

Olavi Teurokoski

# Maanrakennusurakan kustannuslaskennan kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

27.4.2014

Tekijä(t) Otsikko	Olavi Teurokoski Maanrakennus urakan kustannuslaskennan kehittäminen
Sivumäärä Aika	24 sivua 27.04.2014
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	yrittäjän ohjaaja Hannu Teurokoski Lehtori Tapani Järvenpää
<p>Maanrakennusalla kilpailu on kiristynyt melko paljon. Tästä johtuen urakoinnista tulisi saada mahdollisimman kustannustehokasta. Tämä mestarityö tehtiin pienelle maanrakennusalan yritykselle. Työssä perehdyttiin maanrakennusurakoitsijan määrä- kustannus, ja tarjouslaskentaan. Työssä käytiin kustannuslaskennan eri vaiheita ja menetelmiä.</p> <p>Työssä perehdyttiin rakennusalan kirjallisuuteen ja yrityksen omiin menetelmiin ja kustannuslaskentamenetelmiin. Työssä selvitettiin, miten yrityksen kustannuslaskentaa tulisi kehittää.</p> <p>Tutkimus tehtiin, koska yrityksen määrä ja kustannuslaskennassa oli kehittämisen tarvetta. Aikaisemmin käytössä olleilla menetelmillä ei kustannuksia ja menekkejä pystytty määrittämään riittävällä tarkkuudella. Tarkoituksena oli kehittää työkalu ja menetelmä, jolla tietoja voitaisiin tarkentaa ja tietojen erittelyä tarkentamaan. Excel - pohjaan perustuvan kustannuslaskentapohjan tueksi laadittiin käyttöohje.</p>	
Avainsanat	Maanrakennus, kustannuslaskenta

Author(s) Title	Olavi Teurokoski Earthwork Company contractor's cost accounting
Number of Pages Date	22 pages 27 April 2014
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction management
Specialisation option	House Building
Instructor(s)	Hannu Teurokoski, Project Manager Tapani Järvenpää Senior Lecturer
<p>The competition in earthwork are has become severe in recent years and because of that, the work has to become as cost efficient as possible. This thesis was done for a small earthwork company. In this thesis focusing was made about measuring and cost and bid accounting. In this thesis different phases and different ways of cost accounting was clarified.</p> <p>In this thesis has been find out on theories studied construction methods, and the company's own cost accounting methods. The thesis explains how the company's cost accounting should be develop</p> <p>Research was made because measuring and cost accounting in the company was in need of development. With earlier methods amounts of construction materials and working hours was not able to calculate with necessary accurate. The purpose was to develop tools and methods which can be used to specify different information. Manual was made among with Excel-worksheet based cost accounting tool.</p>	
Keywords	earthwork, cost

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimusongelma	2
1.3	Tutkimuksen tavoite	2
1.4	Aiheen rajaus	2
2	Määrälaskenta	3
2.1	Määrien selvittäminen	3
2.2	Nimikkeistö	3
2.3	Aikakäsitteet	5
2.4	Maarakennustöiden Ratu-kortit	6
2.5	Maa-massojen laskenta	9
2.6	Kaivettavuus	10
3	Kustannushallinnan kokonaisuus	12
3.1	Kustannusarvion laskenta	13
3.1	Kustannuslaskennan epätarkkuus	14
3.2	Riskien hallinta	14
3.3	Tarjouslaskenta	15
3.4	Tavoite arvion laatiminen	16
3.5	Maksuerät	16
3.6	Tehtävien ennakkotarkkailu	17
3.7	Tarjouksen muodostaminen	18
3.8	Kustannusvalvonta ja ohjaus	18
3.9	Jälkilaskenta	19
4	Tutkimusmenetelmät	20
5	Tulokset	21
5.1	Johtopäätökset	22
5.2	Ohjeistus	22
5.3	Pohdinta	24



## **Määritelmät**

<b>Kustannuslaji</b>	Työ-, materiaali-, alihankintakustannukset
<b>Kustannuslaskenta</b>	Hankkeen kustannusten laskenta
<b>Menekki</b>	Tuotteen valmistamiseen tarvittavan työn tai tarvikkeiden määrä yksikköä kohti.
<b>Tarjouslaskenta</b>	Tarjouslaskennassa määritetään hankkeen tarjoushinta, jolla yritys sitoutuu toteuttamaan kohteen.
<b>Tavoitearvio</b>	Hankkeelle laskettu tavoitehinta koostuu hankkeen kustannuksista.

## 1 Johdanto

Mäntsälän Kaivin Oy on maanrakennusalan yritys, joka on toiminut vuodesta 1983 lähtien. Mäntsälän Kaivin Oy urakoi pääsääntöisesti rivi- ja pienkerrostalokohteita. Yritys on myös urakoinut erilaisissa takuuremontti- ja saneerauskohteissa.

Yrityksen kustannuslaskentaa on tarkoitus kehittää vastaamaan yrityksen tarpeita. Yrityksen nykyisellä menetelmällä kustannuslaskenta on työlästä ja monimutkaista. Tähän ongelmaan tulisi kehittää menetelmä, jotta kustannuslaskenta saataisiin yksinkertaisemmaksi ja johdonmukaisemmaksi. Tavoitteena on kehittää mahdollisimman tehokas ja yksinkertainen toimintamalli.

Kustannuslaskentaan on tarkoitus kehittää laskentapohja, joka olisi perustana kustannuslaskennan kaikissa vaiheissa. Työn keskeisenä ongelmana on selvittää, miten uusi järjestelmä saadaan käyttöön ja miten vanhan järjestelmän menekit ja hinnoittelu saadaan siirrettyä tulevaan järjestelmään.

### 1.1 Tutkimuksen tausta

Maanrakennusalalla kilpailutilanne on kiristynyt merkittävästi. Urakoita joudutaan toteuttamaan yhä pienemmillä katteilla. Urakan toteutuksesta muodostuviin kustannuksiin ei juuri pystytä vaikuttamaan. Tästä johtuen omakustannushinnan määrittämisestä on muodostunut merkittävä asia urakkalaskentavaiheessa. Urakat tulisi laskea mahdollisimman tarkasti, mahdollisimman pienillä riskivarauksilla.

