

---

# OMAKOTITALON LAAJENNUS

---

Tero Karhu

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto



**Savonia**  
ammattikorkeakoulu

---

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Koulutusala<br>Tekniikan ja liikenteen ala  |                             |
| Koulutusohjelma<br>Rakennustekniikan koulutusohjelma  |                             |
| Työn tekijä(t)<br>Tero Karhu  |                             |
| Työn nimi<br>Omakotitalon laajennus   |                             |
| Päiväys<br>3.3.2011   | Sivumäärä/Liitteet<br>24+30 |
| Ohjaaja(t)<br>Yliopettaja Jorma Saarijärvi  |                             |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)<br>PMC-PIPE OY  |                             |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Tämä insinöörityö pitää sisällään omakotitalon laajennushankkeen johtamisen ja rakentamisen. Tavoitteena oli selvittää rakennusteknisiltä osin hankkeen kustannuslaskelmat ja laatia kohteeseen realistinen aikataulu sekä rakentaa laajennus ja seurata laskelmien ja aikataulun paikkansa pitävyyttä.</p> <p>Työhön tehtiin Excel-taulukko rakennusvaiheittain materiaalmääristä ja materiaali- ja työkustannuksista. Työssä käytettiin apuna CD-RATU:sta otettuja arvoja. Seuranta suoritettiin rakentamisen aikana täyttämällä Excel-taulukkoa kunkin rakennusvaiheen materiaalimenekkien ja työn keston perusteella. Tämän jälkeen vertailtiin laskettuja ja toteutuneita arvoja.</p> <p>Lopputuloksissa ei ollut suuria eroja laskelmien ja toteutuneiden kokonaiskustannuksien välillä, mutta eri työvaiheissa oli suuriakin eroja. Lopputuloksia tarkasteltaessa huomattiin myös, ettei CD-RATU:n arvojen käyttö pienissä suoritemäärissä vastannut täysin todellisuutta. Kuitenkin tässä työssä käytetty laskentamenetelmä oli toimiva kokonaiskustannuksia ajatellen.</p> |                             |
| Avainsanat<br>kustannusarviolaskenta, jälkilaskenta   |                             |
| Julkinen  |                             |

|  |                              |                  |       |
|--|------------------------------|------------------|-------|
| Field of Study<br>Technology, Communication and Transport  |                              |                  |       |
| Degree Programme<br>Construction Engineering   |                              |                  |       |
| Author(s)<br>Tero Karhu  |                              |                  |       |
| Title of Thesis<br>Extension of detached house   |                              |                  |       |
| Date   | March 3 <sup>rd</sup> , 2011 | Pages/Appendices | 24+30 |
| Supervisor(s)<br>Mr Jorma Saarijärvi, Principal lecturer   |                              |                  |       |
| Project/Partners<br>PMC-PIPE OY  |                              |                  |       |
| <p>Abstract</p> <p>The present engineer work included managing and construction of a detached house. The work concerned extension of the house. The purpose of the study was to work out the cost estimate of the extension and to prepare a realistic schedule. During the building of the extension the accuracy of the costs and schedule were followed up.</p> <p>The quantity and cost of material and cost of work were placed on an Excel-table. The table was filled during each phase of construction based on the consumption of materials and length of working hours. Then the counted values were compared with the actual once.</p> <p>There were no differences between the counted and the actual values in the cost of whole extension. However, there were great differences in the different phases of the construction. In the end of the work it was noticed that the values picked from CD-RATU did not match with the reality in the small construction phases.</p> |                              |                  |       |
| Keywords<br>cost estimate, cost accounting   |                              |                  |       |
| Public   |                              |                  |       |

## SISÄLLYS:

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1      | JOHDANTO .....   | 6  |
| 2      | LASKENTAPROSESSI.....                                      | 7  |
| 2.1    | Määrälaskenta .....  | 7  |
| 2.2    | Aikataulu.....   | 8  |
| 2.3    | Kustannuslaskenta .....                                    | 9  |
| 2.3.1  | Kustannuslaskentaa edeltävät vaiheet.....                  | 9  |
| 2.3.2  | Työkustannukset.....                                       | 10 |
| 2.3.3  | Materiaalikustannukset .....                               | 10 |
| 2.4    | LVIS .....   | 10 |
| 2.4.1  | Lämmitys.....  | 10 |
| 2.4.2  | Vesi- ja viemäri .....                                     | 11 |
| 2.4.3  | Ilmanvaihto.....   | 11 |
| 2.4.4  | Sähkötyöt.....   | 11 |
| 3      | RAKENTAMISVAIHE .....                                      | 12 |
| 3.1    | Rakentamisen aloitus .....                                 | 12 |
| 3.2    | Materiaalien hankinta .....                                | 12 |
| 3.3    | Tarkastukset .....   | 12 |
| 3.2    | Aikataulun seuranta .....                                  | 13 |
| 3.3    | Määrälaskelmien seuranta.....                              | 13 |
| 4      | VERTAILU .....   | 14 |
| 4.1    | Työtuntien vertailu .....                                  | 14 |
| 4.1.1  | Aloittavat työt.....                                       | 14 |
| 4.1.2  | Antura- ja pilarimuotit .....                              | 14 |
| 4.1.3  | Anturoiden ja pilareiden anturoiden teräkset ja valu ..... | 14 |
| 4.1.4  | Sokkeli .....  | 15 |
| 4.1.5  | Pesuhuoneen väliseinät .....                               | 15 |
| 4.1.6  | Alapohja 1 .....   | 15 |
| 4.1.7  | Ulkoseinä.....   | 15 |
| 4.1.8  | Katto.....   | 15 |
| 4.1.9  | Ikkunat .....  | 16 |
| 4.1.10 | Sauna.....   | 16 |
| 4.1.11 | Pesuhuone.....   | 16 |
| 4.1.12 | Seinä- ja kattopinnat .....                                | 16 |
| 4.1.13 | Lattia .....   | 16 |
| 4.1.15 | Sisäänkäynnin katos.....                                   | 17 |

