



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anton Toppinen

MAANRAKENNUSHANKKEEN JÄLKI- LASKENTA

Tekniikka ja liikenne
2013

TIIVISTELMÄ

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| Tekijä | Anton Toppinen |
| Opinnäytetyön nimi | Maanrakennushankkeen jälkilaskenta |
| Vuosi | 2013 |
| Kieli | suomi |
| Sivumäärä | 39 + 6 liitettä |
| Ohjaaja | Martti Laaja |

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kahden maanrakennushankkeen jälkilaskenta. Yrityksessä jälkilaskenta on jäänyt pidemmän aikaa tekemättä, joten asiaan haluttiin paneutua tarkemmin. Tutkimustyön tarkoituksena on tarkastella hankkeiden kustannuslaskelman ja jälkilaskennan kustannusten eroja ja syitä sekä siirtää jälkilaskentatieto tarjouslaskennan käyttöön.

Jälkilaskentatiedon huolellisella keräämisellä hankkeiden kustannusten seuraaminen ja tilastoiminen on vaivatonta. Jälkilaskentatiedolla yrityksen kustannuslaskijoiden kustannustietous saadaan pidettyä ajan tasalla. Tutkimustyön jälkilaskentatieto on kerätty työmaiden kustannuksista, työmaapäiväkirjojen merkinnöistä sekä työmaanhenkilöstön haastattelujen perusteella.

Tutkimustyössä ilmeni yrityksen valmistuneiden hankkeiden jälkilaskentatietojen olevan puutteellisia. Viitekohteiden jälkilaskentatietojen ja niiden syiden perusteella molemmissa kohteissa oli yksi työvaihe, mikä vaikutti suuresti työmaan etenemiseen sekä talouteen.

ABSTRACT

| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| Author | Anton Toppinen |
| Title | Post-processing of Building Projects |
| Year | 2013 |
| Language | Finnish |
| Pages | 39 + 6 Appendices |
| Name of Supervisor | Martti Laaja |

The aim of this thesis was to investigate the post-processing of two building projects. The company's calculations of the actual costs had been left undone for a longer time period so the company wanted them finished. The purpose of the investigation was to examine the estimated cost of the project, post-processing costs, as well as their differences and the reasons that causes these differences. When the final costs are known information are given to the offer calculation department.

The proper gathering of the post-processing information about the project makes it easy to follow and compile the project statistics. With the help of the post-processing information, the information of the costs will stay up to date. The post-processing information of the investigation is based from site staff's field interviews and collected data about site costs and log notes.

During the investigation, it appeared that the company's post-processing information of the completed projects were incomplete. According to the post-processing information of the targeted projects, there was one stage in both of the projects, which had a great impact on the site's progress and economy.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 8 |
| 1.1 | Tausta..... | 8 |
| 1.2 | Tavoitteet | 8 |
| 1.3 | Tutkimusmenetelmät..... | 8 |
| 2 | KUSTANNUSLASKENTA MAANRAKENNUSHANKKEESSA | 10 |
| 2.1 | INFRA- nimikkeistöjärjestelmä..... | 11 |
| 2.2 | Toimintatapojen määrittely..... | 12 |
| 2.2.1 | Asiakirjoihin perehtyminen..... | 12 |
| 2.2.2 | Laskentamenetelmän valinta..... | 12 |
| 2.2.3 | Laskentatyön organisointi | 13 |
| 2.3 | Kustannuslaskelman kokoaminen..... | 13 |
| 2.3.1 | Määrälaskenta | 13 |
| 2.3.2 | Hintatiedustelu | 14 |
| 2.3.3 | Suunnitelmien ristiriitojen selvittämien | 15 |
| 2.3.4 | Hinnoittelu | 15 |
| 3 | JÄLKILASKENTA | 17 |
| 3.1 | Jälkilaskentamenetelmät | 18 |
| 3.1.1 | Hankkeen aikana tapahtuva jälkilaskenta | 18 |
| 3.1.2 | Jälkilaskentapalaveri | 18 |
| 3.1.3 | Viitekansio ja mallikohde | 19 |
| 3.2 | Jälkilaskennan merkitys | 19 |
| 4 | TARJOUSLASKENTA JA JÄLKILASKENTA DESTIALLA..... | 21 |
| 4.1 | Tarjouslaskenta | 21 |
| 4.2 | Jälkilaskenta..... | 22 |
| 5 | VIITEKOHTEIDEN JÄLKILASKENTA JA ARVIOINTI..... | 24 |

| | |
|---|----|
| 5.1 Työmaasuunnittelu ja - seuranta | 24 |
| 5.2 Viemäriyömaa..... | 26 |
| 5.2.1 Rakentaminen..... | 27 |
| 5.2.2 Työtehot | 29 |
| 5.2.3 Työmaan ongelmakohdat | 31 |
| 5.3 Pyörätietyömaa | 34 |
| 5.3.1 Rakentaminen..... | 34 |
| 5.3.2 Työtehot | 36 |
| 5.3.3 Ongelmakohdat | 36 |
| 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO | 38 |
| LÄHTEET | 39 |
| LIITTEET | |

