



Pientalorakentamisen kustannus- ja määrälaskenta

Erkki Uljas

OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2021

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Rakennustuotanto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Rakennustuotanto

ULJAS, ERKKI:
Pientalorakentamisen kustannus-, ja määrälaskenta

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Maaliskuu 2021

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin puurakenteiseen pientalorakentamiseen määrä- ja kustannuslaskentaohjelma. Laskentaohjelman tavoitteena oli helpottaa ja vähentää laskentavirheitä rakennushankkeiden laskennassa. Laskentaohjelma suunniteltiin yrityksen käyttämien rakenneratkaisujen ja rakennustapojen perusteella, jotka ovat pääosin samat jokaisessa pientalohankkeessa. Laskentaohjelman kehittämisessä hyödynnettiin yrityksen edellisistä kohteista saatua tietoa.

Tuloksista kävi ilmi, että laskentaohjelmasta saadut määrät vastaavat todellisia määriä. Tietenkään laskentaohjelma ei pysty laskemaan kaikkia määriä, koska rakennushankkeet ovat hyvin yksilöllisiä. Tietyt määrät, kuten perustusvaiheen putkitusten määrät, täytyy lisätä käsin ohjelmaan.

Tuloksena saatiin luotua kohdeyritykselle laskentaohjelma, joka palvelee heidän käyttötarkoituksiaan. Onnistuneella kustannus- ja määrälaskennalla on todella suuri merkitys rakennushankkeen onnistumisen kannalta. Määrälaskennan avulla rakennushankkeelle saadaan luotua aikataulu, hankinnat saadaan hallittua ja onnistunut kustannuslaskenta mahdollistaa kustannusohjauksen ja hallinnan koko rakennushankkeen ajan. Laskentaohjelmaa pystyy kehittämään usealla eri tavalla, kuten mahdollistamalla laskemisen useammille eri rakennetyypeille.

Asiasanat: määrälaskenta, kustannuslaskenta, rakennustöiden aikataululaskenta

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Construction Production

ULJAS, ERKKI:
Calculation of Cost and Quantity in Small-House Construction

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 2 pages
March 2021

The aim of this thesis was to develop a cost and quantity calculation program for small wooden house construction. The aim of the calculation program was to facilitate calculation process and reduce the amount of accounting errors in construction projects. The calculation program was planned for the structural solutions and construction methods used by the company. Structural solutions and construction methods are essentially the same in each construction project. In the development of the calculation program, information from the company's previous construction projects was utilized.

The results showed that the quantities obtained from the calculation program correspond to the actual quantities. Of course, the calculation program is unable to calculate all the quantities because construction projects are very individual. Missing quantities need to be added by hand to the calculation program.

As a conclusion, the successful cost and quantity calculation really makes a significant difference to the success of the construction project. Calculation of quantity can be used to create a realistic schedule for a construction project. Also, procurement will be managed. Successful cost accounting allows cost guidance and control throughout the construction project. The calculation program can be developed in several ways, such as allowing calculation for more types of structures.

Key words: quantity surveying, cost accounting, scheduling calculation of construction works

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	RAKENNUSHANKKEEN KUSTANNUKSET	7
	2.1 Talonrakennushankkeen kulku.....	8
	2.2 Tarveselvitys	9
	2.2.1 Kustannusten ennustus	9
	2.3 Hankesuunnittelu	10
	2.3.1 Kustannustavoite	10
	2.4 Tarjouslaskenta.....	11
	2.4.1 Riskivaraus	11
	2.4.2 Työmaakate.....	11
	2.5 Rakennussuunnittelu.....	11
	2.5.1 Kustannusohjaus	12
	2.5.2 Kustannusarvio.....	13
	2.6 Rakentaminen	14
	2.6.1 Tavoitearvio	14
	2.6.2 Hankelaskenta.....	15
	2.6.3 Jälkilaskenta	16
	2.7 Käyttöönotto	16
	2.8 Laskenta	16
3	NIMIKKEISTÖ.....	17
	3.1 Talo 80 -nimikkeistö	17
	3.1.1 Rakenne	18
	3.1.2 Rakentamisosanimikkeistö	18
	3.1.3 Suoritusnimikkeistö.....	19
	3.1.4 Yksityiskohtainen määrä- ja kustannusarviolaskenta	19
	3.2 Talo 2000 -nimikkeistö	20
	3.2.1 Hankenimikkeistö	21
	3.2.2 Tuotantonimikkeistö.....	21
	3.2.3 Panosnimikkeistöt.....	22
	3.2.4 Rakennustuotenimikkeistö.....	22
4	MÄÄRÄLASKENTA	23
	4.1 Määrämittaus	23
	4.1.1 Määrälaskentaohje	24
	4.1.2 Rakennushankkeen osittelu	24
	4.2 Määräluettelo	25
	4.2.1 Rakennusosalaskenta	26

4.2.2 Suoritelaskenta.....	27
4.3 Materiaalilisät ja -hukat	28
4.3.1 Muodostumisen syyt.....	28
4.3.2 Materiaalihukan vähentämisen keinot	28
4.3.3 Materiaalikohtaiset materiaalilisät ja -hukat	29
5 RAKENNUSTÖIDEN AIKATAULULASKENTA.....	32
5.1 Yleistä	32
5.2 Aikataulutehtävien muodostaminen	32
5.2.1 Tuotannon jakaminen tehtäviin.....	33
5.3 Suunnittelun periaatteet	35
5.3.1 Ajallinen suunnittelu.....	35
5.3.2 Hankinta-aikataulu.....	35
6 PIENTALOHANKKEEN LASKENTA.....	37
6.1 Lähtökohta	37
6.2 Käyttö ja toiminta.....	38
6.3 Tulosten luotettavuus	40
7 POHDINTA	41
LÄHTEET	42
LIITTEET	43
Liite 1. Yksityiskohtainen määrä- ja kustannuslaskenta	43
Liite 2. Työkauppa.....	44

1 JOHDANTO

Rakennushankkeen yhtenä tärkeimpänä asiana voidaan pitää hankkeen määrä- ja kustannuslaskentaa. Yksityiskohtainen määrälaskenta toimii pohjatietoina aikataulusuunnittelussa, hankintojen suunnittelussa ja kustannuslaskennassa ja ohjauksessa.

Määrä- ja kustannuslaskentaa voidaan selkeyttää ja nopeuttaa eri ohjelmilla ja nimikkeistöjärjestelmillä. Tässä opinnäytetyössä kerrotaan Talo 80- ja Talo 2000 -nimikkeistöjärjestelmistä, joista Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmää käsitellään tarkemmin, koska tilaajayritykselle tehty laskenta on tehty Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmään pohjautuen. Talo 2000 -nimikkeistöjärjestelmästä kerrotaan pääpiirteet.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda kohdeyritykselle Excel-pohjainen määrä- ja kustannuslaskentaohjelma. Laskentaohjelman tarkoituksena on nopeuttaa ja helpottaa tarjousten laskemista ja rakennusmateriaalien määrien laskentaa, tilausta ja aikataulutusta sekä vähentää laskennassa tapahtuvia laskuvirheitä, joista seuraa ylimääräisiä kustannuksia. Laskentaohjelman kehittämisessä pääpaino oli määrälaskennassa. Määrälaskennasta tuloksena syntyneen määräluettelon avulla pystytään laskemaan eri tehtäviin tarvittavat työ- ja materiaalimenekit, työ-, aine-, alihankinta-, ja yhteiskustannukset. Aikaisemmin yritys on tehnyt laskennan käsin, joka on työläs tapa ja laskentavirheiden riski on suurempi. Yrityksen päätoimiala on pientalorakentaminen, jonka takia opinnäytetyössä keskitytään aiheeseen niiden näkökulmasta.

Opinnäytetyö on rajattu puurakenteiseen pientalorakentamiseen, joka on kohdeyrityksen keskeisin työlaji. Työn tuloksena syntynyttä laskentaohjelmaa pystytään hyödyntämään kattavimmin puurakenteisissa pientaloissa. Opinnäytetyössä ei käsitellä yleisaikataulun tai tarkempien aikataulujen laadintaa.

2 RAKENNUSHANKKEEN KUSTANNUKSET

”Kustannuksella tarkoitetaan tuotannon tekijän rahassa mitattua käyttöä tai kulu- tusta. Kustannukset tulee tuntea ja tunnistaa, jotta pystyy selvittämään yrityksen toiminnan kannattavuuden, tuottavuuden ja taloudellisuuden. Rakentamisessa kustannus on se rahamäärä, joka resurssien käytön ja panoshintojen perusteella tarvitaan jonkin tietyn työn, suoritteen tai palvelun tekemiseen. Kustannukseen sisältyvät kustannuslajit ovat työ, materiaali ja muut kustannukset.” (Rakennus- tieto 2018, 7.)

Hinnalla tarkoitetaan sitä rahamäärää, ”jolla työn suorittaja, toimittaja tai palve- lun tarjoaja on valmis tekemään sovitun työn, suoritteen tai palvelun. Hintaan si- sältyvät hintalajit ovat työ, materiaali, kalusto ja yrityspalvelu. Hinta on ajallisesti ja alueellisesti markkinatilanteen mukaan muuttuva.” (Rakennustieto 2018, 7.)

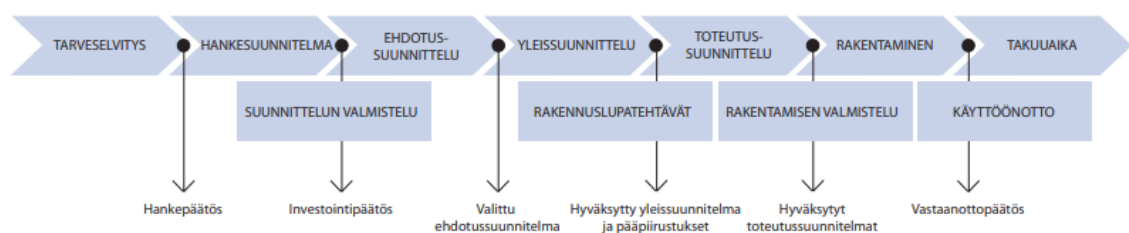
Arvolla tarkoitetaan sitä rahamäärää, ”jonka ostaja on valmis maksamaan tuot- teesta tai palvelusta. Esimerkiksi kiinteistön arvoon vaikuttaa sijainti ja merkitys ostajalle. Arvo on subjektiivinen käsite eli saman tuotteen arvo vaihtelee tarkas- telijasta ja tilanteesta riippuen.” (Rakennustieto 2018, 7.)