Riskien ja virheiden välttäminen vaatii yhä tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa kustannuslaskentaa. Syntyvien kustannusten tulisi olla tiedossa mahdollisimman hyvin. Laskennan tarkkuus antaa merkittävästi kilpailuetua yritykselle.

## 1.2 Tutkimusongelma

Työn keskeisimpänä ongelmana on, miten nykyisen toimintamallin tiedot saadaan siirrettyä uuteen Talo 90 -nimikkeistöä käyttävään laskentapohjaan. Vanhassa järjestelmässä määrät ja niistä muodostuvat kustannuslaskentamenetelmät eroavat merkittävästi toisistaan. Yksi tärkeimmistä asioista on suunnitella, miten kustannuslaskennasta saataisiin mahdollisimman yksinkertaista ja tehokasta. Laskentapohjasta olisi tarkoitus saada vain yrityksen tarpeita huomioon ottava laskentapohja. Myös kustannusvalvonta ja tuotannonohjaamisen kehittäminen asettavat haasteita. Kustannuslaskentaa kehitettäessä tulisi selvittää, miten syntyviä kustannuksia tulisi seurata.

## 1.3 Tutkimuksen tavoite

Mestarityön tavoitteena on kehittää yrityksen kustannuslaskentaa tehokkaammaksi ja yksinkertaisemmaksi. Keskeisimpiä tavoitteita ovat kustannusarvion ja tarjouslaskennan kehittäminen. Tarkoituksena on laatia uusi toimintamalli ja ohjeistus kustannuslaskentaa varten. Myös yksi tärkeistä kehitystavoitteista on kustannusvalvonnan ja ohjaamisen kehittäminen.

## 1.4 Aiheen rajaus

Työ on rajattu maanrakennusala-urakoitsijan kustannuslaskentaan pienissä asuntotuotantokohteissa. Työssä huomioidaan vain yrityksen keskeisiä työlajeja. Työssä laadittavaa Excel-laskentapohjaa ei voi hyödyntää suoraan kaikissa infrakohteissa. Työssä käytetään pääasiassa Talo 90 -nimikkeistöä.

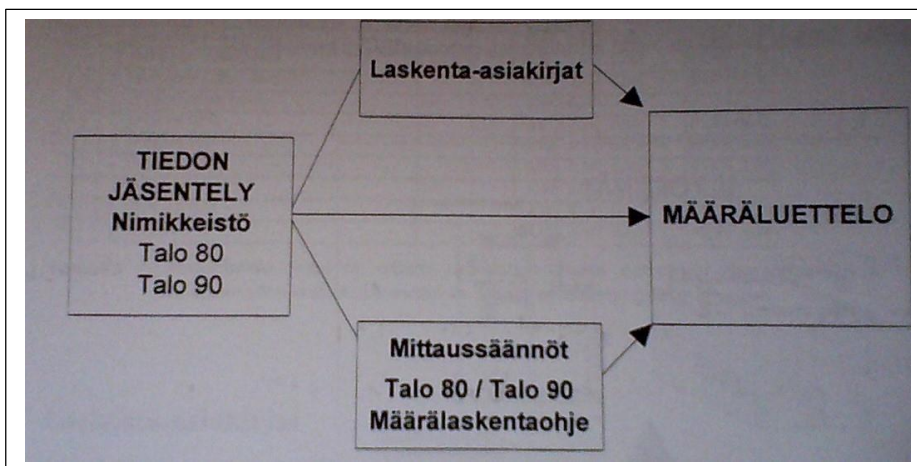


## 2 Määrälaskenta

Tässä luvussa käsitellään urakoitsijan määrälaskentaa. Luvun alussa selvitetään määrälaskennan lähtökohtia ja nimikkeistöä. Luvun lopussa perehdytään maamassojen laskentaan ja massakertoimiin.

### 2.1 Määrien selvittäminen

Tarjouspyynnössä tilaaja ilmoittaa halutun määrän, laajuuden ja laadun. Käytännössä Maanrakennustöitä koskevia määriä ei ole suoraan ilmoitettu tarjouspyynnöissä, näin ollen määrien selvittäminen jää urakoitsijalle. Määrälaskennan tarkoituksena on siis tuottaa urakoitsijalle määräluettelo. Kuvassa 1 on esitetty määräluettelon laadinnan lähtökohdat. [2, s. 39.]



Kuva 1. Määräluettelon laadinnan lähtökohdat. [2, s. 41.]

### 2.2 Nimikkeistö

Rakennushankkeen kustannushallinnassa tarvitaan yhteisesti sovittuja tapoja jäsenellä määrä- ja kustannustietoa. Nimikkeistöjen avulla hankkeen eri tekijät ja toteuttajat voivat käsitellä tietoja samoilla mittausperusteilla ja samoilla ryhmittelyperiaatteilla. Kustannuslaskennassa on käytetty useita nimikkeistöjä. Näitä ovat esimerkiksi Talo 80-, Talo 90- ja Talo 2000 -nimikkeistöt. [1, s. 18.]

Maa-Ratu on talonrakennuksen maanrakennustöiden standardiaikajärjestelmä. Tämä sisältää erilaisia menetelmäkuvauksia työlajien sisältämien töiden toteutustavoista ja työsaavutuksista. Osassa Ratu-korteista on käytetty työsaavutusarvoja työmenekkien asemasta. Työsaavutusmenetelmä soveltuu paremmin maanrakennustöihin kuin työmenekkimenetelmä. Työsaavutuksiin vaikuttavat erilaiset tuotantoratkaisut ja olosuhteet. Menekkitietoja voidaan käyttää yksittäistä tehtävää suunniteltaessa. [5, s. 3.]

- Maanrakennustyöt Talo -90 mukaan.

Maanrakennustyöt sisältävät rakennuksen ja alueen maanrakennus- ja pohjatöiden työlajit.

- 11 Raivaus ja purku

Raivaus ja purku sisältävät rakennettavan alueen raivauksen, säilytettävän ympäristön, rakenteiden ja kasvillisuuden suojaamisen ja kaadettavien hyötypuiden korjuun. Näiden lisäksi sisältää myös purettavien rakenteiden purkamisen ja purkujätteiden poisviennin.

- 12 Maankaivu

Maankaivu käsittää maankaivamisen, kuormaamisen ja maankaivamiseen liittyvät työt.