KUVALUETTELO

| | | |
|-----------------|---|------|
| KUVA 1. | Työvaiheet kustannuslaskennassa. | s.10 |
| KUVA 2. | Esimerkki nimikkeistöjärjestelmästä. | s.11 |
| KUVA 3. | Määrälaskennan työvaiheet. | s.14 |
| KUVA 4. | Jälkilaskennan asema, kustannuslaskennassa. | s.17 |
| KUVA 5. | Työmaa sijaitse asutusalueella. | s.27 |
| KUVA 6. | Putkien asennusta. | s.28 |
| KUVA 7. | Vesi teki rakentamisesta haastavan. | s.29 |
| KUVA 8. | Kanaalilouhintaa. | s.30 |
| KUVA 9. | Viemärikaivanto. | s.33 |
| KUVA 10. | Reunakivi. | s.35 |

LIITELUETTELO

LIITE 1. Yleisaikataulu, viemäriyömaa

LIITE 2. Viemäriyömaan kustannukset

LIITE 3. Viemäriyömaan työmäärät

LIITE 4. Yleisaikataulu, pyörätietyömaa

LIITE 5. Pyörätietyömaan kustannukset

LIITE 6. Pyörätietyömaan työmäärät

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Opinnäytetyössä tutkitaan kahden maanrakennushankkeen työtehojen, työmuotojen ja työnsuoritusten toimivuutta käyttäen pohjana tarjousta. Tutkimuksen avulla pyritään parantamaan tulevien urakoiden tuottavuutta sekä tuottamaan tarjouslaskennalle jälkilaskentatietoa työmaista.

Lopputyön aiheen ehdotus tuli Destia Oy:ltä. Jälkilaskentatiedon kerääminen ja tarkastelu on viimeaikoina jäänyt yrityksessä vähäiseksi, minkä johdosta asiaan haluttiin keskittyä opinnäytetyössä. Jälkilaskentatiedolla yrityksen valmistuneita kohteita voidaan tilastoida ja tarkastella toteutuneita kuluja sekä vertailla niiden eroavaisuuksia kustannuslaskelmassa käytettyihin arvoihin.

Yrityksestä yhteyshenkilöinä ovat työpäällikkö Sune Nygård ja rakennusmestari Teppo Luoto. Koulusta ohjaavana opettajana toimii yliopettaja Martti Laaja. Olen ollut mukana molempien kohteiden rakentamisvaiheessa, joten olen saanut käsityksen työmaalla tapahtuneista asioista.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä kahdesta maanrakennushankkeesta jälkilaskenta sekä siirtää tiedot tarjouslaskennan käyttöön. Jälkilaskennan tuloksella tarkastellaan toteutuneita työtehoja vertailemalla niitä tarjouksessa käytettyihin arvoihin. Tutkimuskohteiden avulla pyritään saamaan selville työtehojen eroavaisuudet erilaisissa maanrakennushankkeissa.

Jälkilaskentatiedolla pyritään löytämään asiat, joita parantamalla tai toisin tekemällä saataisiin kustannuksia pienennettyä. Tutkittavat maanrakennushankkeet ovat maaperältään sekä työtavoiltaan erilaiset.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä opinnäytetyössä on rakennushankkeen kirjallisuus sekä työmaamestareiden, työpäälliköiden ja laskentahenkilöstön haastattelut. Edellä

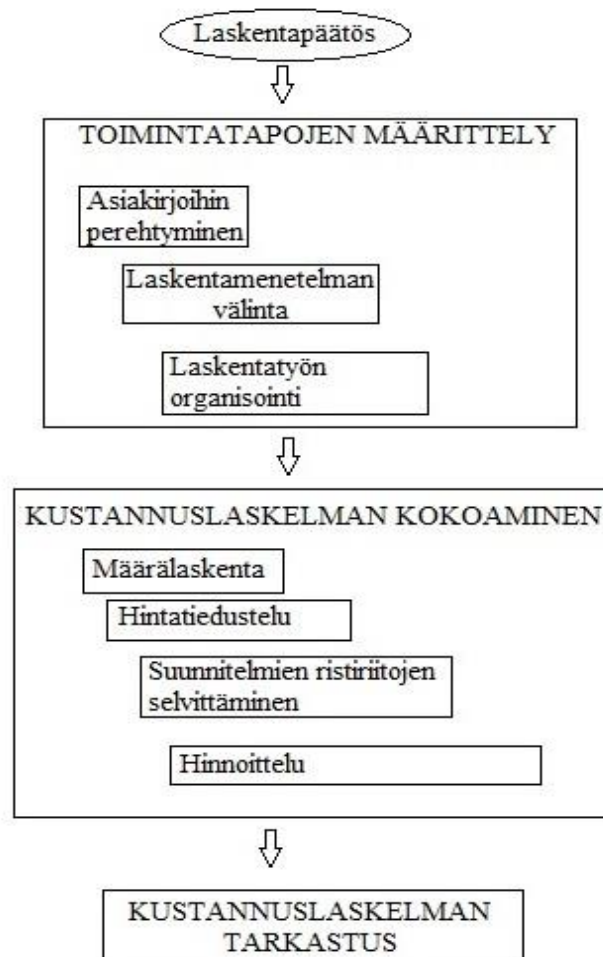
mainituilla henkilöillä on pitkä kokemus maanrakennusalalla. Työmaita tutkittaessa suuressa roolissa on haastatteluista saatu tieto.

Opinnäytetyön tutkimuspohjana käytössä on hankkeiden tarjoukset sekä toteutuneet kulut. Työmaapäiväkirjojen sekä työmaakokousten pöytäkirjojen tarkastelusta selviää työmaan toteutukseen liittyviä asioita, jotka vaikuttivat työmaan etene- miseen sekä työtapojen valintoihin.

