunnuksetta. Alla olevassa kuviossa on erimerkki Talo 2000 -hankenimikkeistön käytöstä.

Rakennusosa	Tyyppi	Kuvaus
1232	VS401	Teräsbetoniseinä 180 mm
1241	US 409	Betonielementtiseinä, klinkkerilaattapinta 320 mm

Kuvio 1. Rakennus- ja tekniikkaosatyypin täsmäntäminen (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 4)

Tässä työssä käydään yksityiskohtaisemmin läpi Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmää, koska se on saanut rakennusurakoitsijoiden keskuudessa vahvimman aseman määrälaskennan ja määräluettelon järjestämisen perustaksi. Kyseinen nimikkeistöjärjestelmä on vielä tänä päivänä urakoitsijoilla laajasti käytössä oleva nimikkeistö. Tässä opinnäytetyössä käsiteltävässä JCAD RAKENNUS -MÄÄRÄT -ohjelmassa on myös kyseinen nimikkeistöjärjestelmä valmiina. Talo 2000 -nimikkeistöjärjestelmästä kerrotaan myös, koska se on nimikkeistöjärjestelmien uusin päivitetty versio, joka on myös laajasti käytössä oleva nimikkeistö.

2.1.1 Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmä

Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmä on laadittu aikaisempaa Talo 70 -järjestelmää kehittämällä ja säilyttäen sen periaatteet sekä rakenne entisellään. Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmän teoreettisilla määrillä ja kiinteillä mittaussäännöillä on pyritty yhtenäistämään määrälaskelmia ja vähentämään arviointia ja suunnittelua lueteloa määristä laadittaessa. Mittausperusteet ja yksiköt on valittu niin, ettei määrälaskijan tarvitsisi tehdä työmenetelmävalintoja. Näin ollen hinnoittelijan tehtä-

viin kuuluu työsuunnittelu. Määrät mitataan urakkaohjelman ja suunnitelma-asia-
kirjojen perusteella. Nimikkeeseen kuuluvat työt jotka käsittävät määrän ovat työt,
hankinnat ja varusteet apuaineineen, tarvikkeet ja aputyöt. Laskenta työmaan
käyttö- ja yhteiskustannuksista perustuu alustavaan työnsuunnitteluun ja urakka-
ohjelmaan. (Talo 80 -nimikkeistö, Yleisseloste 1984, 9.)

Talo 80 -järjestelmä perustuu neljän erillisen osanimikkeistön käyttöön. Osa-
nimikkeistöjä yhdistelemällä ja järjestystä vaihtelemalla niitä voidaan käyttää eri
käyttötarkoituksissa. Eri nimikkeistöt ovat

- rakentamisosanimikkeistö
- suoritusosanimikkeistö
- kustannuslajinimikkeistö
- kustannuseränimikkeistö.

Nimikkeistöjärjestelmän perusosan muodostavat rakentamisosat, suoriteosat ja
kustannuslajit. Kustannuserät ovat rakentamisesta aiheutuvia kokonaismääriä.
Esimerkiksi rakennustekniset työt ja sähkötyöt ovat omana kokonaisuutenaan.
(Talo 80 -nimikkeistö, Yleisseloste 1984, 9.)

Rakentamisosanimikkeistö käsittää rakennusosat 0–9 (Taulukko 1), joihin kuuluu

- 0 rakennuttajan kustannukset
- 1 maa- ja pohjarakennus
- 2 perustukset ja ulkopuoliset rakenteet
- 3 runkorakenteet
- 4 täydentävät rakenteet
- 5 pintarakenteet
- 6 kalusteet ja varusteet
- 7 konetekniset työt
- 8 työmaan käyttökustannukset
- 9 työmaan yhteiskustannukset.

Rakennuskohdetta eriteltäessä rakentamisosanimikkeistö (Taulukko 1) on en-
simmäinen ryhmittelyperuste. Rakentamisosakoodi on eripituinen eri pääryh-
missä. Pääryhmissä 2–4 ja 5 koodi on kaksinumeroinen, muissa pääryhmissä
rakentamisosaa on kolmenumeroinen. Pääryhmät 1–6 ovat rakennusteknisiä töitä,
pääryhmään 7 kuuluu konetekniset työt, joita ovat sähkö-, putki-, ilmanvaihtotyöt.
Pääryhmiin 0, 8 ja 9 kuuluvat rakennuttajan kustannukset (0) sekä työmaan

käyttö- (8) ja yhteiskustannukset (9). Rakennuttajan kustannukset käsittävät rakentamisen suunnittelusta, rakennuttamisesta, rahoituksesta ja markkinoinnista aiheutuvat kustannukset. Liittymismaksut ja esimerkiksi asunto-osakeyhtiön perustamisesta aiheutuvat kulut kuuluvat pääryhmään 0. Työmaan käyttö- ja yleiskustannukset käsittävät koko työmaata tai useita rakentamisosia ja suorituksia palvelevat työt, hankinnat ja kustannukset. Näitä ei erotella yksittäisille rakentamisosille tai rakennuksille. (Talo 80 -nimikkeistö, Yleisseloste 1984, 11–13.)

Taulukko 1. Talo 80 -rakentamisosanimikkeistö (Talo 80 -nimikkeistö, Määrälaskentaohje 1982, 112)

0 Rakennuttajan kustannukset	1 Maa- ja pohjarakennus	2 Perustukset ja ulkop. rakenteet	3 Runko- ja vesikattorakenteet	4 Täydentävät rakenteet	5 Pinta-rakenteet	6 Kalusteet, varusteet, laitteet	7 Kone-tekniiset työt	8 Työmaan käyttö-kustannukset	9 Työmaan yhteiskustannukset
01	11 Raivaus ja purku	21 Anturat	31	41 Ikkunat	51 Vesikate	61 Kalusteet	71 Lämpö-, vesi- ja viemäri-työt	81 Työn-alkai- set ra- kenteet	91 Työmaan hallinto
02 Rahoitus- kulut	12 Maan- kaivu	22 Perus- muurit, -palkit ja -pilarit	32 Kantavat välisei- nät ja pilarit	42 Erityis- ikkunat	52 Sisäsei- nien pin- taraken- teet	62 Varusteet	72 Ilman- vaihto- työt	82 Työnai- kaiset asen- nukset	92 Avusta- vat rakennus- työt
03 Suunnit- telu ja tutkimus	13 Louhinta	23 Kantava alapohja	33 Laatat ja palkit	43 Ovet	53 Sisäkatto- jen pinta- rakenteet	63 Laitteet ja koneet	73 Sähkö- työt	83 Työmaan koneet ja laitteet	93 Ulkomai- sen toi- minnan eri- tyiskus- tann.
04 Yhtiö- kulut, osuudet korvaukset	14 Pohjara- kenteet ja -vah- vistus.	24	34 Portaat	44 Erityis- ovet	54 Porras- huoneen pinta- rakenteet	64 Tilaryh- mäkalus- teet	74 Siirto- tekniikka	84 Työkoneet, työkalut ja -väli- neet	94 Talvi- lisätyöt
05 Rakennut- taminen ja val- vonta	15 Salaojat ja putki- johdot	25 Väestön- suoja- rakenteet	35 Ulko- seinät	45 Kevyet väli- seinät	55 Ulko- seinien pinta- rakenteet	65	75	85 Työmaan käyttö- tarvikkeet	95 Urakka- hinnan muutokset
06 Liittymis- maksut	16 Täyttö ja tiiv- vitys	26 Maan- varainen laatta	36 Ulkotasot ja par- vekkeet	46 Erityis- välisei- nät, jako- seinät	56 Lattian pinta- rakenteet	66	76	86 Käyttö- aineet ja energia	96 Sopimus- pohjaiset erityis- kustann.
07 Markki- nointi	17 Rakennus- alueen rakenteet	27 Erityis- rakenteet	37 Ullakko ja katto- rakenteet	47 Kaiteet, hoitota- sot ja -sillat	57 Erityis- tilojen pinta- rakenteet	67 Väestön- suoja- varusteet	77	87 Työmaa- kuljetuk- set	97 Työnteki- jöiden palkan- lisät
08 Ulkomai- set toimin- nan erityis- kustann.	18 Ulko- varusteet	28 Ulko- puoliset rakenteet	38 Tila- elementit	48 Hormit, tulisijat, kanavat, piiput	58 Maalaus, tapetointi	68	78 Rakennut- tajan hankinto- jen aput.	88 Ulkomaizer toiminnan erityis- kustann.	98 Työnteki- jöiden sos.kulut
09	19	29	39	49	59	69	79	89	99

Suoritusnimikkeistö on jaettu yhdeksään pääryhmään, jotka ovat

- muottityö
- rauditus ja betonityö
- metallityö
- muuraus, rappaus ja laatoitus
- 5 elementtityö
- 6 puutyö ja levytyö
- 7 lämmöneristys ja ääneneristys
- 8 vedeneristys ja kosteudeneristys
- 9 muut työt.

Suoritusnimikkeistön (Taulukko 2) jaotteluun on tarkemmin määritetty, millä alka-
vat numerot tarkoittavat mitäkin työtä. Esimerkiksi pääryhmän muottityöt alajaot-
telun numero 12 tarkoittaa levymuottityötä. Rakentamisosan alle jaotellaan suo-
ritenimikkeillä rakentamisosaan kuuluvat työt, suoritenimikkeitä on rakentamis-
osan alla useasta eri suoriteosan pääryhmästä. (Talo 80 -nimikkeistö, Yleisse-
lostte 1984, 14–15.)

Taulukko 2. Talo 80 -suoriteosanimikkeistö (Talo 80 -nimikkeistö, Määrälasken-
taohje 1982, 113)

1 Muottityö	2 Raudoitus ja betonityö	3 Metallija peltityö	4 Muuraus Rappaus Laatoitus	5 Elementtityö	6 Puu- ja levytyö	7 Lämmön ja äänen eristys	8 Veden ja kosteuden eristys	9 Muut työt
11 Lauta- muottityö	21 Raudoitus	31	41 Tiili- muuraus	51 Betoni- elementti- työ	61 Puurunko- työ	71 Pehmeä mineraa- livilla	81 Sively- eristys	91 Luonnon- kivityö
12 Levy- muottityö	22 Betonointi	32	42	52 Kevyt- betoni- elementti- työ	62 Levytyö	72 Kova mineraa- livilla	82 Bitumi- kermi- eristys	92 Lasi- levy- työ
13 Kasetti- muottityö	23 Betonin jälkityö	33 Teräs- runkotyö	43 Harkko- muuraus ja ladonta	53 Metall- elementti- työ	63 Puu- verhous	73 Ruisku- eristys	83 Muu kermi- eristys	93 Matto- työ
14 Suur- muottityö	24 Betoni- pintojen hionta	34	44	54 Tiili- elementtityö	64	74 Solu- muovi- eristys	84 Muovi- kalvo- eristys	94 Muovi- levy- ja profiili- työ
15 Pöytä- muottityö	25	35 Muoto- tankotyö	45 Ohut- rappaus	55	65 Rakennus- puusepänt- työ	75 Kevyt- sora- eristys	85 Valu- eristys	95 Maalaus ja tape- tointi
16 Kulma- ja tunneli- muottityö	26 Pinta- betoni- työ	36 Peltityö	46 Rappaus	56 Puu- elementti- työ	66 Listoitus	76 Kevyt- betoni- eristys	86 Metall- levy- eristys	96
17 Erityis- muottityö	27 Sementti- työ	37 Muoto- levytyö	47 Tasoite- työ	57 Element- tien jälkityö	67 Heloitus	77 Muu läm- mön ja äänen eristys	87	97
18 Muottien purku ja puhdistus	28 Betoni- massan valmistus	38 Muu metalli- työ	48 Laatoitus	58 Element- tien saumaus	68	78 Paperi- eristys	88	98
19	29	39	49	59	69	79	89	99

Kustannukset jaetaan seuraavalla tavalla

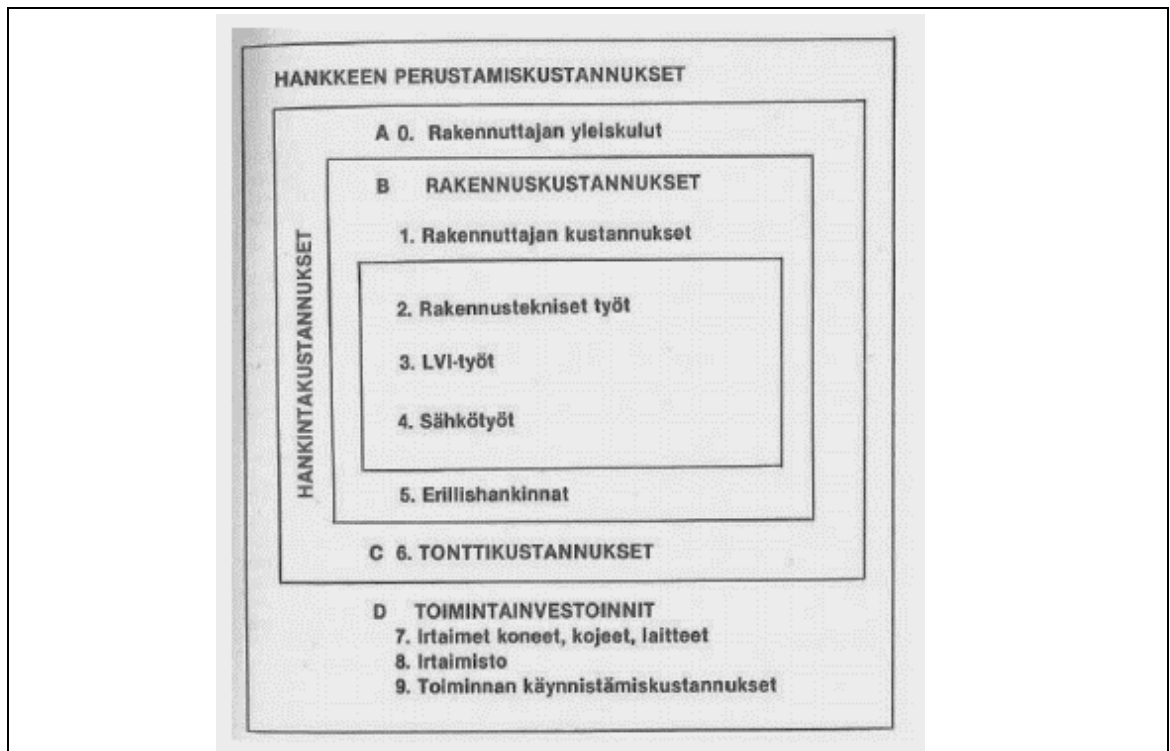
- työkustannukset
- ainekustannukset
- alihankintakustannukset
- omapalvelukustannukset
- muut kustannukset.

Työkustannuksiin kuuluvat kaikki välittömät ja välilliset korvaukset, jotka raken-
taja maksaa omille tunti- ja urakkapalkkaisille työntekijöilleen. Kuukausipalkkalai-
sia ei lueta työkustannuksiin. Ainekustannuksiin kuuluvat rakennusaineiden ja ra-
kennustarvikkeiden kustannukset. Näihin ainekustannuksiin ei kuitenkaan las-
keta mukaan tavaran toimittajan työmaalla tekemää työtä. Ainekustannuksiin las-
ketaan mukaan toimitukseen sisältyvä rahti, mutta siitä ei kuitenkaan vähennetä

käteisalennusta eikä jälkikäteen saatavaa paljousalennusta. (Talo 80 -nimikkeistö, Yleisseloste, 1984, 94–95.)

Ainekustannuksiin lisätään myös työstä aiheutuva menekkilisä eli hukka, jota ei siis huomioida määrissä. Alihankintakustannuksiin kuuluu ulkopuoliselle yritykselle, liikkeen- tai ammatinharjoittajalle työmaalla tehdystä työstä maksettava korvaus. Korvaukseen lasketaan mukaan myös työssä tarvittavien aineiden ja tarvikkeiden kustannukset. (Talo 80 -nimikkeistö, Yleisseloste, 1984, 94–95.)

Alihankintakustannuksista ei vähennetä mahdollisesti saatavia käteisalennuksia tai paljousalennuksia, vaan ne käsitellään alihankkijan laskun mukaan. Omapalvelukustannuksiin kuuluvat yrityksen sisäiset palveluiden ostot. Nämä kustannukset eivät aiheuta kassasta tai kassaan maksua. Sisäisiä palveluiden ostoja ovat esimerkiksi omien muottien käytöstä aiheutuneet kustannukset, omilla autoilla tapahtuneet kuljetukset ja omista laitteista ja koneista maksetut vuokrat. Muihin kustannuksiin lukeutuvat sellaiset kustannukset, jotka eivät sovi muihin kustannuslajeihin. Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi liittymismaksut, vakuutuskulut, rakennusaluevuokrat, sakot ja vahingonkorvaukset. (Talo 80 -nimikkeistö, Yleisseloste, 1984, 94–95.)



Kuvio 2. Hankkeen perustamiskustannusten erittely (Talo 80 -nimikkeistö, Yleisseloste, 1984, 17)

Kustannuserittelyn avulla pystytään helposti tarkastelemaan rakennushankkeen eri kustannuksia (Kuvio 2), kuten rakennuttajan yleiskuluja, rakennuskustannuksia, tonttikustannuksia ja toimintainvestointeja. Rakentamisosaj- ja suoriteosanimikkeistöt sisältävät vain rakennuskustannukset. Kustannuserittely kokoaa nämä kustannukset yhteenvedossa omiksi ryhmiksi. Tätä kustannuserittelyä voidaan hyödyntää esimerkiksi jälkilaskennassa, jossa nähdään kustannuserittelyiden tarkka sisältö. (Talo 80 -nimikkeistö, Yleisseloste 1984, 16–17.)

Määräluettelo laaditaan rakentamisosittain suoritusnimikkeen tarkkuudella. Määrät eritellään suoriteosan sisällä kustannuksiin vaikuttavan tekijän perusteella rakenteen, materiaalin, mittojen, työtavan tai tekijän mukaan. Talo 80 -järjestelmän mukaan määrät lasketaan teoreettisina määrinä määrälaskentaohjeen mittaus sääntöjen mukaan, lisäämättä hukkaa tai esimerkiksi kaivuryöstöjä. (Talo 80 -nimikkeistö, Yleisseloste 1984, 28.)

Talo 80 -määrälaskentaohjeen mukaan mitataan teoreettisia määriä kiinteillä mitaussäännöillä. Tällä tavalla pyritään yhtenäistämään määrälaskelmia ja vähentämään arvioinnin ja työsuunnittelun määrää määräluetteloa laadittaessa. Määristä ei yleensä vähennetä alle neliön aukkoja, ellei kyseessä ole jokin kallis pintarakenne esimerkiksi luonnonkivi, joka hankitaan teoreettisen määrän mukaan. Lasketut määrät sisältävät kyseisen nimikkeen tekemiseksi tarvittavat työt, alihankinnat, tarvikkeet ja niin edelleen. Jos määriä joudutaan arvioimaan, tulee arviointiperuste ilmoittaa määräluettelossa. Mitatut määrät tulee kirjata määrälueteloon kokonaislukuina korkeintaan kolmella merkitsevällä numerolla. (Talo 80 -nimikkeistö, Määrälaskentaohje 1982, 8–9.)

Hinnoittelu Talo 80 -määräluettelolle tehdään päivän hintaan eli kustannustason nousuvaraukset käsitellään erikseen tarjoustä tehtäessä. Kustannusarvio voi olla joko ennalta määritettyihin standardimenekkeihin ja kustannuksiin perustuva tai se voi olla kohdekohtaisesti hinnoiteltu. Kun määräluettelo tai kustannusarvio laaditaan Talo 80 -nimikkeistön mukaan, voidaan varmistua arvion peittävydestä. Kustannusarvion hinnoittelu perustuu panosten menekkeihin ja näiden hintoihin, ei pelkästään suoritteiden yksikkökustannukseen. Erillisen suoritteiden hinnoitte-

lussa ei oteta huomioon työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksia, vaan ne arvioidaan omina nimikkeinään omalla paikallaan. (Talo 80 -nimikkeistö, Yleisseloste 1984, 29–31.)

2.1.2 Talo 2000 -nimikkeistöjärjestelmä

Vuonna 2001 Talo-ryhmä aloitti Talo 90 -nimikkeistön uudistamisen sekä käyttöönottohankkeen, jonka tavoitteena oli saada yhteinen nimikkeistö Suomeen. Suurimman muutoksen nimikkeistö koki hankenimikkeistön ylärakenteen ja tuotantonimikkeistön sisällössä. Tämän jälkeen Talo 2000 -nimikkeistön osanimikkeistöiksi tulivat:

- hankenimikkeistö (rakennusosat ja tekniikkaosat hanke-, kiinteistö- ja käyttäjätehtävät sekä hankevaraukset)
- tuotantonimikkeistö (tuotantonimikkeet) 20
- panoslajit (työpanos, rakennustuotteet, aliurakka, erityiskalusto ja yritystehtävät)
- rakennustuotenimikkeistö (rakennustuotteet)
- kalustonimikkeistö (rakennuskalusto). (Talo 2000 -nimikkeistö, Yleisseloste 2008, 6–9.)

Hankenimikkeistöä käytetään sekä rakennushankkeen kokonaisnimikkeistönä, että rakennusosien ja tekniikkaosien osalta valmiin rakennuksen kuvauksena suunnittelussa ja kiinteistönpidossa. Hankenimikkeistö erotellaan:

- rakennusosiin
- tekniikkaosiin
- hanketehtäviin
- kiinteistötehtäviin
- käyttäjätehtäviin
- hankevarauksiin.