2.1 Talonrakennushankkeen kulku

Talonrakennushanke alkaa tarveselvityksellä, jolloin selvitetään hankkeen tarpeellisuus ja hankkeen pääpiirteet. Jos rakennushanke koetaan tarveselvityksen perusteella kannattavaksi, siirrytään hankesuunnitteluvaiheeseen, jossa selvitetään yksityiskohtaisemmin rakennushankkeen sisältö. Hankesuunnittelun jälkeen aloitetaan rakennussuunnittelu, jolloin kohde suunnitellaan teknisesti, toiminnallisesti ja arkkitehtonisesti. Lisäksi hankkeesta tehdään ehdotus- ja luonnossuunnitelmat rakennuslupahakemusta varten. Rakentamisvaiheessa rakennetaan suunnitelmien mukainen lopputuote, jonka jälkeen se voidaan käyttöönottaa (Lindholm 2009, 6).

Rakennushanke kustannushallinnan kannalta voidaan jakaa neljään päävaiheeseen. Kustannusten ennustaminen tarveselvitysvaiheessa, kustannustavoitteen määrittäminen hankesuunnittelun yhteydessä, suunnittelun kustannusohjaus ja hankelaskenta rakentamisen yhteydessä (Lindholm 2009, 6).

Rakennushankkeen kustannusohjauksessa on tärkeää tietää kustannusten määrytyminen hankkeen eri vaiheissa (kuvio 1). Suunnitteluvaiheessa rakennuskustannuksiin pystytään vaikuttamaan eniten, rakennushankkeen laajuutta ja laatutasoa päätettäessä. Rakentamiskustannuksiin vaikuttamisen mahdollisuus väheenee koko ajan hankkeen edetessä. Rakentamisvaiheessa arvioidut kustannukset alkavat konkretisoitua, eikä niihin voida juurikaan vaikuttaa, ilman suunnitelmien muuttamista. Eri rakennusmenetelmillä pystytään mahdollisesti vaikuttamaan kustannuksiin, mutta niiden taloudellinen vaikutus on yleensä suhteellisen pieni (Lindholm 2009, 9–10).

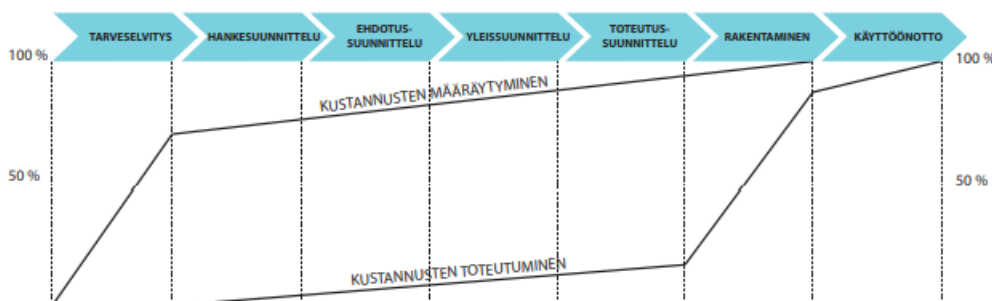


KUVIO 1. Talonrakennushankkeen vaiheet (RT 10-11224, 1)

2.2 Tarveselvitys

Tarveselvitysvaiheessa tehtävänä on selvittää, onko hanke tarpeellinen, mitä tiloja rakennukseen tarvitaan, mitä eri vaihtoehtoja ja ratkaisuja löytyy sekä eri ratkaisujen edullisuus. Eri ratkaisujen edullisuuden avulla saadaan laskettua alustava kustannusarvio rakennushankkeesta. Kustannuksiin vaikuttaa aikataulu ja rakentamisajankohta. Rakennusallalla suhdanteet ja markkinatilanne vaikuttavat merkittävästi työn, materiaalin ja urakoiden tarjoushintaan. Tarveselvityksessä olevilla tiedoilla tehdään päätös, aloitetaanko kohteesta hankesuunnittelu (Lindholm 2009, 6–12).

Rakennushankkeen kustannukset määräytyvät useimmiten alla olevan kuvan (kuvio 2) mukaisesti. Tarveselvitys vaiheessa määritetään rakennushankkeen kannalta merkittävimmät kustannukset ja suurin osa kustannuksista toteutuu rakennusvaiheessa. Kustannukset muodostuvat pääosin suunnitteluvaiheessa tehtävistä päätöksistä rakennuskohteeseen kuten, laatutaso, laajuus ja aikataulu (Lindholm 2009, 6–12).



KUVIO 2. Kustannusten määräytyminen ja toteutuminen (RT 10-11226, 1)

2.2.1 Kustannusten ennustus

Rakennushankkeen rahoitussuunnitelmaa varten tarvitaan rakennushankkeesta alustava kustannusarvio. Alustavassa kustannusarviossa vertaillaan eri suunnitelmavaihtoehtoja ja otetaan myös huomioon lainanhoitokulut ja rakennuksen käyttökustannukset. Kustannusarvio sisältää tonttikustannukset, liittymismaksut, hallinnolliset kulut sekä rakennuskustannukset (Lommi, 6).

2.3 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa selvitetään tarveselvitysvaihetta yksityiskohtaisemmin tulevan rakennushankkeen sisältö, laatutaso, tilaratkaisut, tontin käyttö, talotekniikan ratkaisut, suunnittelupalveluiden käyttö ja eri toteutusmahdollisuudet, joista valitaan yritykselle edullisin ratkaisu sekä tehdään alustava kustannuslaskenta hankeohjelman perusteella (Lindholm 2009, 6–8).

Tontti voi asettaa tiettyjä rajoituksia rakennushankkeen suunnittelulle. Merkittäviä kaavamääräyksiä ovat tontin rakennusoikeus, sallittu kerroslukumäärä, katto- muoto ja räystäskorkeus. Kaavamääräykset voivat myös vaikuttaa rakennuksen ulkoasuun materiaali ja väri määräyksillä. Tontin hankinnan yhteydessä kannattaa miettiä tontin käyttömahdollisuuksia ja vaikutuksia kustannuksiin. Tontin maaperän laatu ja maaston muoto voivat vaikuttaa kustannuksiin merkittävästi, esimerkiksi jos joudutaan louhimaan tai paaluttamaan (Lommi, 3–5).

Hankesuunnitteluvaiheessa laaditaan hankeohjelma, jonne määritetään hankkeen tavoitteet laadulle, aikataululle ja kustannuksille. Kun tilat on määritetty, niistä kootaan tilaohjelma. Tilaohjelmasta selviää tilat huoneittain, eri tilojen vaatimukset ja mahdolliset erikoisvarusteet (Lommi, 6). Tilaohjelman perusteella rakennushankkeella lasketaan kustannustavoite eli tavoitehinta (Lindholm 2009, 6–10). Huolellisella suunnittelulla pystytään parhaiten vaikuttamaan rakennushankkeen kustannuksiin ja onnistumiseen (Lommi, 3–5).

2.3.1 Kustannustavoite

Kustannustavoite määritetään kustannusohjausta varten. Hankesuunnitteluvaiheessa asetetun kustannustavoitteen täytyy olla realistinen, jotta sen avulla voidaan tehdä kustannusohjausta. Kustannustavoite eli tavoitehinta perustuu hankkeen laajuuteen, laatuun ja sijaintiin. Hankesuunnitelman perusteella tehdään investointipäätös eli lähdetäänkö rakennushanketta toteuttamaan (Lindholm 2009, 6–12).

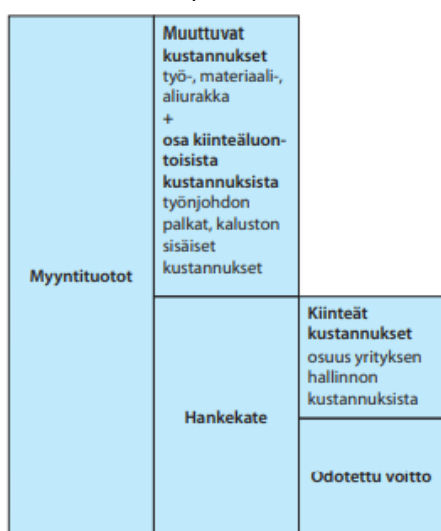
2.4 Tarjouslaskenta

2.4.1 Riskivaraus

Riskivaruksella tarkoitetaan tarjouslaskennassa tarjoushintaa korottavana tekijänä. Riskivaruksella yritetään kattamaan yritykselle epäedulliset poikkeamat suunnitellusta. Riskejä aiheuttaa ulkoiset olosuhteet, yritys itse ja rakennuttaja (Lindholm 2009, 33–34).

2.4.2 Työmaakate

Työmaakate on rakennushankkeesta oletettu tuotto. Työmaakatteeseen sisällytetään myös yrityksen hallinnollisia kuluja, korot, verot, poistot ja muita yrityksen kuluja, jotka ei suoranaisesti kohdistu rakennushankkeeseen (kuvio 3) (Lindholm 2009, 34–35).



KUVIO 3. Voittotavoitteen muodostuminen (Rakennustieto 2018, 75)

2.5 Rakennussuunnittelu

Pientalohankkeen suunnittelukustannukset ovat tyypillisesti 4–6 % koko hankkeen kustannuksista (Lommi, 6). Vaikka suunnittelun kustannukset ovat pienet, voidaan kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi eri suunnitteluratkaisuilla, teknisillä ratkaisulla ja materiaalien ja laitteiden laatutasolla (Sahlsted, Palolahti & Koskenvesa 2019, 7).

Rakennussuunnitteluvaiheessa rakennettavalle kohteelle suunnitellaan toiminnallinen, tekninen ja arkkitehtoninen ratkaisu hankesuunnitelmassa olevien tietojen perusteella. Rakennushankkeesta tehdään ehdotus- ja luonnossuunnitelmat rakennuslupahakemusta varten. Lisäksi tehdään työ- ja valmistuspiirustukset, joita käytetään myös määrälaskennassa (Lindholm 2009, 6–8).

2.5.1 Kustannusohjaus

Rakennussuunnitteluvaiheessa tehdään myös kustannusohjausta, jolla varmistetaan, että suunnitelmat ja suunnitteluratkaisut ovat hankesuunnitteluvaiheessa asetettujen tavoitteiden mukaisia. Suunnittelunohjauksessa pyritään ohjaamaan suunnittelussa tehtäviä päätöksiä, jotka vaikuttavat hankkeen kustannuksiin. Tavoitteena on pyrkiä estämään tarpeettomia ja kohtuuttomia kustannuksia aiheuttavien päätösten ja valintojen toteutuminen (Lindholm 2009, 6–9). Suunnitteluratkaisut voivat vaikuttaa epäedullisesti rakennuttajan työmenetelmiin, joka taas nostaa rakentamisesta aiheutuvia kustannuksia (Lommi, 7–8).

Kustannusten ohjattavuuden mahdollistaa realistinen kustannustavoite. Kun kohteesta laaditaan rakennusosapohjainen kustannusarvio, on hyvät mahdollisuudet päästä kustannusarviossa riittävään tarkkuuteen (Sahlsted, Palolahti & Koskenvesa 2019, 56). Hankkeen alkuvaiheessa laadittua kustannusarviota tulee tarkentaa sitä mukaa kuin suunnitteluratkaisut tarkentuvat, jotta hankkeen kustannukset eivät karkaisi käsistä (Sahlsted, Palolahti & Koskenvesa 2019, 7).