|   |    |
|---|----|
| 4.1.16 Harvalaudat .....                                    | 17 |
| 4.1.17 Lopettavat työt.....                                 | 17 |
| 4.2 Materiaalien määrä- ja kustannuslaskujen vertailu ..... | 18 |
| 4.2.1 Pilarimuotit.....                                     | 18 |
| 4.2.2 Anturoiden valu .....                                 | 18 |
| 4.2.3 Sokkeli .....   | 18 |
| 4.2.4 Alapohja 2 .....                                      | 19 |
| 4.2.5 Alapohja 1 runko .....                                | 19 |
| 4.2.6 Ulkoseinät .....                                      | 19 |
| 4.2.7 Ovet.....   | 19 |
| 4.2.8 Sauna.....  | 19 |
| 4.2.9 Pesuhuone .....                                       | 20 |
| 4.2.11 Ulkoverhous .....                                    | 20 |
| 4.2.12 Pielet .....   | 20 |
| 4.3 Aikataulujen vertailu .....                             | 21 |
| 4.4 Kokonaiskustannusten vertailu .....                     | 21 |
| 5 JOHTOPÄÄTÖKSET .....                                      | 22 |
| LÄHTEET .....   | 24 |
| <b>LIITTEET</b>   |    |
| Liite1: Piirustukset.....                                   | 25 |
| Liite 2: Kustannus- ja määrälaskelmataulukko.....           | 29 |
| Liite 3: Suunniteltu Planet-tilaus.....                     | 49 |
| Liite 4: Toteutunut Planet-tilaus.....                      | 51 |
| Liite 5: Yhdistetty Planet-tilaus.....                      | 53 |

## 1. JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö alkoi, kun minut palkattiin PMC-PIPE:lle johtamaan ja rakentamaan omakotitalon laajennushanketta. Työnkuvaan kuului myös laskea tarvittavat materiaali- ja kustannuslaskut laajennuksen rakennusteknisiltä osin. Työn kohde on omakotitalon laajennus Koriolla. Laajennuksen koko on 40 m<sup>2</sup>, johon sisältyy sauna, pesuhuone, makuuhuone, eteinen ja kodinhoituhuone. Piirustukset suunnitteli ja piirsi jo eläkkeellä oleva rakennusinsinööri, joka myös toimii työmaan valvojana. Kyseinen henkilö ei halunnut nimeään mainittavan tässä työssä. Piirustukset ovat liitteenä (liite 1).

Tämän insinöörityön aiheena on selvittää rakennusteknisiltä osin omakotitalon laajennuksen tarvittavat kustannuslaskelmat ja aikataulut, suunnitella tarkka rakentamisjärjestys ja tehdä rakentamiseen tarvittavat määrä- ja kustannuslaskelmat rakentamisjärjestyksen mukaan. Tämän lisäksi tarkoituksena on tehdä hankkeesta realistinen aikataulu, johtaa työmaata ja rakentaa varsinainen rakennus laskelmien ja laaditun aikataulun pohjalta. Rakentamisvaiheen yhteydessä on tarkoitus seurata rakentamisjärjestyksen mukaisesti laskelmien ja aikataulun paikkansa pitävyyttä eri rakennusvaiheissa.

Insinöörityössä vertaillaan rakentamisen valmistuttua laskettuja määrä- ja kustannuslaskelmia toteutuneisiin laskelmiin. Lisäksi vertaillaan toteutunutta aikataulua suunniteltuun aikatauluun ja otetaan lähempään tarkasteluun rakentamisen eri vaiheet. Työn tarkoituksena on tutkia tuleeko eri rakennusvaiheiden välille eroja ja mikä mahdollisten erojen vaikutus on rakentamisen kokonaiskustannuksiin ja -aikatauluun.

## 2. LASKENTAPROSESSI

Laskentaprosessi kattaa rakennusteknisiltä osin määrälaskennan, aikataulutuksen ja kustannuslaskennan. Tarkoituksena on tutkia mitä sisältyy kuhunkin vaiheeseen ja tutustutua tehtyjen laskelmien tekotapoihin. Laskennassa ei huomioida irto- eikä kiinteitäkään kalustuksia, rakennuttajan toivomuksesta.

### 2.1 Määrälaskenta

Talo-80 -ryhmä on rakentamisen eri osapuolten muodostama yhteistyö ryhmä. Ryhmän tarkoituksena on ylläpitää ja saada alalle yhtenäiset käsitteet, tiedot ja menetelmät. Talo-80 -nimikkeistöjärjestelmä on tehty kehittämällä Talo-70 -järjestelmää, saatujen kokemusten pohjalta /1, s.5/. Määrälaskentaohjetta käytetään määrälaskennan mittaus- ja laadintaohjeena uudisrakentamisessa /1, s.7/.

Määrälaskentaa aloitettaessa laaditaan tehtävä- ja paikkaluettelo, jossa hanke jaetaan työalajikohtaisesti tuotannosuunnittelun kannalta mielekkäisiin osiin. Määrälaskija jakaa hankkeen ominaispiirteiden mukaan eri osiin, alueisiin ja nimikkeisiin. Alustavissa aikatauluissa työsuunnittelija jakaa kohteen kuitenkin todennäköisen rakennusjärjestyksen mukaan. Laadittaessa tehtävä- ja paikkaluettelo ongelmana on, ettei määrälaskennassa yleensä huomioida riittävästi tuotannosuunnittelun vaatimuksia /2, s.22/.