Rakennusosien ja tekniikkaosien tarkennuksessa käytetään hyväksi rakennustuotenimikkeistöä. Määrälaskennassa rakennusosat jaetaan tuoteosiin, joille määrät mitataan. Hankenimikkeistössä erotellaan alue-, talo-, tila- ja tekniikkaosat. Tällä osittelulla erotellaan elinkaareltaan ja määräytymiseltään erilaiset osat rakennushankkeessa. Osittelulla tuetaan avointa rakentamista ja elinkaarinäkemystä, tilahallintoa kustannusten kohdistamisessa ja korjaustöiden kohdistamista. Näissä tehtävissä tilaosat erotetaan talo-osista. Tilaosissa toiminnot ja käyttäjät vaihtuvat aiheuttaen nopeamman muutostarpeen kuin talo-osissa, jotka

ovat pitkäikäisempiä. Tarkoituksena on, että myös suunnittelu ja rakentaminen kohdistuisivat talo-osiin ja tilaosiin erikseen. Hanketehtäviä käytetään rakentamisen hallinnossa, kustannuslaskennassa, tehtävien suunnittelussa ja tuotannossa. Erottelemalla tehtävät päästään organisointi- ja toteutusmuotovapaaseen nimikkeistöön. (Talo 2000 -nimikkeistö, Yleisseloste 2008, 12.)

Tuotantonimikkeistöjen käyttötarkoituksena on jakaa rakennus- ja tekniikkaosat suorituksen mukaisiin kokonaisuuksiin. Suoritusten sisältö määräytyy kulloinkin sovellettavasta tuotantotekniikasta ja käytettävissä olevista suoritusorganisaatioista. Siten nimikkeistön jaottelu muuttuu tuotantotekniikan ja yritystoiminnan muuttuessa. Tuotantonimikkeiden tehtäväsisällön perustana on yritystoiminta tilaajan ehdoin valmiiksi tulokseksi. Nimikkeet sisältävät aina kaikki työvaiheet valmiin tuotteen tai toimituksen aikaan saamiseksi asiakirjojen edellyttämään tasoon. Nimikkeisiin sisältyvät siten rakennustuotteet, työsuoritus, asennustuotteet, tarvittava erityiskalusto ja nimikkeen edellyttämät yrityspalvelut (työmaakate). Suurimmassa osassa nimikkeitä on vallitsevan hankintatavan vuoksi rakennustuotetoimitus erotettu omaksi ryhmäkseen. Samoin on eroteltu omaksi ryhmäkseen työtä koskevaan tuotantonimikkeeseen yleensä sisältyvät asennustuotteet eli muiden tuotteiden ja materiaalien kuin asennettavien rakennustuotteiden toimitus. Nimikkeistössä käytetään käsitettä rakennustuote, joka kattaa materiaalit, aineet, tarvikkeet ja valmisosat. (Talo 2000 -tuotantomäärien mittausohje 2010, 3.)

Tuotantonimikkeistö erittelee rakennushankkeen hankintoihin, toimituksiin ja tehtäviin ja työlajeihin hankinnan ja tuotannon näkökulmasta. Tuotantonimikkeiden erittelyssä käytetään pienimpiä käytännössä esiintyviä toimituskokonaisuuksia. Tuotantonimikkeistön nimikkeet on nimetty rakentamiseksi eikä työksi, kuten Talo 80- ja Talo 90 -järjestelmissä. Tämä johtuu siitä, että niiden tuloksena on valmis rakenne. Tuotantonimikkeen tiedot ovat hintatietoja ja sisältävät asennustyön ja avustavat työt, rakennustuotetoimituksen ja asennustuotteet, erityiskaluston ja yritystehtävät. Tuotantonimikkeiden tiedot mahdollistavat sisällöltään erilaiset hankinnat tai tehtävät. (Talo 2000 -nimikkeistö, Yleisseloste 2008, 13.)

Tuotantonimikkeistöä käytetään tuotantoluetteloissa ja -laskelmissa, hankintaluetteloissa sekä tehtävälueelloissa ja -laskelmissa. Tuotantonimikkeitä ja rakennusosanimikkeitä on tarkoitettu käyttää yhdessä, suorituksen kohde kuvataan rakennusosalla ja rakennusosan sisältö kuvataan tuotantonimikkeellä. Nimikkeistöjen järjestys voi vaihdella käyttötarkoituksen mukaan. (Talo 2000 -nimikkeistö, Yleisseloste 2008, 13.)

Panosnimikkeistöt erittelevät rakennustuotannon panoslajeihin, jotka toimivat rakennustuotannon hinnoitteluperusteena. Panosnimikkeistöt ovat:

- työpanos
- rakennustuotteet
- aliurakkapanos
- kalusto
- yritystehtävät.

Kalustopanokset eritellään käyttämällä kalustonimikkeistöä. Työpanos ja aliurakat eritellään käyttämällä tuotantonimikkeistöä. Talo 2000 -järjestelmässä panoslajit ovat käytännössä samat kuin Talo 90 -järjestelmässä, nimet ovat vain muuttuneet. (Talo 2000 -nimikkeistö, Yleisseloste 2008, 14.)

Rakentamiseen käytettävät hyödykkeet ryhmitellään tuoteryhmiin rakennustuotteenimikkeistöllä. Rakennustuotteita ovat kaikki rakentamiseen käytettävät hyödykkeet, jotka jäävät pysyviksi osiksi rakennusta. Käyttöaineita ja käyttötarvikkeita, jotka eivät jää pysyväksi osaksi rakennusta, kutsutaan Talo 2000 -järjestelmässä palveluiksi. Tuotteet jaetaan asennettaviin tuotetoimituksiin ja tuotteiden asennuksessa ja kiinnityksessä käytettäviin asennustuotteisiin. Rakennustuotteenimikkeistö on yhdenmukainen rakennustuotekauppa RASI käyttämän nimikkeistön kanssa. Rakennustuotteet yksilöidään todellisella nimellä tai EAN-koodilla. (Talo 2000 -nimikkeistö, Yleisseloste 2008, 14.)

Talo 2000 -nimikkeistöjä käytetään myös Talonrakennuksen kustannustietojärjestelmässä, jota käytetään tavoitehintaja rakennusosa-arvioiden laadinnassa. Tavoitehintaja rakennusosa-arviot ovat tarkoitettu rakennushankkeen alkuvaiheen karkeaan laskentaan, jolloin tarvitaan suuntaa antava kustannusarvio suunnitteilla olevasta rakennuksesta. (Talonrakennuksen kustannustieto 2015, 14.)

Seuraavassa on esitetty tuotantonimikkeille yhteiset sisältöä ja toimintaa koskevat periaatteet. Periaatteita ei ole toistettu nimikkeiden yhteydessä, joten tuotantonimikkeistöä käytettäessä näitä periaatteita on noudatettava. (Talo 2000 -tuotantomäärien mittausohje 2010, 3–4.)

Rakennustuotetoimitukseen kuuluu

- valmistus tuotteeseen liittyvine asennus- ja kiinnitysosineen ja tuotteen sisältäessä talotekniikan osia taloteknisine asennuksineen
- toimitus tuotteen tai materiaalin edellyttämällä tavalla suojattuna työmaalle
- purkaminen työmaalla työmaajohdon osoittamaan paikkaan sekä suojaaminen ja kuljetusjätteiden poisto.

Työsuoritukseen kuuluu

- työsuorituksen edellyttämä työnjohto ja laadunvarmistus
- tuotteen tai materiaalin tarkastus, vastaanotto, välivarastointi, lämmitys, suojaus ja siirto
- rakentamis- ja asennussuunnitelman ja -aikataulun teko sekä viranomais hyväksynnän hankinta
- mittausten ja liitoskohtien tarkistusmittausten suoritus, peittyvissä rakenteissa työaikaisten lisäelinten merkitseminen sekä tarvittavien liikunta- ja työsaumojen teko
- työn tulosten kiinnitys ympäröiviin rakenteisiin näistä aiheutuvien rakenteiden vahvistuksineen sekä kannatusten, lisätukien ja muiden vastaavien teko kiinnitystarpeen mukaan
- suunnitelmien mukaisten tartuntojen asennus
- mallihuoneen, mallien ja malliasennusten teko
- muihin tuotantonimikkeisiin sisältyvien tuotteiden kuten ankkureiden, luukkujen, säleikköjen, kehysten, palopeltien, tärinävaimentimien ja läpivientien asennus ja kiinnitys mahdollisine vahvistuksineen
- tilarakenteisiin tehtävien suunnitelmien mukaisten reikien, syvennysten, urien teko, mikäli ne voidaan toteuttaa rakenteen teon aikana
- rakenteeseen tai tuotteeseen kiinnittyvän rakenteen tarvitsemien reikien ja varauksien teko, joita ei ole voitu toteuttaa rakenteen teon aikana
- työturvallisuuden edellyttämien väliaikaisten rakenteiden ja asennustelineiden sekä työsuorituksen tekemisessä tarvittavien tuintojen ja rakennelmien teko, telineiden, nostoelinten ja suojausten poisto sekä jätteiden kokoaminen työmaalla työmaajohdon osoittamaan paikkaan
- valmiiden rakenteiden jälkityöt ja puhdistus lopullisen työn tuloksen tai seuraavien tuotantonimikkeiden edellyttämään kuntoon
- työhön sisältyvien laitteiden säädöt ja mittaukset sekä korjaukset.

Asennustuotteisiin kuuluu

- suunnitelmien mukaiset tartunnat
- rakenteeseen tai tuotteeseen kiinnittyvien laitteiden ja kojeiden kiinnikkeet ja kannakkeet

- olemassa olevien, keskeneräisten ja valmiiden rakenteiden suojausmateriaalit ja -tarvikkeet
- toimitettavan tuotteen tai materiaalin asennuksessa, kiinnityksessä, saumauksessa, tilkitsemisessä, tiivistämisessä ja paikkauksessa käytettävät osat, tarvikkeet ja aineet
- työssä tarvittavien väliaikaisten telineiden, muottien, tukirakenteiden ja ohjaajien osat, tarvikkeet ja materiaalit
- tuotteeseen tai materiaaliin liittyvän alustan, pinnan ja liitoskohdan pohjustuksessa, tasauksessa, silotuksessa ja vahvistuksessa tarvittavat aineet ja materiaalit
- liikunta- ja työsaumojen materiaalit, ympäröiviin rakenteisiin liittymisessä tarvittavat materiaalit.

Talo 2000 -hankenimikkeistön Rakentamisen johtoa ja Työmaatehtäviä koskevat nimikkeet sisältävät ne rakennuspaikalla toimimisen palvelut ja tehtävät, jotka eivät suoranaisesti liity yksittäisten rakennustuotteiden toimitukseen tai asennukseen rakennus- tai laiteosiksi. Näin ne palvelevat työmaata kokonaisuutena tai useita työlajeja. Siten tuotantonimikkeiden suoritussisältöön eivät sisälly hankenimikkeistön nimikkeet eikä Talo 2000 yleiskalusto, ellei niitä ole erikseen osoitettu tehtäväksi tuotantonimikkeen suorituksen yhteydessä. (Talo 2000 -tuotantomäärien mittausohje 2010, 3.)

2.2 Perinteinen määrälaskenta

Perinteisessä dokumentteihin perustuvassa määrälaskennassa suunnitteludokumentit ovat usein hajallaan eri dokumenteissa ja tekee suunnittelutiedon hyödyntämisestä haastavaa. Perinteistä määrälaskentaa on suoritettu suoraan paperikuvista mittaamalla erilaisten apuvälineiden avulla. Tässä laskentatavassa laskennan tarkkuus on suoraan riippuvainen määrälaskijan työsuorituksen tarkkuudesta. Dokumentteihin pohjautuvassa määrälaskennassa tehdään myös runsaasti manuaalista työtä, mikä voi rajoittaa tehokasta, eri suunnitteluvaihtoehtojen kustannusvaikutusten vertailua. Myös mahdollisten laskentavirheiden toteaminen on vaikeaa, koska ainoastaan määrälaskija itse on tietoinen tekemistään yksinkertaistuksista ja oletuksista. Suurin ongelma dokumentteihin perustuvassa määrälaskennassa on suunnittelutiedon hajanaisuus. Määrälaskijan täytyy perehtyä perusteellisesti kohteeseen, mikä on haastavaa pelkkien tasopiirustusten pohjalta. (Teittinen 2009, 4.)

Perinteisesti määrälaskenta tehdään mittaamalla määrät paperidokumenteista tai sähköisistä kuvista. Perinteisessä määrälaskennassa mittauksen apuvälineenä on käytössä suhdeviivain etäisyyksien mittaamiseen. Pinta-aloja laskettaessa planimetri on usein käytössä ollut apuväline. Digitointipöytä on myös ollut hyvä perinteisen määrälaskennan apuväline. Tietokoneen kanssa digitointipöydän avulla on voitu laskea aloja ja piirejä. Se on apuvälineenä myös nykyään käytössä olevissa sähköisissä määrälaskentaohjelmissa. (Quanttos Oy 2016c.)

Laskennan apuvälineenä perinteisessä laskentatavassa käytetään pääsääntöisesti Exceliä tai muuta taulukkolaskentaohjelmaa, jolla laskutoimitukset suoritetaan. Tämän jälkeen tiedot kerätään johonkin käytössä olevaan määrälaskentaohjelmaan. (Quanttos Oy 2016c.)

Nimikkeistöjärjestelmistä perinteisen määrälaskennan perusteena on käytössä ollut yleisimmin Talo 80 -nimikkeistö, jota varsinkin urakoitsijat vielä käyttävät sen selkeyden vuoksi. Määrälaskennassa määräluettelo kootaan halutun nimikkeistöjärjestelmän mukaiseksi. Nimikkeistöjärjestelmä onkin kattava kuvaus siitä, miten määräluettelorivit tulee järjestää määrälaskennassa. Talo 80 -nimikkeistön jälkeen kehitetty uudempi Talo 2000 -nimikkeistöjärjestelmä ei ole saanut kovinkaan jalansijaa suomalaisissa rakennusliikkeissä.

Perinteisessä dokumentteihin perustuvassa määrälaskennassa määräluettelot ovat muodostettu siten, että laskentatulokset on koottu luetteloon, joka on tulostettu paperille. Lisäksi luettelot on siirretty käytössä olevaan kustannuslaskentaohjelmaan tiedostomuodossa. Näitä tiedostomuotoja on useita, mutta tyypillisimmät ovat erilaiset Excel – ACII-tiedostot. Tyypillinen havaittu ongelma näille tulosteille on kuitenkin osittainen alkuperäisen tiedon katoaminen. Tyypillisimmillään tiedon lähde katoaa ja määrien erittely ei enää ole tarkkaa. (Quanttos Oy 2016c.)

2.3 Tietomallipohjainen määrälaskenta

Rakennuksen tietomallien avulla määrälaskentaa on mahdollista tehostaa ja määrätietojen käyttöä voidaan hyödyntää huomattavasti erilaisissa päätöksentekotilanteissa. Määrien manuaalinen mittaaminen piirustuksista voidaan korvata määrien tietokoneavusteisella mittaamisella mallista. Määriä voidaan mitata niin

arkkitehdin, rakenne- kuin talotekniikan tietomalleista ja niiden yhdistelmämallista. Rakennuttajilla, suunnittelijoilla, urakoitsijoilla ja tuoteosatoimittajilla on mahdollista hyödyntää määrälaskentaa uusista näkökulmista. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 2.)

Tietomallipohjaista määrälaskentaa käytetään pääsääntöisesti rakennuksen suunnitteluvaihe aikaisessa määrälaskennassa. Rakennusvaiheaikaisessa määrälaskennassa tietomallipohjainen määrälaskenta ei ole vielä kovinkaan yleistynyt. Uudisrakentamispuolella tietomallipohjainen määrälaskenta on jo jonkin verran urakoitsijoidenkin hyödynnettävissä rakentamisvaiheaikaisessa määrälaskennassa. Korjausrakentamisessa tämä on kuitenkin harvinaista.

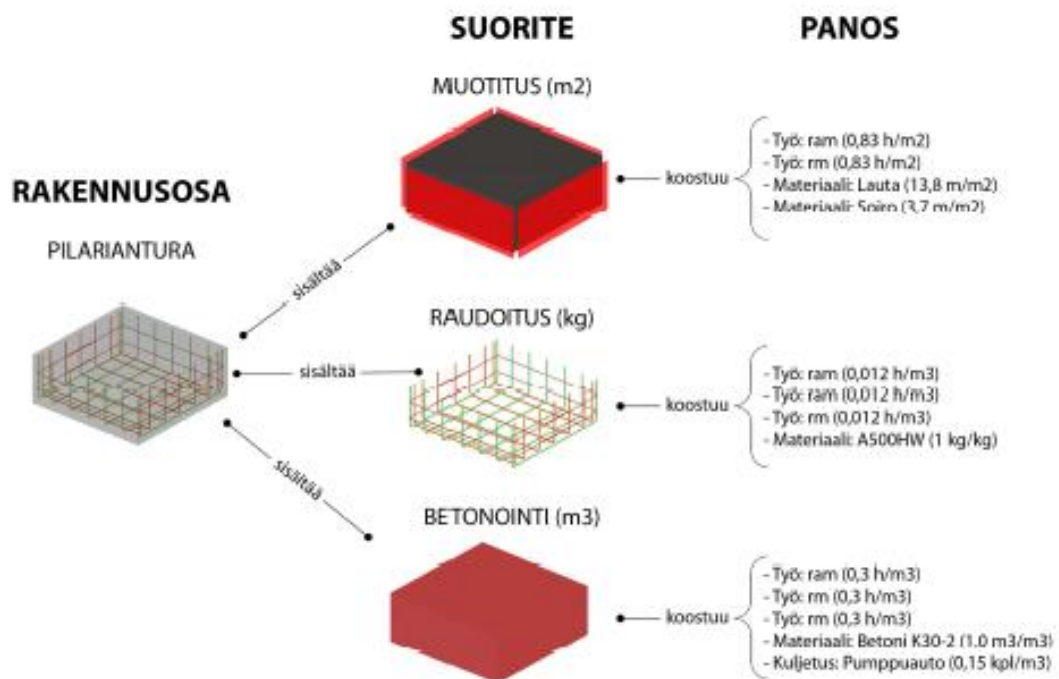
Tietomalleihin perustuva toiminta muuttaa määrälaskijan työtä merkittävästi, rutiinityö vähenee ja samalla ammattitaidon vaatimus kasvaa. Määrälaskijasta tulee yhä vahvemmin määräasiantuntija. Rakennuksen tietomalli ei kuitenkaan ratkaise tyhjentävästi määrälaskentaan liittyviä kysymyksiä, eikä mallista voida laskea kaikkia hankkeen aikana tarvittavia määrätietoja. Määräasiantuntijan ammattitaitoa tarvitaan edelleen laskennan lähtötietojen ja lähtömateriaalin arvioinnissa, laskennan kattavuuden varmistamisessa, vaihtoehtojen esille tuomisessa ja tulosten jäsentämisessä. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 2.)

Rakennuksen tietomalli sisältää tietoa rakennuksesta. Tieto on jäsennelty jonkin sovitun formaatin mukaisesti ja se on käsiteltävissä tietokoneella. Rakentamisessa on aina mukana useita osapuolia ja tietomallipohjaisen suunnittelun yhtenä tavoitteena onkin mahdollistaa eri suunnittelualojen tehokas yhteistyö. Jotta tietoa pystytään tehokkaasti siirtämään eri osapuolten välillä, on tehtävä sopimuksia tiettyjen yhtenäisten formaattien käytöstä. Eri osapuolten tietomallien sovittamiseksi on sovittu käytettävän IFC-tiedonsiirtoformaattia (Industrial Foundation Classes). IFC on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistöpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön. (Teittinen 2009, 5.)

Tietomallien ja perinteisten CAD-suunnitteluohjelmien välinen oleellinen ero on siinä, mitä mallinnetaan. Tietokoneella piirretty piirustus on myös tietomalli, joka sisältää viivojen, neliöiden ja ympyröiden ominaisuuksia. Geometriaa voidaan

myös mallintaa perinteisillä CAD-ohjelmilla. Tällöin tietomalli sisältää tiedot esimerkiksi mallinnettujen kuutioiden tilavuuksista ja pinnoista. Pelkän geometrian mallintaminenkaan ei tuo paljonkaan lisäarvoa rakentamisen kannalta. Rakennuksen tietomalli sisältää tietoja eri rakenneosista, kuten pilareista, palkeista ja laatoista. Tietomallipohjaisilla suunnitteluovelluksilla saadaan tuotettua suunnittelun määrätietoa, joka tulee rakennustuotannon tarpeita varten muuttaa tuotannon määrätiedoksi. Tämä tapahtuu tuoterakenteiden avulla. (Teittinen 2009, 5.)

Tietomallipohjaisen määrä- ja kustannuslaskennan perusajatuksena on tuoterakennekirjastojen hyödyntäminen. Tuoterakennekirjastot sisältävät tyyppirakenteiden tuoterakenteet. Tuoterakenteesta käytetään yleisesti myös käsitettä resepti (Kuvio 3). Rakennusosa sisältää suoritteita, jotka koostuvat panoksista. Panoksille määritetään hinnat, joista muodostuvat koko rakennusosan kustannukset. Rakenteiden määrätiedot voidaan hakea tietomallista joko rakennusosa- tai suoritetasolle. Määrätiedot voidaan hakea esimerkiksi arkkitehdin tietomallista rakennusosatasolle ja rakennesuunnittelijan tietomallista suoritetasolle (Teittinen 2009, 6.)