2 KUSTANNUSLASKENTA MAANRAKENNUSHANKKEESSA

Kustannuslaskennalla saadaan tuotettua hankkeelle kustannusarvio. Kustannuslaskenta aloitetaan, kun tulee tarve tietää rakennuskohteelle kustannusarvio. Hankkustannuksiin sisältyvät kaikki hankkeen toteuttamisen sisältyvät kulut.

Kustannuslaskentaa lähdetään tekemään annettujen tarjouspyyntöasiakirjojen perusteella. Kustannusmenetelmän valinnalla, määrälaskennan sekä hinnoittelun avulla saadaan kohteelle muodostettua tarjottu hinta. Kuvassa 2 on esitetty kustannuslaskennan työvaiheet. /3,37/



Kuva 1. Työvaiheet kustannuslaskennassa. /3,38/

2.1 INFRA-nimikkeistöjärjestelmä

Maanrakennusalalla on käytössä INFRA-nimikkeistöjärjestelmä. Nimikkeistöjärjestelmää laadittaessa tavoitteena on ollut kuvata tarvittavat osanimikkeistöt, tehdä rakennusosa- ja hankenimikkeistö sekä laatia rakennusosille määrämittausohje. Yhtenäinen nimikkeistöjärjestelmä helpottaa hankkeessa olevien osapuolien välisiä kommunikointia sekä yhtenäistää maanrakennusalan toimijoiden välistä kommunikointia. Nimikkeistöjärjestelmän avulla kustannuslaskenta sekä kustannuksien vertailu on selkeää. /4,7/

Rakennusosa- ja hankenimikkeistö koostuu seuraavista pääryhmistä:

1. Maa-, pohja- ja kalliorakenteet
2. Päällys- ja pintarakenteet
3. Järjestelmät
4. Rakennustekniset osat
5. Hanketehtävät. /4,11/

| |
|--|
| <p>1300 Perustusrakenteet 1320 Paaluperustukset 1321 Lyöntipaalut 1321.1 Teräsbetonipaalut 1321.11 Teräsbetonipaalu 250x250 1321.111 Lyöntipaalu 1321.111 Kalliokärki 1321.113 Jäykkä jatkos 1321.12 Teräsbetonipaalu 350x350 1321.121 Lyöntipaalu 1321.122 Kalliokärki</p> |
|--|

Kuva 2. Esimerkki nimikkeistöjärjestelmästä. /4,17/

2.2 Toimintatapojen määrittely

2.2.1 Asiakirjoihin perehtyminen

Asiakirjoihin perehtymisen tärkein tehtävä on saada kustannuslaskennasta vastaavan henkilön hahmotettua rakennushankkeen kokonaiskuva sekä kohteen laajuus. Asiakirjoihin tarkastelusta saadaan kuva hankkeen suunnitelmista ja kustannuksiin suuresti vaikuttavista asioista. Kustannuslaskennan valmistuminen aikataulussa edellyttää, että perehtymisessä on huomioitu kohteen laajuus sekä ajallisesti oikein organisoitu kustannuslaskelman laadinta.

Esimerkkejä asiakirjojen perehtymisestä urakkakohteessa:

- Perehtyminen aloitetaan tarjouspyynnöstä sekä urakkaohjelmasta. Urakkakohteen tarjousaika ilmoitetaan tarjouspyynnössä.
- Urakkaohjelma luetaan huolellisesti ja samalla merkitään muistiin asiat, jotka ovat merkityksellisiä kustannusmielessä sekä nopeisiin jatkotoimenpiteisiin vaikuttavia.
- Tutustumisen tavoite on saada yleiskuva hankkeesta sekä suunnitelmien valmiusasteesta. /3,37/

2.2.2 Laskentamenetelmän valinta

Kustannuslaskentamenetelmiä ovat suoriteosa-, rakennusosa- ja tuoteosalaskenta. Yrityksillä on usein käytössä omat toimintatavat, joiden mukaan kustannuslaskentamenetelmä valitaan. Suunnitelmien valmiusaste vaikuttaa myös kustannuslaskentamenetelmän valintaan. /3,39/

Suoritelaskelmaa voidaan käyttää kohteessa, joissa suunnitelmat ovat pääpiirustetasoisia sisältäen rakennusselityksen täydellisenä. Suoritelaskennassa pohjana käytetään yleensä nimikkeistöjärjestelmää. Suoritelaskennassa kohde on jaettu suoritteisiin, jotka jaetaan ja hinnoitellaan vielä panoksiin. Panokset eritellään vielä erikseen työpanoksiin, tarvikkeisiin, aliurakoihin, kalustoon sekä muihin panoksiin, mitä työmaalla on käytössä. /3,51–59/

Rakennusosalaskentaa käytetään usein kohteissa, joissa tarkastetaan pysyvä suunnitteluratkaisu budjetissa. Rakennusosalaskennassa määräluettelo eritellään rakennusosiin. Laskennassa täytyy olla ehdotus- tai luonnospiirustukset ja rakennustapaselostus. Tienrakennuksessa osalaskenta voidaan jakaa esimerkiksi katuihin. /3,74/

Tuoteosalaskentaa käytetään yleensä, kun rakennettava kohde on vielä suunnitteluvaiheessa. Tuoteosalaskennassa kohde jaetaan esimerkiksi toimituskokonaisuuksiin. Laskennan avulla suunnittelijoille saadaan muodostettua hinta, jonka avulla he suunnittelevat kokonaisuuden. /3,81/

2.2.3 Laskentatyön organisointi

Kustannuslaskennan aloituspalaverissa sovitaan laskentatyön organisointi, eli kohteen aikataulu, tavoitteet laskennalle sekä tehtävä- ja vastuunjako. Yrityksestä riippuen aloituspalaveriin osallistuu yleensä tulosityksikön johtaja, laskenta-, työ-, hankintapäällikkö sekä kustannuslaskijat. Aloituspalaverissa määrälaskentaan, työsuunnitteluun, hinnoitteluun ja hankintojen- sekä ennakkotarjoustenkyselyihin määrätään vastuuhenkilöt.