Suunnittelijan tehtävänä on kehittää suunnitteluratkaisut siten, että niillä saavutetaan hankkeelle asetetut tavoitteet. Suunnitelmista rakennuskustannusten arviointi sisältää hankkeen määrälaskennan, määrien hinnoittelun ja muiden hankkeeseen vaikuttavien kustannusten laskennan, jotka lasketaan rakennusosalaskennan avulla eli kustannukset lasketaan rakennusosittain määrien ja niille asetettujen yksikköhintojen perusteella. Rakennuskustannuksiin lisätään vielä muut kustannukset, kuten tontin hinta, rahoituskustannukset, markkinakustannukset ja muut mahdolliset kustannukset. Näiden summana saadaan rakennushankkeen kustannusarvio (Lindholm 2009, 15–17).

Suunnitteluratkaisun ylittäessä kustannustavoitteet, on mietittävä edullisempia ratkaisuja tai muuttaa kustannustavoitetta. Suunnitteluvaiheessa kustannustavoitetta valvotaan rakennusosalaskennalla. Suunnittelun kustannusohjauksessa pitää ymmärtää, että tarkoituksena on kehittää suunnitelmia eli etsiä hyviä suunnitteluratkaisuja, joilla tavoitteiden mukainen lopputulos saavutetaan niin laadultaan kuin kustannuksiltaan (Lindholm 2009, 6–9).

2.5.2 Kustannusarvio

Rakennushankkeen tarkka kustannusarvio lasketaan suunnitelmien pohjalta. Työsuunnitelmista lasketaan eri materiaalmäärät, joista kootaan määräluettelo ja työsuoritukset eri työvaiheittain. Työsuoritusten laskemiseen voidaan käyttää apuna työmenekkiaineistoja, edellisistä kohteista saatua tietoa ja kokemuseräistä tietoa (Lommi, 10–11).

Kustannusarvio pitää sisällään seuraavat asiat:

- Tontin hankinta
- Liittymämaksut
- Suunnittelu
- Rakentaminen
- LVIS-työt
- Työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset (Lommi, 10–11)

Hankkeessa on myös kiinteitä kustannuksia, joihin ei pystytä vaikuttamaan, kuten tontin hinta, rakennuspaikkakunta ja liittymismaksut (Sahlsted, Palolahti & Koskenvesa 2019, 7). Tontin myyntihinta on kuitenkin vain yksi kustannuksiin vaikuttava tekijä. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat mm. tontin pohjaolosuhteet. (Sahlsted, Palolahti & Koskenvesa 2019, 17).

Rakennepiirustusten kattavuudella ja tarkkuudella helpotetaan materiaali- ja työmäärien laskentaa, joka myös tarkoittaa, että aikataulusta ja kustannuksista saadaan laskettua paljon tarkempi arvio. Helpottaa myös laadunvalvontaa, joka voi olla puutteellisilla kuvilla jopa mahdotonta (Lommi, 8).

2.6 Rakentaminen

Rakentamisvaiheen eli tuotantovaiheen tehtävänä on toteuttaa suunnitelmien mukainen lopputuote. Tuotantovaihe alkaa, kun urakkasopimus solmitaan ja loppuu, kun vastaanottopäätös tehdään (Lindholm 2009, 6).

Rakentamisen aikaisessa kustannushallinnassa asetetaan tuotantovaiheelle tavoite eli tavoitearvio, johon pyritään. Lisäksi voidaan asettaa rakentamisen aikaisia välitavoitteita. Hankinnat suunnitellaan etukäteen ja tehdään hankintasuunnitelma ainakin merkittävimmistä hankinnoista. Merkittävä hankinta tarkoittaa kustannuksiltaan merkittävää tai pitkää toimitusaikaa (Rakennustieto 2018, 80–82).

Toteutusvaiheen haasteena on, että hankintojen ja tehtävien kustannukset voivat poiketa suunnitellusta. Sen takia on tärkeää tietää kohteen ja eri tehtävien tavoitteet ennen tehtäviin ja hankintoihin ryhtymistä (Lindholm 2009, 40–41).

2.6.1 Tavoitearvio

Tavoitearvio laaditaan ennen rakennusvaiheen aloittamista kustannusarvion pohjalta ja sen tavoitteena on ohjata rakentamisen ajan kustannusseurantaa ja johtaa se määritettyyn kustannustavoitteeseen. Tavoitearvio on jaettu eri tehtäville ja hankintakokonaisuuksille ja jokaiselle on annettu euromääräinen kustannustavoite (Rakennustieto 2018, 81)

Tavoitearvion pystytään tekemään, kun työmaan yleiset suunnittelut on tehty. Tällöin rakennusvaihe pystytään jaottelemaan eri tehtäviksi ja tehtävänimikkeiksi eli litteroihin. Tämän jälkeen eri tehtäville valitaan työmenetelmä, jolla työ tehdään ja suunnitellaan työvoiman eli resurssien tarve. Kun työmenetelmä ja resurssit ovat selvillä pystytään jokaiselle tehtävälle laskea oma kustannustavoite. Kun jokaisella tehtävällä on oma kustannustavoite, on työmaan kustannusseurantaa helpompi valvoa ja ohjata (taulukko 1) (Rakennustieto 2018, 81–82).

Kustannusvertailu

Tehtävä: muuraus 185 m ²	työkust.	mat.kust.	alihankinta	kalusto	muut	yhteensä	yht, €/m ²	vrt. tavoite	%
- tavoitearvio	7 215 €	4 995 €	0 €	0 €	0 €	12 210 €	66 €	--	--
- suunnitellut kust.	7 203 €	4 447 €	0 €	0 €	100 €	11 749 €	64 €	461 €	4 %
- toteutuneet kust.	0 €	0 €	13 000 €	0 €	0 €	13 000 €	70 €	-790 €	-6 %

TAULUKKO 1. Kustannusvertailu (Rakennustieto 2018, 84)

2.6.2 Hankelaskenta

Tuotantovaiheessa tehtävä hankelaskenta muodostuu useammasta kokonaisuudesta, kustannusarviolaskenta, tarjouslaskenta, budjetointi, tarkkailulaskenta ja jälkilaskenta (Lindholm 2009, 7).

Rakentamisen aikana on tärkeää, että työmaalla tiedetään mitä kaikkea työ sisältää kustannuksiltaan. Tärkeää on myös valvoa ja ohjata, että työt suoritetaan tehtyjen suunnitelmien mukaan. Töiden suorittamista suunniteltaessa voidaan myös etsiä keinoja, jotta työ voitaisiin suorittaa suunniteltua edullisemmin, kuitenkin tinkimättä työn laadusta ja turvallisuudesta (Rakennustieto 2018, 82–83).

Tuotantovaiheessa työmaalla kerätään tietoa toteutuneista kustannuksista eli suoritetaan kustannusvalvontaa. Kustannusvalvonnan työkaluna käytetään tarkkailulaskentaa, jonka avulla saadaan tietää kohteen eteneminen budjettiin verrattuna. Toteutuneita kustannuksia verrataan tavoitteeseen. Jatkuvalle kustannus-seurannalla mahdolliset kustannuspoikkeamat voidaan huomata ajoissa ja poikkeamiin kerätään reagoimaan, jotta saavutetaan tavoitearvion mukaiset tavoitteet. Toteutuneilla kustannuksilla pystytään myös ennustamaan kohteen etenemistä (Lindholm, 40–41).

Kustannusten valvonnalla koko hankkeen ajan mahdollistetaan puuttuminen mahdollisiin poikkeamiin, kuten jos materiaali menekki on suunniteltua suurempi. Tilanteen tasalla pysyminen mahdollistaa näissä tapauksissa, että oikea-aikaisella reagoinnilla pystytään mahdollisesti minimoimaan viivästykset ja kustannus-ylitykset. Toteutuneita kustannuksia, kuten hankintoja pystytään seuraamaan hyväksytyjen laskujen perusteella. Työkustannukset eli työntekijöiden palkat kirjataan tehtäväkohtaisesti työn edistymisen mukaan (Rakennustieto 2018, 80–84).

2.6.3 Jälkilaskenta

Rakentamisvaiheen päätyttyä, tehdään rakennushankkeesta jälkilaskenta. Jälkilaskennassa lasketaan hankkeen toteutuneet kustannukset suoritemäärittäin. Laskennan tavoite on laskea hankkeen taloudellinen tulos. Mahdollisten kustannuspoikkeamien kohdalla mietitään, miksi kustannuspoikkeama on syntynyt ja miten se voidaan jatkossa estää. Laskennasta saatuja tietoja pystytään käyttämään tulevien kohteiden kustannuslaskennassa. Kohteiden ollessa samanlaisia pystytään hyvin hyödyntämään edellisistä kohteista saatuja tietoja, jolloin pystytään oppimaan edellisten kohteiden virheistä. (Rakennustieto 2018, 95–96).

2.7 Käyttöönotto

Rakennuksen käyttöönottovaihe alkaa, kun rakennus otetaan käyttöön. Rakennuksen käyttäjät perehdytetään rakennuksen käyttöön, jonka jälkeen rakennuksen käyttö voidaan aloittaa. Käyttöönottovaihe päättyy takuutarkastukseen (Lindholm, 6).

2.8 Laskenta

Työkustannukset

Työkustannukset lasketaan työn tuntihinnan ja kokonaistyömenekin tulona (Rakennustieto 2018, 84).

Materiaalikustannukset

Materiaalikustannukset lasketaan yksikköhintojen ja kokonaismateriaalimenekin tulona. Kokonaismateriaalimenekki lasketaan tehtäväkohtaisesti yksikköä kohden, jossa huomioidaan myös materiaalihukka. Materiaalihukan laskennassa täytyy ottaa huomioon käytetyt työtavat ja suunnitteluratkaisut (ks. luku 4.3.3) (Rakennustieto 2018, 84).

Kalustokustannukset

Kalustokustannukset muodostuvat vuokrausajan ja vuokrahinnan tulona. Kustannuksissa tulee huomioida myös muut hintaan vaikuttavat tekijät, kuten rahtimaksut (Rakennustieto 2018, 84).

3 NIMIKKEISTÖ

Hankkeen hallintaan ja tietojen kulkemiseen ja ymmärtämiseen tarvitaan yhteisesti sovittuja tapoja. Nimikkeistön avulla eri osapuolet pystyvät käsittelemään tietoa samoilla periaatteilla. Kustannus- ja määrälaskennassa käytettäviä nimikkeistöjä ovat Talo 80, Talo 90 ja Talo 2000 (Ratu 431-T, 1).