- 13 Louhinta

Louhinta käsittää louhintaan liittyvät työt. Näitä töitä ovat poraaminen, panostus, peittäminen, räjäyttäminen ja louheen kuormaaminen.

- 14 Paalutus

Paalutus käsittää paalutustyöt

- 15 Maa- ja kalliovahvistus

Maa- ja kalliovahvistus käsittävät maaperän lujitus- ja tiivistystyöt.

- 16 Täyttö

Täyttö käsittää täyttömateriaalien, kuten murskeiden levittämisen ja tiivistämisen.

#### ■ 17 Putkiasennus

Putkiasennus käsittää putkien ja kaivojen asentamisen.

#### ■ 18 Alueen pintarakennetyöt

Alueen pintarakennetyöt käsittävät kaikki piharakennetyöt, kuten asfaltoinnin, laatoituksen ja nurmetuksen.

#### ■ 19 Aluevarustetyöt

Aluevarustetöihin kuuluvat kaikki ulkovarusteiden asentamiset.

[5, s. 3.]

### 2.3 Aikakäsitteet

Tässä luvussa esitetään tavallisimpia aikakäsitteitä. Tehollinen aika, työvuoroaika T3. Työvuoroaika on tavoitteellinen työmenekki, joka ei sisällä yli tunnin mittaisia keskeytyksiä. Kokonaisaika T4 sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, myös yli tunnin mittaiset keskeytykset. T4- aikaa käytetään kustannusten arvioimiseen ja yleisaikataulujen laatimiseen. Kokonaisaika T4 saadaan kertomalla työvuoroajat TL3- kertoimella. Kerroin on ilmoitettu työlajin yhteydessä. Kuvassa 2 on esitetty ajankäytön käsitteitä. [4, s. 8.]

Perusaika T1	Menetelmän lisäaika TL1	Työvuoron lisäaika TL2 Alle 1,0 tunnin keskeytykset	Pelivarat TL3-aika
Menetelmäaika T2			
Tehollinen aika (työvuoroaika) T3		Pienet erilliset työvaiheet (T3p) ja työehtosopi- muksen mu- kaiset tauot	
Kokonaisaika (työnvaihe-aika) T4			

Kuva 2. Ajankäytön käsitteet [4.s8]

## 2.4 Maarakennustöiden Ratu-kortit

Maanrakennus Ratu-kortit on jaettu menetelmäkortteihin ja menekkikortteihin. Menetelmäkorteissa on kuvattu työlajien sisältämät työt. Menetelmäkortit sisältävät ohjeita työturvallisuudesta ja laadunvarmistamisesta. Menetelmäkortteja voidaan käyttää sellaisenaan työmaan laatusuunnitelman osana. Menetelmäkorteissa on saavutusarvoja eri työmenetelmille. Tavanomaisesta Ratu-käytännöstä poiketen käytetään työsaavutusarvoja. Työsaavutusmenetelmä soveltuu paremmin maanrakentamistöihin kuin työmenekkimenetelmä. Työsaavutuksiin vaikuttavat erilaiset tuotantoratkaisut ja olosuhteet. Työsaavutukset ja kestot riippuvat monista eri muuttujista, esimerkiksi materiaalien tuontinopeudesta, materiaalien kantomatkoista ja koneiden siirtotarpeista. Ratu-työsaavutusarvot on saatu jakamalla tutkimuskohteiden työlajin sisältämien töiden kestot suoritemäärillä.

Työmenekit perustuvat toteumatietoihin. Taulukossa 1 on esitetty karkeutettuja työsaavutuksia. Ratu-tutkimukseen on kerätty työmailta tietoa käynnissä olevista tai valmistuneista työmaista. Työmenekkitieto kerätään työn kokonaisaikana. Muita kerättäviä tietoja ovat määrätiedot, työmaan olosuhteet ja työryhmän koko. [2, s.17.]

Taulukko 1 Karkeutetut työsaavutukset [4, s. 19.]

Raivaus ja purku	2160 m <sup>2</sup> /tv	2 RAM
Maankaivuu	1000 m <sup>3</sup> ktr/tv	1 RAM
Louhinta	36 por/tv	2 RAM
Paalutus	40 KPL/tv	3 RAM
Maa ja kalliovahvistus	670 m/tv	3 RAM
Putkiasennus	65 jm/tv	2 RAM
Alueen pintarakennustyöt	63 m <sup>3</sup> /tv	2 RAM
Aluevarustetyöt	3 kpl/tv	2 RAM

Tutkittuja töitä on kerätty vähintään kymmenestä eri kohteesta. Aineiston avulla määritellään standardiaikajärjestelmää. Aikajärjestelmä vastaa  $\pm 10\%$  tarkkuudella toteutuneista tiedoista. Ratu-menekkitietoa kerätään vuosittain kymmeniltä työmailta. Suuren aineiston perusteella työmenekit vastaavat todellisuutta. [4, s. 17.]

■ Menetelmät:

11 -0034 Raivaus ja purku

12 -0035 Maankaivuu

13 -0036 Louhinta

15 0042 Maa ja kalliovahvistus

16 -0043 Täyttö

17 -0044 Putkiasennus

18 -0045 Alueen pintarakennustyöt

19 – Aluevarustetyöt

■ Menekit

11 -0047 Raivaus ja purku

12 -0048 Maankaivuu

13 -0049 Louhinta

14 -0050 Paalutus

15 -0051 Maa- ja kalliovahvistus

16 -0052 Täyttö

17 -0053 Putkiasennus

18 -0054 Alueen pintarakennetyöt

19 -0055 Aluevarustetyöt

[5.s3]

## 2.5 Maamassojen laskenta

Maa- ja kalliomassojen tilavuus muuttuu niiden erilaisissa käsittelyvaiheissa. Tilavuuskäsitteitä on yhteensä viisi. Näiden keskinäistä riippuvuutta osoitetaan massakertoimilla. [3.s166] Massakertoimia käytetään, kun halutaan tietää maamassan tilavuus määrätyssä käsittelyvaiheessa, esimerkiksi kaivettavan maan tarvittavaa kuljetuskapasiteettia määriteltäessä. [3, s. 12.]