Organisoitavia tehtäviä kustannuslaskennassa:

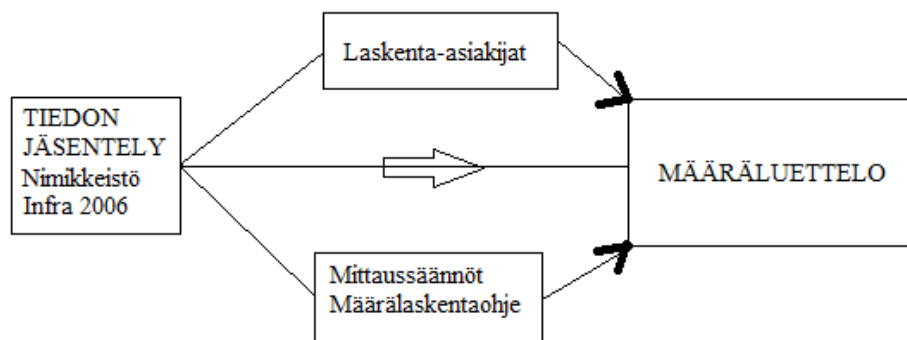
- Hankintojen ja aliurakoiden luettelointi yrityksistä, joilta pyydetään hintatiedustelu.
- Nimikkeistön luettelointi.
- Työsuunnittelun alustaminen.
- Hinnoittelun suorittaminen.
- Laskelman tarkastus. /3,39/

2.3 Kustannuslaskelman kokoaminen

2.3.1 Määrälaskenta

Määrälaskennan tärkein tarkoitus on saada luotua määräluettelo tarjouksessa annetuista suunnitelmista, asiakirjoista sekä selostuksista. Määrälaskennan tieto koo-

taan yrityskohtaisen jäsentelyperiaatteen mukaisesti. Jäsentelyperiaatteet ilmoitetaan nimikkeistönä.



Kuva 3. Määrälaskennan työvaiheet. /3,41/

Määrälaskennan osa-alueet jaottuvat seuraavanlaisesti:

- asiakirjojen tulkitseminen
- kustannusmenetelmien tunteminen, hallitseminen ja määrien laskeminen
- asiakirjoissa olevan tiedon kokoaminen määräluetteloksi, kustannuslaskentamenettelyn mukaisesti

Asiakirjojen tulkitusajoilla täytyy olla kyky hahmottaa työmaan laajuus asiakirjojen perusteella sekä saada luotua määräluettelo. Onnistuneen hinnoittelun edellytyksenä on oikein eritelty ja kuvailtu tieto. Määrälaskennassa pitää huomioida tarkasti, että osia ei lasketa useaan kertaan tai jätetä laskematta. Määräluettelon avulla saadaan kohteelle muodostettua kustannusarvio. /3,39–41/

2.3.2 Hintatiedustelu

Aliurakoiden tai muiden hankintojen hintatiedustelu on tehtävä niin nopeasti kuin mahdollista. Hintatiedustelu edellyttää hankintojen rajausta sekä hintatiedustelun muodon määrittämistä ennakkohinnaksi tai sitovaksi tarjoukseksi.

Hintatiedusteluun liittyvät piirustukset, työselitykset tai niiden osat, tutkimustulokset, urakkarajaliitteen osat sekä muut mahdolliset hintatiedusteluun liittyvät

asiakirjat kootaan ja lähetetään aliurakoitsijoille tai tavarantoimittajille. /3,117–121/

2.3.3 Suunnitelmien ristiriitojen selvittämien

Suunnitelmien ristiriitojen selvittelyllä tarkoitetaan asiakirjoissa olevien epäselvyyksien sekä eri suunnitelmien välisiä ristiriitojen selvitystä. Asiakirjojen ollessa epäselviä, kustannuslaskennassa käytetyt laskentaoletukset on siirrettävä aina kustannuslaskenta- sekä määrälaskentamuistioon.

Tarjouspyyntöasiakirjoissa on määritelty ajankohta, milloin epäselvyyksiin liittyvät kysymykset on esitettävä rakennuttajalle. Kysymykset tulee esittää kirjallisesti. Rakennuttaja vastaa ilmoittamaan ajankohtaansa mennessä urakoitsijoiden kysymyksiin. Rakennuttajan vastauskirjeeseen kootaan kaikki kysymykset urakoitsijoilta sekä vastaus jaetaan kaikille, joilta on tarjousta pyydetty, riippuen siitä, onko esittänyt kysymyksiä vai ei. /3,40/

2.3.4 Hinnoittelu

Hinnoittelussa annetaan määrälaskennassa saaduille tiedoille kustannus- ja työmenekit. Työlle hinta saadaan edellisen työmaan jälkilaskennasta, yrityksen omasta tietokannasta tai yleisestä julkaisusta. Materiaalille hinta tiedustellaan yleensä jo laskentavaiheessa. Materiaalien hinta voidaan kysyä jo etukäteen ja tiedustella mahdollisia alennusprosentteja, jos kilpailutilanne työmaista on kova. Ennakkotiedustelulla voidaan vaikuttaa tarjouksen hintaan jo laskentavaiheessa.