Kuvio 3. Esimerkki tuoterakenteesta (Teittinen 2009, 6)

Tietomallipohjaisia määrälaskentamenetelmiä ovat tunnuslukupohjainen laskenta, tilapohjainen laskenta, alustava rakennusosalaskenta, rakennusosalaskenta, suoritelaskenta ja sijaintikohtainen laskenta. Rakennushankkeen aikaisessa vaiheessa puhutaan tunnuslukupohjaisesta laskennasta, joka perustuu yleensä pelkästään arkkitehdin tilamalliin. Tunnuslukupohjaisen laskennan tuloksena saadaan peruslukuja, kuten bruttoala, tilavuus ja julkisivun pinta-ala. Tällä alkuvaiheen laskennalla voidaan tutkia hankkeen suunnitteluratkaisun tehokkuutta ja toimivuutta. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 4.)

Tilapohjaisessa laskennassa käytetään arkkitehdin tilamallia. Mallista saadaan laskettua tilojen pinta-aloja tilatyypeittäin laajuuslaskelmana. Tilatyypeille voidaan määrittää neliökustannukset, jolloin laskelmia voidaan käyttää tavoitehinnan arvioinnissa ja suunnittelun ohjauksessa. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 4–5)

Alustavasta rakennusosalaskennasta puhutaan, kun se tehdään alustavasta rakennusosamallista. Laskenta antaa rakennusosien määriä mallissa olevien rakennus- ja tekniikkaosien perusteella. Laskennassa tuotettua rakennusosamääräluetteloa voidaan hyödyntää esimerkiksi suunnittelun ohjauksessa, kustannusarvioinnissa, alustavassa rakennusaikataulun tekemisessä sekä kohteen toteutusratkaisujen arvioinnissa. Rakennusosalaskenta on tarkempaa kuin alustava rakennusosalaskenta, koska se tehdään rakennusosamallista, joka sisältää täsmälliset tyyppitiedot rakenteista. Lisäksi määrälaskennassa on käytössä rakennesuunnittelijan yleissuunnitteluvaiheen tai hankintoja palveleva rakennemalli ja mahdollisesti myös talotekniikkasuunnittelijan järjestelmämalli. Rakennusosalaskennasta saadaan rakennusosamäärien lisäksi suoritteiden määriä. Rakennusosalaskentaa voidaan hyödyntää alustavan rakennusosalaskennan tavoin, mutta tarkemmin. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 5.)

Tuotannon toteutuksen suunnittelussa ja aikataulutuksessa käytetään suoritelaskentaa, jonka tarkkuustaso vastaa rakennusosalaskentaa. Määrälaskennan käytössä ovat rakennusosamalli, rakennesuunnittelijan hankintoja palveleva rakennemalli ja toteutussuunnittelun rakennemalli. Lisäksi käytössä on talotekniikkasuunnittelijan järjestelmämalli. Laskenta perustuu täydellisiin tuoterakenteisiin,

jolloin malleista saadaan määrätietoa suoritetasolla. Hankinta ja tuotanto hyödyn-
tävät sijaintikohtaista laskentaa. Siinä laskenta suoritetaan jollain edellä maini-
tulla laskentamenetelmällä, mutta se kohdennetaan johonkin rakennuksen tiet-
tyyn osaan. Määriä voidaan laskea esimerkiksi lohkoittain, kerroksittain tai tila-
ryhmittäin. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 5.)

2.3.1 Suunnittelijoille asetettuja vaatimuksia

Määrälaskennan tarkkuus riippuu ratkaisevasti käytettävissä olevien suunni-
telma-asiakirjojen tasosta. Määrälaskijalta ei tulisi koskaan edellyttää rakennus-
tai rakennesuunnittelua eikä rakennusosien tai suoritteiden laadun tai vaatimus-
tason valintaa. Siten vähimmäisvaatimuksena yksityiskohtaista määräluetteloa
varten tulisi käytettävissä olla pääpiirustus-tasoiset suunnitelmat, täydellinen ra-
kennusselitys liitteineen ja suunnitelmat perusrakenteista. Luonnossuunnitel-
mien kustannusarviointiin tulisikin käyttää siihen erityisesti kehitettyjä rakennus-
osapohjaisia menetelmiä, ei yksityiskohtaista määrälaskentaa. (Talo 80 -nimik-
keistö, Määrälaskentaohje 1982, 8–9.)

Määrälaskennan näkökulmasta mallin tärkein ominaisuus on johdonmukaisuus.
Tämä tarkoittaa, että kaikki rakennus- ja tekniikkaosat on mallinnettu projektikoh-
taisten vaatimusten mukaan ja käytetty mallinnustapa on dokumentoitu tietomal-
liselostukseen. Toinen mallien tärkeä ominaisuus on mallien tarkkuustaso, joka
on määritelty mallintamisen tilauksen yhteydessä. Tarkkuustasot on kuvattu
suunnittelualoja käsittelevissä mallinnusvaatimuksissa. Mallin tarkkuustaso mää-
rää mallista saatavien määrien tarkkuustason. Kun arkkitehti-, rakenne- tai talo-
tekniikkamalli on mallinnettu samalle tarkkuustasolle koko rakennuksessa, mää-
rämittaustilanne on selkeä ja mallin määrätiedot voidaan arvioida yksiselitteisesti
suhteessa mallin tarkkuustasoon. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrä-
laskenta 2012, 2–3.)

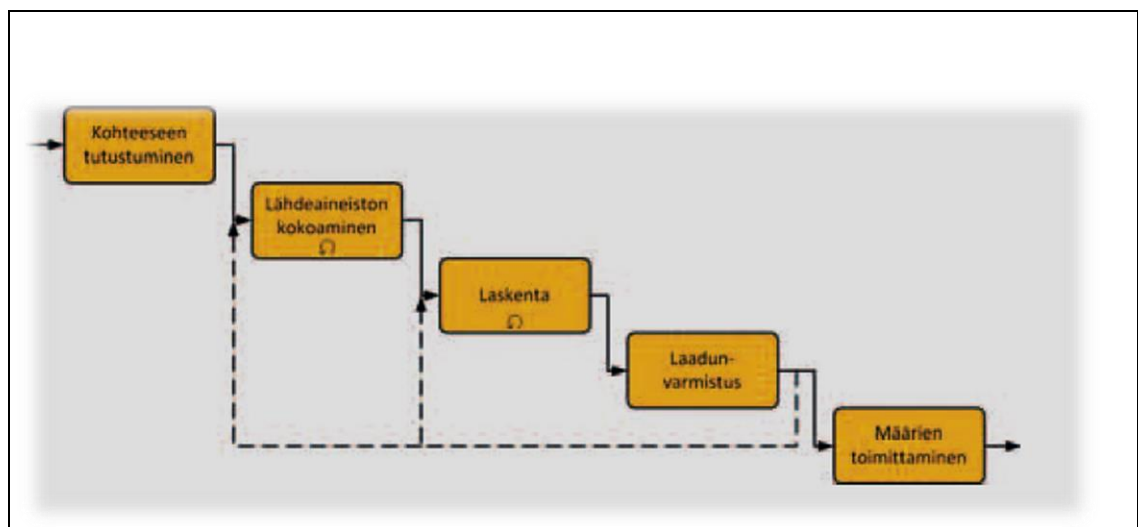
Suunnitteluvaihe, suunnittelun eteneminen ja esimerkiksi suunnittelu lohkoittain
määrittelevät mallin tarkkuustasoa. Tietomallin sisältö täydentyy suunnitteluvai-
heittain. Määrälaskennassa yleisohjeena on periaate, jossa määrätiedot laske-
taan vaiheittain siitä mallista, missä tietosisältö on täsmällisin, tarkin ja kattavin.
Joskus on järkevää mallintaa osa rakennuksesta muita osia tarkemmin tai viedä

sovitut muutokset ensin vain osaan mallista. Tällöin määrälaskennassa voidaan käsitellä mallin tarkempaa tai päivitettyä osaa ja käyttää kertoimia koko rakennuksen määrien selvittämiseksi. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 2–3.)

Selkein tunnistetieto rakennusosissa on rakennetyyppi, mutta tunnistamiseen voidaan käyttää mitä tahansa rakennusosalla olevaa tietoa, kuten seinän korkeutta. Esimerkiksi seinien rakennetyyppi tai ilmanvaihdon kanavatyyppi pitää tunnistaa, koska kokonaismäärät lasketaan summaamalla yksittäisistä määristä. Toinen esimerkki on erikorkuiset puurakenteiset seinät, jotka arkkitehdin näkökulmasta ovat samaa tyyppiä, mutta tuotannon näkökulmasta voivat olla rakenteeltaan erilaiset, jolloin ne ovat määrälaskennan näkökulmasta erityyppisiä. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 3.)

2.3.2 Tietomallipohjaisen määrälaskennan prosessi

Rakennuksen tietomalleista tehtävän määrälaskennan prosessi (Kuvio 4) eroaa monin osin perinteisestä tai sähköisestä suunnitteludokumentteihin perustuvasta määrälaskennan prosessista. Tietomallipohjaisessa määrälaskennassa laskentaa tehdään suoraan suunnitteluohjelmistoilla tuotetuista arkkitehdin tai rakennesuunnittelijan malleista, niihin soveltuvilla suunnitteluohjelmistoilla, kuten esimerkiksi Cads Planner, Archicad tai Tekla Structures. Kuviossa 4 on esitetty prosessi, joka luo edellytykset mallipohjaisen määrälaskennan onnistumiselle.



Kuvio 4. Tietomallipohjaisen määrälaskennan prosessi (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 5)

Varsinainen kohteeseen tutustuminen tehdään kerran ennen ensimmäistä laskentaa. Mallin avulla kohteen laajuus ja muut ominaispiirteet on helpompi sisäistää. Mallin lisäksi on syytä tutustua kohteen muuhun materiaaliin, esimerkiksi rakennusselostukseen ja keskustella suunnittelijoiden kanssa. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 5.)

Seuraava vaihe on lähdeaineiston kokoaminen. Ennen jokaista laskentaa on koottava laskennan lähdeaineisto ja varmistuttava siitä, että kaikista aineiston sisältämistä tiedostoista on käytössä oikea versio. Projektikohtaisesti on sovittava ja selvitettävä, käytetäänkö laskennassa yhden vai useamman suunnittelualan malleja. Jos käytetään useamman suunnittelualan malleja, pitää selvittää, mitä määriä lasketaan kustakin mallista. Esimerkiksi lasketaanko kantavat rakenteet rakennesuunnittelijan mallista ja ovet sekä ikkunat arkkitehdin mallista. On selvitettävä, jakautuuko jokin suunnittelualan malli useampaan osaan malliin ja käytetäänkö laskennassa suunnittelijan alkuperäistä mallia vai siitä tuotettua IFC-mallia. Mikäli laskennassa käytetään suunnittelijan alkuperäistä mallia, pitää varmistua siitä, että aineistosta löytyvät kaikki tarvittavat kirjasto-osat ja ulkoiset viitteet ja että malli avautuu ongelmitta laskijan ohjelmistoilla. Lisäksi on selvitettävä mallista laskettavan määrätiedon kattavuus, eli mitkä nimikkeet ovat laskettavissa mallista ja mitkä on laskettava muilla menetelmillä. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 6.)

On selvitettävä, onko koko malli mallinnettu samalle tarkkuustasolle ja lasketaanko määriä koko mallista vai ainoastaan osasta mallia. Malli saattaa sisältää esimerkiksi määrälaskennan ulkopuolelle jääviä rakennus- ja tekniikkaosia, tiloja, varusteita ja kalusteita. Silloin on selvitettävä, voidaanko laskentaan sisällytettävät ja sen ulkopuolelle jäävät tietomallin osat tunnistaa esimerkiksi nimeämissääntöjen, visualisointien ja/tai kuvatasoyhdistelmän avulla. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 6.)

Mallinnustavasta löytyy tietoa mallin tekijän laatimasta tietomalliselostuksesta. Rakennusselostuksen osalta on tiedettävä, onko se yhtenevä mallissa olevien tietojen kanssa, esimerkiksi onko mallissa ja rakennusselostuksessa käytetty samoja rakennetyyppejä. Rakennusselostukseen on vietävä kaikki sovitut muutokset, koska ei voida olettaa määräasiantuntijan selvittävän muutoksia esimerkiksi

suunnittelukokousten pöytäkirjoista. Viimeiseksi on selvitettävä pääpiirteissään mallien ja rakennuselostuksen muutokset verrattuna edellisiin laskennassa käytettyihin versioihin. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 6.)

Tietomallipohjainen laskenta suoritetaan siihen soveltuvalla tietokoneohjelmistolla. Käytetyn ohjelmiston ominaisuudet vaikuttavat ratkaisevasti siihen, kuinka luotettavaa ja tehokasta laskenta on. Näin on esimerkiksi silloin, kun laskentaan tulee uusi versio mallista tai laskijan tehtävänä on tehdä useita vaihtoehtoisia laskelmia saman mallin pohjalta. Mallin tietosisältö ja rakennusosat voidaan tunnistaa ja ryhmitellä ohjelmallisesti ja niistä saadaan luettua määrälaskennan tarvitsema mittatieto. Tämä vaihtoehto hyödyntää tietomallia parhaalla mahdollisella tavalla. Määrät voidaan laskea nopeasti ja luotettavasti sekä havainnollistaa mallin avulla. Määräasiantuntijan ei tarvitse muuttaa mallia, joten määrien päivittäminen mallin uuden version avulla on tehokasta. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 6.)

Mikäli mallissa ei ole suoraan määrälaskentaan tarvittua tietoa, voidaan se johtaa mallissa olevista muista rakennusosista määrien johtamisen ja ruutumittaamisen avulla. Esimerkiksi anturoiden pituus voidaan laskea suhteellisen tarkasti alimman kerroksen kantavien seinien pituuden perusteella. Määräasiantuntijan ei tarvitse muuttaa mallia, joten määrien päivittäminen mallin uuden version avulla on tehokasta. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 6.)

Urakoitsijan kannalta katsottuna ei edellä mainittu määrälaskennan tiedon luotettavuus useinkaan riitä, vaan anturoiden pituus täytyy laskea anturoiden todellisia pituuksia hyödyntäen. Vasta sen jälkeen on anturoista saatu määrätieto riittävän tarkka urakoitsijan tarjouslaskentaa varten. Mikäli anturaa ei ole mallinnettu perustusten mittakuvaan, laskee urakoitsija rakenne- ja sokkelikuvan avulla anturoiden todelliset pituudet itse. Näin on esimerkiksi, kun anturoita ei ole mallinnettu perustusten mittapiirustukseen ja laskentakuvina on perustuksista vain sokkeleiden mittapiirustus ja anturoiden rakennekuva, silloin nähdään rakennekuvasta anturoiden leveys ja sokkelin sijainti anturan päällä. Näiden tietojen avulla urakoitsija pystyy laskemaan anturoiden todelliset pituudet sokkeleiden mittapiirustuksesta.

Mikäli mallissa ei ole suoraan määrälaskennan vaatimaa tietoa, määräasiantuntija mallintaa puuttuvan tiedon käyttäen hyväksi mallissa olevia muita rakennusosia. Esimerkiksi vesikaton reunaan voidaan mallintaa räystäs seinätyökälulla. Tämän jälkeen räystäsrakenteeseen liittyvät määrät voidaan laskea melko luotettavasti ja melko nopeasti. Määrät voidaan myös havainnollistaa mallin avulla. Menettelyyn liittyy myös esimerkiksi seuraava ongelma. Muutoksen tekemisessä käytetään väärää työkalua, jolloin määrälaskija menettää tekemänsä mallimuutokset päivittäessään uuden suunnittelumallin määrälaskentaan, ellei suunnittelija ole tehnyt vastaavia muutoksia suunnittelumalliin. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 6.)

Määrälaskennan suorittamisen jälkeen laskentatulokset analysoidaan kattavuuden, tarkkuuden ja luotettavuuden osalta. Laskentatulosten kattavuuden osalta tarkistetaan, että kaikki määrälaskennassa mukana olevat nimikkeet ovat laskettu. Laskennassa mukana olevat rakennus- ja talotekniset osat visualisoidaan malliin laskennan kattavuuden arvioimiseksi. Visualisointia verrataan esimerkiksi mallin piirustuksiin. Laskentatarkkuuden arvioimiseksi nimikekohtaisesti tarkistetaan laskennassa saadut määrät esimerkiksi tunnuslukuvertailulla mahdolliseen referenssikohteeseen. Tarvittaessa suoritetaan nimikkeen vertailulaskelma myös toisessa tiedostoformaattissa olevasta mallista tai piirustuksista. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 6.)

Laskelman luotettavuus arvioidaan suhteessa lähtötietoihin ja käytettäviin laskentamenetelmiin sekä laskelmassa tehtyihin oletuksiin ja täydennyksiin muiden laskenta-aineistojen perusteella. Määrälaskennan lopputuloksena syntyy määräluettelo, joka toimii pohjana kustannuslaskentaan ja muuhun käyttöön. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 6.)

Mallipohjainen laskenta antaa mahdollisuuden havainnollistaa määriä uusilla tavoilla. Suunnitteluohjelmassa tai suunnitteluohjelman ja määrälaskentaohjelman välillä määrät linkitetään laskennassa käytettyyn malliin dynaamisesti, jolloin määräluettelon kautta voidaan tarpeen mukaan visualisoida määrärivien laskennassa käytetyt mallin osat. On tärkeää huomata, että kaikki laskennan tulokset liittyvät määrälaskennassa käytettyyn lähdeaineiston "tiedostopakettiin". Kaikki määräluettelot ja niistä edelleen johdetut tiedot on syytä selkeästi liittää tähän

pakettiin, koska yksinään tai jonkin muun paketin yhteydessä ne eivät enää tarjoa oikeaa tietoa suunnitelmasta. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 6.)

2.4 Tietomallipohjaisen määrälaskennan ongelmakohtia

Seuraavassa kappaleessa kerrotaan tietomallipohjaiseen määrälaskentaan liittyvistä tyypillisistä ongelmakohdista, jotka ovat mielestäni yleisesti määrälaskennan kannalta ongelmallisia. Seuraavassa käsiteltäviä kohtia voidaan siis pitää ongelmallisina myös sähköiselle JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalle. Lista ei ole kattava, mutta sen avulla saa käsityksen siitä, minkä tyyppiin asioihin on syytä kiinnittää huomiota, kun määriä lasketaan suunnittelijoiden tekemistä malleista.

Kaikissa tapauksissa minimivaatimus on mahdollisuus erottaa toisistaan laskennan kannalta luotettavat ja epäluotettavat kohdat. Kun ongelmatapaukset on havaittu, ne voidaan selvittää. Vain havaitsematta jääneet ongelmat aiheuttavat virheitä laskennan lopputulokseen (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 6.)

Ensimmäinen tyypillinen suunnitelma-asiakirjoissa toistuva ongelma on tietojen puutteellisuus, joka aiheuttaa määrälaskentaan huomattavia ongelmia. Esimerkiksi asiakirjoissa ei ole riittävästi tarpeellisia korkeustietoja ja niiden selvittäminen vie määrälaskijalta paljon aikaa.

Laskettaessa usean suunnittelualan malleista, eri suunnittelualojen malleissa (arkkitehti, rakenne, talotekniikka jne.) on myös oikein toteutettuna päällekkäisyyttä. Esimerkiksi arkkitehdin mallista löytyy samoja kantavia rakenteita kuin rakenne suunnittelijan mallista ja arkkitehdin mallissa on usein mallinnettuna taloteknisten järjestelmien päätelaitteita (lavuaarit, valaisimet jne.). Käytettäessä usean suunnittelualan malleja määrälaskennan lähtötietona, on päällekkäisyydet tiedostettava ja päätettävä mistä mallista määrät lasketaan. Pääsääntöisesti rakennesuunnittelijan ja talotekniikan malleissa on tarkempaa tietoa niihin kuuluvista rakennus- ja järjestelmäosista ja päätelaitteista kuin arkkitehdin mallissa, jossa kyseiset osat ovat esitetty lähinnä tilavarauksina. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7.)

Tilapintoja laskettaessa on huomioitava, että arkkitehtisuunnitteluohjelmistoissa on usein puutteelliset työkalut tilojen pintojen mallintamiseen. Niitä ei pääosin mallinneta erikseen, vaan ne lasketaan tilaobjektin pinnoista. Aikaisessa suunnitteluvaiheessa tämä tuottaa riittävän tarkkuuden, mutta suunnittelun tarkentuessa etenkin eri pintamateriaalein esitetyt osapinnat tuottavat ongelmia. Suunnitteluohjelmistoissa on myös suuria eroja sen suhteen, miten ne tunnistavat tilaa rajaavat rakennusosat. Esimerkiksi kun kaksi tilaa liittyy suoraan toisiinsa (ei seinää välissä) jotkin ohjelmistot tuottavat tilapinnan myös tilojen välille. Tilojen lattiapintojen laskenta voi myös olla ongelmallista, jos ohjelmisto tarjoaa tilan huonetilajohtelmaan mukaisen pinta-alan eikä tilan todellista pinta-alaa. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7.)

Kattopintoja laskettaessa suunnitteluohjelmistot sisältävät työkaluja, joilla monimuotoisia kattoja voidaan mallintaa yhtenä kokonaisuutena. Tämä tarjoaa suunnittelun näkökulmasta ylivoimaiset mahdollisuudet kattomuotojen hallintaan ja muokkaamiseen. Määrälaskennan näkökulmasta tilanne on kuitenkin ongelmallinen, koska näin mallinnetuista kattorakenteista ei saada käytännössä mitään määrälaskennan tarvitsemia mittatietoja. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7.)

Laskettaessa portaita kappalemääränä, nykyiset mallit ovat riittäviä. Ongelmia voi tuottaa kuitenkin portaiden komponenttien, kuten kaiteiden, tasanteiden, askelmien yms. laskenta. Komponenttien siirtyminen laskentaan on varmistettava ennen laskentaan ryhtymistä. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7.)