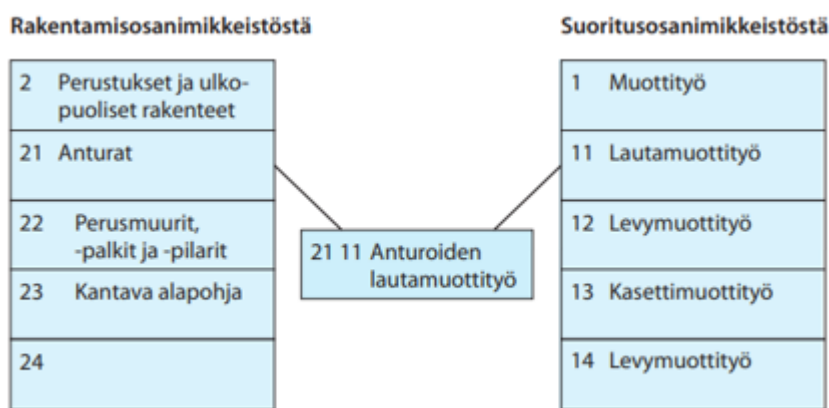
3.1 Talo 80 -nimikkeistö

Talo-80 nimikkeistö on jo 80-luvulla käyttöön otettu talonrakennusalan nimikkeistöjärjestelmä. Nimikkeistö soveltuu niin asuntorakentamisesta teollisuus- ja liikerakentamiseen. Nimikkeistöä käyttää suunnittelijat, rakennuttaja ja rakentajat, jolloin kaikilla on yhteiset periaatteet tietojen käsittelyyn (Talo 80 -ryhmä 1981, 5–6).

Nimikkeistöjärjestelmää käytetään mm. suunnittelussa rakennustapaselostuksissa, rakennusselityksissä ja välillä myös suunnitelma-asiakirjojen luetteloinnissa. Yleisimpiä käyttökohteita ovat hankkeen eri kustannusten laskenta, kuten kustannussuunnittelu, kustannusarviolaskenta, jälkilaskenta ja määrälaskenta (Talo 80 -ryhmä 1981, 18–19).

3.1.1 Rakenne

Talo-80 järjestelmän käyttö perustuu eri osanimikkeistöjen käyttöön ja yhdistelemiseen (kuvio 4). Talo-80 järjestelmän osanimikkeistöt ovat rakentamisosa, suoritus, kustannuslaji ja kustannuserä. Kustannuslaji jaottelee kustannukset viiteen eri kustannuslajiin, työkustannus, ainekustannus, alihankintakustannus, omapalvelukustannus ja muut kustannukset (Talo 80 -ryhmä 1981, 9–11).



KUVIO 4. Litterointi Talo 80-nimikkeistön avulla (Rakennustieto 2018, 98)

3.1.2 Rakentamisosananimikkeistö

Rakentamisosananimikkeistö sisältää työmaan välittömät erilliskustannukset, jolloin ne sisältävät fyysisten rakennusosien lisäksi myös muita tehtäviä, kuten hankintoja (Talo 80 -ryhmä 1981, 11–12). Rakentamisosananimikkeistön pääryhmät ovat esitetty alla olevassa taulukossa (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Rakentamisosananimikkeistön pääryhmät

0	Rakennuttajan kustannukset
1	Maa- ja pohjarakennus
2	Perustukset, ulkopuoliset rakenteet
3	Runkorakenteet
4	Täydentävät rakenteet
5	Pintarakenteet
6	Kalusteet, varusteet
7	Konetekniset työt
8	Työmaan käyttökustannukset
9	Työmaan yhteiskustannukset

3.1.3 Suoritusnimikkeistö

Suoritusnimikkeistön avulla rakentamisosiin 2–5 pystytään tarkentamaan yhte- näisillä nimikkeillä, mitä työtä kussakin rakentamisosan pääryhmässä tehdään (Talo 80 -ryhmä 1981, 14). Suoritusnimikkeistön pääryhmät eli työlajit ovat esi- tetty alla olevassa taulukossa (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Suoritusnimikkeistön pääryhmät

1	Muottityö
2	Raudoitus ja betonityö
3	Metalli- ja peltityö
4	Muuraus, rappaus, laatoitus
5	Elementtityö
6	Puu- ja levytyö
7	Lämmön- ja ääneneristys
8	Vedeneristys
9	Muut työt

3.1.4 Yksityiskohtainen määrä- ja kustannusarviolaskenta

Yksityiskohtainen kustannusarvio helpottaa työn- sekä hankintojen suunnittelua, tavoitearvion tekemistä ja tarjoushintojen määrittystä. Se sisältää määrälasken- nan ja niiden hinnoittelun. Yksityiskohtaista kustannusarviolaskentaa voidaan käyttää myös vaihtoehtolaskelmissa, joissa verrataan eri ratkaisuja keskenään (Talo 80 -ryhmä 1981, 28).

3.2 Talo 2000 -nimikkeistö

Talo 2000 -nimikkeistö on rakennusalan nimikkeistöjärjestelmä, jonka tarkoituksena on yhtenäistää käytäntöjä ja parantaa tiedon kulkemista osapuolelta toiselle rakennushankkeen aikana. Nimikkeistö kattaa kiinteistön sekä rakennushankkeen kokonaisuutena. Talo 2000 -nimikkeistö järjestelmässä on kuusi eri osanimikkeistöä, tilanimikkeistö, hankenimikkeistö, tuotantonimikkeistö, panoslajit, rakennustuotenenimikkeistö ja kalustonimikkeistö (Ratu 431-T, 1).

Nimikkeistön käytöllä on tietyt periaatteet ja tavoitteet. Nimikkeistö on suunnattu kaikille rakennushankkeessa mukana oleville, jolloin se kattaa näkökulmat kaikille eri osapuolille suunnittelusta ylläpidon näkökulmiin. Kun kaikki osapuolet käyttävät samaa nimikkeistöä se selkeyttää koko prosessia ja mahdollistaa tiedonsiirron kaikille osapuolille samalla tavalla. Nimikkeistön päänäkökulma eri luokituksissa toimii kustannukset, jolloin jokaisesta osa nimikkeistöä saadaan kustannusten avulla tiedot. Kaikki osa nimikkeistöt ovat toisistaan riippumattomia, jolloin ne voidaan lajitella itsenäisesti. Nimikkeistö ei sido toteutusmenetelmiä, jolloin työ voidaan toteuttaa kyseiselle organisaatiolle edullisella tavalla. Rakennettava rakennus kuvataan nimikkeistössä eri rakennus- ja tekniikkaosina ja tuotanto kuvataan tuotteina, työnä ja kalustona eli panosrakenteina (taulukko 4). Nimikkeistö soveltuu myös kansainvälisiin hankkeisiin (Ratu 431-T, 1).

TAULUKKO 4. Talo 2000 -nimikkeistön rakenne (Ratu 431-T, 1)

Luokittelun kohde nimikkeistöt ja osanimikkeistöt	Käyttötarkoitus	Käsitteellinen sisältö	Käyttö asiakirjoissa
Tilat <i>tilanimikkeistö</i>	huoneistojen, tilaryhmien ja tilojen erittely	tilojen erittely tilojen ominaisuudet tilahinnat	tilaluettelo tilaselostus tilahintalaskelma taloselostus
Rakennus-, tekniikkaosat <i>hankenimikkeistö</i>	rakennuksen erittely fysisiksi osiksi	rakennusosien erittely rakennusosaratkaisut rakennusosahinnastot	kiinteistöseloste rakennusselostus tekniikkaselostus
Hanketehtävät <i>hankenimikkeistö</i>	hanketehtävien erittely	tehtäväerittely tehtävien hinnasto	rakennusosalaskelma tarjouslaskelma hankelaskelma
Hankinnat ja työt <i>tuotantonimikkeistö</i>	toimitusten ja ammattilajien erittely	hankinta- ja tehtäväluettelo	tarjouslaskelma tehtävälaskelma tarkkailulaskelma työselostukset
Panokset työpanokset <i>tuotantonimikkeistö</i>	työn erittely	tehtäväluettelo työmenekki- ja työn hintatiedosto	tehtävien tavoite- ja tarkkailulaskelma palkkalaskenta
rakennustuotteet <i>rakennustuotenenimikkeistö</i>	rakennustuotteiden erittely	hankintaluettelo ja hankintalaskelma rakennustuotehakemistot ja -hinnastot	hankinta-asiakirjat
kalustopanokset <i>kalustonimikkeistö</i>	kaluston erittely	kalustosuunnitelmat ja laskelmat kalustohakemistot ja -hinnastot	hankinta-asiakirjat

3.2.1 Hankenimikkeistö

Hankenimikkeistö sisältää rakennushankkeen kokonaisnimikkeistön sekä rakennusosien ja tekniikkaosien valmiit kuvaukset suunnittelun ja kiinteistönpitoon. Rakennus- ja tekniikkaosien tarkempaa jaottelua kutsutaan rakennustuotenimikkeistöksi. Määrälaskennassa rakennustuotenimikkeistöt jaetaan tuoteosiin. Määrät lasketaan tuoteosittain (Rakennustieto 2008, 12).

Hanketehtävät erittelevät rakennushankkeen kustannukset. Hankenimikkeistöä käytetään hallinnossa, kustannuslaskennassa, suunnittelussa ja tuotannossa. Hankenimikkeistössä erotellaan alueosat, talo-osat, tilaosat ja tekniikkaosat. Osittelun tarkoitus on jakaa määräytymiseltään ja elinkaareltaan erilaiset tehtävät toisistaan (Rakennustieto 2008, 12).

3.2.2 Tuotantonimikkeistö

Tuotantonimikkeistö jakaa hankkeen työlajeihin, toimituksiin, tehtäviin ja hankintoihin. Tuotantonimikkeiden tiedot sisältävät työtehtävään tarvittavan asennustyön ja mahdolliset avustavat työt. Tiedot ilmoitetaan hintatietoina. Tuotantonimikkeistöä käytetään tuotantoluetteloissa ja tuotantolaskelmissa, hankinta- ja tehtäväluetteloissa ja tehtävälaskelmissa. Tuotantonimikkeistö pystytään käyttämään ennakkolaskennassa, tavoitelaskennassa ja jälkilaskennassa. (Rakennustieto 2008, 13).

3.2.3 Panosnimikkeistöt

Panosnimikkeistö jakaa tuotannon eri panoslajeihin (taulukko 5). Panoslajeja käytetään hinnoittelussa. Peruspanoksia on työpanos, rakennustuotteet ja kalusto. Aliurakkapanos sisältää kaikkia edellä mainittuja peruspanoksia. Panosnimikkeistön yleisimmin käytetään tuotannon suunnitelmissa ja laskelmissa sekä hankinta- ja tehtäväluetteloissa (Rakennustieto 2008, 14).