Määrälaskennassa materiaalmäärät mitataan rakennusteoreettisina mittoina, joihin ei sisällytetä hukkia. Hinnoittelijan on huomioitava hukat. Tällaisella rakennusmäärien mittaustavalla pyritään siihen, että tulos ei riipu rakennusosien ratkaisusta vaan vain yleisratkaisusta. Näin vaikka rakennusosaratkaisuja muutetaan, pysyvät määrät vakiona. Määräluettelon laadinnassa arviointia ja työsuunnittelua on pyritty vähentämään mittaussäännöillä ja käyttämällä teoreettisia määriä. Määrien mittauksessa käytetään suunnitelma-asiakirjoja ja urakkaohjelmaa. Kuitenkin asiakirjojen tarkkuudesta riippuen, määrät voidaan joutua arvioimaan /3, s.6/.

Määrälaskenta aloitettiin tuotannon suunnittelulla, jakamalla rakennuskohde eri rakennuskokonaisuuksiin ja suunnittelemalla tarkka rakennusjärjestys. Tarkka rakennusjärjestys helpotti materiaalien tilausta, aikataulun, materiaalimenekin ja kustannusten laskemista ja seuranta. Seuraavaksi luotiin Excel-taulukko eri osien rakennusjärjestyksen mukaan (liite 2). Excel-taulukon luotiin sarakkeet määrille, työkustannuksille ja hankintakustannuksille. Taulukko toimi koko työn pohjana. Taulukon luonnin jälkeen aloitettiin varsinainen määrälaskenta.

Määrälaskenta tehtiin manuaalisesti ilman laskentaohjelmien apua. Määrät laskettiin tehtyjen piirustusten mukaan, mittaamalla piirustuksista tarvittavat mitat. Mittojen perusteella pystyttiin laskemaan tarvittavat materiaalimenekit. Materiaalimenekkeihin lisättiin 15 % hukkavara. Menekit taulukoitiin tehtyyn Excel-taulukon. Määrälaskenta oli ensimmäinen vaihe laskentaprosessista. Määrälaskennan tarkoituksena oli saada selville rakentamiseen tarvittavat materiaalmäärät. Määrälaskelmia tarvitaan myös, jotta pystytään laskemaan työ- ja materiaalikustannukset ja laatimaan aikataulun.

## **2.2 Aikataulu**

Aikataulun suunnittelua varten tarvitaan tietoa suoritelmäästä, työmenekistä, työsaavutuksista ja ryhmän koosta. Rakennushankkeen ohjaus -kirjassa edellä mainittuja osa-alueita kuvataan näin: ”Suoritelmää kuvaa toiminnan määrällinen aikaansaannos. Työsaavutus on aikayksikössä tuotettujen suoritteiden määrä. Kokonaisaika on työntekijän työaikaa vastaava aikamenekki.” /4, s.6/.

Talonrakennuksessa on perinteisesti totuttu käyttämään jana-aikakaaviota ja ajoitettua toimintaverkkoa aikataulun suunnittelussa. Jana-aikakaaviossa vaaka-akselilla on aika ja pystyakselilla tehtävät. Kalenteriosaan piirretty jana kertoo tehtävän suunnitellun toteutusajankohdan. Jana-aikataulu on helppolukuinen ja se onkin yleisesti käytetty. Jana-aikataulun ominaisuudet ovat kuitenkin heikot tuotannon valvontaan ja laadun tarkastukseen. Tehtävien etenemisen esittäminen havainnollisesti on jana-aikataulussa hankalaa /4, s.10/.



Työhön luotiin jana-aikataulu Planet-ohjelmalla (liite 3). Planet-ohjelma on aikataulun suunnittelua varten laadittu ohjelma. Aikataulu pyrittiin luomaan realistiseksi, rakennusvaiheen kiireen välttämiseksi. Loppuun varattiin mahdollinen viivästysvara. Aikataulun laadinnassa käytettiin aiemmin laskettuja määriä. Työmenekikertoimina käytettiin CD-RATU:sta katsottuja T4 kertoimia. Määrien avulla ja CD-RATU:n arvoilla luotiin kohteesta PLANET:lla aikataulu. Saadut työmenekit liitettiin aikaisemmin tehtyyn Excel-taulukoon.

### **2.3 Kustannuslaskenta**

Rakennushankkeessa kustannuslaskentaa käytetään kokonaiskustannusten määrittämiseen. Sen avulla varmistetaan myös eri rakennusvaiheiden taloudellinen läpivienti. Suunnitteluvaiheessa laskentaan sisältyy kustannussuunnittelu /5, s.10/. Kustannuksista sovitaan suurelta osin jo hankkeen suunnitteluvaiheessa. Rakennushankkeen kustannukset syntyvät mm. tarvittavien materiaalien, käytettyjen koneiden ja laitteiden, tehdyn työn, energian ja pääoman käytöstä ja niiden hinnoista. Ne sisältävät myös rakentajan oman työpanoksen, talkootyöt ja omat tarvikkeet. Rakennushanke jakautuu vaiheisiin, joissa myös kustannukset jakautuvat eri tavoilla /6, s.9/.

Pientalon hankintakustannukset muodostuvat tontin hinnasta ja rakentamisesta. Työmaalla syntyvien kustannusten lisäksi rakennuskustannuksiin sisältyvät mm. lupa-, suunnittelu-, rahoitus- ja kiinteistön muodostamiskustannukset, erilaiset liittymismaksut ja rakennuttamiskustannukset /6, s.8/.

Tässä opinnäytetyössä on kyseessä rakennuksen laajennus, joten tontista eikä liittymismaksuista tule kustannuksia. Täten rakennushankkeen kustannukset koostuvat pääosin työkustannuksista ja materiaalikustannuksista. Talotekniikan kustannuksia ei sisällytetty laskelmiin. Työkustannuksista ja materiaalikustannuksista saadaan rakennusteknisten töiden kokonaiskustannus.