Verhoseiniä (kevyt, ei-kantava ulkoseinä) laskettaessa suunnitteluohjelmistot sisältävät työkaluja, joilla seiniä voidaan mallintaa kokonaisuutena. Verhoseinän komponenttien laskenta määrälaskennan edellyttämällä tavalla voi kuitenkin olla mahdotonta, koska mallinnusohjelmistot keskittyvät lähinnä verhoseinien geometriaan eivätkä tietosisältöön. Verhoseinän mallintaminen seinä-, ikkuna- ja ovi-työkaluilla on määrälaskennan kannalta parempi vaihtoehto. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7.)

Parametristen mallinosien määriä mitattaessa, useimmat suunnitteluohjelmistot antavat käyttäjälle mahdollisuuden kehittää omia malliosia, joiden laajuutta ja sisältöä ohjelmisto ei määrittele tai rajoita. Nämä osat ovat parametrisia eli ne sisältävät numeerisesti määriteltäviä ominaisuuksia, joiden avulla samasta osasta saadaan monta erilaista ilmentymää (instanssia). Esimerkiksi pöytää esittävässä osassa voi olla säädöt pöydän pituudelle ja pöydänjalkojen lukumäärälle. Tällöin sama osa voidaan säätää esittämään 120 cm pitkää pöytää neljällä jalalla tai 200 cm pitkää pöytää kuudella jalalla. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7.)

Parametriset osat voivat esittää myös laajoja kokonaisuuksia, kuten kylpyhuoneita tai jopa kokonaisia rakennuksia. Määrälaskennan kannalta parametriset osat ovat kuitenkin ongelmallisia usealla tasolla. Yksinkertaistenkin tyyppin tunnistaminen on hankalaa, koska nimi ei kerro sen tarkkaa sisältöä, esimerkiksi pöydän dimensioita tai muita ominaisuuksia. Tarkemmat ominaisuudet löytyvät osan instanssikohtaisista ominaisuuksista. Määrälaskennan kannalta vaikeimpia tapauksia ovat suuria kokonaisuuksia esittävät parametriset osat. Esimerkiksi parveketornia esittävästä parametrisestä osasta voi olla mahdotonta laskea parvekeiden ja yksittäisten rakennusosien määriä. Tällöin vaihtoehdoksi jää laskea osan esittämä kokonaisuus käsin tuoterakenteen kautta. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7.)

Määrälaskennan kannalta jokainen parametrinen osa on tutkittava erikseen. Kun parametrinen osa on tunnistettu, voidaan laskea osien, esimerkiksi parveketornissa olevien pilareiden ja laattojen kappalemääriä. Usein kappalemäärä ei kuitenkaan ole riittävä, vaan määrätietona on käytettävä esimerkiksi pilarien pituuksia ja poikkileikkauskokoja sekä laattojen pinta-alaa. Parametriset osat voi rakentaa siten, että ne pystyvät esimerkiksi raportoimaan pituuksia, pinta-aloja, tilavuuksia ja painoja, mutta kyseisten tietojen luotettavuus riippuu täysin osan tekijästä. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7.)

Geometriset erikoistapaukset eli rakennusten erikoiset muodot tai ratkaisut ovat usein määrä- ja kustannuslaskennan kannalta olennaisia. Tällaisia ovat esimerkiksi kaarevat, kaltevat sekä erikoisia aukkoja, geometrisia lisäyksiä ja poistoja

sisältävät rakennusosat. Koska suunnitteluohjelmistoilla on usein vaikeuksia tuottaa tällaisissa tapauksissa luotettavia määriä, näihin erikoistapauksiin on kiinnitettävä määrälaskennassa erityistä huomiota. (Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7.)

Hyödynnettäessä tietomallipohjaista määrälaskentaa urakoitsijan tarpeisiin, herää kysymys, vastaako tietomallissa olevan tiedon oikeellisuudesta kukaan? Tämä asia tulee vaatimaan runsaasti työtä, jotta määrälaskennassa perinteisten paperidokumenttien käytöstä pystytään luopumaan. Mikäli tilaaja edellyttää tietomallipohjaista määrälaskentaa tarjouslaskentavaiheessa, menestyvät ne toimijat, joilla on valmius hyödyntää näitä mahdollisuuksia.

Urakoitsijoiden kannalta tietomallipohjaisen määrälaskennan ongelmana on usein se, että varsinkaan korjausrakentamishankkeesta on harvemmin saatavana IFC-mallia tai suunnittelijoiden tekemiä alkuperäisiä malleja, joissa määrätieto olisi jo sisällytettyinä. Mikäli on, ne ovat harvemmin luotettavia. Korjausrakentaminen tuo tähänkin omat haasteensa ja joissain tapauksissa mallintaminen voi olla mahdotonta. Näissä tapauksissa urakoitsijan on poikkeuksetta laskettava määrätiedot suunnitteludokumenteista itse perinteisellä tai sähköisellä laskentavalla tai käytettävä ulkopuolista määrälaskentaa.

Toimeksiantajayrityksessä urakoitavat hankkeet ovat pääsääntöisesti korjausrakentamishankkeita, joiden tarjouslaskentavaiheen aikainen määrälaskenta tehdään aina itse. Kohteita ei ole mallinnettu määrälaskentaan soveltuvaksi tai IFC-tietomallia ei ole saatavilla laskenta-asiakirjaksi, joten varsinaista tietomallipohjaista määrälaskennan prosessia ei voida yrityksessä hyödyntää. Lisäksi korjausrakentaminen tuo tietomallipohjaiseen määrälaskentaan niin paljon haasteita, että se ei todennäköisesti tule olemaan vielä pitkään aikaan urakoitsijoiden käytävissä. Uudisrakentamisessa tietomallipohjaista määrälaskentaa jonkin verran käytetään. Edellä mainittujen asioiden vuoksi toimeksiantajayrityksen käyttöön testataan Quanttos Oy:n JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT sähköistä dokumenttipohjaisen määrälaskennan apuvälinettä.

2.5 Määrälaskennasta tarjouslaskentaan

Määrälaskentavaiheen ja määrätietojen oikeellisuuden tarkastamisen jälkeen siirrytään tarjouslaskentavaiheeseen. Kiteytettynä tarjouslaskennassa määrätiedoille lisätään työ- ja tarvikemenekki ja määrät sekä lasketaan työmaakustannukset, joita ovat riskivaraus, kustannusten muutosvaraus ja työmakate. Näiden perusteella urakoitsija sitoutuu tekemään tai toimittamaan tilaajalle tarjouspyynnön ehtojen mukaisen suoritteen tarjouksessa annetulla hinnalla. Tarjouksen laatimisen kannalta tärkeää tietoa saadaan kohteen kustannusarviosta. Lisäksi tarjouspyyntöön, urakkaohjelmaan ja tuotesuunnitelmiin tutustutaan perusteellisesti. (Vuorela, Urpola & Kankainen 2001, 115.)

Tarjouslaskentavaiheessa tulee määrälaskennan oikeellisuudesta huomattavan tärkeä asia kustannuslaskennan onnistumiseksi. Tarjouksen työsuunnittelua sekä hinnoittelua tehtäessä voidaan hyödyntää aikaisempien kohteiden tiedot kätevämmiin. Mutta, mikäli rakennusosat ja suoritteet ovat laskettuna jo määrälaskennassa väärin, on näiden vaikutus tarjouksen loppusummaan merkittävä.

Ristiintarkistaminen toisen henkilön kanssa onkin hyvä tapa varmistaa omat laskelmat. Tarjouslaskentaa ajatellen on tärkeää käyttää sopivasti aikaa myös tarjottavaan kohteeseen tutustumiseen. Paikan päällä voidaan huomata yllättävät seikat, jotka vaikuttavat työmenekkiin ja riskiin, varsinkin korjausrakentamisessa. Olennaista on myös tutustua etukäteen riittävän hyvin tarjouspyynnön asiakirjoihin ja määritellä etukäteen, mitkä asiat ovat keskeisimmät tarkastettavat kohdat. (Vuorela ym. 2001, 115.)

Urakoitsijalla tarjouslaskentavaiheen lopputuloksena syntyy varsinainen tarjouslaskelma, joka sisältää esimerkiksi seuraavan kaltaiset tiedot. Hinnat Talo 80 -määrälaskentaohjeen rakennusosille 0–9. Hinnat on eriteltyä työkustannuksiin, ainekustannuksiin, alihankintakustannuksiin ja sosiaalikuluihin. Lisäksi hinnat ovat eriteltyä kokonaishintoina pääryhmille 0–9. Tarjouslaskelmassa on ilmoitettu työn kokonaishinta, yleiskulut, joihin kuuluu riski ja kate, tarjoushinta ilman arvolisäveroa, arvolisäverollinen hinta sekä tarjoushinta sisältäen arvolisäveron.

Tämän lisäksi tarjouslaskelmassa on näkyvillä prosenttiosuudet kokonaishinnasta riskille, katteelle ja litteroille 8–9, joita ovat työmaan käyttö ja työmaan yhteiskustannukset.

3 JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -OHJELMAN HYVÄKSIKÄYTTÖ TARJOUSLASKENTAVAIHEESSA

3.1 Ohjelman perustiedot

Etenkin korjausrakentamishankkeen tarjousvaiheaikaisen määrälaskennan tekee urakoitsija. Vain harvoin määrälaskenta on suoritettu tilaajan puolesta, perustuen esimerkiksi tietomalleihin. Mikäli määrälaskennan on suorittanut tilaaja, on urakoitsijan kuitenkin tarkastettava laskenta, hinnoiteltava suoritteet, laskettava ja hinnoiteltava työmaan käyttö ja yhteiskustannukset. Tässä työssä selvitetään Quanttos Oy:n sähköisen JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelman hyödynnettävyyttä urakoitsijan suorittamaan määrälaskentaan.

JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT on sähköinen määrälaskentaohjelma rakennusalan määrälaskentaan. Ohjelmalla voidaan avata tietokoneen näytölle suunnitelmia, piirustuksia tai vaikka valokuvia, joista voidaan suorittaa monipuolisia määramittauksia. Mitattaessa ruudulle piirtyy kuvio joka näyttää mitatun alueen. Tämän ansiosta määrälaskija voi varmistua, ettei hankkeesta jää mitään mittamatta. Mittaustulokset tallentuvat tietokantaan, josta niitä voi hyödyntää välittömästi tai siirtää muihin tarjouslaskentaohjelmiin hyödynnettäviksi. (Quanttos Oy 2016c.)

JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmassa on valmiina Talo 80 -nimikkeistö sekä saatavana erillisenä Maa 89 ja maalausliikkeiden -nimikkeistö. Ohjelman uusimman versiopäivityksen ansiosta on käytettävissä myös Infra 2015 ja Talo 2000 -nimikkeistöjärjestelmien runko. Käyttäjällä on myös mahdollisuus luoda omia nimikkeistöjä laskennan avuksi ja määräluettelon järjestelyperusteeksi. Uusi ohjelmistopäivitys sisältää lukuisia uusia ominaisuuksia ja mukaan kuuluu työmaakäyttöversio. Työmaaversiossa ohjelma käynnistyy niin sanottuna katseluversiona, eikä projektin muokkaus ole mahdollista. (Quanttos Oy 2016b, 1)

Nimikkeistöjen pohjalta voidaan laatia mittausrakenteita, jolloin useamman suoritteiden mittaaminen on mahdollista yhdellä kertaa. Laskennan edetessä ohjelma muodostaa näitä rakenteita automaattisesti tulevaa käyttöä varten. JCAD RA-

KENNUS - MÄÄRÄT -ohjelma soveltuu käytettäväksi niin toimistolle kuin työmaille. Ohjelma on tarkoitettu kustannuslaskennan, hankintojen ja työmaan määrälaskentaan. (Quanttos Oy 2016c.)

Rakentamiseen suunniteltu JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelma on tällä hetkellä noin 200 rakennusurakoitsijan käytössä (Rakennuslehti, 5.2.2016, 1). Kokonaisuudessaan ohjelmistolisenssejä on käytössä noin 350 kappaletta, joihin kuuluu suunnittelutoimistoja, kuntia, kaupunkeja, rakennusliikkeitä, maanrakennusliikkeitä, pintaurakoitsijoita, remonttialan yrityksiä sekä viherrakentajia (Quanttos Oy 2016c).

3.1.1 Ohjelmistolisenssit

JCAD -ohjelmistosta on saatavana yrityksille tarkoitetun varsinaisen maksullisen ohjelmiston lisäksi myös oppilaitos- sekä opiskelijalisenssit ohjelmiston käytön harjoitteluun.

JCAD site -sopimus on oppilaitoksille tarkoitettu lisenssi. Opiskelijoille tarkoitettulla JCAD student -lisenssillä voi harjoitella JCAD RAKENNUS -MÄÄRÄT -ohjelman käyttöä ja tehdä opintoihin liittyvät tehtävät omalla tietokoneella. Student-lisenssi on tarkoitettu päätoimisesti opiskelevalle henkilölle, lisenssiä voi käyttää vain opintoihin liittyviin tehtäviin ja sen saa opintojen ajaksi veloituksetta. (Quanttos Oy 2016c.)

JCAD student business on ohjelman opiskelijaversio, joka on tarkoitettu täysin vapaaseen käyttöön ja opiskelija saa lisenssin itselleen omaksi. Lisenssin voi hankkia alan korkeakoulututkintoa opiskeleva päätoiminen opiskelija. JCAD student business -lisenssin käyttöä ei ole rajoitettu. Ohjelmilla voi toteuttaa ammatillisia suunnitelmia tai vaikka massoitella urakoita. Mikäli opiskelun päätyttyä opiskelija päättää perustaa yrityksen, voi lisenssin käyttöoikeuden siirtää veloituksetta yritykselle. Valmistunut opiskelija voi myös käyttää lisenssiä puoli vuotta veloituksetta työnantajan yrityksessä. Jos työnantaja hankkii ohjelman käyttöoikeuden Quanttos Oy:ltä, saa opiskelija ohjelmaan käytetyn rahan takaisin. Opiskelijalisenssiin on myös aina täydet päivitysoikeudet. (Quanttos Oy 2016c.)

3.2 Ohjelman käyttö

Työskentely JCAD RAKENNUS – MÄÄRÄT -ohjelmalla tapahtuu projektipohjaisesti. Aloitettaessa kohteen laskentaa, perustetaan sille projekti. Projektiin luodaan tarvittavat JCAD-piirustukset ja niihin liitetään mitattavat kuvat, jotka voivat olla DWG-, PDF- tai rasterimuodossa. Laskentakuvia voidaan liittää JCAD-muodossa oleviin piirustuksiin tarvittaessa myös jälkeinpäin. Piirustuksiin liitettävät mittauskuvat kannattaa sijoitella projektin alikansioihin, jolloin projektipuu pysyy selkeämpänä, kun kaikki tiedostot eivät ole samassa kansiossa. Projektit voidaan ryhmitellä esimerkiksi aikajakson tai rakennuttajan mukaisiin ryhmiin. Fyysisesti projektiryhmät voivat sijaita joko omalla koneella tai yhteisellä palvelimella. (Quanttos Oy 2016a.)

Sähköisen JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -laskentaohjelman pääasiallinen ero perinteiseen dokumenttipohjaiseen määrälaskentaan on, että se korvaa suhdeviivaimen, digitointipöydän ja laskimen. Ohjelmalla voidaan laskea monimutkaisten alueitten pinta-aloja ja piirejä. Yhdellä mittauksella voidaan tarvittaessa mitata useampia nimikkeitä. Lopuksi tulokset kerätään taulukkoon, jossa on yhteenvektorivit mitatuille rakennusosille ja suoritteille.

Ohjelma näyttää mittauksista viittaukset määräluetteloon ja piirtää mitatulle alueelle kuvion, jonka ansiosta käyttäjän ei tarvitse enää jälkeen päin arvailla mistä mittaus tulos on saatu. Tämän jälkeen esimerkiksi työmaalle voidaan siirtää sekä määräluettelot että ne dokumentit mistä määräluettelot on muodostettu. Näin dokumenttien ja määrerien välinen yhteys säilyy siirroissa, joten määräluetteloon ei tarvitse tehdä erillisiä viittauksia suunnitelmiin.

Ohjelma mahdollistaa raportoinnin helpottamisen työmaan kanssa. Esimerkiksi, kun työmaamestarilla on käytössä JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelma, ei erillisiä raportteja tarvita, vaan vastaanottaja voi tehdä haluamansa raportit tarpeen mukaan. Työmaamestari voi tarvittaessa tehdä ja tulostaa haluamansa osaluueen määrät. Raporttigeneraattorilla voidaan tulostaa määräluetteloita monenlaisin rajauksin. Tulostus voidaan valita joko paperille, näytölle, tiedostoon tai sähköpostiin. Tämän jälkeen määräluettelot voidaan siirtää useimpiin markkinoilla oleviin tarjouslaskentaohjelmiin. (Quanttos Oy 2016c.)

3.3 Määrien mittaus

Määrien mittaus perustetaan määrälaskentaohjeen mittausohjeissa määritettyjen nimikkeiden mittayksikköihin ja mittaustapoihin. Sääntönä on, että määrät mitataan rakenneteoreettisina mittausohjeiden mukaan. (Talo 80 -nimikkeistö, Määrälaskentaohje 1982, 8.)

JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla mitatut määrät eivät sisällä hukkava- roja tai ryöstöjä. Esimerkiksi maankaivutöiden määrät eivät sisällytä kaivuryöstöjä, ylimääräistä kaivusvyvyttä tai sortumia eikä myöskään työteknilistä kaivua. Vastaavasti betoniraudoitusta laskiessa määrät eivät sisällä esimerkiksi asen- nusteräksiä. Tällaiset lisät on otettava erikseen huomioon tarjoustu hinnoitelta- essa. Ohjelmaa käytettäessä niistä ei tarvitse välittää. Kun kustannuslaskentaa tehdään JCAD Kustannuslaskennalla, hinnoittelijan tulee huomioida nämä asiat.

Määrien mittaus tehdään aina joko nimellis- tai liittymismittoja käyttäen (Talo 80 -nimikkeistö, Määrälaskentaohje 1982, 8). Esimerkiksi väliseinien määrätietoja laskettaessa väliseinärungon liittyminen tapahtuu suoraan ylä- tai välipohjaraken- teeseen, kun taas tasoitetyön liittymismittana käytetään mahdollisen alakaton runkoa.

Määrien mittauksessa merkitty mitta ohittaa piirustuksista mitaamalla saatavan mitan. Teoreettisilla määrillä ja kiinteillä mitaussäännöillä on pyritty yhtenäistä- mään määrälaskelmia ja vähentämään arviointia ja työsuunnittelua määräluette- loa laadittaessa. Yksiköt ja mittausperusteet on yleisesti pyritty valitsemaan siten, ettei määrälaskijan tarvitse tehdä työmenetelmävalintoja. Työsuunnittelun katso- taan kuuluvan hinnoittelijan tehtäviin. (Talo 80 -nimikkeistö, Määrälaskentaohje 1982, 8.)

Määriä mitattaessa sääntönä on, ettei vähennetä alle 1 m² suuruisia aukkoja tai rakenteita, lukuun ottamatta sellaisia kalliita pintarakenteita, joiden hankinta suo- ritetaan teoreettisen määrän mukaan, kuten laatoitus-, luonnonkivi- sekä eräät metalli- ja lasilevytyöt. Näissä vähennetään muut paitsi rakennussuoritukseen nähden vähäiset aukot, kuten laattakokoa pienemmät, rasioita tai läpimenoja var- ten tehtävät aukot. Määrät mitataan suunnitelma-asiakirjojen ja urakkaohjelman

mukaan. Määrät sisältävät kyseisen nimikkeen tekemiseksi tarvittavan työn, hankinnat ja varusteet apuaineineen tarvikkeineen aputöineen ja niin edelleen. Siten esimerkiksi vastaanotot ja siirrot kohdistetaan asianomaiselle nimikkeelle. Työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten laskenta perustuu urakkaohjelmaan sekä alustavaan työsuunnitteluun. (Talo 80 -nimikkeistö, Määrälaskentaohje 1982, 8–9.)

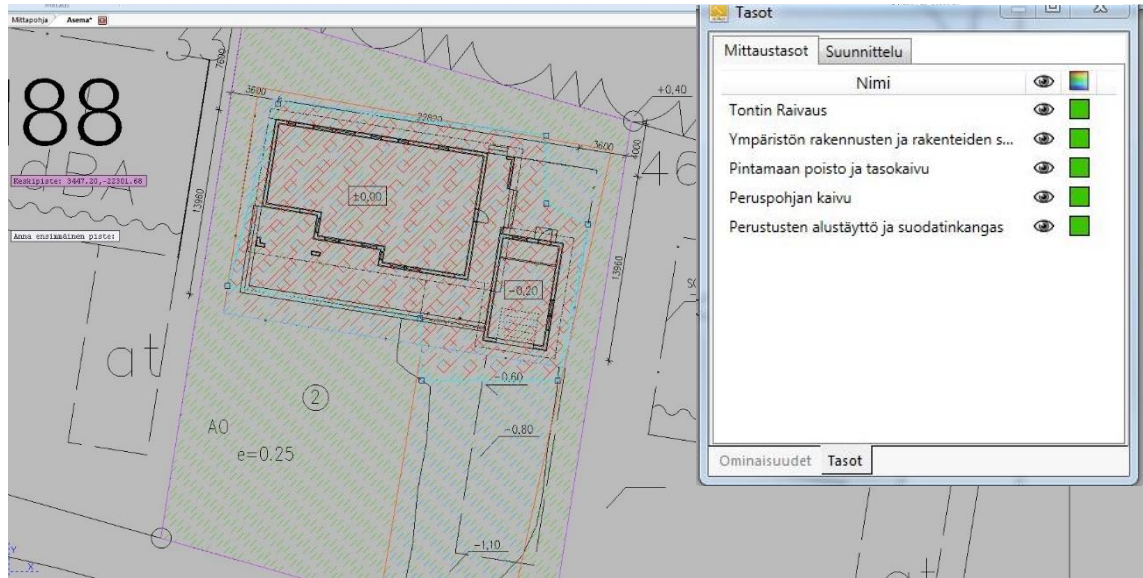
Jos asiakirjojen tarkkuudesta johtuen määriä ei voida mitata, joudutaan ne arvioimaan. Arviointiperusteet ilmoitetaan tällöin määräluettelossa. Määrät kirjataan lopulliseen määräluetteloon kokonaislukuina korkeintaan kolmella merkitsevällä numerolla. Yksittäiset mittaukset tehdään metreinä cm tarkkuudella. Pyöritykset tehdään yhteenlaskun jälkeen. (Talo 80 -nimikkeistö, Määrälaskentaohje 1982, 8–9.)