Kustannusarviota laadittaessa on tunnettava siirrettävien maamassojen löyhtyminen ja tiivistyminen eri käsittelyvaiheissa. Tilavuuskäsitteitä ovat: kiintotilavuus, irtotilavuus ja rakennetilavuus. Tilavuuksien välisiä suhteita ilmoitetaan massakertoimilla. Taulukossa 2 on ryöstökerroin y1- arvoja ja täyttökerroin y2- arvoja.

Löyhtymiseen ja tiivistymiseen vaikuttavat maalajin ominaisuudet, kivisyys ja kosteus. Myös käsittelytapa vaikuttaa löyhtymiseen ja tiivistymiseen. Hienorakeiset maalajit kuten savi ja siltti löyhtyvät suhteellisen paljon. Kuivakuoresaven löyhtymiskerroin on noin 1,6. [3, s. 12.]

Siltin löyhtymiskerroin on noin 1,5. Karkearakeisten maalajien löyhtyminen on hienojakoisiin verrattuna pienempää. Löyhän hiekan ja soran löyhtymiskertoimet ovat 1,1–1,2 suuruusluokkaa. [3, s.12.]

Taulukko 2. Ryöstökerroin y1 ja täyttökerroin y2 [3, s.167 muokattu]

Maalaji	Sa	SI	HHk	Hk	KHk	Sr	HkMr
Kerroin y1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,10	1,15	1,10
Rakenne	Penger		Suodatin ja jakava- kerros		Kantavakerros		
y2 kerroin	1,00		0,90		0,90		

## 2.6 Kaivettavuus

Maalajin kaivuuvastus ja ympäristön ominaisuudet vaikuttavat kaivettavuuteen. Kaivettavuutta on pidettävä merkittävänä maanrakennuskustannuksiin vaikuttavana tekijänä. Sen yksiselitteiseksi määrittelemiseksi ei ole luotettavaa menetelmää. Kaivettavuuteen vaikuttavat ilmastolliset tekijät ja paikalliset olosuhteet. Molemmilla on vaikutus maalajien häiriintymiseen rakennustyön aikana. Häiriintymiseen vaikuttavat maalajin rakeisuus ja vesipitoisuus. Häiriintyminen vähentää kauhan täyttö-astetta. [3.s11]

Kaivuuvastus tarkoittaa sitä voimaa, joka tarvitaan maan irrottamiseen. Suuri kaivuuvastus tarkoittaa koneen pientä kapasiteettia ja pieni kaivuuvastus isoa kapasiteettia. Kaivuuvastus syntyy useista osavastuksista. Näitä ovat: irrottamisvastus, kauhan ja maanvälinen kitka, työntyneen maan sisäisistä liikkeistä aiheutuva kitka, kauhaan työntyneen maan paino ja hitausvoimat. [3, s.10.]



Irrottamisvastus on se voima, joka tarvitaan kaivuulaitteen siirtyvän maan irrottamiseen. Irrottamisvastukseen vaikuttaa maalajin ominaisuudet. Muihin edellä mainittuihin vastuksiin vaikuttavat maalajin ominaisuuksien lisäksi työkoneen rakenne. [3, s. 11.]

Moreenin kaivuuvastukseen vaikuttavat moreenin kivisyys ja tiiveys. Mitä tiiviimpi ja kivisempi moreeni, sitä suurempi on sen kaivuuvastus. Moreenin kaivuuvastus on suurempi, kuin hienorakenteisten ja kivettömien maalajien. Savien ja silttien kaivuuvastus riippuu pääasiassa leikkauslujuudesta ja vesipitoisuudesta. Savien ja silttien kaivuuvastus on lähes merkityksetön, vain 1/10 moreenien kaivuuvastuksesta. Soran ja hiekan kaivuuvastus on noin puolet vähemmän, kuin moreeneilla. Kivisyys ja lohkareisuus vaikuttavat kaivuuvastukseen. [3. s, 11.]

### 3 Kustannushallinnan kokonaisuus

Tässä luvussa käsitellään urakoitsijan kustannuslaskentaa. Selvitetään, mistä erilaisista vaiheista urakoitsijan kustannuslaskenta koostuu ja miten kustannuslaskenta etenee vaihe vaiheelta tavoitearvion laatimisesta tarjouksen muodostamiseen. Luvun lopussa käsitellään, miten kustannuslaskentaa voidaan käyttää urakan ohjaamisen työkaluna.

Kustannushallinta perustuu tavoitteiden asetteluun, tuloksen testaamiseen ja päätöksiin jatkotoimenpiteistä. Kustannuslaskennalla varmistetaan hankkeen taloudelliset toteutumismahdollisuudet. Kustannusten testaamista tehdään kustannuslaskennalla hankkeen eri vaiheissa vaiheeseen sopivalla menetelmällä. [2, s. 7.]

Hankkeen kustannuslaskenta on jaettavissa

- rakennusyrityksen tarjouslaskentaan
- rakentamisvaiheen kustannuslaskentaan
- tuotannon tavoitelaskentaan
- tuotannon tarkkailulaskentaan
- tietokantojen ylläpitoon.
- jälkilaskentaan

[2, s. 7.]

Suoritteen yksikkökustannus eritellään työhön ja hankintoihin panoslajien mukaan. Panoslajeja ovat [2, s. 59–60.]

- Työpanos
  - Sisältää kaikki työntekijöiden palkat ja sosiaalikulut
- Tarvikepanos

- Sisältävät materiaalit ja tarvikkeet.
  
- Aliurakkapanos
  - Käsittää kaikki ulkopuoliselle yritykselle tai itsenäiselle ammatin harjoittajalle maksettavat korvaukset.
  
- Kalustopanos
  - Sisältää kaikki koneiden ja kaluston kustannukset
  
- Muu panos
  - Muita panoksia ovat ne kustannukset, jotka eivät liity suoraan rakentamiseen. [2,s. 59–60.]

### 3.1 Kustannusarvion laskenta

Kustannusarvion laskenta tehdään suunnitelmien pohjalta. Suunnitelmista saatujen määrien ja niistä muodostuvien kustannusten perusteella määritetään kohteen rakentamiskustannukset. [1, s. 21.]

Urakoitsija selvittää laskennallisesti hankkeesta mahdollisesti muodostuvat kustannukset kustannusarviossa. Kustannusarvio on lähinnä ennuste syntyvistä kustannuksista. [1, s. 31.]