### 2.3.1 Kustannuslaskentaa edeltävät vaiheet

Ennen varsinaista kustannuslaskentaa piti selvittää materiaalien hankintakustannukset. Kustannukset selvitettiin laskettujen materiaalimenekkien pohjalta, pyytämällä useammalta eri tavarantoimittajilta tarjoukset materiaalien hinnoista. Tarjousten tultua valittiin niistä edullisimmat. Tästä syystä päädyttiin käyttämään useita tavaran toimittajia.

### 2.3.2 Työkustannukset

Työkustannukset saatiin laskettua tehdyn Excel-taulukon avulla. Taulukosta saatiin kuhunkin työvaiheeseen kuuluva aika. Jokaisen työvaiheen aika kerrottiin tuntilaskutushinnalla, joka oli 37 euroa/tunti. Laskutushinta sisältää palkan sivukulut. Näin saatiin laskettua kuinka paljon jokaisen vaiheen työosuus tulisi maksamaan. Työvaiheiden hinnat yhteen laskemalla saatiin koko rakennuksen työkustannukset.

### 2.3.3 Materiaalikustannukset

Materiaalikustannukset saatiin muiden laskelmien tapaan Excel-taulukosta. Taulukossa oli laskettuna tarvittavat materiaalmäärät, jotka kerrottiin aikaisemmin saatujen materiaalien tarjoushintojen perusteella. Näin saatiin laskettua jokaiseen rakennusvaiheeseen kuluvat materiaalikustannukset. Laskemalla yhteen eri rakennusvaiheiden hinnat saatiin materiaalikustannukset koko rakennuksesta.

## 2.4 LVIS

Työssä on perehdytty tarkemmin kustannuksiin rakennustekniseltä kannalta. Tässä kohdassa kuitenkin käsitellään lyhyesti LVIS toteutuksia ja kustannuksia. Työt suoritettiin lähinnä tehdyn Planet-aikataulun mukaan. Työt saatiin suoritettua niille varattuina ajankohtina.

#### 2.4.1 Lämmitys

Laajennuksen lämmitys hoidetaan ilmalämpöpumpulla, joka asennettiin laajennuksen eteiseen. Tästä pumppu pääsee kierrättämään ilmaa hyvin koko laajennukseen ja lisäksi vanhan talon puolelle. Pumppu maksoi asennettuna 1 950 euroa. Laajennuksen ikkunoiden alle asennettiin myös varaukset sähköpattereille, jos pumpun lämmitysteho ei riitä kovimmilla pakkasilla.

#### 2.4.2 Vesi- ja viemäri

Laajennukseen tuli kylpyhuone, sauna ja kodinhoituhuone, joihin tarvittiin vesi ja viemärointi. Töistä saatiin paikalliselta yrittäjältä tarjous, joka sisälsi suunnittelun, asennukset ja materiaalit. Tarjous oli 1 500 euroa, joka myös hyväksyttiin. Liitännät viemäriin ja vesiin otettiin vanhan talon puolella olevista linjoista.

#### 2.4.3 Ilmanvaihto

Laajennuksen ilmanvaihto hoituu samalla tavalla kuin vanhan rakennuksen puolella, eli painovoimaisesti. Pesuhuoneeseen ja saunaan tuli koneellinen ilmanpoisto.

#### 2.4.4 Sähkötyöt

Laajennuksen sähköistämisestä hyväksyttiin 2 200 euron tarjous, johon sisältyi suunnittelu, asennus ja materiaalit. Sähköjen liitännät otettiin vanhan talon jo olemassa olevasta sähköpääkeskuksesta.

### **3. RAKENTAMISVAIHE**

#### **3.1 Rakentamisen aloitus**

Rakentamistoimet alkoivat jo ennen työntekijöiden saapumista työmaalle. Ensin oli tehty rakentamisen aloitusilmoitus Ympäristö- ja rakennusministeriöön. Tarvittavat maankaivu- ja täyttötöitä oli tehty jo valmiiksi anturoita varten. Rakennuttajalle oli toimitettu työmaan aloittamiseen tarvittavista materiaaleista lista. Materiaalit oli toimitettu valmiiksi työmaalle. Talon iso tontti (2 480 m<sup>2</sup>) mahdollisti tavaroiden tilaamisen ennalta ja varastoinnin työmaalle. Rakentaminen alkoi suunnittelulla, maan korkojen tarkistamisella ja aloituskokouksella valvojan kanssa. Virallista aloituskokousta, missä olisi kuulunut olla myös rakennustarkastaja, ei pidetty. Tämä korvattiin aloitusilmoituksella. Varsinainen rakentaminen alkoi anturamuottien teosta.

#### **3.2 Materiaalien hankinta**

Rakennusmateriaalien nouto työmaalle tapahtui rakennuttajan toimesta, koska rakennuttaja halusi säästää toimituskustannuksissa. Näin ei päässyt syntymään viivästyksiä mahdollisten toimitusten myöhästymisten seurauksena. Materiaalien nouto tapahtui viikoittain, niin että tarvittavat materiaalit olivat työmaalla jo viikkoa ennen kunkin rakennusvaiheen alkua. Näin saatiin estettyä mahdolliset rakennusmateriaalien puutteesta johtuvat viivästymiset. Lisäksi, jos suunnitellulla materiaalien toimittajalla ei ollutkaan tarvittavia materiaaleja, ehdittiin etsiä rauhassa uusi toimittaja rakentamisen viivästyttä.

#### **3.3 Tarkastukset**

Työmaan valvoja kävi tarkastamassa työn laadun aika ajoin. Tarkastukset tehtiin etenkin tärkeissä rakennusvaiheissa, kuten raudoitusten tarkastus ennen valua ja rakennuksen rungon, kattorakenteiden, höyrinsulkujen, lämpöeristeiden, vedeneristeiden ja laatoitusten tarkastus. Rakennusvalvoja kävi tarkastamassa rakennuksen rungon ennen kuin työmaalla sai aloittaa rakenteiden peittämisen. Tarkastuksessa ei esiintynyt mitään puutteita.