Yrityksillä on useasti jo valmiita alihankintasopimuksia, joiden perusteella voidaan jo laskentavaiheessa antaa työlle tai materiaalille hinta. Alihankkijoilta voi pyytää ennakkoon arviota tai ennakkotarjousta työstä. Työmaan yhteiskustannukset saadaan yrityksen jälkilaskennasta tai yrityksen omasta tietokannasta.

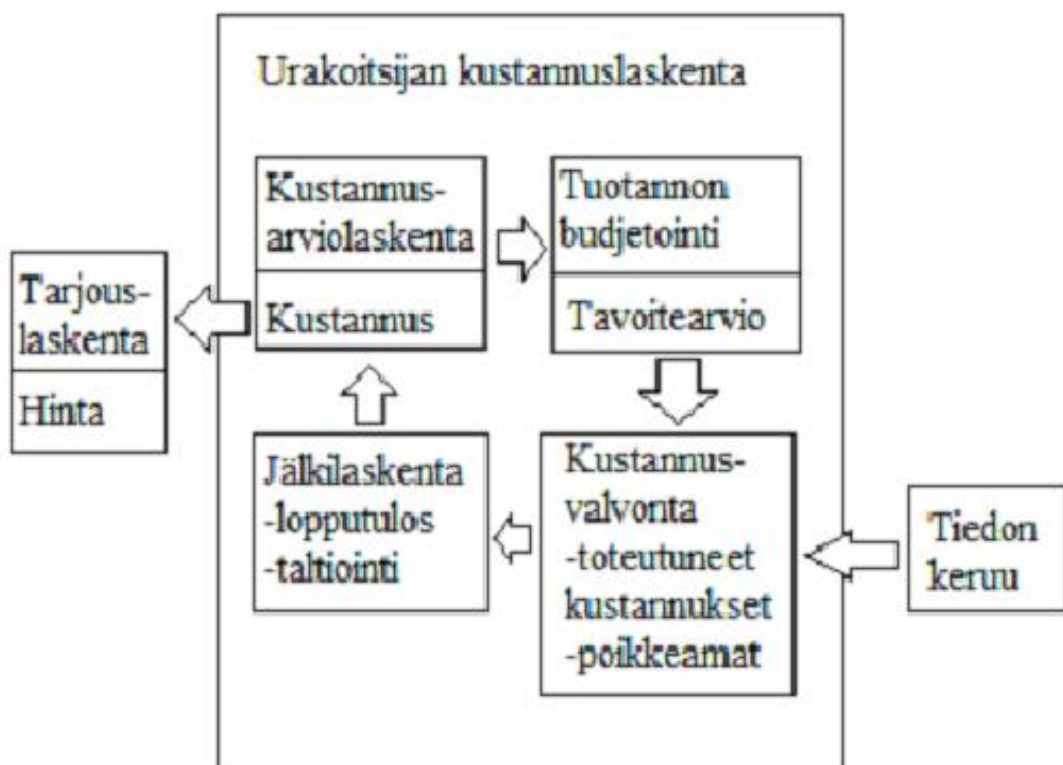
Tarjoushinta määritellään lisäämällä hankekustannuksiin riskivaraus, joka on yrityskohtainen. Riskivaruksella pyritään varmistumaan ennalta arvaamattomiin kuluihin. Tarjoukseen lisätään vielä yrityskohtainen hankekate. Hankekate voi yrityksessä vaihdella riippuen työtilanteista sekä yleisistä suhdanteista rakennus-

alalla. Tarjouksessa täytyy aina eritellä nettohinta, arvonlisävero sekä arvonlisäve-
rollinen hinta. Kustannuslaskennan tuotoksena saadaan tarjous, joka on valmis
sopimukseksi. /5,125/

3 JÄLKILASKENTA

Jälkilaskennalla pystytään tarkastelemaan toteutuneen työkohteen taloudellinen tulos sekä tarkastamaan toteutuneet suoritemäärät ja kustannukset. Jälkilaskennan tuotoksella yritys pystyy tarkastelemaan omia laskelmia eri työlajeissa sekä materiaaleissa. Hyvin tehdyn jälkilaskennan avulla yrityksen laskentastrategioita voidaan päivittää jälkilaskentatietojen tuloksien mukaisesti.

Jälkilaskentamenetelmät koostuvat rakennusaikana tapahtuvasta jälkilaskennasta, jälkilaskentapalavereista sekä viitekansion tekemisestä. Jälkilaskennan avulla saadaan tarkastettua rakennuskohteen taloudellinen onnistuminen. Jälkilaskennan avulla saadaan aina uutta tietoa erilaisten rakennushankkeiden toteutuneista kuluista. /2,45/



Kuva 4. Jälkilaskennan asema, kustannuslaskennassa. /2,20/

3.1 Jälkilaskentamenetelmät

3.1.1 Hankkeen aikana tapahtuva jälkilaskenta

Hankkeen aikana tapahtuneen jälkilaskennan tuotoksena tulee heti valmista laskentatietoa kustannusseurantaan varten. Jälkilaskenta tehdään aina välittömästi, kun tarkkailunimike eli työ- tai työkohde on saatu valmiiksi. Tarkkailunimikkeenä voi toimia jokainen tavoitelaskelman tehtävä.