Seuraavassa käydään läpi JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla tehtyjä yksinkertaisia esimerkkejä määrien mittaamisesta, perustuen edellä mainittuihin Talo 80 -määrämittaushjeisiin. Lisäksi kerrotaan, kuinka mittaaminen tapahtuu käytännössä. Esimerkkien avulla ohjelman käytöstä ja käyttöliittymästä saa selkeämmän kuvan.

Mikäli halutaan laskea määrätiedot esimerkiksi tontin raivausta varten, avataan ohjelmalla haluttu laskentapiirustus. Mikäli laskentapiirustuksena käytetään pdf- tai rasteripohjaista kuvaa, on piirustus aina skaalattava mittasuhteeseen ennen mittauksen aloittamista (Kuvio 5). (Quanttos Oy 2016a.)

Mittaus aloitetaan valitsemalla nimikkeistöstä kohta raivaus. Mittaukselle annetaan nimi ja halutessaan vaihdetaan mittausgeometriaa, jolloin mittauksen suoritettua ohjelma tekee mitatulle alueelle valitun geometrisen kuvion. Tontin raivausta laskettaessa muita lähtötietoja ei tarvitse antaa, koska ohjelma tietää, että laskennassa haluttu mittayksikkö on neliometri. Seuraavaksi voidaan aloittaa itse mittaus. Tontista valitaan mitattava alue nurkkapistekerrallaan ja suoritetaan mittaus. Ohjelma antaa tässä tapauksessa raivattavan tontin neliömetrien määrän.

Ohjelmalla voidaan mitata useampaa nimikettä yhtäaikaisesti, mikäli ne noudattavat samaa laskentatapaa. Esimerkiksi maatöitä laskettaessa (Kuvio 5) pintaan poistoa ja tasokaivuuta voidaan mitata yhtä aikaa ja näin määrätiedotkin saadaan molemmista yhdellä mittauskerralla.



Kuvio 5. Maa- ja pohjarakenteiden mittaamista (Omakotitalo Mäntyvaarantie 72)

Ohjelmalla voidaan mitata myös useampaa suoritetta yhtäaikaisesti, mikäli ne noudattavat samaa laskentatapaa. Esimerkiksi perustusten ja anturoiden mitauksessa voidaan mitata samalla useaa suoritetta, kuten muottitöitä, raudoitusta ja betonointia. Määrien mittaaminen aloitetaan avaamalla mittaus, antamalla mittaukselle nimi ja hakemalla nimikkeistöistä laskentaan tarvittavat mittausnimikkeet. Esimerkiksi: Anturoiden muottityö, raudoitus ja betonointi.

Seuraavaksi kullekin nimikkeelle annetaan haluttu yksikkö, jona myös mittaustulokset saadaan. Yksiköksi voidaan antaa esimerkiksi pituus. Sopivilla kertoimilla saadaan menekki metriä kohden kullekin mittausnimikkeelle. Kertoimia asettaessa tulee ne kuitenkin laskea perinteisen laskentatavan mukaan. Kun tarvittavat kertoimet on asetettu, aloitetaan mittaus. Tartunnan avulla ja sopivilla tartunta-asetuksilla saadaan osoitettua tarvittavat nurkkapisteet tai erikseen annettua rakenteiden tiedetyt todelliset mitat. Kun mittaus on valmis, kokonaismääristä nähdään kyseisen mittauksen antamat määrät valituille nimikkeille.

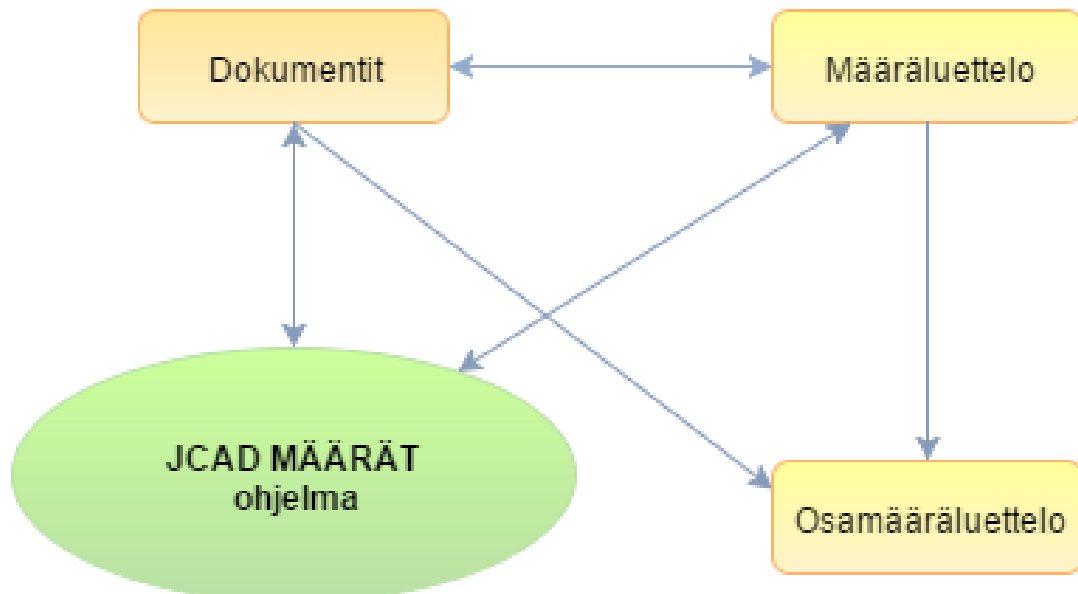
3.4 Määräluettelon laadinta

Perinteistä määräluetteloa laadittaessa erillisille ja erilaisille rakennuksille tai rakennuksen osille laaditaan omat määräluettelonsa, tai määrät eritellään nimikkeittäin käyttäen sijaintimäärittelyä. Tarvittaessa eritellään myös aluetyöt omiksi määräluetteloiksi, samoin useampia rakennuksia muodostavassa kohteessa myös työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksista laaditaan omat luettelonsa. (Talo 80 -nimikkeistö, Määrälaskentaohje 1982, 9.)

Määräluettelon alussa esitetään kohteen tunnistustiedot, laajuustiedot (m^3 , br-m^2 , h-m^2 , as-m^2 , r-m^2), kohteen tunnusluvut ja tärkeimpien suoritteiden kokonaismäärät ja tiheysluvut ($\text{bet.m}^3/\text{rm}^3$, $\text{muotti m}^2/\text{bet.m}^3$, $\text{bet.ter. kg/bet.m}^3$) sekä mikäli mahdollista työn aloitusajankohta ja kohteen rakennusaika. (Talo 80 -nimikkeistö, Määrälaskentaohje 1982, 9.)

Perinteisessä käsityksessä määräluettelo on lista nimikkeistä ja niiden määristä. Luettelo ei sisällä muuta tietoa kuin tunnuksen, selitystekstin, yksikön ja määrän. Ennen tietokoneavusteisen määrälaskennan yleistymistä paperisiin määräluetteluihin piirrettiin selityskuvia asioiden hahmottamiseksi. Myös kaikki informaatio esitettiin teksteinä ja numeroina ilman graafisia esityksiä. (Quanttos Oy 2016c.)

Sähköisessä määrälaskennassa JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT-ohjelma antaa uuden tavan määräluettelon laadintaan. Ohjelman tuottama määräluettelo (Kuvio 6) RM-määräluettelo on kokonaisuus, jonka muodostavat määräluettelot, dokumentit ja ohjelma yhdessä.



Kuvio 6. RM-määräluettelo (Quanttos Oy 2016c)

RM-määräluettelo voidaan katsella osissa tai kokonaan. Tarkastelun voi ulottaa aina yhden mittauksen tasolle asti. Kuvasta voidaan nähdä suoraan, mistä kohtaa mittaus on suoritettu. Piirustuksesta voidaan valita myös joukko mittauksia ja katsoa minkälainen määräluettelo niistä muodostuu. Nämä ovat kaikki uusia ominaisuuksia verrattuna perinteiseen määräluetteloon. RM-määräluettelo on täydellisesti dokumentoitu listaus laskentakohteesta. Viittauksia tarvitaan vain projektin ulkopuolisiin dokumentteihin. Erillisiä, laskennan aikana tehtäviä sijaintierittelyitä ei tarvita, koska erittelyt voidaan tehdä aina kulloisenkin tarpeen mukaan joko pysyviksi tai väliaikaisiksi. (Quanttos Oy 2016c.)

3.5 Määräluettelon käyttö tarjouslaskennassa

Työsuunnittelu, hinnoittelu ja niiden pohjalta tehty kustannuslaskenta perustuvat määrälaskennassa saatuihin määrätietoihin ja tämän lopputuloksena syntyvään määräluetteloon. Hinnoittelussa määritellään määrälaskijan mittaamiin rakennusosien ja suoritteiden yksikköhinnat. Yksikköhinnat rakennusosille ja työlle saadaan joko vastaavanlaisista toteutuneista kohteista tai urakoitsijan omista tiedostoista.

Rakennusosien hinnat saadaan hankittua esimerkiksi tavarantoimittajilta joko kyseiseen kohteeseen erikseen kysyttäessä tai vaikkapa toimittajien vuosisopimusten perusteella. Työkustannukset johdetaan usein varsinkin uudisrakentami-

sessä vastaavanlaisen kohteen toteutuneista kustannuksista. Hinnoittelun ja kustannuslaskennan avulla saadaan tarjouksen tekninen hinta. Lopullinen urakkatarjous hinta muodostuu teknisestä hinnasta. Kyseiseen hintaan lisätään riski ja rakennusliikekohtainen tavoitekate. Riskivaruksessa huomioidaan rakentamiseen liittyviä riskejä kuten esimerkiksi talvirakentaminen.

Verrattuna perinteisiin määräluetteloihin, JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla tuotettuja määräluetteloita voidaan hyödyntää monin tavoin tarjouslaskentavaiheessa. Laskennan hinnoittelua tehtäessä ohjelmalla voidaan tuottaa erilaisia osamääräluetteloita, joilla voidaan toimittajilta kysyä esimerkiksi tarjoushintoja. Tarkkojen tarjoushintojen saaminen auttaa saamaan lopullisesta urakkatarjouksesta tarkemman.

Tarjouslaskentaa tehtäessä voidaan JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla tehtyjä määräluetteloita siirtää suoraan useimpiin markkinoilla oleviin tarjouslaskentaohjelmiin. Määräluetteloista voidaan kuitenkin suorittaa tarjouslaskentaa halutulla tavalla yrityskohtaista tarjouslaskentamallia hyödyntäen. (Quanttos Oy 2016c.)

JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelman rinnalle on mahdollisuus hankkia JCAD Kustannuslaskentaohjelma. Kustannuslaskennan avulla tarjouksen ja hinnoittelun tekeminen onnistuu ohjelmalla tehtyjen mittausten perusteella. JCAD Kustannuslaskenta on lisätyökalu tarjouslaskentaan, joka on kehitetty toimimaan JCAD RAKENNUS -MÄÄRÄT -ohjelman kanssa. Ohjelma toimii reaaliaikaisesti määrälaskennan rinnalla ja määrien mittaamisen jälkeen kustannuslaskelmat pysyvät koko ajan mukana. (Quanttos Oy 2016c.)

Ohjelma on yhteensopiva myös muiden ohjelmalla tehtyjen määräluetteloiden kanssa. JCAD Kustannuslaskennan avulla voi hinnoitella omien projektien lisäksi esimerkiksi työkaverin tai yhteistyöyrityksen laskemat projektit tai projektin osat. Lasketut mittausmäärät siirtyvät automaattisesti JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmasta kustannuslaskennan puolelle. Kun haluat muuttaa tai lisätä mittauksia, määräluettelo päivittyy kustannuslaskentaohjelmassa reaaliajassa. Tämä mahdollistaa sen ettei kerran laskettuja tietoja, vaan tiedot säilyvät projektin sisällä. (Quanttos Oy 2016c.)

JCAD Kustannuslaskentaohjelman avulla voi suorittaa kohteen kustannuslaskennan joko yksikkö tai panostasolla. Ohjelmalla pystyy hinnoittelemaan samaan aikaan materiaalit, työt ja alihankinnat ja muutkin kustannukset. Käyttäjä pystyy myös hyödyntämään ohjelman automaattihinnoittelua, jolloin ohjelma poimii hinnat suoritteille omasta rakennekirjastosta. Rakennekirjasto ja hinnasto muokkautuvat käytön myötä. Käyttäjä voi syöttää kirjastoon omat hintatietonsa ja päivittää hinnastoa tarpeen mukaan. (Quanttos Oy 2016c.)

Kustannuslaskennalla onnistuu sekä hinnoittelu että tarjouksen laadinta ohjelmalla saaduista mittauksista. Ohjelman visuaalisuus auttaa pysymään kärryillä siitä mitä on hinnoitellut ja mitä on vielä hinnoittelemaa. Hinnoittelun jälkeen tarjous on avattavissa ja tulostettavissa. Määräluettelon reaaliaikaisuus ja jäljitettävyys auttavat hahmottamaan mistä urakan kokonaishinta muodostuu. Kustannuslaskennassa on monipuoliset suodatusmahdollisuudet sisällön hyödyntämiseen. Esimerkiksi pintarakenteiden ja pohjarakenteiden litterat voi tarvittaessa suodattaa erilleen varsinaisesta määräluettelosta. Riskin, katteen ja muiden kulojen määrittelyn tekeminen onnistuu missä vaiheessa laskentaa tahansa. Ohjelmasta saa myös tulostettua erittelyn ja tarjouksen. (Quanttos Oy 2016c.)

3.6 Määrätietojen hyväksikäyttö rakennusvaiheessa

Määrätietoja tarvitaan rakennushankkeen kaikissa vaiheissa. Urakoitsijan kannalta sähköisen määrälaskentaohjelman käyttö voi vähentää määrätietojen uudelleenlaskentaa huomattavasti. Tarjouslaskentavaiheessa ohjelmalla laskettuja määrätietoja voidaan muokata ja niitä voi käyttää jälkeen päin hankintoja tehtäessä ja suunniteltaessa aikatauluja ja logistisia järjestelyjä.

Ohjelmalla lasketuista määrätiedoista voi helposti tehdä erilaisia osamääräluetteloita ilman, että laskentaa suoritetaan uudelleen. Osamääräluettelo luotaessa valitaan kohteesta halutut mittaukset, joista muodostuu osamääräluettelo. Määräluettelo on tämän jälkeen käyttäjän hyödynnettävissä. Tehtyjä osamääräluetteloita voidaan käyttää esimerkiksi työmaan hankintoja tehtäessä, jolloin halutut määrätiedot saadaan nopeasti tietoon. (Quanttos Oy 2016a.)

Hankintojen lisäksi osamääräluetteloita voidaan käyttää hinnoittelua tehtäessä tarviketoimittajille tehtäviin tarjouspyyntöihin. Hankintoja tehtäessä työmaames-tari voi halutessaan saada tiettyyn työvaiheeseen tarvittavat tarvikemäärät. Osamääräluetteloita tehtäessä hankintoja varten on kuitenkin huomioitava, että mittaus on tehty yleinen hankintasuunnittelu huomioiden. Tämä mahdollistaa esi-merkiksi tavaran saannin työmaalle määrämittäisenä. Osamääräluetteloja tehtä-essä tarjouslaskenta-aikaisten mittausten muokkaaminen tulee kuitenkin tässä vaiheessa tärkeäksi. Määrätieto voi olla tarjouslaskentavaiheen aikana riittävä, mutta tarviketilauksia tai hinnoittelua tehtäessä puutteellinen. Esimerkiksi urak- kahinnoittelua tehtäessä metrimäärä voi riittää, mutta työmaalle tavaraa tilatta-essa halutaan maksimoida hyöty ja tilata tavara määrämittäisenä.

JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla voidaan määrätietoja nopeasti muut-taa tarvikemääräksi. Esimerkiksi vesikattorakenteen raakaponttilaudoituksen menekki saadaan helposti selville asettamalla laskutavaksi pituus, kertoimeksi raakapontin menekki neliölle (netto ilman hukkaa 11,8 m/m²) ja yksiköksi metrin. Näin laskennassa saadaan selville tarvittava raakapontin metrimäärä. Ohjelman käyttäjä joutuu kuitenkin selvittämään kyseisten kertoimien tiedot itse, ennen kun ohjelmalla voi sen mitata.

4 JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -OHJELMAN TESTAUS

4.1 Vertailukohteet

Tähän työhön on valittuna vertailukohteeksi omakotitalo, josta määrälaskenta suoritetaan sekä perinteisellä laskentatavalla että sähköisellä määrälaskennalla JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla. Laskentakohteen avulla ohjelman käyttöä testataan vertaamalla eri laskentatavoilla saatuja määriä toisiinsa. Tässä tapauksessa kohteen määrätiedot lasketaan aina ensin perinteisellä laskentatavalla, jotta ohjelman antamien määrätietojen luotettavuutta pystytään arvioimaan mahdollisimman hyvin.

Ohjelman testaukseen on valittuna lisäksi useita yksittäisiä mittausrakenteita erilaisista saneeraus- ja uudisrakennuskohteista. Näiden mittausrakenteiden avulla halutaan ohjelmaa testata yleisesti määrälaskennan kannalta haastavammissa mittauksissa. Lisäksi mittauksien avulla pyritään selvittämään, antaako sähköinen määrälaskentaohjelma hyötyä kyseisten rakenteiden laskennassa, verrattuna perinteiseen laskentatapaan.

Vertailukohteeksi valittu rakennus on yksikerroksinen puurakenteinen omakotitalo ja autotalli. Tämä kohde valikoitui vertailukohteeksi, koska kohde ei ole liian laaja tämän tyyppiseen ohjelman testaamiseen. Omakotitalon määrälaskennassa päästään kuitenkin käsiksi laajasti määrälaskennan vaatimiin mittausperusteisiin ja näin ohjelmaa saadaan testattua erilaisilla mittauksilla.

Selvää on, että suuren korjausrakentamishankkeen määrälaskennassa ongelmatilanteisiin törmätään useammin, mutta suuren kohteen laskennassa samankaltaisia toistoja tulee määrämittauksissa usein. Tämän vuoksi pientalokohteen lisäksi vertailukohteeksi on valittuna yksittäisiä rakenteita, jotka sisältävät yleisesti sähköisen määrälaskennan kannalta hidastavia tekijöitä. Näiden mittausrakenteiden avulla pyritään saamaan mittaamisesta haastavaa, jotta saadaan mahdollisimman hyvä kuva, minkälaisia mittauksia ohjelmalla kyetään suorittamaan. Edellä mainituille vaativimmille rakenteille suoritetaan mittaukset ja verrataan perinteiseen laskentatapaan. Omakotitalon määrälaskennassa saatuja vertailutuloksien avulla selvittämään, ovatko määrälaskentaohjelmalla tuotetut määrät luotettavia ja miten ne eroavat perinteisellä laskentatavalla saatuihin tuloksiin. Lisäksi

vertailukohteiden laskennan avulla analysoidaan ohjelman ajankäytöllisiä mahdollisuuksia.

4.2 Perinteisellä ja sähköisellä laskentatavalla saadut mittaustulokset ja niiden vertailu

Liitteenä 1. on perinteisellä laskentatavalla Talo-80 -nimikkeistöjärjestelmän mukaan koottu määräluettelo vertailukohteena olevasta omakotitalon määrälaskennasta. Määräluettelo on koottu Talo 80 -nimikkeistön määrälaskentaohjeen mukaan siten, että pääryhmässä 1 (Maa- ja pohjarakennus) määräluettelo on rakentamisosan tarkkuudella. Pääryhmissä 2–5 määräluettelo on rakenteittain rakentamisosan sekä suorituksen tarkkuudella. Tähän määräluetteloon ei ole haluttu laskea vertailukohteen erillisiä suunnitelmia vaativia pääryhmiä 6–9, joita ovat 6. Kalusteet, varusteet ja laitteet, 7. Konetekniset työt, 8. Työmaan käyttökustannukset ja 9. Työmaan yhteiskustannukset.

Liitteeseen 1 on lisätty JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla samoista rakennusosista ja suoritteista tehdyt mittaukset, joiden mittaustulokset on merkitty punaisella fontilla vertailun havainnollistamisen helpottamiseksi. Ohjelman tuottama kokonaisuusmääräluettelo ja raportointi eivät ole perinteisen määräluettelon mukaisia, joten havainnollistamisen vuoksi ohjelmalla tuotetut määrätiedot on esitetty samassa liitteessä.

Perinteisellä ja sähköisellä laskentatavalla saatuja mittaustuloksia verrattaessa havaitaan, että JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla tehdyt mittaukset antavat lähes samoja mittaustuloksia kuin perinteisellä laskentatavalla saadut. Tämä johtuu siitä, että kertoimia laskettaessa on kunkin rakennusosan ja suoritteen kohdalla käytetty molemmissa samoja laskentakaavoja. Lisäksi voidaan todeta, että perinteisellä laskentatavalla mittaukset ja laskenta on suoritettu oikein.