### **3.2 Aikataulun seuranta**

Työmaan aikataulun seuranta tehtiin aina päivän päätteeksi merkitsemällä tulostetulle Planet-aikataululle työn eteneminen. Mahdolliset poikkeamat kirjattiin ylös ja syy selvitettiin. Aina yhden työvaiheen valmistuttua merkittiin todellinen työhön kulunut aika tehdyille Excel-taulukolle. Planet-ohjelmasta ja Excel-taulukosta oli helppo seurata etenikö työmaa aikataulussa.

### **3.3 Määrälaskelmien seuranta**

Määrälaskelmien seuranta tapahtui aina kunkin työvaiheen päätyttyä, jolloin tarkastettiin oliko materiaalia kulunut yhtä paljon kuin oli laskettu. Kuluvien määrien seuranta kuitenkin hankaloitti muun muassa se, että lähes kaikki puutavara oli tilattu ennakkoon työmaalle. Tällöin oli hankala päätellä kuinka paljon materiaaleja oli kulunut kuhunkin työvaiheeseen ja mikä oli hukan osuus. Tästä syystä ei joka kohdassa saatu kovin tarkkaa tietoa eri rakennusvaiheiden puutavaran menekistä.

## 4. VERTAILU

### 4.1 Työtuntien vertailu

Tehdyssä aikataulussa oli laskettu kokonaistyömenekiksi 685 työntekijätuntia (tth). Todellisuudessa työhön meni 676 tth. Tämä ei ole suuri ero, vain 1,4 prosenttia. Tämän perusteella aikataulua voisi pitää melko tarkkana. Yhteenlasketut työtunnit eivät kuitenkaan anna oikeaa kuvaa toteutuneista työtunneista. Rakentamisen eri työvaiheissa oli todella huomattavia eroja. Oli lähinnä sattumaa, että lopulliset työtunnit osuivat lähelle toisiaan. Seuraavissa kohdissa on tarkemmassa käsittelyssä työvaiheet, joiden työtuntien erotus oli yli 15 prosenttia. Työtuntien erotukset kertovat suoraan työkustannusten muutokset eri työvaiheissa.

#### 4.1.1 Aloittavat työt

Aloittaviin töihin kuului työmaan alueensuunnitteleminen, sähköistäminen ja perustaminen, työkalujen ja rakennusmateriaalien hankinta ja vanhan verannan purku. Aloittaviin töihin oli varattu laskelmissa 40 tth. Todellisuudessa työmaan aloittamiseen meni 16 tth. Varsinainen työ pääsi siis alkamaan 24 tth suunniteltua aikaisemmin. Ero lasketun ja toteutuneiden työtuntien välillä johtui siitä, että rakennuttaja oli valmistellut työmaan ja noutanut tarvittavat materiaalit valmiiksi annettujen ohjeiden mukaisesti.

#### 4.1.2 Antura- ja pilarimuotit

Muotteja oli tehtävänä 10 m<sup>2</sup>, joihin oli laskettu kuluvan aikaa 4 tth. Todellisuudessa muottien tekoon kului aikaa 16 tth. Erotus johtui siitä, että päätettiin tehdä pilareille yhtenäinen antura erillisten sijaan lisätukevuuden saavuttamiseksi ja työn helpottamiseksi. Muottien pinta-ala kasvoi 10 m<sup>2</sup>, mikä aiheitti erotuksen.

#### 4.1.3 Anturoiden ja pilareiden anturoiden teräkset ja valu

Anturoiden ja pilareiden anturoiden raudoittamiseen ja valamiseen oli laskettu kuluvan 3 tth. Todellisuudessa siihen kului 12 tth. Erotus johtui pilareiden anturoiden

muuttamisesta. Toisena syynä voi olla, että laskettaessa CD-RATU:lla pieniä määriä ei työaikamenekki pidä paikkaansa yhtä tarkasti kuin suuremmissa suoritemäärissä.

#### 4.1.4 Sokkeli

Sokkelin muuraamiseen oli laskettu menevän 16 tth. Todellisuudessa aikaa kului 30 tth. Ero johtui piirustuksiin ja aikatauluun tulleista muutoksista. Jo pohjatöiden yhteydessä päädyttiin lisäämään yksi harkkorivi, jotta anturat tulisivat syvemmälle maanpinnasta. Toinen viivästyttävä tekijä oli kaksi päivää jatkunut sade.

#### 4.1.5 Pesuhuoneen väliseinät

Seinien kahitiilien muuraukseen laskettu aika oli 13 tth. Todellisuudessa aikaa kului 20 tth. Erotus johtui oletettavasti muurattavien seinien lyhydestä, jolloin tiiliä jouduttiin katkaisemaan paljon. Tiilet katkaistiin muurarin vasaralla, mikä hidasti työtä. Laskelmissa ei ollut huomioitu myöskään ovien ylitysvaluja.

#### 4.1.6 Alapohja 1

Alapohjan rungon tekoon laskettu aika oli 36 tth. Todellisuudessa aikaa kului 24 tth, eli 2/3 lasketusta ajasta. Erotuksen syynä voi olla lasketun ajan yliarviointi.

#### 4.1.7 Ulkoseinä

Ulkoseinän tekoon oli laskettu aikaa kuluva 64 tth. Todellisuudessa aikaa kului 40 tth. Ero johtui mineraalivillan vaihtamisesta puhallusvillaksi. Puhallusvilla on huomattavasti nopeampaa asentaa. Villan puhallus oli myös ulkoistettu, mikä ei vienyt omien työntekijöiden aikaa.

#### 4.1.8 Katto

Kattotukien ja katon tekoon oli laskettu aikaa kuluva 42 tth. Todellisuudessa aikaa kului 32 tth. Ajallisesti työ nopeutti 8 tuntia. Katto tukien teko ja asennus oli laskettu yhden työntekijöiden työsuoritteen mukaan. Todellisuudessa työssä oli kaksi työmiestä, joilta tukien teko ja asennus sujui nopeammin.