Hankkeen aikana tapahtuvassa laskennassa täytyy aina varmistaa, että työ on varmasti tehty, eikä kyseiselle työkohteelle tule lisää kuluja. Seuraavaksi on tarkistettava, että laskut on kohdistunut oikeille litteroille sekä virheet korjattava. Suunnitelmien laskentamäärävirheet pystytään välittömästi huomioimaan toteutuneiden määrien luvuista. Muutos- sekä lisätöiden vaikutus huomioidaan erikseen.

Työn aikana tapahtuvan jälkilaskennan etu on, että jokainen työnimike voidaan välittömästi tarkastaa työn valmistuttua ja näin ollen kustannusten seuraaminen jo rakentamisvaiheessa on selkeää. Kustannusten korjaaminen on helpompaa rakennushankkeen aikana, kun tuotantohenkilöstö on tietoinen asiasta. /3,192–193/

3.1.2 Jälkilaskentapalaveri

Jälkilaskentapalaverin avulla saadaan kehitettyä yrityksen tuotantohenkilöstön ja kustannuslaskennan henkilöstön kustannustietoutta. Kokoukseen osallistuu yleensä hanketta rakentamassa ollut työnjohto, työmaanjohto sekä kustannuslaskijat. Palaverissa työmaan henkilöstöllä sekä laskijoilla on mahdollista kertoa omia näkemyksiä hankkeen kustannuseroihin. /3,194/

Kokouksessa käydään hanke läpi tarkkailunimikkeittäin ja erityisesti poikkeaviin kohtiin kiinnitetään syvällisemmin huomiota. Kokouksen jälkeen kustannuslaskijoilla on tieto poikkeavista kohdista, mikä saadaan huomioitua seuraavia kustannuslaskelmia laadittaessa. /2,48/

3.1.3 Viitekansio ja mallikohde

Viitekansio olisi tärkeä tehdä jokaisesta yrityksen tekemästä rakennushankkeesta. Onnistuneet hankkeet voidaan valita mallikohteiksi, joita voidaan hyödyntää tulevissa samanlaisissa hankkeissa. Viitekansio olisi tärkeä tehdä erityisesti hankkeista, jotka poikkeavat normaalista ja ovat harvemmin rakennettavia kohteita. Kansioon tietoja pystytään käyttämään hyväksi niin laskenta- kuin tuotantopuolella. /3,194/

Viitetiedon olemassa olo helpottaa kustannuslaskijoita sekä työmaan johtoa, kun pystyy aina tarkastamaan, miten edellisessä samanlaisessa hankkeessa kyseiset työt on tehty tai materiaalit laskettu.

Viitekansioon kootaan:

- sopimusasiakirjat
- hankkeen laskenta-asiakirjat
- jälkilaskelmat
- hankkeen aikana päivitetty laskelmat
- toimittajien sekä urakoitsijan arvostelut. /2,48/

3.2 Jälkilaskennan merkitys

Jälkilaskennan tuotoksella saaduilla tiedoilla pystytään ylläpitämään ja seuraamaan yrityksen tietokantoja. Tietokantojen päivityksellä pystytään ylläpitämään yrityksen kilpailukykyä sekä mahdollistamaan kilpailukyvyn pysymisen kohdallaan. Rakennushankkeen toteuman ja tavoitteen tiedot muokataan yrityksen tietokantoihin sopiviin muotoihin. Tietokantojen ollessa samanmuotoisia kohteiden tietoja pystytään jälkeempään käyttämään sekä käsittelemään kustannuslaskennassa ja tilastoinnissa. /3,191/

Yksittäisen työmaan jälkilaskentatiedolla ei tule muuttaa suoraan yrityksen kustannuslaskelman tietokantoja. Yrityksen tiedostaja yleensä päivitetään, jos työmenetelmät tai tarvikkeet ovat muuttuneet huomattavasti. Jälkilaskennalla saadaan löydettyä kustannuseroihin vaikuttavat tekijät, mutta ei syitä. Kustannuseroja tar-

kasteltaessa olisi tärkeä löytää asiat, mitkä vaikuttivat kyseisen työn kustannusten lopputuloksiin. /2,46/

4 TARJOUSLASKENTA JA JÄLKILASKENTA DESTIALLA

4.1 Tarjouslaskenta

Tarjouslaskenta Länsi-Suomen alueella toimii keskitettynä Destian Oulun yksikössä, jossa lasketaan laajemmat tarjoukset sekä tarvittaessa tarkastetaan paikallisosastojen laskelmat. Vaasan alueella tarjouksia lasketaan tienhoitotyön ohessa, aina työtilanteen mukaisesti. Tarjouspäällikkö ja työmaapäälliköt seuraavat julkisia hankintoja Hilma-järjestelmästä. Hilma-järjestelmään tulee esille kaikki julkiset hankinnat, joista valitaan kohteet tarjouslaskentaan.

Destialla on maanrakentamisen TS-kortisto käytettävissä kustannuslaskentaa tehtäessä. TS-kortistossa on ilmoitettu tietoja eri työvaiheiden työnopeuksista, sekä työtehoista. Kortisto on osittain vaikeasti sovellettava eri työvaiheiden työkustannusten osalta. Jokainen työmaa on aina erilainen maastoltaan, joten selkeää etenemisnopeutta putkitukseen tai pyörätienrakentamiseen on haastava määrittellä.