TAULUKKO 5. Panoslajit

1.	Työpanos
2.	Rakennustuotteet
3.	Aliurakka
4.	Kalusto
5.	Yritystehtävät

3.2.4 Rakennustuotenimikkeistö

Rakennustuotenimikkeistö sisältää rakentamisessa käytettävät materiaalit, jotka jaotellaan tuoteryhmiin rakennustuotenimikkeistön avulla. Rakennustyön aikana kuluvat käyttötarvikkeet ja -aineet ovat palveluita (Rakennustieto 2008, 14).

4 MÄÄRÄLASKENTA

4.1 Määrämittaus

Määrälaskijalla on usein käytössään vain piirustukset, joista lasketaan rakennuskohteen rakennusosien määrät. Määrät mitataan piirustuksista tai ne määritetään tuotemallin avulla. Rakennuskohde ositellaan (ks. luku 4.1.2) käytettävän nimikkeistöjärjestelmän perusteella osiin. Rakennusosien määrät lasketaan nimikkeistöjärjestelmän määrälaskentaohjeen (ks. luku 4.1.1) mittaussääntöjä noudattaen. Määrien laskennassa ei oteta huomioon hukkia. Määrälaskennan tuloksena syntyy koko rakennushankkeen sisältävä rakennusosarakenteiden luettelo (Lindholm 2009, 24–26).

Määrälaskennassa käytössä olevien suunnitelma-asiakirjojen tasolla on merkittävä vaikutus määrälaskennan tarkkuuteen. Määrälaskijan tehtävänä ei ole tehdä rakennesuunnittelua eikä laatutason valintaa. Yksityiskohtaista määräluetteloa varten tarvitaan määrälaskijan käyttöön pääpiirustus tasoiset suunnitelmat, rakennusselitys liitteineen ja perustussuunnitelmat. Asiakirjoissa voi olla puutteita tai ne eivät ole tarpeeksi tarkat. Näissä tapauksissa määriä voidaan joutua arvioimaan, jolloin määräluettelossa pitää tulla ilmi, että määrä on arvioitu ja millä perusteilla arvioitu määrä on saatu (Talo 80 -ryhmä 1982, 9–10).

Määrälaskennan yhteydessä selvitetään eri rakennusosien, järjestelmien sekä tilojen määrät, rakenteet sekä laiteosat. Rakennusosarakenteita käyttämällä määrien mittausta ja laskentaa saadaan nopeutettua. Rakenneosista ja järjestelmistä sekä tiloista ja laiteosista kootaan luettelo tyypeittäin, johon merkitään tarvikkeiden ja työn määrät osakohteittain. Määrien mittaaminen osakohteittain helpottaa tuotannon suunnittelu ja valvontaa (Lindholm 2009, 24).

Määrät sisältävät työn, hankinnat sekä tarvittavat avustavat työt ja tarvikkeet. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi tavaran vastaanotot ja siirrot kohdistetaan kyseiselle nimikkeelle (Talo 80 -ryhmä 1982, 9).

4.1.1 Määrälaskentaohje

Rakennusosien määrät mitataan yrityksen käyttämän nimikkeistöjärjestelmän mukaan, kuten Talo 80 tai Talo 2000. Laskenta suoritetaan käytettävän nimikkeistöjärjestelmän määrälaskentaohjeen mukaan (Lindholm 2009, 24).

Nimikkeistöjärjestelmän määrälaskentaohjeessa on määritetty eri rakennusosien määrien mittauksessa käytettävät yksiköt ja mittaustavat. Määrien mittauksessa käytetään aina nimellis- tai liittymismittoja ja määrät mitataan teoreettisina, eikä materiaalisia oteta huomioon. Mittaussääntöjen tarkoituksena on yhtenäistää määrälaskelmia ja vähentää arviointia määrälaskentaa tehdessä. Rakennusosien mittausperusteet ja yksiköt on valittu sen perusteella, että mittaustapa toimii eri työmenetelmillä, jolloin määrälaskijan ei tarvitse tehdä työmenetelmä valintoja. Määrälaskennassa aukot vähennetään, jos ne ovat yli 1m² suuruisia. Kustannuksiltaan merkittävässä pintarakenteissa alle 1m² aukotkin huomioidaan. (Talo 80 -ryhmä 1982, 8).

4.1.2 Rakennushankkeen osittelu

Rakennushanke pystytään jakamaan pienempiin osa kokonaisuuksiin eli ositteluun projekti. Osittelun tarkoituksena on lisätä projektin hallittavuutta ja ohjattavuutta. Osa kokonaisuudet muodostavat yhdessä koko hankkeen alusta loppuun ja ne ovat aina yhteydessä toisiinsa kustannuksiltaan, aikataulullisesti, teknisesti ja toiminnallisesti. Rakennushankkeeseen soveltuva osittelumenetelmä riippuu aina rakennushankkeen ominaispiirteistä (RT 10-11224, 1). Osa kokonaisuudet jaotellaan edelleen pienemmiksi ja yksityiskohtaisemmiksi. Esimerkiksi rakennusvaihe jaetaan eri tehtävä- ja työlajeiksi. Tehtävä- ja työlajien jaottelussa voidaan hyödyntää eri nimikkeistöjärjestelmiä, kuten Talo 80 -nimikkeistöä (ks. luku 3.1) tai Talo 2000 -nimikkeistöä (ks. luku 3.2). Pientalokohteissa hankkeen sijainnin mukainen lohkojako ei ole tarpeellista hankkeiden koon takia. Lohkojaon tarkoituksena on parantaa hankkeen aikatauluhallintaa ja nopeuttaa rakennusvaiheita, kun töitä voidaan tehdä porrastaen eri osissa. Rakennuskohde jaetaan myös rakenteellisiin osa kokonaisuuksiin, kuten perustukset, ulkoseinät, vesikatto jne. Osittelussa voidaan käyttää apuna nimikkeistöjärjestelmää, jossa on

määritetty pääryhmäjako ja niiden sisältämät rakentamisosajaot (RT 10-11224, 1–3).

4.2 Määräluettelo

Rakennushankkeen määrälaskenta muodostaa yksityiskohtaisen kustannusarvion rakennushankkeesta. Määrälaskennan tuloksena saadusta määräluettelosta selviää kohteeseen tarvittavat työt, hankinnat ja määrät (Talo 80 -ryhmä 1981, 28).

Määräluettelo laaditaan jokaiselle erilliselle rakennukselle tai rakennuksen osalle. Vaihtoehtoisesti määrät voidaan ilmoittaa käyttämällä sijaintimäärittelyä. Määräluettelon alussa esitetään kohteen tunnistiedot sekä tärkeimpien suoritteiden kokonaismäärät ja kohteen rakennusaika, jos se on tiedossa (Talo 80 -ryhmä 1982, 9).

Määräluettelossa määrät luetteloidaan nimikkeen eli litteran perusteella ja nimikkeen sisältö kuvataan selityssarakkeessa (taulukko 6). Määrien arvot merkitään kokonaislukuina ja mahdolliset pyöristykset tehdään yhteenlaskun jälkeen (Talo 80 -ryhmä 1982, 7–9)

TAULUKKO 6. Määräluettelo

LITTERA	NIMIKE JA SELITYS	MÄÄRÄ	YKS.
2	Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet		
21	Anturat		
2110	Anturoiden muottityö	45	m2
2121	Anturoiden raudoitus	0,23	1000 kg
2122	Anturoiden betonointi	9,5	m3
2111	Pilariantura 500x500	10	kpl
2112	Pilariantura 700x700	1	kpl
2113	Pilarianturoiden muottityö	4	m2
2124	Pilarianturoiden raudoitus		
2125	Pilarianturoiden betonointi	0,6	m3
2131	Teräsjalka kuumasinkitty	11	kpl
2132	Muottien purku	48	m2

Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmää käytettäessä pääryhmissä 1,6,8 ja 9 määrät ilmoitetaan määräluettelossa rakentamisosan tarkkuudella. Pääryhmissä 2–5 määrät ilmoitetaan rakenteittain rakentamisosan suoritusnimikkeen tarkkuudella. Suoritusnimikkeen kattavat määrät jaotellaan rakenteen, työtavan tai materiaalien perusteella. Tällä menetelmällä rakenneseosten suoritteet ovat peräkkäisillä riveillä (Talo 80 -ryhmä 1982,9).

4.2.1 Rakennusosalaskenta

Rakennusosalaskenta on määräluettelosta saatavien määrien hinnoittelemista yksikköhinnoilla. Yksikköhinta voidaan laskea rakennusosarakenteiden ja pannonhinnaston avulla. Rakennusosarakenteilla tarkoitetaan rakennusosan tekemiseen tarvittavia materiaaleja. Materiaalien ja tarvikkeiden lisäksi tarvitaan työpanoksia. Näiden avulla saadaan laskettua eri rakennusosien yksikkökustannukset (Lindholm 2009, 24–25).

4.2.2 Suoritelaskenta

Suoritelaskenta on rakennusosanimikkeiden ja suorituksen hinnoittelu pannonhintojen perusteella. Hinnoittelun yhteydessä määritetään nimikkeeseen tarvittavan työn määrä, materiaalien määrä ja alihankinnan määrä. Yleisesti kustannusten laskennassa käytetään T4-aikaa, johon sisältyy mahdolliset suurhäiriöt ja tauot (kuvio 5). Materiaalimääriä selvitetessä laskijan on tunnettava eri työmenetelmät ja rakenteet, jotta se pystyy ottamaan huomioon tarvittavat hukat. Yleisesti laskennassa käytetään M5-menekkiä (kuvio 6) eli työmaa menekkiä, joka sisältää kaikki mahdolliset materiaalliset ja -hukat. Tehtäviin tarvittavat työmäärät määritetään kokemukseräisesti tai käytetään valmiita tiedostoja. Suoritelaskennan tuloksena saadaan hankkeen työkohdekustannus (Lindholm, 26–28).

Perusaika T1	Menetelmän lisäaika TL1	Työvuoron lisäaika TL2 - alle 1,0 tunnin keskeytykset - työehtosopimuksen mukaiset tauot	Työvaiheen lisäaika TL3 - yli 1,0 tunnin keskeytykset - odotustyö
Menetelmäaika T2			
Tehollinen aika (työvuoroaika) T3		Pienet erilliset työvaiheet T3p	
Kokonaisaika (työnvaiheika) T4			

KUVIO 5. Ajankäytön käsitteet (Rakennustieto 2018, 109)

Teoreettinen menekki M2	Menetelmällisä ML2	Työnvaihelisä ML3	Työmaalisä ML4
Menetelmämenekki M3			
Työnvaihemenekki M4			
Työmaamenekki M5			

KUVIO 6. Materiaalimenekkien käsitteet (Ratu 1191-S, 1)

Hinnoittelun yhteydessä määritetään kohteen muuttuvat erilliskustannukset, jolloin kustannusarviota voidaan hyödyntää töiden suunnittelussa ja hankintatoimissa (Talo 80 -ryhmä 1981, 28).