#### 4.1.9 Ikkunat

Neljän ikkunan asentamiseen oli laskettu aikaa kuluvaan 3 tth. Todellisuudessa aikaa kului 8 tth. Ikkunat piti asentaa uudelleen käytössä olleen viallisen vesivaa'an takia, mikä aiheutti eron laskettuun ja toteutuneisiin työtunteihin.

#### 4.1.10 Sauna

Saunan rakentamiseen oli laskettu kuluvaan 18 tth. Tämä ylittyi kuitenkin reilusti. Todellisuudessa aikaa kului 34 tth. Erotus johtui todennäköisesti samasta syystä kuin anturoiden ja pilarien anturoiden valussa. Laskettaessa CD-RATU:lla pieniä määriä, ei työaikamenekki pidä paikkaansa yhtä tarkasti kuin suuremmissa suoritemäärissä. Laskuissa ei myöskään ollut huomioitu betonin, vedeneristeen, saneerauslaastin ja saumalaastin kuivumisaikoja. Kuivumisajat olisi pitänyt huomioida jo aikataulutuksessa.

#### 4.1.11 Pesuhuone

Pesuhuoneen rakentamiseen oli laskettu kuluvaan 28 tth. Todellisuudessa aikaa kului 42 tth. Saunan tavoin pesuhuoneessa laskettu aika ylittyi ja syynä oli todennäköisesti sama ongelma CD-RATU-kortistossa kuin saunan kohdallakin. Kuitenkin pesuhuoneen kohdalla suoritemäärän hieman kasvaessa ylitys ei ollut enää yhtä huomattava.

#### 4.1.12 Seinä- ja kattopinnat

Sisäseinien ja -kattojen tasoitukseen ja maalaukseen tarvittava aika oli laskuissa 38 tth. Todellisuudessa aikaa kului 60 tth. CD-RATU:lla laskemalla saadut arvot ovat ammattimaalarin työsuoritteiden mukaan laskettuja. Tasoittamisen ja maalaamisen suoritti kuitenkin kirvesmies, joka ei ole maalausalan ammattilainen. Tällöin työhön kului enemmän aikaa.



#### 4.1.13 Lattia

Lattian rakentamiseen oli laskettu aikaa kuluvaan 5 tth. Todellisuudessa aikaa kului 16 tth. Erotus johtui lattian materiaalin muutoksesta. Lattiaan oli laskujen mukaan tarkoitus tulla laminaatti. Rakennuttaja kuitenkin halusi lattian olevan samaa materiaalia kuin vanhalla puolella taloa, joten lattiasta tehtiinkin puulattia. Puulattian rakentaminen on huomattavasti hitaampaa kuin laminaatin asentaminen.

#### 4.1.14 Ulkoverhous

Ulkoverhouksen tekoon oli laskettu kuluvaan aikaa 64 tth. Todellisuudessa aikaa kului 24 tth. Ajallisesti työ nopeutui 5 työpäivää. Laskettu aika oli mitoitettu yhden kirvesmiehen työsuorituksen mukaan. Työn suorituksessa oli kuitenkin apumies, joka sahasi ja kantoi laudat ja auttoi telien siirrossa.

#### 4.1.15 Sisäänkäynnin katos

Katoksen tekoon oli laskettu aikaa kuluvaan 10 tth. Todellisuudessa aikaa kului 24 tth. Erotus johtuu katoksen pienestä koosta, jolloin ongelmaksi muodostuu sama CD-RATU:n aiheuttama vääristymä kuin aiemmissa työvaiheissa. Laskettaessa CD-RATU:n mukaan pieniä työsuoritemääriä, ei työaikamenekki pidä paikkaansa yhtä tarkasti kuin suuremmissa suoritemääriissä.

#### 4.1.16 Harvalaudat

Katon räystäiden harvalaudoitukseen oli laskettu kuluvaan aikaa 3 tth. Todellisuudessa aikaa kului 16 tth. Laskuissa ei oltu huomioitu hankalia työasentoja ja telien tarvetta, joka todennäköisesti aiheutti erotuksen.

#### 4.1.17 Lopettavat työt

Lopettaviin töihin oli varattu aikaa 40 tth. Töihin varattu aika oli tarkoitettu lähinnä työmaan varoajaksi, jos jokin työvaihe viivästyy paljon. Todellisuudessa lopettaviin töihin kului aikaa 24 tth. Aika kului lähinnä työmaan siivoamiseen ja pieniin viimeistelytöihin.

## 4.2 Materiaalien määrä- ja kustannuslaskujen vertailu

Tässä käsitellään materiaalmäärien ja mahdollisten materiaalihintojen muutoksia. Rakennuksen materiaalikustannuksiksi oli laskettu 14 807 euroa ja todellisuudessa materiaaleihin kului 14 840 euroa. Ero on hyvin pieni, vain 0,2 prosenttia. Tämä ei anna kuitenkaan todellista kuvaa eri rakennusvaiheiden kustannuksista. Ero johtui osittain rakenteisiin tehdyistä muutoksista ja materiaalien hintoihin tulleista muutoksista. Puutavaroihin sai vielä 10 prosentin alennuksen tarjotuista hinnoista, mutta koska puutavara myydään tietyn mittaisena, oli mahdoton tilata joka kohtaan tarvittava määrä tarkasti. Puutavaran määrä pyöristettiin ylöspäin seuraavaan mahdolliseen määrään. Toimitusvaikeuksien vuoksi osa materiaaleista piti tilata eri tavarantoimittajalta kuin, laskuissa oli suunniteltu. Toimittajan vaihto myös aiheutti muutoksia materiaalien hintoihin. Seuraavassa kohdassa otetaan lähempään tarkasteluun kohdat, joiden toteutuneet materiaalikustannukset poikkeavat yli 15 prosenttia lasketusta kustannuksesta.