Laskennan perustana ovat tilaajan laatimat tarjouspyyntöasiakirjat. Tarjouspyyntöasiakirjoja ovat

- tarjouspyyntökirje
  
- urakkaohjelma

- urakkarajaliite
  
- yksikköhintaluettelo ja tarjous lomake
  
- tekniset asiakirjat

### 3.1 Kustannuslaskennan epätarkkuus

Kustannuslaskenta koostuu pääasiassa epätarkoista luvuista. Epätarkkuuteen vaikuttavat muun muassa käytetyt mittatarkkuudet ja olettamukset. Epätarkkuudet kumoavat toisensa vaikutuksia jonkin verran suurten lukujen lain mukaan. Virheet voivat johtua puuttuvista kustannuseristä, virheellisistä määristä ja suunnitelmien tulkintavirheistä.

Ennakointiin liittyy aina virheen mahdollisuus. Virheiden suuruus tulisi vähentyä siirryttäessä tarkempaan menetelmään. Kaikkia virheitä ei pystytä aina rajaamaan pois, osa virheistä voi aiheutua ulkosisista tekijöistä. Esimerkiksi olosuhteen muutokset voivat aiheuttaa virheen mahdollisuuden. Epävarmuustekijöihin ja ulkoisiin olosuhteisiin varaudutaan riskivaruksella. [2, s. 130–131]

#### Riskien hallinta

Rakentamiseen kuuluvat aina erilaiset riskit. Tarjouslaskennassa riskit tulisi huomioida siten, että hankkeen ja yrityksen kannalta saavutetaan hyväksyttävä riskitaso. Toimenpiteillä voidaan vähentää riskiä tai sitten riski hinnoitellaan riskivaruksella.

Tarjouslaskennassa tulee huomioida, soveltuuko hanke tuotanto-ohjelmaan. Mikäli hanke ei sovellu toteutukseen tai toteutuksen riskit ovat liian suuret, ei laskentaan kannata ryhtyä. Arvioitavia tekijöitä voivat olla suunnitelmat, tilaajan taloudellinen tilanne ja yhteistoimintaan liittyvät riskit. Näiden lisäksi tulee varmistaa, että yrityksen vapaana olevat resurssit riittävät hankkeen toteuttamiseen. Riskien arvioinnissa on melko paljon päätöksentekijän subjektiivista harkintaa. Riskit torjutaan poistamalla kohde laskennasta.

Kustannuslaskennan riskit aiheutuvat pääasiassa suunnitelmien puutteellisuudesta ja yrityksen määrä-, menekki- ja kustannustiedostojen epätarkkuudesta. Kustannuslaskennan riskeihin varaudutaan tarkentamalla laskennan lähtötietoja. Tarjoushinnan asettamisen yhteydessä määritellään koko hanketta koskevat riskit. Riskejä voivat aiheuttaa sopimusehdot, tilaaja tai resurssien saatavuus. [2, s.130–131.]

### 3.2 Tarjouslaskenta

Tarjouslaskennan perustana ovat kustannusarviossa laskettu kohteen kustannukset. Kustannusarviossa on kohteen omakustanteinen hinta. Tarjoustä laadittaessa tähän lasketaan riski ja katevaraukset. Työmaakate on se määrä, joka jää työn toteuttamisesta yrityksen käyttöön. [1, s. 31.]

Riskivaraus on tilanteen ja kohteen mukainen erä. Riskivarauksessa otetaan huomioon kohteen tekniset ratkaisut. Riskivaraus ottaa huomioon epäedullisia ja usein yllättäviä tilanteita, jotka poikkeavat toivotusta tilanteesta. Riskien aiheuttajina voivat olla yritys itse, tilaaja tai ulkoiset olosuhteet.

Teknisiä riskejä voivat aiheuttaa vaikeat työvaiheet, uudet tai muuttuneet menetelmät. Teknisiin riskeihin varaudutaan tarjoustä muodostettaessa. Hintaa voidaan korottaa tai menekkejä arvioida yläkanttiin. [1, s. 33.]

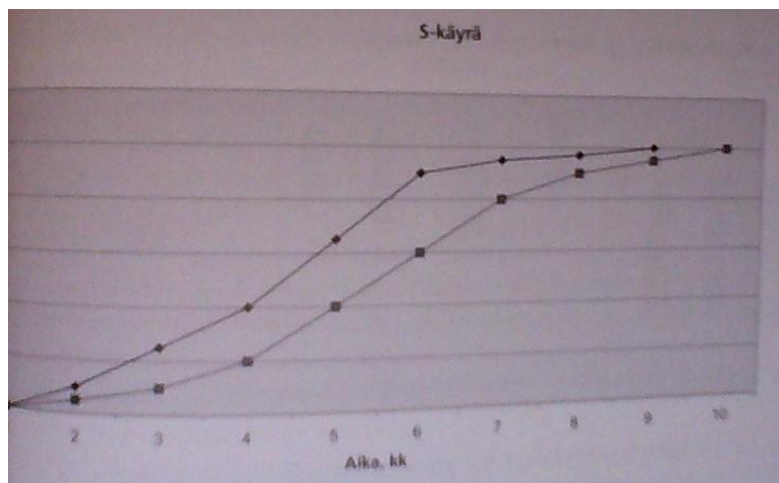
Hallinnollinen riski voi olla toiminnan laajuuden tai toimialan muuttumista. Toiminnan muuttuminen voi aiheuttaa suurempia kertainvestointeja tai muita poikkeuksellisia kuluja. Näihin tulee varautua tarjoustä laadittaessa. Sopimusriskejä aiheuttavat laskenta-asiakirjoissa vaikeasti hinnoiteltavat ehdot ja asiat. [1, s. 33.]

Epätarkkuusriski on laskennan ja hinnoitellun epätarkkuutta, epätarkkuutta voidaan välttää täysin valmiilla tuotannon suunnitelmilla. Jos suunnitelmia ei pystytä laatimaan täysin ja olemassa on siitä aiheutuva riski, se pitää hinnoitella. [1, s. 33.] Tarjouslaskennan pohjalta laadittu tarjous on urakoitsijan ilmoittama hinta, jolla se on valmis toteuttamaan pyydetyn kohteen. [1, s. 31.]

### 3.3 Tavoite arvion laatiminen

Kohteen tavoitteen laadinta tarkoittaa määrä- ja kustannuslaskennan tietojen kohdistamista hankkeen tehtäville ja hankinnoille. Jos tilaaja hyväksyy urakoitsijan tarjouksen, urakoitsija laatii urakalle budjetin.