4.3 Materiaalilisät ja -hukat

4.3.1 Muodostumisen syyt

Materiaalisiin ja -hukkaan vaikuttaa työmenetelmä ja työmenetelmän soveltuvuus kyseiseen materiaaliin. Materiaalihukkaa syntyy, kun materiaaleja muokataan tarvittaviin mittoihin, eikä siitä syntyneitä paloja pystytä hyödyntämään, materiaaleja joudutaan limittämään, jotta rakenne saadaan toimimaan suunnitellun mukaisesti, esimerkiksi puutavaraa pitää limittää tietyissä tilanteissa, jotta liitos saadaan jäykäksi tai betoniteräksiset limitetään, jotta riittävä tartunta saavutetaan. Asennusten yhteydessä joudutaan myös usein asentamaan rakenteisiin ylimääräistä materiaalia asennustyön onnistumisen mahdollistamiseksi. Ylimääräinen määrä riippuu asennusmenetelmästä. Lisäksi työmaalla materiaalihukkaa syntyy virheellisten työsuoritusten seurauksena, kuten asennetaan suurempia ja pidempi materiaaleja, kuin olisi tarpeen, suunnitelmista poikkeaminen esimerkiksi maanvaraisen laatan paksuudessa, materiaalien muokkaamisesta jääneet suuret palat jätetään hyödyntämättä ja asennuksen yhteydessä vaurioitunut materiaali (Ratu 1191-S, 3–4).

Suuria materiaalihukkaa voi syntyä tilaus vaiheessa, kun tilataan ylimääräistä materiaalia, väärän pituista materiaalia, jolloin mahdollisesti syntyy suuria hukkapaloja, joita ei pystytä hyödyntämään myöhemmin missään. Materiaalihukkaa voi myös syntyä, kun materiaali vahingoittuu varastoinnin tai siirtojen yhteydessä (Ratu 1191-S, 3–4).

4.3.2 Materiaalihukan vähentämisen keinot

Suunnittelu on keskeisessä roolissa materiaalihukkien vähentämisessä. Suunnittelussa ja materiaali valinnoissa pitää ottaa huomioon työmaalla vallitsevat olosuhteet ja materiaalit tulee valita käytettyyn rakentamistapaan soveltuvaksi. Rakennuksen mittojen ollessa moduulimittoja, pystytään materiaalit tilaamaan moduulimittaisina ja näin vähentämään materiaalien muokkauksesta syntyvää materiaalihukkaa. Materiaalien tilaukset pyritään suunnittelemaan siten, että niiden varastointi olisi mahdollisimman vähäistä ja siirtomäärät minimissä. Tällä tavalla

pystytään ennaltaehkäisemään materiaalien vaurioitumista varastoinnin ja siirtojen aikana. Jos kuitenkin materiaaleja joudutaan varastoimaan, pyritään valitsemaan materiaalit sellaisiksi, jotka kestävät vallitsevia olosuhteita, jolloin ne eivät vaurioidu ilman suuria ja vaikeita suojaustoimenpiteitä. Työmenetelmien valinnalla, ohjauksella ja valvonnalla pystytään vaikuttamaan asennusvaiheessa tapahtuvaan materiaalihukkaan merkittävästi. (Ratu 1191-S, 4–7).

4.3.3 Materiaalikohtaiset materiaalilisät ja -hukat

Betoni

Betonissa materiaalilisien suuruuteen vaikuttaa tehtävien valujen koko ja mahdollisuus ylimääräisen massan hyötykäyttöön. Alla olevassa taulukossa (taulukko 7) on esitetty betonin materiaalilisät eri rakenneosissa (Ratu 1191-S, 9).

TAULUKKO 7. Betonin materiaalilisät

Rakennusosat	Materiaalilisä
Antura ja perusmuuri	5...10 %
Seinät ja laatta	5...12 %

Betoniteräs

Betoniteräksissä materiaalilisää aiheuttaa eniten asennusterästen tuentatapa. Muita materiaalilisää aiheuttavia tekijöitä ovat terästen limittäminen, katkaisusta jääneet hukkapalat ja terästä vaurioituminen käyttökelvottomaksi. Alla olevassa taulukossa (taulukko 8) on esitetty betoniterästen materiaalilisät eri rakenteissa (Ratu 1191-S, 10).

TAULUKKO 8. Betoniterästen materiaalilisät

Rakennusosat	Materiaalilisä		Yhteensä
	Asennusteräset	Muut materiaalilisät	
Antura ja perusmuuri	3...7 %	2...4 %	5...11 %
Seinät	7...9 %	2...5 %	9...14 %
Laatat	3...12 %	2...5 %	5...17 %

Puutavara

Puutavaran materiaalisiin vaikuttaa eniten esivalmistetun materiaalin hyödyntäminen. Muita materiaalisiin vaikuttavia tekijöitä on katkaisussa syntyvät hukkapalat, materiaalin turmeltuminen siirroissa ja varastoinnissa, väärän pituisen ja ylimääräisen materiaalin tilaaminen. Alla olevassa taulukossa (taulukko 9) on esitetty puutavaran materiaalisat eri rakenteissa (Ratu 1191-S, 11).

TAULUKKO 9. Puutavaran materiaalisat

Rakennepuutavara	Materiaaliosa
Puurunko	5...13 %
Verhoukset	4...16 %

Muottipuutavara	Materiaaliosa/ muotin teko
Laudoitus	10...17 %
Muottirunko	5...15 %

Rakennuslevyt

Rakennuslevyjen materiaalisiin vaikuttaa eniten onko levytettävä pinta standardimittainen ja levytettävän pinnan aukkojen määrä. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat levyjen vaurioituminen varastoinnin ja siirtojen yhteydessä ja virheellisestä levyjaosta syntyvät hukkapalat, joita ei pystytä hyödyntämään. Alla olevassa taulukossa (taulukko 10) on esitetty kipsilevyjen materiaalisat eri rakenteissa (Ratu 1191-S, 12–13).

TAULUKKO 10. Rakennuslevyjen materiaalisat

Kipsilevy	Materiaaliosa
Seinät	5...13 %
Katot	8...15 %

Lämmöneristeet

Materiaalilisan suuruuteen vaikuttaa eniten työkohteen suuruus ja rakenteiden monimuotoisuus. Muita vaikuttavia asioita on rakenteiden mitoista johtuvat hukkapalat, kuten runkojaon poikkeavuus standardimitasta. Alla olevassa taulukossa (taulukko 11) on esitetty lämmöneristeiden materiaalilisät (Ratu 1191-S, 14).

TAULUKKO 11. Lämmöneristeiden materiaalilisät

Materiaalilisä		
Mineraalivilla	Solumuovi	Kevytsora
2...7 %	3...8 %	5...10 %

5 RAKENNUSTÖIDEN AIKATAULULASKENTA

5.1 Yleistä

”Ilman aikataulua monet asiat tупpaavat olemaan tuuliajolla” (Lommi, 11). Hankkeelle on laadittava realistinen aikataulu. Aikataulua tarvitaan pientalohankkeissa etenkin hankintojen tilausten ja toimitusaikojen määrittämiseen, jotta säästytään työ seisauksilta hankintojen viivästyminen vuoksi. Yksityiskohtaisempi yleisaikataulu tarvitaan myös. Tehtävä kohtaiset aikataulut saadaan laskettua työmäärien, -menekkien ja resurssien perusteella. Niistä voidaan sitten koota tehtävä kokonaisuuksia, joista muodostetaan yleisaikataulu tehtävien välisten riippuvuuksien mukaan (Lommi, 10–11).

Hankkeelle asetetut aikataulutavoitteet luovat raamit hankkeen toteutukselle. Aikataulun tehtävänä on helpottaa pysymään ajan tasalla koko hankkeen ajan. Aikataulun muodostamisen mahdollistamiseksi, tulee määrittää rakennushankeen sisältävien tehtävien kesto, ajoitus ja resurssien tarve. Aikataululaskenta täytyy tehdä huolellisesti, jotta aikataulusta tulee realistinen. Realistisella aikataululla rakennushanke on paremmin hallittavissa ja hanke etenee suunnitellun mukaan ja valmistuu oikeaan aikaan. Realistinen aikataulu vaikuttaa myös olennaisesti kohteen laatuun ja kustannuksiin (RT 10-11225, 1–5).

5.2 Aikataulutehtävien muodostaminen

Aikataulutehtävät ovat töitä, jotka vaativat aikaa ja resursseja. Tehtävät suunnitellaan hallittaviksi ja tavoitteiden saavuttamisen mahdollistaviksi. Tehtäviä on esimerkiksi elementtiasennus ja vesikaton rakennus. Tehtävien suoritemäärät saadaan määräluettelosta tai ne lasketaan erikseen. Määrämittauksen tekeminen työkohteittain jo kustannusarviovaiheessa auttaa aikataulusuunnittelussa (Rakennustieto, 2016, 25).

Rakentamisen laadun kannalta on erittäin tärkeää, miten hanke ajoitetaan ja vaiheistetaan. Hanketta varten tulee aina laatia aikataulu, josta selviävät tärkeimmät työvaiheet sekä niiden väliset riippuvuudet ja kestot. Aikataulussa tulee vähintään esittää työvaiheet, jotka ovat taloudellisesti, ajallisesti, laadullisesti, hankinnoiltaan tai muiden töiden yhteensovittamisen kannalta merkityksellisiä (Koskenvesa & Mäki 2003, 13).

5.2.1 Tuotannon jakaminen tehtäviin

Aikataululaskennassa eri työvaiheet jaetaan tehtäviin. Tehtävät sisältävät myös tehtävään tarvittavat materiaalien siirtämiset, suojaukset ja siivoamiset. Tehtävistä muodostetaan luettelo, jossa tehtävät jaotellaan litteroitain. Jokaisesta tehtävästä selviää tehtävään tarvittava suoritemäärä ja tehtävään tarvittavat resurssit eli työntekijämäärä. Suoritemäärät katsotaan määräluettelosta tai ne lasketaan tehtäväkohtaisesti (Rakennustieto, 2017, 76–78).

Aikataulutiedostoja käytetään aikataulujen laadintaan rakennushankkeen eri vaiheissa. Rakennustyömaan ohjauksen kannalta on olennaista, että laaditut aikataulut perustuvat työkohdetta vastaavaan työmenekkilaskentaan (kuvio 7) ja resurssisuunnitteluun. Rakentamisvaiheittain laaditut aikataulut mahdollistavat työmaan ohjattavuuden ja niiden avulla yleistason tavoitteet selkeytyvät, jolloin ne on helpompi tavoittaa. Laadittujen aikataulujen on tarkoitus kuvata tuotantoa sekä toimia työmaan ohjauksen ja valvonnan välineenä (Rakennustieto, 2016, 8).

Jos työmenekkiä ei tiedetä, se pystytään laskemaan, kun työhön tarvittava aika jaetaan suoritemäärällä. Tavanomaisissa hankkeissa tavoitteena on, että sama työryhmä on hankkeen alusta loppuun asti, jolloin sama resurssi määrä jatkaa tehtävästä toiseen. Näillä tiedoilla saadaan laskettua tehtävän kokonaistyömenekki. Eri tehtävien kokonaistyömenekkeillä saadaan luotua rakennushankkeelle aikataulu (Rakennustieto, 2017, 76–79).