Mikäli ohjelman antamat määrätiedot eivät ole täsmälleen samat voi olla, että vertailukohteiden laskenta on tehty ohjelmalla pdf-kuvien pohjalta ja niiden skannauksessa on voinut tapahtua virhe. Syynä erolle voi olla myös, että perinteisessä laskentatavassa jonkun mittauksen tai laskennan kohdalla on sattunut eroavaisuus tai virhe. Näiden lisäksi eroa määrätiedoissa aiheutuu, kun perinteisellä tai

sähköisellä laskentatavalla mitataan useampaa suoritetta tai rakennusosaa samanaikaisesti. Eroja aiheutuu lisäksi aina, kun rakennusosien ja suoritteiden mitaus on suoritettu eri pinnasta eri laskenta tavoilla. JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla laskettaessa on oltava erityisen tarkkana, kun kuvia skaalataan laskentakuviksi. Perinteisellä määrälaskennalla suoritettut mittaukset on tehty suhdeviivaimen ja laskimen avulla, jolloin mittauksissa tai laskennassa sattuneet virheet voivat aiheuttaa muutoksia määrätietoihin.

Niin perinteisellä laskentatavalla kuin JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla laskettaessa on pyritty laskemaan mahdollisimman useat rakennusosat ja suoritteet yksitellen, jotta päästään riittävän tarkkaan määrätietoon. Ohjelman antamille pituuksille on annettu rakenteiden todelliset pituudet. Esimerkiksi sokkelikuvasta anturoita mitattaessa, jokaiselle anturalle on annettu anturoiden todelliset mitat. Jatkuvien rakenteiden mittaaminen kokonaisuutena aiheuttaa omat riskinsä määrälaskennassa. Näistä on kerrottu enemmän kappaleessa 4.4.1.

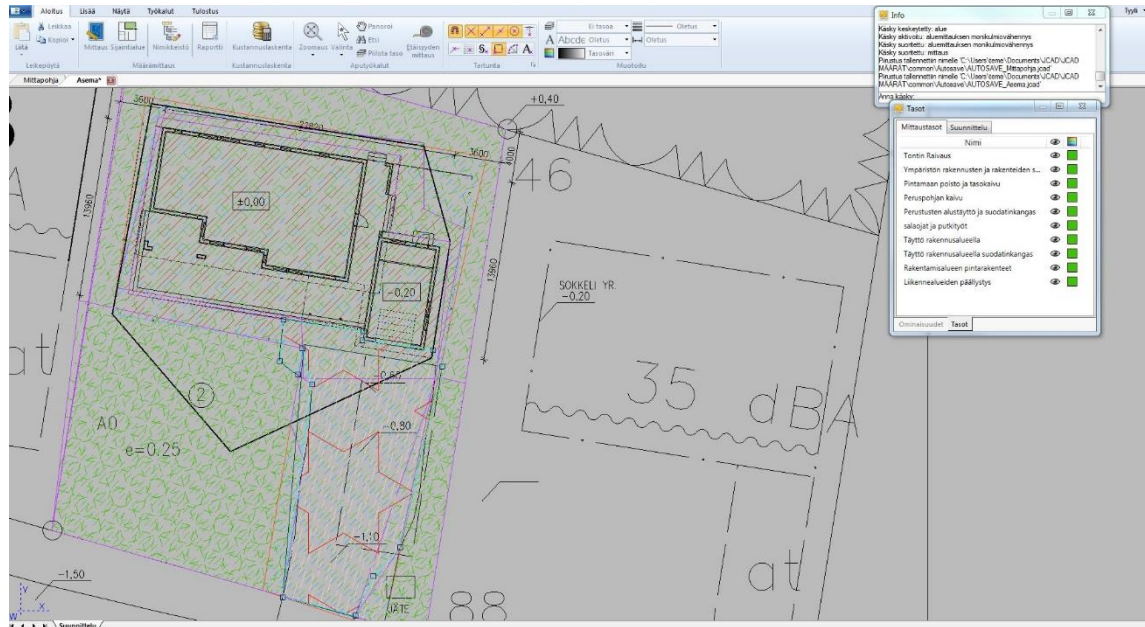
Osa vertailukohteiden määrätiedoista perustuu suunnitelma-asiakirjojen perusteella tehtyihin arvioihin. Nämä arviot johtuvat suunnitelmätiedon vajavaisuudesta, jolloin kyseiset määrätiedot on jouduttu arvioimaan. Näiden määrätietojen mittaamisen osalta ei voida myöskään suorittaa vertailua. Seuraavana on esitetty vertailukohteena olevan omakotitalon määräluettelon (LIITE 1) kohdat, joissa ei vertailua voida suorittaa.

Maa- ja pohjarakennus

- ympäristön rakennusten ja rakenteiden suojaus
- hyötypuun korjuu
- maankaivuutyöt, lukuun ottamatta pintamaan poistoa sekä tasokaivuuta
- pohjarakenteet ja pohjan vahvistus
- salaojat- ja putkityöt
- täyttö ja tiivistys.

Ohjelmasta on kuitenkin tarvittaessa apua, vaikka mittauksia jouduttaisiin tekemään arvioihin perustuen suunnitelmätiedon vajavaisuuden vuoksi. Esimerkiksi eri täyttö- ja tiivistystöitä laskettaessa kuvasta (Kuvio 7) pystyy rajaamaan hel-

posti halutun alueen ja antamaan kaivussyvyyden. Vaihtoehtoisesti salaoja- ja putkitöiden rakennusosia ja suoritteita mitattaessa arvioitujen putkilinjat on mahdollista mitata ohjelman avulla kuvasta.



Kuvio 7. Arvioihin perustuvia mittauksia (Omakotitalo Mäntyvaarantie 72)

Näin voidaan päätellä, että ohjelmalla pystyy laskemaan maatöiden määrätiedot luotettavasti, mikäli maatöihin on tarpeeksi kattavat suunnitelmat. Laskettaessa ohjelmalla maatöitä, rajataan kaivettavat alueet ja syötetään teoreettiset kaivussyvyydet. Näiden perusteella muodostuvat maatöiden määrät.

4.3 Laskennassa havaitut hyödyt

JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla vertailukohteita laskiessa ohjelman suurimpana hyötynä ja laskumukavuutta sekä nopeutta tuottavana asiana pitäisin erilaisten pinta-alojen, piirien ja tilavuuksien laskemista. Lisäksi erilaisten aukkojen vähentäminen laskennasta tapahtuu vaivatta ohjelman avulla. Esimerkiksi vertailukohteena olevan puurakenteisen omakotitalon määriä (Liite 1) laskettaessa useiden rakennusosien ja suoritteiden määrätiedot ovat nopeammin selvittävissä ohjelmalla kuin perinteisellä laskentatavalla. Ohjelman opiskelu vie kuitenkin runsaasti aikaa ennen kuin ohjelmalla on mahdollista saada samat määrätiedot kuin perinteisellä laskentatavalla. Ohjelmalla saatuja pinta-ala ja tilavuus

tietoja voidaan pitää hyvinkin tarkkoina, kun laskentakuvien skaalaus on onnistunut mittasuhteeseen ja lisäksi ohjelman käyttäjä suoriutuu vaadittavista toimenpiteistä.

Seuraavassa on lueteltuna vertailukohteena olevan omakotitalon määrälaskennan kohdat, joiden pinta-ala ja tilavuustietojen laskennassa oli ohjelmasta hyötyä verrattuna perinteiseen laskentatapaan. Hyödyiksi on katsottu helppous ja nopeus.

Maa- ja pohjarakenteita mitattaessa

- raivattavan tontin pinta-ala
- rakentamisalueen pintarakenteista nurmialueet, sekä päällystettävät liikennealueet
- maankaivuu, täyttö, sekä tiivistystyöt.

Perustuksia- ja ulkopuolisia rakenteita mitattaessa

- betonianturoiden muottityö, rauditus, betonointi
- anturoiden kosteuden ja vedeneristys
- perusmuurien ja pilareiden pinta-alat
- maanvaraisten laattojen pinta-alat
- maanvaraisen laatan betonimäärät, raudoitukset sekä lämmöneristeet.

Runko- ja vesikattorakenteita laskettaessa

- ulkoseinien pinta-alat
- lisäksi halutuilla kertoimilla ulkoseinien puurunkotöiden, levytöiden, sekä lämmön- ja ääneneristystöiden pinta-ala määrät
- terasseiden puurunkotöiden sekä kansilaudoituksien pinta-alat
- vesikattorakenteiden pinta-alat.

Täydentäviä rakenteita laskettaessa

- keveiden väliseinien määrät
- erityisväliseinien ja jakoseinien määrät
- kosteuden- ja vedeneristettävien seinien määrät.

Pintarakenteita laskettaessa

- vesikatteen pinta-ala
- sisäseinien, sekä sisäkattojen pintarakenteiden pinta-aloja

- ulkoseinien eri pintarakenteiden, kuten paneeliverhosten tai esimerkiksi vesi- ja suojapellityksien määrät
- lattian pintarakenteiden määrätietoja, kuten puulattiat, laatoitettavat lattiat tai hiottavat betonilattiapinnat, sekä lattioiden äänen, veden- ja kosteudeneristyksiä vaativien pintojen aloja
- erityistilojen, kuten saunan pinta- ja pohjarakenteiden määrät
- maalattavat ja tapetoitavat alueet.

JCAD RAKENNUS – MÄÄRÄT -ohjelma tuottaa selvää hyötyä erilaisten pituusmäärien ja kappalemäärien laskennassa. Lisäksi määrälaskenta on mielekkäämpää, kun ei tarvitse mitata suhdeviivaimella ja laskea määriä laskimen avulla, vaan muutamalla hiiren napautuksella mittatieto on selvillä. Ohjelmaan jää myös selvästi näkyviin mitkä rakenteet ovat jo mitattuna, joten mitään ei jää vahingossakaan laskematta. Kappalemääriä laskettaessa, esimerkiksi pilarianturalle, lasketaan suoritteet ja asetetaan ne kertoimiksi. Tämän jälkeen ohjelmalla voidaan laskea pilarianturoita kappalemäärinä. Kokonaismääristä näkee tämän jälkeen kappalemäärien yhteenlasketut määrät suoritteille.

Seuraavassa on lueteltuna vertailukohteena olevan omakotitalon määrälaskennan kohdat, joiden pituus ja kappalemäärien laskennassa ohjelman hyödyt tulivat esille.

Maa- ja pohjarakentamisessa

- raivausta laskettaessa hyötypuiden korjuu
- salaojia ja putkitöitä laskettaessa, salaojien pituudet, viemäreiden, kaivojen, sekä rumpujen määrät

Perustuksia- ja ulkopuolisia rakenteita mitattaessa

- kappalemäärinä laskettavat perustukset, kuten pilarit

Runko- ja vesikattorakenteissa

- tarvittavien ristikoiden lukumäärät
- tarvittavien palkkien ja pilareiden pituudet ja lukumäärät
- päätyräystäiden poikasten lukumäärät
- räystäiden pituudet, joista voidaan johtaa määrätietoja esimerkiksi otsalaudoitukset tai sadevesikourut.

Täydentävissä rakenteissa

- ikkunoiden ja ovien kappalemäärät
- ikkunoiden ja ovien ympärysmittat, joiden avulla saadaan laskettua määrätiedot useille rakennusosille ja suoritteille, kuten listoitukset, ikkunoiden- ja ovien ulkoverhoukset, äänen- ja lämmöneristykset.
- hormeja, kanavia, tulisijoja ja piippuja laskettaessa esimerkiksi savupiipun pituus.

Pintarakenteissa

- räystäiden pituuksista johdettavat ala-, sivu- ja yläräystäspellitykset, räystäskourut
- syöksytorvet
- erilaisten luukkujen, valaisinkoteloiden ja läpivientien lukumäärät
- erilaisten listoitusten ja muiden verhouksien metrimäärät
- kone- ja laitealustojen kappalemäärät.

4.4 Ongelmallisten rakenteiden mittaaminen

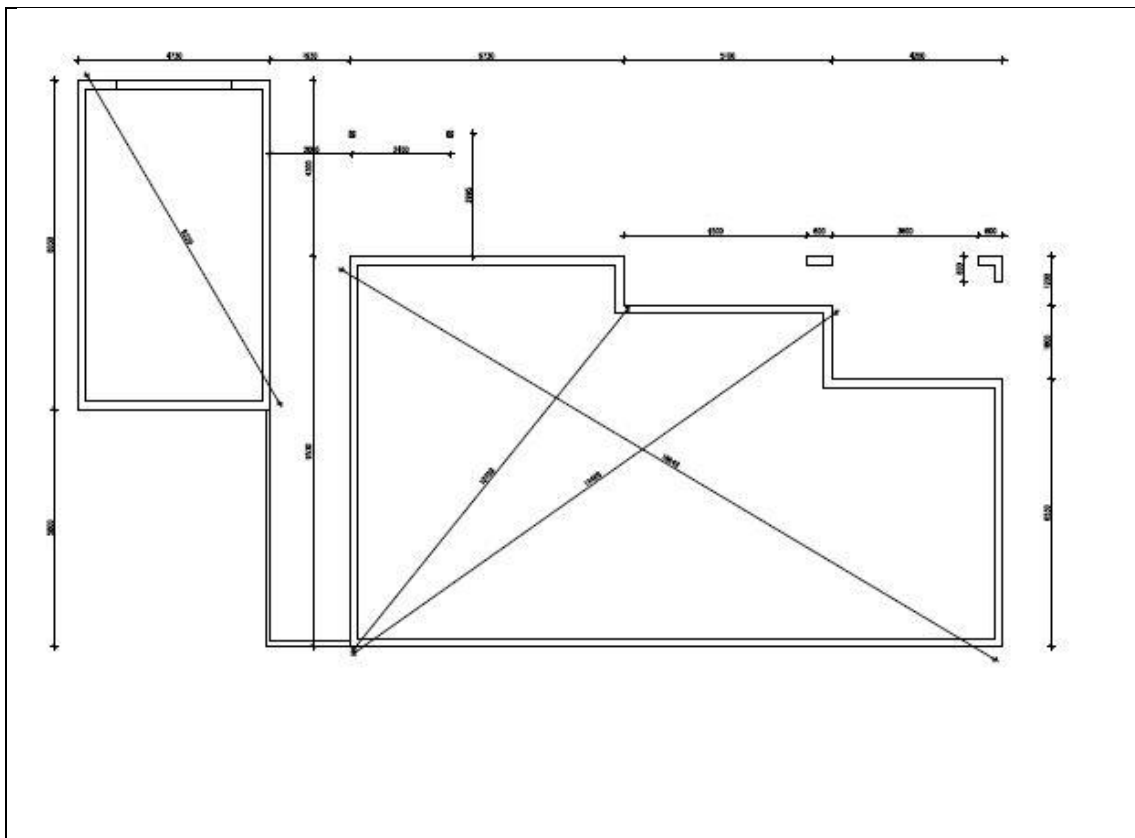
Seuraavassa tehdään kappaleessa 2.4 esitettyjen yleisesti määrälaskennan kannalta ongelmallisten rakenteiden mittaamista JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla. Seuraavien kappaleiden perusteella saa kuvan minkälaisiin ongelmatilanteisiin kannattaa kiinnittää huomiota, kun määrätietoja lasketaan suunnittelijoiden tekemistä malleista. Ongelmakohdista tehdyistä havainnoista kerrotaan kunkin mittauksen jälkeen. Mittauksille valittiin vertailukohteiksi omakotitalon lisäksi useita yksittäisiä mittausrakenteita suuremmista saneeraus- ja uudisrakentamiskohteista.

4.4.1 Jatkuvien mittausrakenteiden sekä usean suoritteen samanaikainen mittaaminen

Suunnitteluohjelmistot sisältävät työkaluja, joilla esimerkiksi ulko- ja väliseiniä tai anturoita ja sokkeleita voidaan mallintaa kokonaisuutena. Tällaisten jatkuvien rakenteiden laskenta määrälaskennan edellyttämällä tavalla voi kuitenkin olla mahdotonta, koska mallinnusohjelmistot keskittyvät lähinnä rakenteiden geometriaan eivätkä tietosisältöön. Nämä ovat tärkeimpiä syitä, minkä takia perinteisestä määrälaskennasta ei ole haluttu luopua.

Testataan JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla jatkuvaa mittauksia. Esimerkiksi anturoiden määriä laskettaessa selvitetään, tunnistaako ohjelma anturoiden

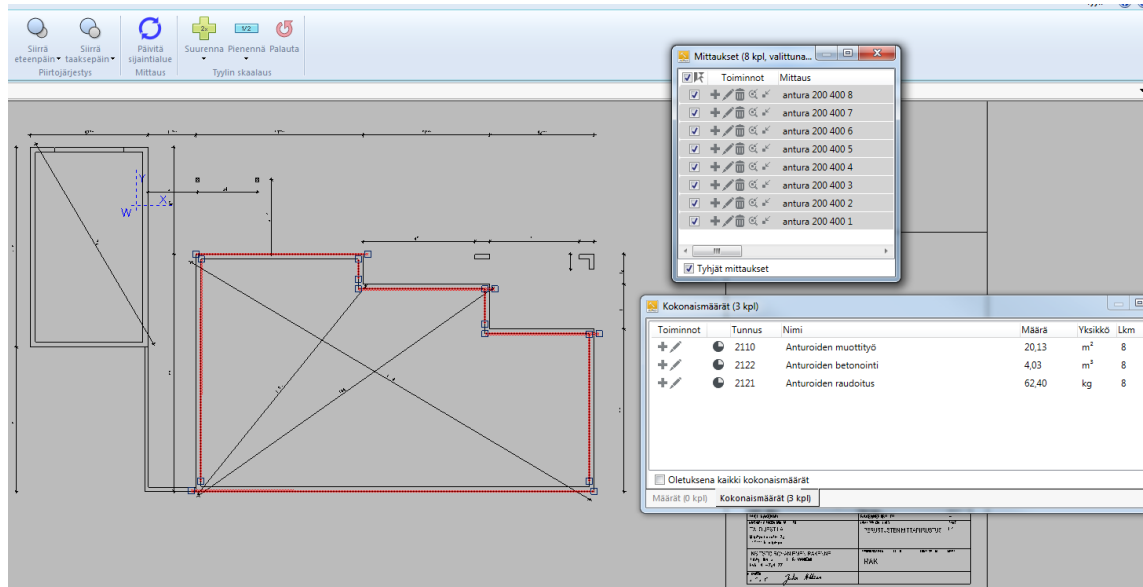
todelliset määrät, vai näyttääkö ohjelman jatkuva mittaus väärän määrätiedon. Vertailukohteena käytetään omakotitalon perustuskuvaa (Kuvio 8). Testissä pyritään pääsemään mahdollisimman tarkkaan määrätietoon.



Kuvio 8. Perustuskuva (Omakotitalo Mäntyvaarantie)

Jotta mittaus voidaan suorittaa luotettavasti ja mahdollisimman vähäisin määrälaskennan virhein, tulee jokainen antura mitata yksitellen. Laskennassa täytyy huomioida, että kyseessä on perustuskuva ja anturalinja kulkee todellisuudessa 10 cm päässä sokkelilinjan ulkopinnasta. Anturoille annetaan rakenteiden todelliset mitat, jotta laskennasta tulee mahdollisimman tarkka (Kuvio 9). Toinen tapa olisi mallintaa kuvaan anturalinjat JCAD -suunnitteluohjelmalla, jonka jälkeen ei tarvitsisi huomioida kuin se, että mittaus suoritetaan joka toisessa anturassa anturan ulkopinnasta ja joka toisessa anturan sisäpinnasta. Anturalinjojen mallintaminen vaatii kuitenkin runsaasti ohjelman käyttötaitoja ja tapa on myös enemmän aikaa vievä. Mittaus voidaan suorittaa vaivattomimmin sokkelikuvista, kun tiedetään anturoiden todelliset mitat.

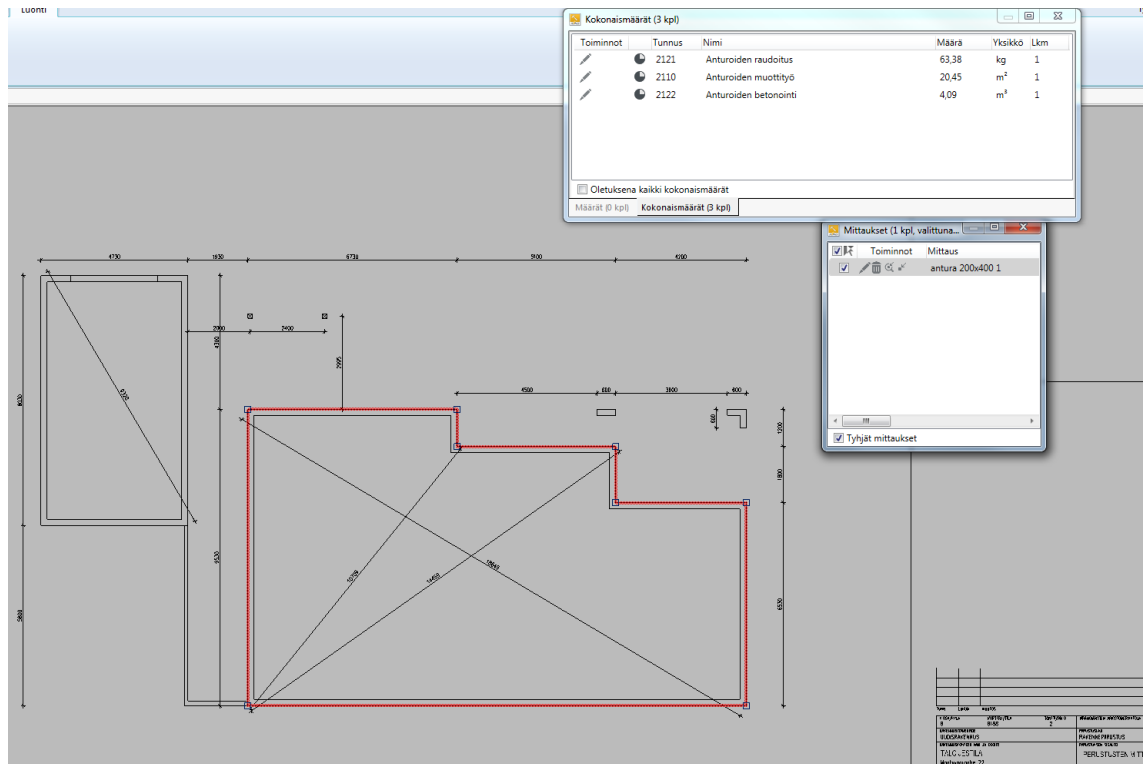
Mittauksesta jätetään rakennuksen etuseinälinjan lyhyiden seinien anturat mittaamatta, koska niiden muottityöt sisältävät anturoiden päiden muotit. Myös autotalli ja -tallin ja talon väliset anturat jätetään tarkastelusta pois, jotta määrätiedosta saataisiin mahdollisimman luotettava.