Kun päätös toteutuksesta tulee, alkaa tehtävien ja hankintojen tarkempi suunnittelu. Tarkoituksena on kohdistaa jokaiselle tehtävälle oma budjetti. Tavoite-arvio ohjaa työmaan kustannuksia eli budjetointia. [1, s. 38.] Kuvassa 3 on s-käyrä, joka kuvaa työmaan tavoitearvion tuloja ja menoja.



Kuva 3. S-käyrä työmaan tavoitearvion tuloista ja kustannuksista. [1, s. 39.]

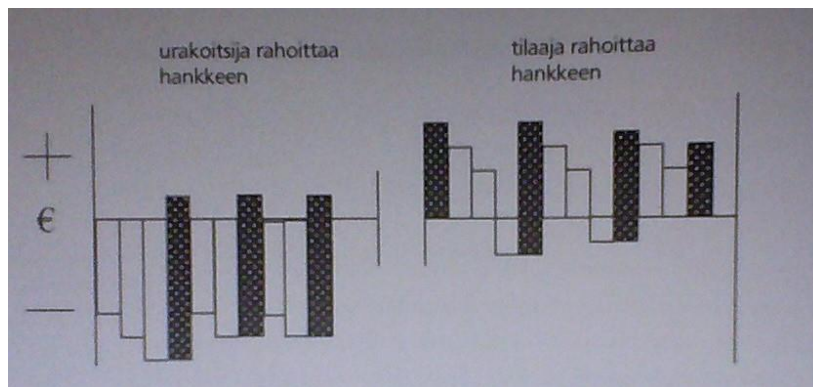
### 3.4 Maksuerät

Rakennushankkeen budjetoinnissa tulee miettiä hankkeen tulojen ja menojen tasapainoa. Tulot muodostuvat maksueristä, jotka tilaaja maksaa. Menot muodostuvat hankkeen toteuttamisesta muodostuvista kustannuksista. Näitä kustannuksia ovat työ-, materiaali- ja hankintakustannukset. Näiden lisäksi voi olla muitakin kustannuksia.

Urakoitsija laatii tilaajan kanssa maksuerätaulukon. Maksuerätaulukkoa käytetään maksujen perusteena. Tilaajan kannalta on parempi, jos maksut pystytään maksamaan mah-

dollisimman myöhään ja urakoitsijan kannalta maksut pitäisi saada mahdollisimman etupainotteisesti. Maksuerät ovat yleensä kytketty jonkin rakennusosan valmistumiseen. [2, s. 39.]

Kuvassa 4 on esitetty, miten maksuerät vaikuttavat yrityksen kassavirtaan. Ensimmäisessä kohdassa urakoitsija rahoittaa hankkeen ja toisessa tilaaja.



Kuva 4. Urakoitsijan kassavirta [1, s. 40.]

- Urakoitsijan kumulatiivinen kassavirta
- Tilaajan maksujen vaikutus kassavirtaan

### 3.5 Tehtävien ennakkotarkkailu

Hankkeen tavoitearvio on yksi kustannuslaskijoiden malli hankkeen toteuttamisesta. Jokainen tehtävä tulee suunnitella yksityiskohtaisesti ennen kyseisen tehtävän alkamista. Tehtävästä vastuussa olevan tulee tietää tehtävän sisällöstä, aika- ja kustannustavoitteista. Tehtäväsuunnitelman tarkoitus on varmistaa ajallisten ja taloudellisten tavoitteiden toteutuminen. Samalla varmistetaan, että resurssit ja tuntitavoitteet riittävät. [1, s. 42.]

### 3.6 Tarjouksen muodostaminen

Tarjous on urakoitsijan laatima ilmoitus siitä, mihin hintaan se on valmis toteuttamaan tilatun kohteen. Tarjous perustuu kustannusarvioon ja tarjouksen riski ja katevarauksiin. Tarjous muodostetaan tavoitearvion pohjalta. [1, s. 31.]

### 3.7 Kustannusvalvonta ja ohjaus

Kohteen työtehtävien edistymistä valvotaan tuotannonarvolaskelmalla. Laskelmalla selvitetään kohteen edistymistä ja työn tuottavuutta. Tuotannonarvolaskelma tehdään palkkajaksojen mukaan säännöllisin väliajoin. Tämä voidaan tehdä myös jonkin merkittävän työvaiheen lopussa. Työvaiheen lopussa tehtävällä tarkkailulla ei saada työn ohjaamista hyödyttävää tietoa, eikä loppuvaiheessa olevaa tehtävää pystytä ohjaamaan.

Tuotannonarvon laskennassa selvitetään tehtävän aikataulun mukaiset tunnit ja tehtyjen määrien mukainen tuotantoarvo. Tehtävään suunniteltu tuntimäärä saadaan tavoitebudjetista. [1, s. 40.]

Toteuman tarkkailun tavoite on varmistaa hankkeen tavoitteiden toteutuminen. Tarkkailuun laadittava järjestelmä tulee laatia siten, että sen tuottaman toteumatiedon perusteella voidaan ohjata tuotantoa. Tuotannon tulee toteutua suunnitelmien mukaisesti. Hankkeen toteutumista voidaan myös tarkkailla lopputulosta ennustamalla. Lopputuloksen ennusteen laskennalla pyritään varmistamaan valittujen tuotantoratkaisujen hallitsemista.