Työnosat	Työmenekki				
Valmistelevat työt	tth / siirto	tth / m ²			
Siirrot					
- nosturi, traktori, kurottaja	0,1				
- käsin, lyhyt matka	0,1				
- käsin, pitkä matka	0,2				
Rakennustelineet		0,2			
Työtasot		0,05			
Mittaus	tth / linja	tth / m ²			
- perustukset	0,2	0,01			
- ulkoseinä	0,6	0,04			
- väliseinä	0,6	0,04			
- hormi	0,6 tth / kpl				
Laastinvalmistus	tth / erä	tth / m ²			
Laastimyllyllä					
- yksiuraiset	0,4	0,23			
- kaksiuraiset	0,4	0,47			
- eristeharkot	0,4	0,4			
- hormi	0,1				
Säiliö ja pumppu		0,2			
Perustukset ja ulkoseinät	tth / harkko	tth / m ²			
- harkko 600 x n.300 x 200	0,05	0,41			
- ladottava harkko 600 x 350 x 200					
- ladonta, raudoitus	0,045	0,37			
- pumppuvalu		0,08			
Väliseinät	tth / harkko	tth / m ²			
- harkko	0,05				
- harkko 600 x 100 x 200		0,33			
- harkko 600 x 150 x 200		0,37			
- harkko 600 x 200 x 200		0,40			
- ladottava harkko	0,03	0,25			
Hormimuuraus	tth / jm				
- hormi	0,8				
Lopettavat työt	tth / erä	tth / m ²			
Kohteen siivous, työvälineiden puhdistus ym.	0,4	0,02			
Muuraus- m²	50	100	200	400	800
Suoritemääräkerroin	1,10	1,05	1,0	0,95	0,90

KUVIO 7. Työmenekit (Rakennustieto, 2017, 79)

Työmenekki on aika, jonka työntekijä, työryhmä tai kone tarvitsee yhden suoriteyksikön aikaansaamiseen (Rakennustieto, 2016, 9).

5.3 Suunnittelun periaatteet

Aikataulusuunnittelu edellyttää tekijältä perusteellista perehtymistä rakennuskoh- teeseen suunnitelma- ja urakka-asiakirjojen sekä tavoitearvion avulla. Realisti- sien tavoitteiden asettamista varten tarvitaan tietoja työsaavutuksista, työme- nekeistä, kapasiteeteista ja työryhmän koosta. Tietoja saadaan aikataulukirjoista, yrityksen edellisistä kohteista ja kokemuksen perusteella. Suunnittelun aikataulun tulee yhtyä tavoitearvioon ja suunniteltuun resurssien käyttöön. Rakennustyö- maan aikataulujen tarkoituksena on kuvata tuotantovaihetta (Rakennustieto, 2016, 19).

5.3.1 Ajallinen suunnittelu

Rakentamisen onnistuminen edellyttää tuotantosuunnittelua, valvontaa ja tuotan- nonohjausta, jotta tavoitteet saavutetaan. Tuotannosuunnittelun keskeisin osa on ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ajallisen suunnittelun yhteydessä selviää hel- posti epäkohdat ja poikkeamat suunnitelmista. Eri tehtävien ajoitusta ja ajankäyt- töä suunniteltaessa etsitään työn realistinen toteutusmalli lähtötietojen perus- teella. Yksittäisille työtehtäville asetetaan tavoitteet, jotka koskevat aloitus- ja lo- petus ajankohtaa ja mahdollisesti myös työvoiman käytöstä. Ajallisessa suunnit- telussa on tärkeää varmistaa aikataulujen toteutuminen tuotannon ohjauksella (Rakennustieto, 2016, 18–19).

5.3.2 Hankinta-aikataulu

Töiden etenemisen ja kustannusten kannalta on tärkeää, että kaikki tarpeelliset materiaalit ovat ajallaan saatavilla. Materiaalitilaukset kannattaa ajoittaa työ- maalle niin, että ne saadaan mahdollisimman nopeasti käyttöön. Materiaalitilau- sten ajoittamisen helpottamiseksi hankinnoista kannattaa laatia hankinta-aika- taulu, joka voidaan laatia aikataulun pohjalta (Sahlsted, Palolahti & Koskenvesa 2019, 55).

6 PIENTALOHANKKEEN LASKENTA

Onnistunut määrälaskenta on yksi iso askel kohti onnistunutta rakennushanketta. Määrätietoja pystytään hyödyntämään rakennushankkeen useassa eri vaiheessa, kuten tarjouslaskennassa, hankintojen yhteydessä, kustannuslaskennassa ja -seurannassa sekä tehtävien suunnittelussa.

6.1 Lähtökohta

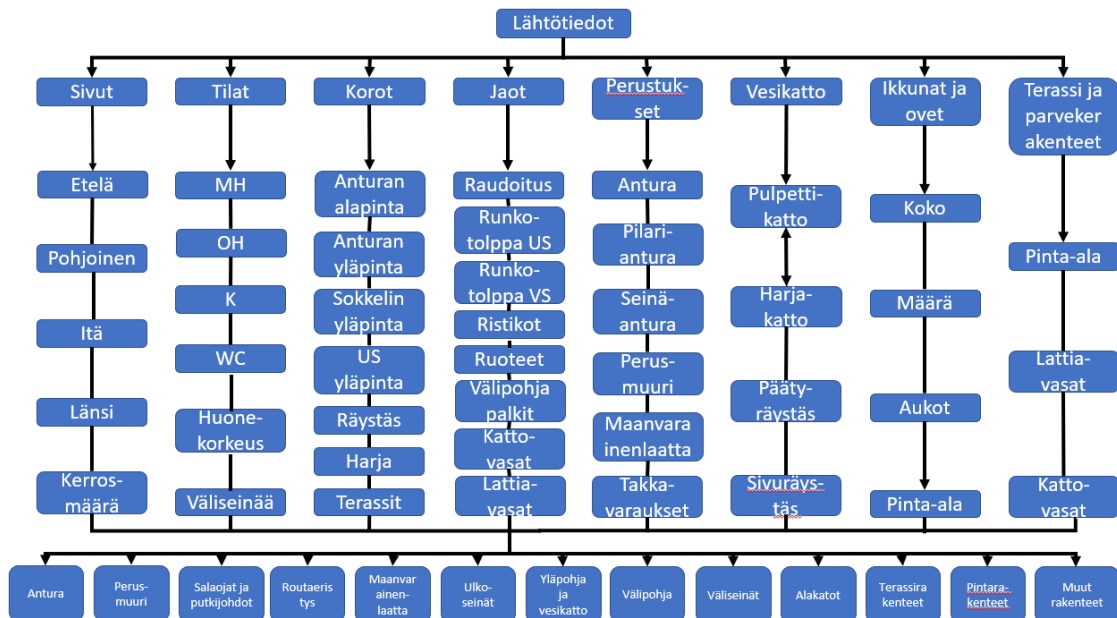
Yrityksen pääasiallinen toimiala on pientalorakentaminen ja rakennushankkeiden määrälaskenta on tehty aikaisemmin käsin laskentana. Tämä laskentatapa on koettu työlääksi ja altistanut laskentavirheille. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää kohdeyritykselle Excel-pohjainen laskentaohjelma, jonka tarkoituksena on nopeuttaa ja vähentää laskentavirheitä yrityksen määrä- ja kustannuslaskennassa.

Yritys käyttää pääosin samaa suunnittelijaa, jolloin rakenneratkaisut ovat samantyyppiset, joka helpotti laskentaohjelman kehittämistä sekä lisää laskentaohjelman tulosten luotettavuutta tulevissa kohteissa. Laskentaohjelman kehittämisessä on käytetty edellisten kohteiden tietoja, joilla laskentaohjelman laskukaavat ja tulokset ovat saatu toimivaksi erilasiin ja erityyppisiin rakennushankkeisiin. Laskentaohjelman kehittämisen tavoitteena oli, että tietyillä lähtötiedoilla rakennuskohdeesta saadaan tuotettua määräluettelo. Laskentaohjelman lähtötietoihin tarvittavat lähtötiedot kerätään rakennushankkeen asiakirjoista. Laskentaohjelmaa pystytään käyttämään puurakenteisissa pientalohankkeissa.

6.2 Käyttö ja toiminta

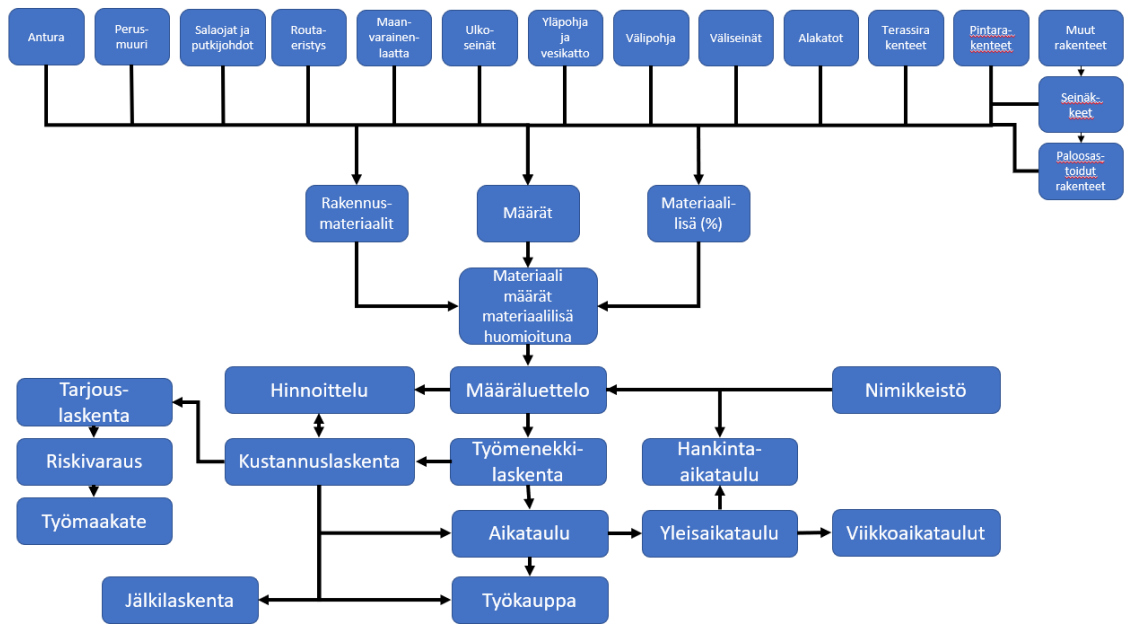
Laskentaohjelman käyttö perustuu rakennushankkeen keskeisten lähtötietojen kirjaamiseen laskentaohjelmaan. Tarvittavia lähtötietoja ovat rakennuksen sivujen mitat, tilat, kerrosmäärä, korot, rakennusosien jaot, terassi- ja parvekerakenteet sekä vesikaton muoto ja räystäiden pituudet (kuvio 9). Solut, joiden tietoja muutetaan rakennushanke kohtaisesti, on maalattu vihreäksi.