### 4.2.1 Pilarimuotit

Pilarien muotteihin oli laskettu kuluvan lautaa 22\*100 22 jm ja lankkua 50\*100 6 jm. Todellisuudessa lautaa 22\*100 kului 30 jm ja lankkua 50\*100 30 jm. Ero johtui päätöksestä tehdä pilarien anturat yhtenäisiksi.

### 4.2.2 Anturoiden valu

Anturoita piti olla valettavana laskujen mukaan 1,75 m<sup>3</sup> ja betonikuution hinnaksi oli arvioitu 120 euroa. Pilareiden anturoiden kasvaessa tarvittava betonimäärä kasvoi 1,9 m<sup>3</sup> ja valut suoritettiin pumppuautolla, jonka putkiin jää osa betonista. Lopulta betonia tilattiin 2,5 m<sup>3</sup>, jonka hinnaksi tuli 180 euroa/m<sup>3</sup>. Nämä tekijät aiheuttivat huomattavat kustannusmuutokset.

### 4.2.3 Sokkeli

Sokkelin kustannuksiin oli varattu 792 euroa. Todellisuudessa sokkeli tuli maksamaan 1 102 euroa. Suuri erotus johtui lisäharkkokerroksesta ja laastin kalliimmasta hinnasta.

Myös patolevy vaikutti hintaan. 2 m:stä levyä oli laskettu tarvittavan 24 m, mutta levy myytiin 20 m:n mittaisina, joten tarvittiin kaksi rullaa levyä ja näin myös hukka oli huomattava.

#### 4.2.4 Alapohja 2

Kylpyhuoneen ja saunan alapohjan materiaalien kustannuksiksi oli laskettu 188 euroa. Todellisuudessa rakentaminen maksoi 445 euroa. Valuun oli laskettu tarvittavan 1,4 m<sup>3</sup> betonia. Valu suoritettiin pumppuautolla, mistä koitui jälleen hukkaa. Todellisuudessa betonia tilattiin 2 m<sup>3</sup>, mikä aiheutti suurimman kustannusmuutoksen.

#### 4.2.5 Alapohja 1 runko

Alapohjan rungon rakentamiseen oli laskettu kuluvan 326 euroa. Todellisuudessa alapohjan runkoon kului 239 euroa. Laskuissa oli käytetty 50\*200 lankun hintana 3,9 euro/jm. Tilattu lankku maksoi kuitenkin vain 2,57 euroa/jm. Tämä aiheutti välipohjan materiaalien kustannuksien laskun.

#### 4.2.6 Ulkoseinät

Ulkoseinien laskettujen ja todellisten kustannuksien välille ei tullut suurta eroa. Ulkoseinien eristäminen oli laskettu mineraalivillalla. Tämä kuitenkin korvattiin puhallusvillalla.

#### 4.2.7 Ovet

Rakennuksen ovien hinnaksi oli laskettu 2 200 euroa. O tulivat maksamaan 1 130 euroa vähemmän kuin mitä oli laskettu. Tämä johtui tavarantoimittajan vaihdosta, jolloin ovet saatiin edullisemmin.

#### 4.2.8 Sauna

Lattian hinnaksi oli laskettu 215 euroa. Todellisuudessa rakentaminen maksoi 525 euroa. Suurimman kustannuseron aiheutti betoni, jota tilattiin 0,6 m<sup>3</sup> enemmän kuin oli laskettu. Ylijäämäbetonista valettiin ulkorappuihin tarvittavia laattoja.

Vedeneristysmassaa ja kulmanauhoja ei saanut ostettua pienissä erissä, mikä osaltaan lisäsi saunan kustannuksia. Toisaalta ylimääräiset materiaalit voitiin käyttää pesuhuoneeseen, mikä taas laskee pesuhuoneen kustannuksia.

#### 4.2.9 Pesuhuone

Lasketut ja todelliset pesuhuoneen kustannukset pysyivät lähellä toisiaan, vaikka laatoitukseen käytettiin kalliimpaa laattaa kuin oli suunniteltu. Eron tasasi saunan rakentamisesta jääneiden materiaalien hyödyntäminen.

#### 4.2.10 Lattia

Alapohjan lasketuissa ja toteutuneissa kustannuksissa ei tullut juurikaan eroa, vaikka aluksi suunniteltu laminaatti vaihdettiin puulattiaan.

#### 4.2.11 Ulkoverhous

Ulkoverhouksessa tuli huomattava kustannusmuutos, hinnaksi oli laskettu 699 euroa. Todellisuudessa hinnaksi tuli 524 euroa enemmän. Muutoksen syynä oli, että lasketuissa kustannuksissa oli käytetty varastossa olevan ulkoverhouslaudon hintaa. Alkuperäisen rakennuksen ulkoverhouslaudassa oli kuitenkin erilainen muoto. Rakennuttaja halusi laajennuksen ulkoverhouksesta samannäköisen kuin vanhassa rakennuksessa. Ulkoverhous jouduttiin höyläyttämään vartavasten kohteeseen, mikä tuli huomattavasti kalliimmaksi. Tarvittavaan määrään otettiin lisäksi reilu hukkavara, jotta materiaali varmasti riittää.

#### 4.2.12 Pieleet

Kulmien, ovien ja ikkunoiden pielten laudoituksessa tuli pieniä kustannusmuutoksia. Muutokset johtuivat saatavilla olevan sahatavaran pituuksista. Prosenteissa katsottuna ero kasvaa paljon jo muutamassa metrissä, vaikka kyse onkin vain kymmenistä euroista.