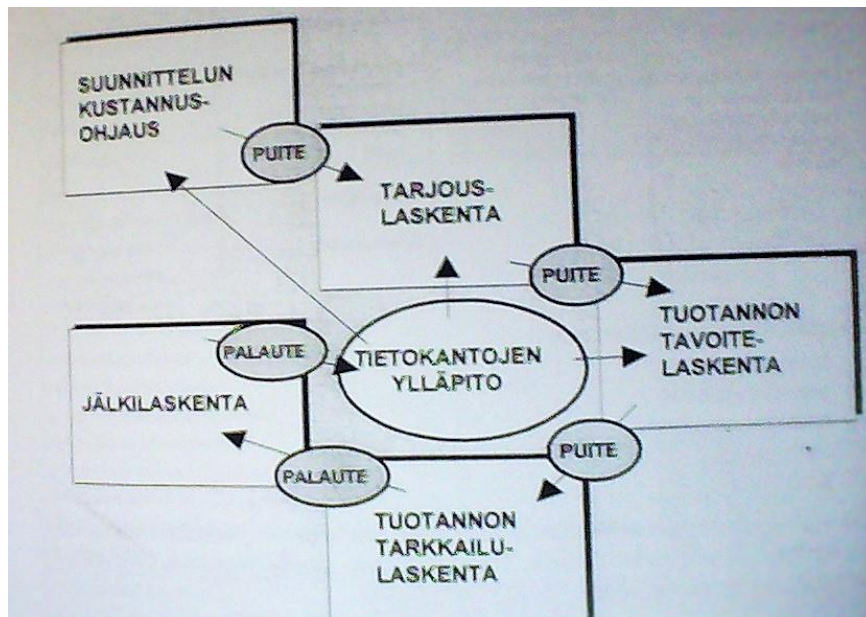
Kustannusseurannassa noudatetaan suoriteperusteista kirjanpitoa. Työkustannuksia kirjataan toteutuneiksi työn edetessä. Hankkeen alussa sovitaan tuotantotiedon keräämisen periaatteet. Tarkkailuun tarvittavan tiedon saamiseksi sovitaan kirjausten laatimisesta, toteutuksen aikana tehtävästä kirjanpidosta. [1, s. 40.]



### 3.8 Jälkilaskenta

Jälkilaskennalla selvitetään, kuinka tarkkaan kustannuslaskennan eri vaiheissa päästiin toteutuneita kustannuksia. Useiden hankkeiden jälkilaskenta tiedon avulla voidaan tarkentaa kustannuslaskentaa. Näin yrityksen kustannuslaskenta kehittyy, kun työvaiheiden menekki ja kustannustiedot tarkentuvat. Jälkilaskentatietoa voidaan käyttää jatkossa tulevien urakoiden laskennassa.

Urakan eri vaiheet ja tehtäväkokonaisuudet ovat voineet onnistua eri tavalla. Jossain tehtävissä saattaa olla epäonnistumisia ja kustannusylityksiä. Jotkut tehtävät ovat saattaneet onnistua hyvin. On muistettava, että takuutyöt pienentävät työmaan katetta. Näin ollen laadusta ei saa tinkiä, samalla hinnalla ei välttämättä voida toteuttaa samanlaista kohdetta suoraan. [1, s. 45–46.] Kuvassa 5 on esitetty kustannuslaskennan vaiheet hankkeen aikana.



Kuva 5. Kustannuslaskennan kulku. [4, s. 7.]

#### **4 Tutkimusmenetelmät**

Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuuteen perehtymistä sekä tilaaja yrityksen toimintatapoihin perehtymistä. Kirjallisuudesta poimittiin maanrakentamiseen liittyviä julkaisuja. Tietoa etsittiin kustannus- ja määrälaskennan eri vaiheisiin. Yrityksen tiedoista etsittiin yrityksen omia menekkitietoja.

## 5 Tulokset

Mestarityön tuloksena syntyi Excel-laskentapohja. Laskentapohjan perustana on Talo 90- nimikkeistö. Jokaiselle työlajille tehtiin oma alisivunsa. Työlajien kestoja määritellään työsaavutusarvoilla tai vaihtoehtoisesti työmenekeillä. Valintaan vaikuttavat kyseisen työlajin luonne ja määrä. Laskennassa käytetään yrityksen omia työsaavutusarvoja, joita on tähänkin asti käytetty.

Maanrakennustoissa materiaalihankinnat ovat lähestulkoon aina samoja määrätyissä työvaiheissa. Tästä johtuen oli loogista lisätä työvaihetta koskevat hankinnat suoraan työvaiheen välilehdelle.

Laskentapohjan ensimmäisellä välilehdellä on kaikki maanrakennustyölajit koodeineen. Tälle sivulle kerätään jokaisen työlajin kustannukset ja menekit. Tämä sivu toimii laskennan tarkastuslistana. Laskentapohjaa voidaan hyödyntää myös urakoiden seurannassa ja materiaalien tilaamisessa. Kustannusarviota ja määrälaskentaa laskettaessa tiedot jäävät laskentapohjaan.

Työmaan edetessä määriä ei tarvitse laskea kokonaan uudestaan, vaan tarvittavat määrät saadaan suoraan laskentapohjasta. Laskentapohjan käyttö vähentää laskentavirheitä ja laskemiseen kuluvaan aikaan. Lasketut määrät pystytään myös tarkistamaan helpommin.

Excel-laskentapohjasta saadaan jokaiselle työvaiheelle tavoitemenekit. Urakan edetessä toteutuneita tunteja ja työn edistymistä kirjataan ylös Excel-laskentapohjaan. Laskentapohja toimii myös valvontavinjettinä, josta pystytään tarkkailemaan kustannusten muodostumista ja työn edistymistä. Laskentapohjasta myös selviää työn valmiusprosentti toteutuneita tietoja kirjaamalla. Kuvassa 6 on kuvankaappaus laskentapohjan yhdestä välilehdestä.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Sarake1	Määrä	Yksikkö	Yks/tv	€/h	Tv	€ yht	Materiaali	määrä2	€/yks	€ yht2	Murskeet	Määrä	€/ton	€ yht	Sarake5
Työvaihe					#JAKO/01	#JAKO/01									0
					#JAKO/01	#JAKO/01									0
Raivaus					#JAKO/01	#JAKO/01									0
M2			2160	90	0	0									0
					#JAKO/01	#JAKO/01									0
Suojaus					#JAKO/01	#JAKO/01									0
Kpl					#JAKO/01	#JAKO/01									0
					#JAKO/01	#JAKO/01									0
Maankaivuu					#JAKO/01	#JAKO/01									0
M3ktr			66		0	0									0
					#JAKO/01	#JAKO/01									0
					#JAKO/01	#JAKO/01									0
					#JAKO/01	#JAKO/01									0
Täytöt					#JAKO/01	#JAKO/01									0
m3ktr			150		0	0									0
					#JAKO/01	#JAKO/01						0			0
					#JAKO/01	#JAKO/01									0
					#JAKO/01	#JAKO/01									0

Kuva 6. Excel-laskentapohja.