Kuvio 9. Anturoiden todelliset mitat huomioitava sokkelikuvasta laskiessa (Omakotitalo Mäntyvaarantie 72)

JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla mittaustulokseksi saadaan muottitöille 20,13 m², rauditukselle 62,40 kg ja betonoinnille 4,03 m³.

Seuraavaksi testataan jatkuvaa mittauksia mittaamalla anturat suoraan perustuskuvasta, jotta saadaan määrätiedot yhteen mittaukseen (Kuvio 10). Tarkoituksena on selvittää, aiheuttaako ohjelma virheitä todellisiin määrätietoihin. Lisäksi jatkuvaa mittauksia testataan, jotta kokonaismääriin ja saman litteran alle ei tulisi liian useita mittauksia.



Kuvio 10. Jatkuva mittaus (Omakotitalo Mäntyvaarantie)

Jatkuvalla mitaamisella JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelma näyttää määriksi muottitöille 20,45 m², rauditukselle 63,38 kg ja betonoinnille 4,09 m³.

Anturoita mitattaessa jatkuvalla mitaustavalla ohjelma ei näytä täysin samaa määrää. Määrätietoon vaikuttaa miltä reunalta mittaus on tehty. Tässä tapauksessa mittaus on suoritettava sokkelin pinnasta, jolloin anturan todellisia määrätietoja ei voida saada. Betonin ja muottitöiden määriksi saadaan hieman enemmän kuin ne todellisuudessa ovat. Tämä johtuu siitä, että jokaisessa anturan nurkassa on samaa suoritetta laskettuna kahteen kertaan.

Testaus osoitti, että jatkuvan rakenteen tai usean suoritteen yhtäaikainen mitausta ei ole mahdollista tehdä täydellisesti oikein. Mikäli mittaukseen otettaisiin vielä lisäksi autotallin anturat ja -tallin ja talon välinen antura, suoritteiden määrätiedot poikkeaisivat vielä enemmän todellisista määristä.

Testin tuloksena havaittiin, että sekä jatkuva että usean suoritteen yhtäaikainen mittaus lisää virheitä laskennan todellisissa määrissä. Lisäksi, mitä monikulmaisempi rakennus on, sitä enemmän pieniä määrälaskennan virheitä muodostuu jatkuvalla mitaustavalla ja usean suoritteen saman aikaisella mitaamisella. Näin

pienessä kohteessa määrälaskennan virheet tuskin vielä kostautuisivat jatkuvalakaan mittaustavalla, mutta mikäli anturaa olisi huomattavasti enemmän, tulisi se mitata anturan todellisin mitoin. Nämä ovat asioita, mitkä määrälaskijan tulee ottaa huomioon. Jokainen tarjouslaskija kuitenkin päättää, mikä on riittävä määrätieto tarjouslaskennan kannalta ja milloin jatkuva mittaustapa ja usean suoritteen samanaikainen mittaus sallitaan.

JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla anturoita mitattaessa on siis jokainen antura mitattava omana mittauksena, kun halutaan päästä mahdollisimman lähelle todellista määrätietoa. Lisäksi jokaisen anturan nurkissa on huomioitava samat toimenpiteet, kun perinteisessäkin laskentatavassa. Ohjelmalla tämä tapahtuu antamalla jokaiselle anturalle todellinen tiedetty mitta. Jokaisen anturan erikseen mittaaminen aiheuttaa hankaluuksia tulevien määrätietojen hallitsemisessa, koska saman litteran alle tulee paljon samanlaisia mittauksia, mutta ohjelmassa on kuitenkin runsaasti suodatusmahdollisuuksia tähän. Käyttäjän on kuitenkin opiskeltava ohjelman käyttöä paljon, ennen kuin kykenee vaadittaviin toimenpiteisiin.

Kun ohjelmalla mitataan useaa rakennusosaa tai suoritetta yhtäaikaisesti, esimerkiksi betonisokkeliä ja sokkelin lämmöneristystä, määrätiedoista ei tule oikeita. Kun ohjelmalla mitataan määrätieto betonisokkelin reunasta, ei sokkelin lämmöneristeen määrä ole enää oikea, vaan se on mitattava omana mittauksena, mikäli halutaan erittäin tarkka määrätieto.

Sähköistä JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmaa hyödynnettäessä täytyy tietää mistä pinnasta mittaus suoritetaan, aivan kuten perinteisessäkin laskentatavassa. Määrälaskija harkitsee, laskeeko hän useampaa rakennusosaa tai suoritetta samaan aikaan ja sallii siten pienet määrälaskennan virheet. Mikäli näin tehdään, pyritään mittaus kuitenkin suorittamaan aina kalleimman rakennusmateriaalin pinnasta, joka on tässä tapauksessa betoni. Tämän ansiosta mittauksen määrätiedossa virheellisempi määrätieto kohdistuu halvemmalle materiaalille, joka tässä tapauksessa on lämmöneriste.

Mikäli jotain suoritetta tai rakennusosaa on erittäin paljon, tulee ne kuitenkin suorittaa aina omina mittauksina. Jos laskettavaa suoritetta on vähän, määrälaskijan

harkinnan mukaan voi jatkuvaa mittausta käyttää ilman että määrälaskennan virheet kustautuvat tarjouslaskennassa. Vähäisten määrälaskennan virheiden ansiosta saadaan tarjouslaskennan työsuunnittelusta ja hinnoittelusta todenmukaisimmat.

Edellä mainitut ovat asioita, jotka tekevät tarjouskilpailusta riskialtista, haastavaa, ja ammattilaisen työtä. Sähköinen määrälaskenta vaatii samanlaiset tiedot ja taidot määrälaskennasta, kun perinteinenkin laskentatapa, ennen kuin sitä voidaan hyödyntää millään tapaa. Ohjelmalla kykenee riittävän tarkkaan ja luotettavaan määrälaskentaan, edellyttäen käyttäjältä riittävät ohjelmankäyttötaidot ja tiedon kuinka luotettavaa määrälaskentaa tehdään.

4.4.2 Monimuotoisten kattorakenteiden mittaus

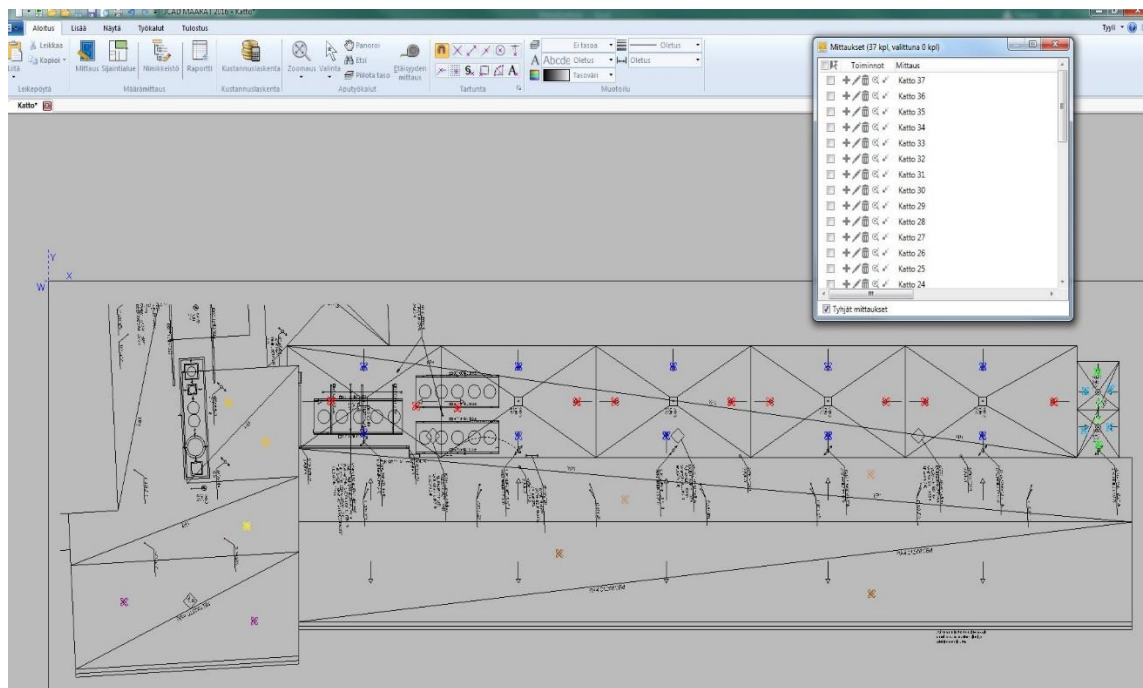
Suunnitteluohjelmistot sisältävät työkaluja, joilla monimuotoisia kattoja voidaan mallintaa yhtenä kokonaisuutena. Se tarjoaa suunnittelun näkökulmasta ylivoi- maiset mahdollisuudet kattomuotojen hallintaan ja muokkaamiseen. Määrälaskennan näkökulmasta tilanne on kuitenkin yleisesti ongelmallinen, koska näin mallinnetuista kattorakenteista ei saada käytännössä mitään määrälaskennan tarvitsemia mittatietoja. (Yleiset tietomallivaatimukset Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7.)

Vertailukohteeksi monimuotoisen kattorakenteen mittaamiseen on valittu Rovaniemen hotelli Vaakunan Osan 1. vesikattokuva. Vertailukohteen avulla testataan, miten sähköisellä ohjelmalla mitataan pinta-alamittausta monimuotoisesta kattorakenteesta. Selvitetään, helpottuuko ja nopeutuuko laskenta ja päästäänkö ohjelmalla tarkkoihin määrätietoihin. Tarjouslaskennan kannalta ei ole merkitystä, onko määrätieto täysin oikein, jos sillä ei ole merkitystä tarjouksen työsuunniteluun ja hinnoitteluun

JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla monimuotoisen kattorakenteen määrämittausta ei poikkea juuri perinteisestä laskentatavasta. Monimuotoisessa kattorakenteessa hankaluuksia tuottavat usein erilaiset otsapinnat ja katon vaihtelevat muodot, jotka pakottavat tekemään laskennan osissa (Kuvio 11). Mikäli kyseisessä tapauksessa laskentaa halutaan suorittaa ohjelmalla, on parempi tapa laskea kattorakenteen lappeat tai osat perinteisellä laskentatavalla ja tämän jälkeen

syöttää tiettyyn lappeeseen tai osaan kohdistuvat määrätiedot, jolloin ohjelma laskee ne kappalemäärinä.

Kun ohjelmalla suoritetaan laskentaa kappalemäärinä, kuvaan muodostuu symboli mitatusta kappaleesta. Tämän jälkeen ohjelman visuaalisuudesta on apua, koska laskettuihin määrätietoihin päästään myöhemmin käsiksi ja lisäksi nähdään mistä kohtaa mittaus on suoritettu. Ohjelman kokonaismääräluettelossa nähdään lopuksi koko kattorakenteeseen kohdistuvat määrätiedot suoritteille.



Kuvio 11. Katon lappeiden laskentaa kappalemäärinä (Rovaniemen hotelli Vaakuna vesikattokuva osa 1.)

Kun kattoja ja kaltevia pintoja lasketaan ohjelmalla, tulee mittauksen kertoimessa huomioida katon kaltevuus, jotta määrätietoon saadaan katon todellinen pinta-ala. Vastaavasti perinteisellä laskentatavalla mittaus voidaan suorittaa esimerkiksi käyttämällä laskennassa apuna leikkauskuvaa, jolloin säästytään ylimääräisiltä laskutoimituksilta. Ohjelman käytöllä voidaan nopeuttaa monimuotoisten kattorakenteiden määrälaskentaa, kun katon eri lappeet tai osat ovat kaltevuuskulmiltaan samoja. Katon kaltevuuskulmaa hyödyntäen lasketaan kerroin ja syötetään se ohjelmaan, jonka jälkeen pinta-ala mittauksesta voidaan tehdä suoraan tasokuvasta. Kertoimen ansioista määrätiedoksi saadaan katon todellinen pinta-ala eikä tasokuvasta mitattua pinta-alaa.

Testin johtopäätös on, että monimuotoisten kattopintojen tarkkoja määrätietoja laskettaessa parempi vaihtoehto on tehdä laskenta perinteisellä tavalla. Laskennan jälkeen voi tarvittaessa määrätiedot siirtää ohjelmaan ja laskea lappeet kappalemäärinä kuvion 11. mukaan.

4.4.3 Portaiden mittaus

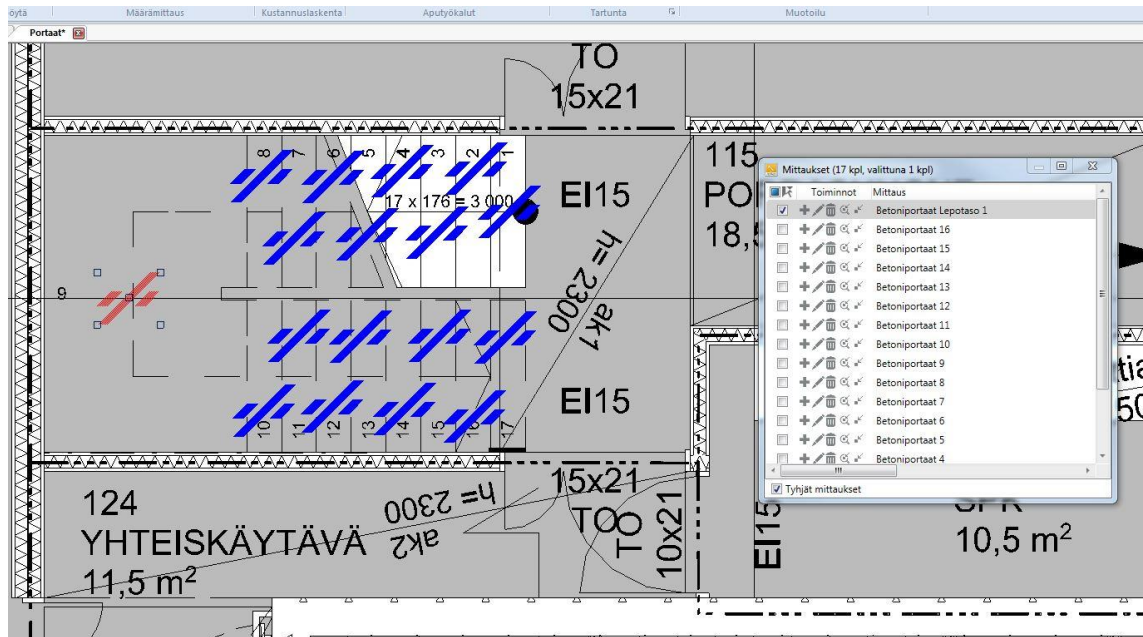
Kun portaat lasketaan kappalemääränä, ovat nykyiset suunnittelumallit riittäviä. Ongelmia voi tuottaa esimerkiksi portaiden komponenttien, kuten kaiteiden, tasanneiden ja askelmien laskenta. (Yleiset tietomallivaatimukset Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7.)

Portaiden määrätietojen mittaamiseen valittiin vertailukohteeksi Rovaniemellä Hallitie 3. Kiinteistö Oy Eteläkeskuksen liiketilojen ensimmäisessä kerroksessa olevat betoniportaat.

Portaiden määrien mittaaminen JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla on hyvin haastavaa, koska vaaditaan muutakin tietoa kuin pelkkä portaiden lukumäärä. Portaita mitattaessa laskentatapa riippuu täysin siitä millaiset portaat ovat rakenteeltaan. Rakentamisosa käsittää portaiden kantavat rakenteet, kuten porrasyöksyt ja askelmat sekä askellankut, kerros- ja lepotasot ja betoniset kaidera-
kenteet. Portaita laskettaessa ei erillisenä työnä tehtäviä portaiden pintarakenteita ja porrashuoneen seiniä huomioida laskennassa. (Talo 80 -nimikkeistö, Määrälaskentaohje 1982, 57–58.)

Portaiden monimuotoisuus ja otsapinnat aiheuttavat usein ongelmia määriä mitattaessa ohjelmalla, joten vertailukohteen betoniportaiden määrälaskennassa tulee selvittää askelmien sivujen, otsapintojen ja pohjan pinta-ala tiedot, tilavuus betonia varten ja rauditusmenekki kuutiota kohden.

Vertailukohteen mittausrakenteessa ohjelmalla portaiden lepotasojen tai askelmien laskenta onnistuu laskemalla yhden portaan, lepotason tai askelman määrätiedot perinteisellä laskentatavalla. Tämän jälkeen ohjelmalla voidaan laskea määrätiedot helposti kappalemäärinä.



Kuvio 12. Betoniportaiden määrälaskentaa (Hallitie 3. Kiinteistö Oy Eteläkeskusten liiketila kerros 1)

Portaiden askelmat ja lepotasot voidaan laskea ohjelmalla seuraavalla tavalla, mikäli ne noudattavat samaa laskentakaavaa. Ohjelmalla mitattaessa mittauksiksi on hyvä valita ”ei kaavaa” ja syöttää perinteisellä laskentatavalla saadut määrät suoritteille (betoni, muottityö ja rauditus) ja yksiköt (m^3 , m^2 ja kg) askelmalle ja lepotasolle. Tämän jälkeen mitattaessa ohjelma mittaa askelmat kappalemäärinä, piirtää valitun symbolin kuvaan, jonka jälkeen kokonaismäärästä saadaan askelmien ja lepotasojen kokonaismäärät suoritteille. Ohjelmalla voi mitata yhteen askelmaan tai lepotasoon kohdistuvat määrätiedot suoritteille, mutta se vie turhaan aikaa ja mittauksia tulee liikaa, mikä hankaloittaa kokonaismäärien hallintaa.

Testin johtopäätös on, että portaiden määrätietoja laskettaessa parempi vaihtoehto on tehdä yksittäisen askelman ja lepotason määrälaskenta perinteisellä tavalla. Laskennan jälkeen määrätiedot voi siirtää ohjelmaan ja laskea portaisiin kohdistuvat kokonaismäärät suoritteille (Kuvio 12).

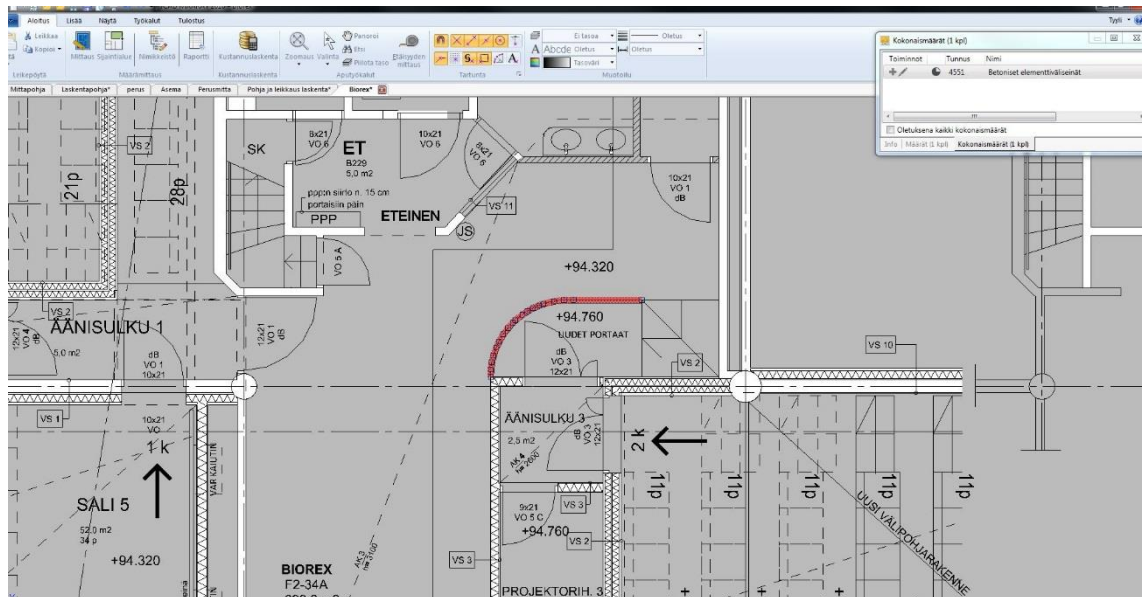
4.4.4 Geometriset erikoistapaukset

Rakennusten erikoiset muodot tai ratkaisut ovat usein määrä- ja kustannuslaskennan kannalta ongelmallisia. Tällaisia ovat esimerkiksi kaarevat, kaltevat sekä

erikoisia aukkoja, geometrisia lisäyksiä ja poistoja sisältävät rakennusosat. Koska suunnitteluohjelmistoilla on usein vaikeuksia tuottaa tällaisissa tapauksissa luotettavia määriä, näihin erikoistapauksiin on kiinnitettävä määrälaskennassa erityistä huomiota. (Yleiset tietomallivaatimukset Osa 7. Määrälaskenta 2012, 7)

Vertailukohteeksi geometrinen erikoistapauksen määrämittaukseen valittiin kaareva seinä Rovaniemen Sampokeskuksessa sijaitsevan Biorexin vuonna 2015 saneeratuista tiloista (Kuvio 13). Rakenteen avulla pyritään selvittämään, voidaananko ohjelmalla mitata tarjouslaskentaa varten geometrisesti erikoisen rakenteen määrätietoja helpommin ja nopeammin perinteiseen laskentatapaan verrattuna.