Laskentahenkilöstöä haastateltaessa työmaiden työtehojen määrät perustuivat kokemuseräiseen arvioon. Haastattelujen perusteella yleisin käytäntö laskettaessa työmaata oli kokemuseräinen arviointi, joka on tarjouslaskijoille kehittynyt työvuosien aikana. Yrityksessä kustannuslaskentaa tehdään INFRA-nimikkeistön mukaisesti. Nimikkeistöjärjestelmä käyttö on todettu yrityksessä toimivaksi järjestelmäksi sekä kommunikointi kustannuslaskijoiden kesken on selkeää yhteisen nimikkeistöjärjestelmä johdosta.

Kustannuslaskentaa tehdessä kohteen asiakirjoja sekä piirustuksia läpi käydessä kustannuslaskijoille syntyy selvä näkemys kohteen yleisestä kustannustasosta. Työmaapiirustuksista ja asiakirjoista ilmenee maaperänkoostumus sekä yleinen kuva työmaan mahdollisista hidasteista, mitkä vaikuttavat suuresti työtehoihin. Kustannuslaskijoilla täytyy olla kyky hahmottaa kohteen rakentamisen kustannukset tarjousasiakirjojen sekä työmaapiirustusten avulla.

Kustannuslaskennassa arvioidaan jokaiselle kohteelle omat työtehot, riippuen onko kallioperäistä maastoa, moottoritietä vai asutusalueella työskentely. Asutusalueella työskentelyssä yleensä pitää huomioida ahtaat työalueet, tavaran varastointi

haasteellista sekä kolmansien osapuolien aiheuttamat hidasteet työlle. Moottoritietä tehdessä pintamaanpoiston työnopeus on huomattavasti suurempi kuin esimerkiksi pyörätietyömaan, koska työalueet ja työmäärät ovat huomattavasti suuremmat. /7/

Hankintainsinöörin työpanoksella tarjousta laskiessa ilmeni haastattelujen perusteella olevan suuri merkitys. Hankintainsinööri tiedustelee tarjousvaiheessa materiaaleille ja tarvikkeille hinnat sekä osallistuu vahvasti hinnoitteluun. Kilpailuttamalla materiaalit ja tarvikkeet useammalta toimittajalta, saadaan varmistettua tuotteiden oikea markkinahinta. /8/

4.2 Jälkilaskenta

Destialla jälkilaskenta tehdään jokaisesta rakennushankkeesta. Jälkilaskennan työmaasta suorittaa kohteen rakentanut työpäällikkö tai työmaamestari. Työmaan johtaneella henkilöllä on selvä näkemys kuluista ja tieto kustannusten litteroinnista. Jälkilaskenta siirretään tarjouspäälliköille, jotka näkevät laskelmista toteutuneet työkustannukset ja mahdolliset kustannuslaskennan virheet sekä alueelliset erot maarakennushankkeissa.

Jälkilaskenta suoritetaan litteroimalla työvaiheet ja materiaalit omille litteroille. Tämän perusteella saadaan helposti tarkasteltua, miten työt ja materiaalit pysyvät budjetissa kustannuslaskelmaan verraten. Destialla on aina tarkoituksena tarkastella jälkilaskennassa muutamaa osa-aluetta tarkemmin. /6/

Todellisuudessa jälkilaskentaa on suoritettu erittäin heikosti, vain muutamista kohteista oli siirretty jälkilaskentatiedot tarjouslaskijoille. Jälkilaskentapalavereita ei ole suoritettu kohteiden valmistumisen jälkeen. Jälkilaskennan puuttumisen yleisin syy oli kiire sekä epäselvät tai puutteelliset tiedot jälkilaskennan suorittamisesta. Työmaamestareilla ei ollut selkeää käsitystä, minkälainen ja miten jälkilaskenta tulisi kohteesta suorittaa.

Tarjouspäällikköä haastattelussa kävi ilmi, että hän olisi kiinnostunut erityisesti tiedot toteutuneesta kapasiteetistä. Toisin sanoen, minkälaisella työryhmällä ja kuinka kauan kyseistä työtä on todellisuudessa tehty. Materiaalien sekä tavaroiden

kustannukset saadaan selvitettyä jo tarjousvaiheessa. Tarjouspäällikkö olisi erityisen kiinnostunut erikoishankkeiden toteutuneista työkustannuksista, joita voisi tarkastella samanlaista kohdetta laskiessa.

Työaikaisen jälkilaskennan suorittamisella olisi hyötyä niin työmaan johdolle kuin kohteen valmistuttua tarjouslaskijoille. Työaikaisella laskennalla pystytään reaaliaikaisesti seuraamaan, kuinka kustannukset toteutuvat kohteessa ja välttämään budjetin ylittymisen työvaiheittain.

Erityiskohteista olisi hyvä tehdä mallikansio, missä olisi kaikki tiedot ja toteutuneet kustannukset. Erityiskohteet ovat usein harvoin rakennettavia, joista on vain vähän kokemusta laskijoilla. Mallikansiosta voitaisiin tarkastaa asioita kohteen rakentamisesta ja laskentavaiheesta. Seuraavassa erityiskohteessa osattaisiin välttää edellisessä kohteessa tapahtuneet virheet, kun ne olisi selvästi koottu yhteen kansioon kohteen valmistumisen jälkeen. /7/

5 VIITEKOHTEIDEN JÄLKILASKENTA JA ARVIOINTI

Opinnäytetyössä tarkastellaan viemäri- sekä pyörätietyömaan eri työvaiheita sekä työmenekkejä. Tarkastelussa keskitytään erityisesti toteutuneisiin työmääriin verraten niitä kustannuslaskelmassa käytettyihin arvoihin. Viemärietyömaan on rakennettu välillä elokuu-joulukuu, vuonna 2012. Pyörätietyömaa aloitettiin joulukuussa vuonna 2010 ja valmistui kesäkuussa 2011.