Lähtötiedoilla ei kuitenkaan saada kaikkia kohteen sisältäviä määriä laskettua, koska jokainen kohde sisältää omat erikoispiirteensä. Esimerkiksi perustusvaiheen vesi-, putkijohdot ja kaivot täytyy lisätä käsin määräluetteloon. Puuttuvat määrät lasketaan asiakirjoista ja määrät merkitään määräluetteloon niille varatuille paikoille.



KUVIO 9. Vuokaavio laskentaohjelman toiminnasta

Lähtötietojen perusteella laskentaohjelma laskee määrät perustuksille, ulkoseinille, yläpohjalle, välipohjalle, väliseinille ja terassi- ja parvekerakenteille. Määräluettelosta materiaalimenekit saadaan teoreettisena määränä ja määränä, jossa on huomioitu materiaalisia, sekä eri rakennuksiin tai osiin menevät määrät eriteltynä (kuvio 10). Materiaalien hukkaprosentit on määritetty edellisistä kohteista saatujen tietojen perusteella.



KUVIO 10. Vuokaavio laskentaohjelman käyttötarkoituksista

Laskentaohjelmasta saatujen määrätietojen perusteella voidaan tehdä yksityiskohtainen määräluettelo. Määräluetteloon tehtävät luetteloidaan litteroitain Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmän mukaan. Jokaisen litteran edessä on sanallinen kuvaus, mitä littera pitää sisällään. Yksityiskohtainen määräluettelo helpottaa tavoitearvion tekemistä sekä hankintojen ja tehtävien suunnittelua. Määräluetteloon lisätään myös tehtäväkohtaiset yksikköhinnat, sekä työmenekit, joiden määrittämiseen voidaan käyttää avuksi esimerkiksi aikataulukirjoja tai edellisistä kohteista kerättyä tietoa. Näiden tietojen avulla pystytään laskemaan tehtäväkohtaisesti työkustannukset, ainekustannukset, alihankintakustannukset sekä tehtävään kuluva aika tarvittavilla resursseilla (liite 1).

Laskentaohjelmasta saatuja määrätietoja pystytään hyödyntämään myös esimerkiksi työkaupan (liite 2) yhteydessä (kuvio 10). Määrillä saadaan laskettua tehtävän kesto, työryhmän koko sekä työkustannukset. Yleisaikataulusta katsotaan, kuinka paljon tehtävälle on varattu aikaa, jonka mukaan työryhmän koko lasketaan. Työryhmän keskituntiansion ja kokonaistyömenekin perusteella saadaan laskettua työkaupan työkustannukset.

Työmenekkitietojen pohjalta rakennushankkeella lähdetään luomaan yleisaikataulua (kaavio 10). Määräluetteloa pystytään hyödyntämään myös hankintojen suunnittelussa ja hankinta-aikataulun tekemisessä. Pientalohankkeissa on tärkeää tehdä hankinta-aikataulu ainakin kustannuksiltaan ja työn jatkuvuuden kannalta merkittävimmistä hankinnoista.

6.3 Tulosten luotettavuus

Määrälaskentaohjelmaa on keretty käyttämään vasta tarjouslaskennassa, joten sen toimivuudesta käytännössä ei ole vielä tarkempaa tietoa. Laskentaohjelman luotettavuutta ja oikeellisuutta on tarkistettu laskemalla edellisten kohteiden määriä ja niitä on verrattu toteutuneisiin määriin. Laskentaohjelmasta saadut tulokset ovat täsmänneet hyvin toteutuneiden määrien kanssa erityyppisissä rakennushankkeissa. Saman rakennesuunnittelijan käyttö lisää myös tulosten luotettavuutta, koska rakenneratkaisut pysyvät pääosin samantyyppisinä.

Tulosten luotettavuuteen vaikuttaa myös laskentaohjelman käyttäjä. Määrien mitaamiseen ja lähtötietojen merkitsemisessä täytyy olla huolellinen. Laskentaohjelmasta kaikki laskentakaavan sisältävät solut on lukittu, jotta niitä ei vahingossa muokkaa. Laskentaohjelmasta saadun määräluettelon määrät on myös syytä tarkistaa silmämääräisesti.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Excel-pohjainen laskentaohjelma kohdeyritykselle, jonka tarkoituksena on nopeuttaa ja selkeyttää laskentaa sekä vähentää laskennassa tapahtuvia virheitä. Onnistuneella määrälaskennalla on tärkeä rooli rakennushankkeiden onnistumisessa taloudellisesti.

Työ rajattiin puurakenteiseen pientalorakentamiseen, koska se on kohdeyrityksen pääasiallinen työlaji. Rakennushankkeen aikataulutuksen osalta opinnäytetyössä käsitellään hankintojen suunnittelua, työmenekkilaskentaa ja ajallista suunnittelua. Yleisaikataulun ja tarkempien aikataulujen tekemistä ei opinnäytetyössä käsitelty.

Yrityksessä laskenta on suoritettu ennen käsin, joka on ollut aikaa vievää ja altistanut laskenta virheille, joka aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia ja mahdollisesti viivästyksiä aikataulusta. Opinnäytetyön tuloksena syntynyt laskentaohjelmaa on jo käytetty tarjouslaskennassa, jolloin on huomattu, että yrityksen määrä- ja kustannuslaskenta on nopeutunut huomattavasti. Laskentaohjelmasta saadut tiedot ovat täsmänneet hyvin, kun ohjelman toimivuutta ja luotettavuutta on testattu edellisiin kohteisiin. Laskentaohjelman kehitys on onnistunut hyvin ja siihen ollaan oltu tyytyväisiä kohdeyrityksessä. Laskentaohjelman kehittämisen lisäksi tuleva ohjelman käyttäjä on pitänyt perehdyttää sen käyttämiseen.

Laskentaohjelman kehittäminen jatkuu opinnäytetyön jälkeen yrityksen tarpeitten mukaan. Kustannusseurannan ja aikataulutusten näkökulmasta laskentaohjelmassa on vielä kehittämistä, jos sille koitaan tarvetta. Lisäksi laskentaohjelmaa voidaan kehittää toimivaksi useammalle eri rakennetyypille ja rakenneratkaisulle. Rakennushankkeista kerättyjen tietojen avulla pystytään tarkentamaan laskentaohjelmassa olevia arvoja materiaalimenekeille ja työmenekeille, jos niissä havaitaan poikkeamia.

LÄHTEET

Lindholm, M. 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy.

Lommi, J. Pientalorakentamisen Kehittämiskeskus PRKK ry. Laadukkaan pientalon rakennuttaminen. Luettu 15.01.2021. http://www2.prkk.fi/files/upload_pdf/3741/pt_rakennuttaminen.pdf

Koskenvesa, A. & Mäki, T. 2003. Pientalon rakentaminen. 2. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustietosäätiö RTS. 2016. RT 10-11224. Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustietosäätiö RTS. 2016. RT 10-11225. Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen kesto ja aikataulut. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustyön materiaalisat ja -hukat. 2000. Ratu 1191-S. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sahlsted, S. & Palolahti, T. & Koskenvesa, A. 2019. Pientalon suunnittelu ja rakentaminen. 2. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Talo-80 -ryhmä. 1982. Määrälaskentaohje TALO-80 nimikkeistöjärjestelmän mukaan. Helsinki: Rakentajain Kustannus Oy.

Talo-80 -ryhmä. 1981. Yleisseloste TALO-80 nimikkeistöjärjestelmän mukaan. Helsinki: Rakentajain Kustannus Oy.

Talo 2000 -nimikkeistö Ratussa. 2007. Ratu 431-T. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Talo-nimikkeistöryhmä & Haahtela-kehitys Oy. 2008. Talo 2000 -nimikkeistö. Yleisseloste. Tampere: Rakennustieto Oy.

Talonrakennusteollisuus ry & Rakennussäätiö RTS. 2016. Aikataulukirja. 13., uudistettu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Talonrakennusteollisuus ry & Rakennussäätiö RTS. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 3., tarkistettu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Talonrakennusteollisuus ry & Rakennussäätiö RTS. 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. e-kirja. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Liite 2. Työkauppa

Työryhmä	3 hlö	Kokonaistyo menekki	695 tth
Työnkesto	30 tv		
Keskituntiansio	15 e/h	Työkustan- nukset	10420 e

Littera	Rakennusosa	Määrä	Yksikkö	Työmenek ki tth/lyks	Kokonaist yömenekki
35	Ulkoseinä				373,2
3510	Elementtiasennus	8	kpl	1,93	15,4
3550	Mittaus ja siivous	58,2	jm	0,05	2,9
3551	Runko	1040	jm	0,025	26,0
3552	Tuulensuojalevy	250	m2	0,11	27,5
3553	Koolaus	1017	jm	0,011	11,2
3554	Ulkoverhous	365	m2	0,62	226,3
3555	Lämmöneristys	210,5	m2	0,096	20,2
3556	Höyrinsulku	362	m2	0,05	18,1
3557	Koolaus	647	jm	0,019	12,3
3558	Lisälämmöneriste	50	m2	0,096	4,8
3559	Sisäpuolen levytys	50	m2	0,17	8,5
36	Parvekkeet ja terassit				90,2
3661	Terassin lattiaavasat	168	jm	0,045	7,6
3662	Pilarit	21	kpl	0,15	3,2
3663	Kattovasat	32	kpl/jm	0,08	2,6
3664	Laudoitus	50	m2	0,28	14,0
3670	Lasikate	57,2	m2	1,1	62,9
37	Vesikattorakenteet:				144,0
3710	Ristikoiden asennus	24	kpl	0,68	16,3
3761	Päätyräystäät	50,4	jm	0,08	4,0
3762	Vesikaton jäykisteet	329	jm	0,016	5,3
3763	Räystäslaudat	440	jm	0,12	52,8
3764	Aluskate	169	m2	0,014	2,4
3765	Korotusrima	247	jm	0,01	2,5
3766	Ruoteet	649	jm	0,01	6,5
3767	Otsalaudat	142	jm	0,022	3,1
5131	Peltikate	159	m2	0,21	33,4
3770	Puhallusvilla	47	m3	0,18	8,5
3771	Höyrinsulku	95	m2	0,05	4,8
3772	Koolaus	237	jm	0,019	4,5
45	Väliseinät				87,2
4560	Mittaus	56	jm	0,06	3,4
4561	Runko	487	jm	0,029	14,1
4562	Eristys	160	m2	0,096	15,4
4563	Levytys mol. puolin	160	m2	0,34	54,4