JCAD RAKENNUS MÄÄRÄT -ohjelmalla kyseisen seinän määrätiedot ovat nopeasti määritettävissä niin tarkasti, kuin tarve vaatii. Ohjelman avulla kaarevaan seinään saa tartuntapisteitä niin lyhyelle matkalle, kuin tarvitsee, jonka ansiosta kaarevan seinän määrätiedot on helppo mitata.



Kuvio 13. Kaarevan seinän pinta-alamittaus (Rovaniemen Sampokeskus, Biorex 2. kerros)

Erikoistapauksissa urakoitsija kuitenkin harkitsee, kuinka tarkka määrätieto tapauksissa vaaditaan vaikuttamatta tarjouksen työsuunnitteluun ja hinnoitteluun. Mikäli kohde sisältää runsaasti erikoistapauksia tai ne sisältävät erityisen kalliita

materiaaleja, tulee ne laskea aina mahdollisimman tarkasti. Lisäksi, kun määrälaskentaa suoritetaan rakentamisvaiheessa hankintoja varten, on määrätietojen oltava tarkkoja, jotta tarvikehukasta saadaan mahdollisimman pieni.

4.5 Luotettavuus

Vertailukohteiden testaaminen ja saadut laskentatulokset osoittavat, että sähköisen ohjelman käyttäjällä on oltava riittävät tiedot määrälaskennasta ja ohjelma vaatii runsaasti opiskelua ja testausta ennen kuin on mahdollista suoriutua vaadittavista toimenpiteistä ja määrätiedoista saadaan luotettavia.

JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmalla mitattaessa lähtökohtana on, että laskentakuvien skaalaus tehdään oikeaan mittasuhteeseen. Oikein skaalatut kuvat ovat edellytyksenä, että ohjelmalla tuotetut määrätiedot ovat riittävän luotettavia määrälaskentaan. Vertailukohteiden laskennassa on koko ajan pidettävä mielessä virhemahdollisuus sekä perinteisellä että sähköisellä laskentatavalla laskettaessa. Virheilteä ei voida kuitenkaan välttyä kokonaan eikä niiden mahdollisuutta voi kokonaan poistaa.

Laskettaessa perinteisellä tavalla on virheen mahdollisuus jokaisessa mittauksessa. Esimerkiksi mittaus tehdään väärässä mittasuhteessa, jolloin tuloksena on virheellinen kerroin. Laskuvirheiden vähäisyyttä pidetään yleisesti sähköisen laskennan etuna. Ohjelman käytössä virheitä voi kuitenkin tapahtua esimerkiksi kertoimen asettamisessa tai ohjelman tartunta-asetukset ovat väärät, jolloin mittaus ei ala halutusta pisteestä ja päätty haluttuun pisteeseen.

Perinteisessä laskennassa voi tapahtua laskuvirhe tai jokin yksittäinen mittaus voi unohtua laskennasta helpommin. Perinteisessä laskennassa tapahtunutta virhettä ja unohtusta on vaikeampi huomata heti vireentekohetkellä ja jälkikäteen on myös vaikeampi selvittää missä kohdassa se on tapahtunut. Laskijan on itse harkittava, missä kohtaa todetusta laskentavirheestä tai sen huomioon ottamatta jättämisestä ei tule tarjouskilpailun kannalta olennaisen tärkeää eikä laskentatulokset menetä luotettavuutta. Edellä mainitut asiat tekevät määrälaskennasta ammattilaisen työtä.

Laskettaessa vertailukohteiden erilaisia pinta-aloja, tilavuuksia pituuksia, piirejä ja kappalemääriä, ohjelma toimii luotettavasti antaen tarkat määrätiedot kyseiseen laskentakohteeseen. Yleisesti määrälaskennan kannalta hankalien rakenteiden mittaaminen ei poikkea ohjelmalla perinteisestä laskentatavasta. Ohjelmalla voi laskea hankalien rakenteiden määrätiedot ilman perinteistäkin laskentaa. Ongelmallisten rakenteiden laskennassa on kuitenkin parempi vaihtoehto käyttää perinteistä määrälaskentaa ja siirtää tiedot sähköiseen ohjelmaan. Näin mittauksia tulee vähemmän, joka helpottaa kokonaismäärien hallintaa ja siten virhemahdollisuus pienenee.

Vertailukohteen laskennan ja tarkistusten perusteella voidaan päätellä, että määrälaskennan tulokset ovat luotettavia. Vaikka laskennan tulokset ovat luotettavia, ei se takaa menestymistä urakkakilpailussa, koska esimerkiksi kilpailijan tekemä virhe omassa määrälaskennassa voi koitua kilpailijan eduksi.

Vaikka perinteistä laskentatapaa suosiva ammattitaitoinen määrälaskija käyttää osaamistaan ja tuottaa yhtä luotettavia laskelmia yhtä tehokkaasti kuin sähköisen ohjelman käyttäjä, on ohjelmasta kuitenkin hyötyä esimerkiksi visuaalisuutensa ansiosta. Suurien kohteiden laskenta ohjelmalla vaatii kuitenkin kahta suurta näyttöä eikä paperikuviltakaan voida välttyä, mutta visuaalisuus auttaa hahmottamaan helpommin mihin mitattavaan rakenteeseen mittaus kohdistuu ja mistä mittaustulokset ovat muodostuneet. Tämän ansiosta visuaalisuudesta on apua myös virheiden havaitsemisissa.

Ohjelman käytön asettamat vaatimukset tekevät sähköisen määrälaskennan opiskelusta vaativaa, mutta kun käyttäjän taitotaso on riittävä, saadaan luotettavia määrätietoja jatkossa vaivattomammin. Lopputuloksena voi sanoa, että sähköinen laskentatapa on yhtä luotettava kuin perinteinen laskentatapa, kun laskija osaa tehdä luotettavaa määrälaskentaa, omaa hyvät ohjelman käyttötaidot ja tunnistaa riskit. Määrätietojen luotettavuus riippuu täysin määrälaskijan ammattitaidosta.

4.6 Ajankäyttö

Ohjelmankäytön ajallisista hyödyistä ja ongelmakohtista on kerrottu aiemmissa kappaleissa. Seuraavana on listattu omat plussat ja miinukset ohjelman ajankäytöllisistä ominaisuuksista.

Plussat

- + Laskennan voi aloittaa välittömästi laskentakuvien saavuttua, jolloin säästyy aikaa.
- + Pinta-alojen, tilavuuksien, pituuksien, piirien ja kappalemäärien laskenta on nopeampaa.
- + Oikeilla mittaustavoilla saadaan vaivattomasti riittävän tarkat määrätiedot tarjouslaskentaan.
- + Varsinaista uudelleenlaskentaa ei välttämättä tarvita, koska suoritettuihin mittauksiin päästään käsiksi ja niitä voidaan muokata tarpeen mukaan.
- + Säästää aikaa rakentamisvaiheen aikaisissa määrälaskelmissa.
- + Kerran laskettu tieto on jatkossa käyttäjän hyödynnettävissä nopeasti.
- + Tukipalvelut ongelmatilanteissa säästävät ohjelman käyttäjän omaa aikaa vika-tilanteissa.

Miinukset

- Käyttöönotto ja ohjelman opiskelu tuovat omat huomattavat ajankäytölliset riskit.
- Yleisesti määrälaskennassa hankalien rakenteiden mittaaminen.
- Ohjelma ei ole robotti, joka mahdollistaa jatkuvan mittaustavan ja usean suoritteiden yhtäaikaisen mittauksen siten että se nopeuttaa laskentaa ja antaa luotettavan määrätiedon. Useat suoritteet ja rakennusosat joudutaan kuitenkin mittaamaan yksitellen ja täysin samoilla periaatteilla, kun perinteisessäkin määrälaskennassa riittävän tarkkoihin määrätietoihin pääsemiseksi.
- Ohjelman käyttöliittymässä havaitut tekniset viat voivat aiheuttaa laskennan katkeamisia ja näin aiheuttaa ajankäytöllisiä ongelmia. Perinteisessä määrälaskennassa teknisiltä ongelmilta vältytään useammin. Valojen sammuminen tai laskimen paristojen loppuminen voivat olla lähes ainoita syitä, milloin perinteinen määrälaskenta katkeaa.
- Mikäli ohjelmaa halutaan käyttää myös työmailla, vaatii se myös työmaamestarilta paljon ohjelman opiskelua, jotta hän selviää tarvittavista toimenpiteistä riittävän hyvin.

4.7 Quanttos Oy:n lupaamat hyödyt ja käyttäjän havainnot

Sähköiseen määrälaskentaan liittyy paljon hyötyjä dokumenttipohjaiseen määrälaskentaan verrattuna. Seuraavassa on listattu sähköisen JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelman hyötyjä, jotka perustuvat valmistajan antamiin tietoihin. Havainnot on tehty opinnäytetyön tekijän saamista käyttökokemuksista. Listaukseen on kerätty hyötyjä, jotka liittyvät rakennushankkeen jokaisen eri vaiheen määrälaskentaan.

Quanttos Oy lupaa että, ensimmäiset säästöt sähköisen määrälaskennan ansiosta saadaan pienenevistä kopiokustannuksista, koska paperikopioita ei välttämättä tarvita ainakaan laskentaan. Samasta syystä syntyy myös ajansäästöä, sillä laskennan voi aloittaa välittömästi, ilman paperipiirustusten odottamista kopiolaitokselta sekä varsinaisen laskenta-ajan nopeutumisena. (Quanttos Oy 2016c.)

Ajan säästö on merkittävin tavoiteltava etu. Kopiokustannuksilta ei kuitenkaan voida välttyä kokonaan suurissa kohteissa. Laskentavirheiden riski on olemassa aina ja laskenta-ajan nopeus on täysin riippuvainen määrälaskijan ammattitaidosta.

Hyötyjä saadaan myös uudelleenlaskennan vähenemisenä. Osamääräluetteloiden laatiminen jo tehdyistä mittauksista korvaa sähköisessä määrälaskennassa uudelleenlaskennan, koska määrälaskentaa joudutaan suorittamaan rakennusprojektin kuluessa useassa vaiheessa. Perinteisellä laskentatavalla määrälaskenta jouduttiin usein aloittamaan alusta kussakin vaiheessa puutteellisen dokumentoinnin takia. JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmassa kaikki laskenta-aineisto on seuraavan käyttäjän hyödynnettävissä ja laskentaa voi jatkaa siitä mihin edellinen on lopettanut. Tehtyjä osamääräluetteloita voidaan käyttää esimerkiksi työmaan hankintoja tehtäessä, jolloin halutut määrätiedot saadaan nopeasti tietoon. (Quanttos Oy 2016c.)

Ohjelman valmistajan mukaan kaikki laskenta-aineisto on seuraavan käyttäjän hyödynnettävissä, laskentaa voi jatkaa siitä mihin edellinen on lopettanut ja että tehtyjä osamääräluetteloita voidaan käyttää esimerkiksi työmaan hankintoja tehtäessä, jolloin halutut määrätiedot saadaan nopeasti tietoon.

Kun tarjousvaihe aikaisia määrätietoja joudutaan muokkaamaan esimerkiksi hankintatoimen hyväksi, tulee silloin myös tarve uudelleenlaskennalle. Vain aiemman määrälaskennan tehnyt henkilö tietää mitä ratkaisuja hän on tehnyt, joten mielestäni vain sama henkilö voi tehdä uudelleen laskennan. Vain siten voidaan varmistaa tarkka ja luotettava määrälaskenta ja minimoida riskit.

Ohjelman valmistajan mukaan laskentamukavuus on JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelman hyöty. Se tuottaa säästöjä, koska perinteisen määrälaskennan hankaluus houkuttaa oikomaan laskelmissa ja näin lisää laskentariskiä. (Quanttos Oy 2016c.)

Perinteisellä määrälaskennalla kuitenkin päästään tarkkoihin mittaustuloksiin ilman ohjelman käytön opettelemista. Jos perinteisen määrälaskennan hankaluus houkuttaa laskijaa oikomaan laskelmissa, on sama riski ohjelmaa käytettäessä. Ohjelma mahdollistaa kokonaisten mittausrakenteiden, kuten esimerkiksi anturan ja perusmuurin yhdenaikaisen suoritteiden mittaamisen, mutta useiden rakennusosien ja suoritteiden yhtäaikainen mittaaminen lisää laskentariskiä, koska määrätietoihin tulee näin virheitä. Tämä on selvitetty ja osoitettu kappaleessa 4.4.1. Tarjouslaskijan tehtäväksi jää arvioida laskennan hankaluudet, päättää kumman laskentatavan hän kulloinkin valitsee ja tiedostaa mikä vaikutus valinnoilla on tarjouslaskentaan. Valinta on täysin riippuvainen laskettavan kohteen laajuudesta ja tarjouskilpailuun osallistuvien yritysten määrästä sekä määrälaskijan ammattitaidosta.

Määrälaskenta on aina riskialtista toimintaa ja siinä piilevää riskiä ei koskaan voi täydellisesti poistaa. Ohjelman käytöllä riski kuitenkin pienenee, koska laskuvirheiden mahdollisuus vähenee, laskijan nähdessä ruudulta lasketut ja laskematomat alueet. Edellä mainittujen lisäksi laskennan visuaalisuus helpottaa määrälaskennan hyödyntämistä, koska laskija voi aidosti nähdä mistä määrät ovat muodostuneet tarvitsematta arvailta ja epäillä niiden alkuperää. (Quanttos Oy 2016a)

JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelman riskeistä sekä visuaalisuudesta ja sen hyödyistä on kerrottu aiemmin. Ohjelman visuaalisuus kuitenkin hankaloituu, kun mittauskohde on todella suuri ja tasoja sekä mittauksia on paljon. Tällöin on harkittava, onko parempi mitata kokonaan perinteisellä mittaustavalla vai käyttää ohjelmaa vain joissain tilanteissa.

5 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin määrälaskentaan ja sen antamiin mahdollisuuksin urakoitsijan näkökulmasta. Työssä selvitettiin ja kerrottiin teoretietoa perinteisestä sekä sähköisestä- ja tietomalleihin perustuvasta määrälaskennasta, niiden eroavaisuuksista ja sähköisen laskennan tarjoamista mahdollisuuksista. Työssä testattiin sähköistä JCAD RAKENNUS -MÄÄRÄT -ohjelmaa rakennusyrityksen tarjouslaskennan tarpeisiin. Toimeksiantajayritys halusi saada selville millaista hyötyä ohjelmasta voisi olla yritykselle, miten tarkkoihin määrätietoihin ohjelmalla käytöllä päästään ja kuinka aikaa vievää ohjelman opiskelu ja käyttö ovat.

Ohjelman testaus aloitettiin suorittamalla määrälaskelmat pienrakennuskohteesta perinteisellä sekä sähköisellä laskentatavalla. Tämän jälkeen ohjelmaa testattiin vielä haastavammilla mittausrakenteilla useista saneeraus- ja uudisrakentamiskohteista. Näiden avulla ohjelman testaus saatiin kuvaamaan paremmin ohjelman todellista käyttöä ja toimeksiantajan vaatimuksia. Valitut vertailukohteet mahdollistivat useiden erilaisten mittauksen suorittamisen ohjelmalla ja näin jäi enemmän aikaa määrälaskennan ja ohjelman käytön opiskelulle. Työssä oli huomioitava ja pidettävä koko ajan mielessä itselle uuden ja tuntemattoman ohjelman käyttöönoton haasteet ja riskit.

Ohjelman käytössä painotuttiin pitkälti itse määrien mittaamiseen, niistä saatuihin mittaustuloksiin ja arviointiin. Lisäksi perehdyttiin ohjelmalla muodostettavien osamääräluetteloiden hyödyntämismahdollisuuksiin. Käytössä keskityttiin vahvasti määrälaskentaan, niin tarjousvaiheen aikaiseen kuin rakennusvaiheen aikana tarvittaviin määrätietoihin. Itse määräluettelon työsuunnitteluun ja hinnoitteluun ja niiden lopputuloksena syntyvään urakkatarjoukseen ei haluttu keskittyä.

Ohjelman testaaminen antoi selvän kuvan sen käyttöönottamiseen ja opiskeluun liittyvistä haasteista. Työn avulla saatiin tietoa mittaustulosten luotettavuudesta ja ajankäytöllisistä mahdollisuuksista verrattuna perinteiseen laskentatapaan.

Itse opinnäytetyön tekijänä opin paljon sekä perinteisen että sähköisen ja tietomallipohjaisen määrälaskennan teoriasta ja sain runsaasti oppia perinteisestä ja sähköisestä JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmasta ja niiden käyttömahdollisuuksista.

Työn teoriaosuudessa kerrottiin yleisesti niin perinteisestä kuin sähköisestä ja tietomallipohjaisesta määrälaskennasta. Teoriaosuudessa kerrottiin myös missä muissa vaiheissa määrälaskentaa tarvitaan, kun urakoitsijan kannalta tärkeässä tarjous- ja rakennusvaihe aikaisessa laskennassa. Osuudesta saa myös hyvän kuvan, millaiset vaatimukset suunnittelijoille asetetaan suunnittelumallien tekemisestä, jotta urakoitsijan tarjouslaskentavaiheen aikaisesta määrälaskennasta saadaan mahdollisimman luotettava ja paikkansapitävä.

Määrälaskennan teoriaosuudessa on käytetty runsaasti tietoa RT-ohjekorteista sekä määrä- ja kustannuslaskentaan perehtyneiden ammattihenkilöiden tekemistä töistä ja viitataan rakennusalan ammattikirjallisuuteen. Vaikka tietolähteinä on melko vanhoja esimerkiksi Talo 80 -nimikkeistön määrälaskentaohje, ovat ne silti yhä paikkaansa pitäviä ja käytössä olevia. Esimerkiksi tässä opinnäytetyössä testattavassa JCAD RAKENNUS - MÄÄRÄT -ohjelmassa on kyseinen nimikkeistö valmiina. Teoriaosuudessa käytettyjä lähteitä voi pitää hyvin luotettavina. Ohjelmasta saadut tiedot perustuvat ohjelman valmistajan Quanttos Oy:n tietoihin. Tietoa on kerätty valmistajan verkkosivuilta, valmistajan tekemistä ohjeista ja oppimateriaaleista, ohjelman käyttäjiltä ja itse opinnäytetyön tekijän käyttökokeuksista.

Opinnäytetyötäni arvioidessani pohdin, että työstä voisi tehdä jatkotutkimusta perehtymällä enemmän tarjouslaskennassa tehtävään työsuunnitteluun sekä hinnoitteluun ja selvittää mitä mahdollisuuksia JCAD -kustannuslaskentaohjelma voi niihin tarjota. Tämä työ haluttiin kuitenkin rajata määrälaskentaan, jotta toimeksiantajan tarpeet otettiin näkyvimmin huomioon ja siten niihin kyettiin keskittymään parhaiten.

LÄHTEET

Quanttos Oy 2016a. JCAD MÄÄRÄT -kurssiohjelman käyttöopas.

Quanttos Oy 2016b. JCAD MÄÄRÄT versio 1.10.08 esite.

Quanttos Oy 2016c. JCAD verkkosivusto. Viitattu 21.9.2016
<http://www.jcad.fi/jcad-rakennus-maarat.htm>.

Rakennuslehti 5.2.2016, 1. JCAD MÄÄRÄT mainos.

Rakennustieto Oy 2016. Nimikkeistöt. Viitattu 8.9.2016 https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/nimikkeistot_21.html.

Talo 80 -nimikkeistö. Määrälaskentaohje. 1982. Helsinki. Rakentajainkustannus Oy.

Talo 80 -nimikkeistö. Yleisseloste. 1984. Helsinki. Rakentajainkustannus Oy.

Talo 2000 -hankenimikkeistö 2008. RT 10-10918. Rakennustieto Oy.

Talo 2000 -nimikkeistö. Yleisseloste. 2008. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Talo 2000 -rakennustuotenimikkeistö 2013. RT 10-11114. Rakennustieto Oy.

Talo 2000 -tuotantomäärien mittausohje. 2010. Rakennustieto Oy.

Talo 2000 -tuotantonimikkeistö 2009. RT 10-10963. Rakennustieto Oy.

Talonrakennuksen kustannustieto 2015. Haahtela-Kehitys Oy.

Teittinen, T. 2009. Tietomallipohjainen määrä- ja kustannuslaskenta. Tampereen teknillinen yliopisto. Erikoistyö.

Vuorela, K. Urpola, J. & Kankainen, J. 2001. Johdatus rakentamistalouteen. Espoo: Libella Painopalvelu Oy.

Yleiset tietomallivaatimukset, Osa 7. Määrälaskenta 2012. Rakennustieto Oy.

LIITE

Liite 1. Vertailukohteen omakotitalo määräluettelo.