## Johtopäätökset

Mestarityön tavoitteena oli kehittää kustannuslaskentaa. Kustannuslaskennan kehittämisen tarkoituksen oli selvittää, miten päästään tarkempaan ja tehokkaampaan kustannuslaskentaan. Työn alkuvaiheessa selvisi, että myös määrälaskentaa tulee kehittää. Tarkalla kustannuslaskennalla ei ole käytännön hyötyä, jos määriä ei saada selvitettyä riittävällä tarkkuudella.

Maanrakennusalalla määrien selvittäminen on melko haastavaa. Määrälaskennassa tarkimmatkin määrälaskennat ovat hyviä veikkauksia. Määriä pitäisi silti pystyä arvioimaan mahdollisimman tarkasti, jotta vältetään liian suurilta riskivaroituksilta. Toisaalta vaikeasti määriteltävät asiat tulisi huomioida riittävällä riskivaroituksella.

### 5.1 Ohjeistus

Määrälaskennassa kaikki määrät kirjataan ylös ja omille paikoilleen laskentapohjaan. Määrälaskentaa varten on luotu oma Excel-laskentapohja. Kun määrälaskenta on suoritettu, määrät kirjataan kustannusarviopohjaan. Määrien laskennassa ja kirjaamisessa määrät tulee kirjata ylös siten, että laskettua tietoa voidaan hyödyntää eri tehtävien ja työvaiheiden suunnittelussa.

Maanrakentamisen kustannuslaskenta aloitetaan useimmiten mittaamalla pinta-aloja, tilavuuksia ja pituuksia suhdemittalla. Tämän jälkeen lasketaan erilaisten kaivojen, lyhtypylväiden tai muiden vastaavien asioiden kappalemäärät. Laskennan helpottamiseksi kohde voidaan jakaa sopivan kokosiin osiin, näin välttyään kahteen kertaan laskemiselta.

Kun teoreettiset määrät on saatu laskettua, määrät tulee muuttaa todellisiksi määriksi. Teoreettisten mittojen muuttamista varten tulee tuntea ja tietää, mitä maalajia kohteessa on ja millaiset olosuhteet paikalla vallitsee.

Laskentaesimerkki: Kaivettavaa maata on  $800 \text{ m}^3\text{tr}$ , Auton kantavuus on 13 tonnia, taulukoista saatu murskeen tilavuuspaino  $1,700 \text{ ton/ m}^3$ .  $13 / 1,7 = 7,6 \text{ m}^3 / \text{kuorma}$ .

Auton keikka-aika on 45 min, joten yksi auto vie noin 10 kuormaa työvuorossa. Autoja on käytössä viisi kappaletta, kuormia menee siis 50 kpl työvuorossa. Kuljetettavien maiden todellinen irtotilavuus on  $800 \text{ m}^3\text{tr} * 1,15 \text{ y1} = 920 \text{ m}^3\text{itd}$ .  $920 \text{ m}^3\text{itd}$  on noin 120 kuormaa. Viiden auton kuljetuskapasiteetti on noin  $380 \text{ m}^3\text{itd/tv}$ . Maan kuljetus kestää noin 2,4 tv. Tarvittava kaivuu kapasiteetti on  $380 / 8 = 47,5 \text{ m}^3\text{td /h}$ . Taulukoista 13 tonnin kaivinkone  $< 95 \text{ m}^3\text{itd/h}$ .

Työn omakustannushinta on  $2,4 \text{ tv} * \text{kaivinkone } \text{€} / \text{tv} + 2,4 * (5 * \text{kuorma-auto } \text{€} / \text{tv} )$

[6, s. 13.]

## 6 Pohdinta

Yritykselle oli aikaisemmin kehitetty laskentapohja. Laskentapohja ei pohjautunut mitenkään rakennusalan yleisiin käytäntöihin. Vanha laskentapohja oli kankea ja vaikeasti käytettävä. Tästä johtuen siitä ei ollut käytännön hyötyä, eikä sitä otettu varsinaiseen käyttöön.

Uuden laskentapohjan lähtökohtana oli nopeuttaa ja yksinkertaistaa laskentaa. Tarkoitus oli aluksi ottaa Ratu-menekeistä työmenekit. Työn alkuvaiheessa huomattiin, ettei laske-  
mista tule kokonaan kehittää uudestaan. Laskentapohjassa käytetään samoja laskenta-  
arvoja, kuin tähänkin asti on käytetty. Aikaisemmin laskenta on suoritettu pääasiassa  
paperilla.

Kustannuslaskennan kehittämisen yhteydessä huomattiin, että suurin osa kustannuslas-  
kennan epätarkkuuksista syntyy määrälaskennassa. Jos määrälaskennan tarkkuutta  
pystytään parantamaan, pystytään myös kustannuslaskentaakin tarkentamaan.

Urakan seurantaan ja valvontaan tulee kiinnittää enemmän huomiota. Urakkaseuran-  
nassa on erityisesti seurattava arvioitujen menekkien ja määrien toteutumista. Myös eri-  
laiset poikkeamat tulisi selvittää, jotta jatkossa niihin pystytään varautumaan paremmin.

Urakkaseurannalla pyritään täydentämään laskentapohjan tietoja sitä mukaa, kun to-  
teumatietoja saadaan kerättyä. Yksittäisistä työmaista ei saada käyttökelpoista tietoa,  
mutta useammasta peräkkäisestä työmaasta saadaan eri menekeille keskiarvoja. Tätä  
tietoa voidaan hyödyntää jatkossa kustannuslaskennassa, erityisesti tarjouslaskennassa  
ja työn suunnittelussa.

## Lähteet

- 1 Lindholm, Mika. 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki. Suomen Rakennusmedia Oy.
- 2 Enkovaara Esko, Haveri Heikki, Jeskanen Pekka. 1998. Rakennushankkeen kustannushallinta. Rakennustieto Oy.
- 3 Hartikainen, Olli-Pekka. 2000. Maanrakennustekniikka. Otatieto Oy.
- 4 Palomäki Jenni, Mäki Tarja, Koskenvesa Anssi. 2009. Rakennustöiden menekit 2010. Rakennustieto Oy.
- 5 Ratu 427T. Maanrakennustyöt 1997- 2003. 2003.
- 6 Ratu 12-0248. Maankaivu. 2003.