### **4.3 Aikataulujen vertailu**

Suunnitellun ja toteutuneen kokonaisaikataulujen vertailu tapahtui vertailemalla aiemmin tehtyä Planet-aikataulua toteutuneen aikataulun mukaan tehtyyn Planet-aikatauluun. Aikatauluista näkyy jokaisen työvaiheen suunniteltu ja toteutunut aloitusajankohta. Aikatauluista näkee myös minkä työvaiheiden aloitus, kesto ja lopetus poikkeavat toisistaan. Suunniteltu ja toteutunut aikataulu eivät täysin vastanneet toisiaan. Toteutunut aikataulu myöhästyi suunnitellusta, vaikka kokonaistyöntekijätunneissa säästettiin. Tämä johtui siitä, että välillä työpäivät olivat normaalia lyhyempiä, mikä aiheutti aikataulun venymisen, mutta ei kasvattanut työntekijätuntien määrää. Toteutunut Planet-aikataulu liitteenä (liite 4). Liitteenä myös suunniteltu Planet-aikataulu, johon merkitty toteutunut aikataulu, josta näkee poikkeamat selvästi. (liite 5)

### **4.4 Kokonaiskustannusten vertailu**

Kokonaiskustannuksissa on laskettu yhteen työkustannukset ja materiaalikustannukset. Lasketuista kustannuksista tuli yhteensä 41 467 euroa. Toteutuneet kustannukset olivat 40 202 euroa. Erotukseksi tuli 1 265 euroa, mikä on vain 3,1 %. Ero on todella pieni, vaikka eri rakennusvaiheiden kustannuksissa tapahtui suuriakin muutoksia. Rakentamisen hinnaksi tuli 1005 euroa m<sup>2</sup>, mikä on todella vähän. Täytyy kuitenkin huomioida, että neliömetrihinta on kalustamaton hinta. Jo pelkät kylpyhuoneen kalusteet vaikuttaisivat hivenen hintaan. Hintaan ei ole myöskään laskettu LVIS-kustannuksia.

## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Rakennuksen määrälaskelmissa käytettiin apuna Talo-80 -järjestelmää. Määräluetteloa ei tehty tarkasti Talo-80 -järjestelmän mukaan, mikä mahdollisesti hieman vaikeutti ja hidasti laskentaa. Toisaalta laskenta taas salli rakennusjärjestyksen paremman ja itselle mielekkäämmän suunnittelun. Tarkka rakennusjärjestys helpotti aikataulutusta ja kustannuslaskemista. Järjestys helpotti myös eri rakennusvaiheiden materiaalien tilausta, työn suunnittelua ja menekkien, kustannusten ja aikataulun seuranta. Rakennusjärjestyksen mukaan tehtyjen laskelmien pohjalta oli helppo aloittaa laajennuksen rakentaminen. Hyvät varastointimahdollisuudet sallivat rakentamisen alussa tarvittavien materiaalien tilaamisen työmaalle ennakkoon. Hyvät varastointimahdollisuudet sallivat myös muiden rakennusvaiheiden materiaalien tilauksen ennakkoon. Rakennusjärjestyksen mukaan laadittu määräluettelo ei toiminut jokaisessa kohdassa parhaalla mahdollisella tavalla. Luettelossa oli hyvin pieniä määriä. Tämä vaikeutti materiaalin hankkimista etenkin puutavaran osalta, koska puutavarat myydään määrämittaisena. Ratkaisu tähän ongelmaan oli tilata useampaan rakennusvaiheeseen tarvittavat puutavarat samalla kertaa.

Päällimmäisenä tavoitteena oli laskea rakennusteknisiltä osin realistiset laajennuksen kustannukset ja toteutusaikataulu. Tarkoituksena oli rakentaa laajennus pysymällä kustannuksissa ja aikataulussa. Tämä toteutui todella hyvin, sillä erot ovat hyvin pieniä. Pienet erot eivät kerro kuitenkaan koko totuutta. Oikeastaan on lähinnä sattumaa, että erot jäivät niin pieniksi. Rakennuksen eri vaiheissa syntyi huomattavia eroja niin kustannuksissa kuin aikataulussakin. Onneksi erotukset eri vaiheissa olivat eri suuntiin, mikä tasasi lopputuloksen.

Työmenekit laskettiin CD-RATU:n arvojen mukaan. Arvot pitivät melko hyvin paikkansa. Pienissä suoritemäärissä saatiin kuitenkin todella suuria eroja, vaikka huomioitiin suoritemäärän kertoimet. Hyvin pienissä määrissä CD-RATU ei ole välttämättä kovin tarkka. Suuremmissa suoritemäärissä arvot pitivät paremmin paikkansa.

Kustannusten, materiaalien ja aikataulun muutokset johtuivat osittain myös rakennusmateriaalien ja -ratkaisujen muutoksesta. Kyseisiin muutoksiin oli varauduttu aikataulun ja työkustannuksien suhteen, varaamalla viikko aikaa lopettaviin töihin. Materiaalikustannuksien muutoksiin ennalta varautuminen oli taas hyvin vaikeaa. Tietysti materiaalien kustannusmuutoksiin olisi voinut varautua lisäämällä yhteenlaskettuihin materiaalikustannuksiin muutaman prosentin. Loppujen lopuksi rakennuttaja oli kuitenkin tyytyväinen hankeen arvioituihin ja toteutuneisiin kokonaiskustannuksiin.

**LÄHTEET**

1. Määrälaskentaohje: Talo 80 nimikkeistön mukaan. Helsinki: Rakentajain kustannus. 1982
2. Rakennushankeen tuotannosuunnittelu ja -ohjaus. Ratu. Helsinki: Rakennustieto. 1995
3. Talo 90: Määrälaskenta rakennustekniset työt. Helsinki: Rakennustieto. 1993
4. Rakennushankeen ohjaus. Ratu. Helsinki: Rakennustieto. 2007
5. Talo 90: Rakennuskustannusten laskentaohje. Helsinki: Rakennustieto. 1994
6. Nissinen, Sampsa ja Koskenvesa, Anssi. Pientalon kustannukset. Helsinki: Rakennustieto 2004