Työmaat olivat rakennustavaltaan erilaiset, toinen oli ainoastaan kunnallistekniikan rakentamista ja toisessa rakennettiin pyörätietä. Yhdistävä tekijä työmailla oli talvikuukaudet sekä maaperänkosteus. Kohteiden tarkastelussa pyritään löytämään työmaan ongelmakohdat sekä ongelmakohtien vaikutuksen työmaan etene- miseen sekä talouteen. /8/

5.1 Työmaasuunnittelu ja -seuranta

Työmaasuunnittelulla ilmeni olevan suuri vaikutus työmaan onnistuneeseen etene- miseen. Työmaiden työsuunnittelusta vastasi kohteet rakentanut työmaamestari, joka oli laatinut kohteille ennen työn aloitusta yleisaikataulut. Kohteista oli pidetty aloituspalaveri ennen työmaan alkua, jossa oli käyty läpi aikataulu viikkotark- kuudella, työturvallisuus sekä työmaan rakentaminen. Työmaan läpi käymisellä pyritään työmaanjohdolle saamaan yhtenäinen käsitys tulevasta aikataulusta, ra- kennusmenetelmistä sekä työtavoista. Aloituspalaverin jälkeen työmaanjohdolla on selkeä yhtenäinen käsitys työmaan toteuttamisesta.

Ennen työmaan aloitusta projektinjohtajalla täytyy olla kyky hahmottaa työmaa ja käydä rakentaminen mielessä läpi työvaiheittain. Hyvin suunnitellun työmaan aloittaminen käynnistyy nopeasti sekä työmaalla vältetään ylimääräiset odotuspäi- vät. Työmaalle tehtiin päiväsuunnitelma aina seuraavalle viikolle, mutta niiden toteutuminen oli haastava saada toimimaan.

Rakentamisvaiheessa työmaanmestarilla täytyy koko ajan olla mielessä vaihtoehto B, kaivantoa kaivaessa ison kiven eteen tuleminen pysäyttää työn täysin, ellei po- ravaunu ole koko ajan vieressä odottamassa. Tämä on työmaalla lähes mahdoton, koska poravaunun kustannukset ovat huomattavan suuria.

Viemärytyömaalla aikataulua muokattiin työmaan alussa, työmaa ei edennyt suunnitelmien mukaisesti. Työmaalla pohjatutkimuksien tulokset eivät useassa kohdassa olleet kuvien mukaisia, joten poikkileikkauskuviin ei pystynyt täydellisesti luottamaan suunnitelmaa tehtäessä. Työmaapiirustusten kairaukset oli otettu 20 metrin välein. Työmaa oli jaettu yleisaikatauluun kuuden rakennettavan linjan mukaisesti.

Pyörätietöyömaalla työmaansuunnittelu ei toteutunut aikataulun mukaisesti ankaran talven johdosta. Työt jouduttiin keskeyttämään jo tammikuussa, eikä alkutalveksi suunniteltuja töitä ei saatu suoritettua. Talven jälkeen työmaansuunnitelmaa korjattiin sekä työkoneiden määrää lisättiin aikataulun kiinni saamiseksi. Työmaasuunnitelman korjaus onnistui ja työmaa valmistui aikataulun mukaisesti. Työmaa oli jaettu yleisaikataulussa 10 pääkohtaan, jonka mukaisesti työn toteutumaa seurattiin. /6/

Yrityksessä on panostettu työmaanseurantaan, jolla pystytään seuraamaan työmaanaikataulua, -budjettia sekä ennakoimaan tulevaa työtä. Seurannalla ja raportoinnilla työnjohtaja välittää työmaan tilanteen esimiehellensä. Työnjohtajan raportoitavat asiat ovat:

Välittömästi

- Työtapaturmat ja ympäristövahingot

Viikoittain

- Oman vastuualueen tekninen toteutuminen (Määrät, massat, toteutusaika, laatu)
- Vaaratilanteet, ylityöt ja MVR- mittauksen tulokset
- Resurssit ja niiden ohjaus
- Poikkeamat
- Riskit ja mahdollisuudet

Kuukausiraportointi

- Uusien lisä- ja muutostöiden tunnistaminen. /1/

5.2 Viemäri työmaa

Viemäri työmaalla asennettiin 2,5 kilometriä paine- ja viettoviemäriä sekä vesijohdot. Työmaan maaperä oli noin 70 % kallioperäistä maastoa, mikä asetti omat haasteensa työmaan toteutukseen. Työmaa sijaitsi ennestään tuntemattomalla alueella, joten maaperän haasteellisuus tuli yllätyksenä työmaanjohdolle. Viemäri työmaaprojektia johti rakennusmestari, joka oli myös laskenut työmaan tarjouksen yhdessä tarjouspäällikön kanssa.

Työmaan rakentaminen aloitettiin elokuussa kaivinkoneella sekä louhintakoneella. Louhinnan edistyessä työmaalle tuli toinen kaivinkone syyskuussa, joka aloitti putkituksen louhittuun kaivantoon. Työmaan rakentaminen oli sovittu kahden kaivinkoneurakoitsijan tehtäväksi, kolmas urakoitsija oli sovittu tulemaan viimeiseksi kuukaudeksi työmaalle. Työmaalta toinen kaivinkoneurakoitsija poistui yllättäen muualle, mikä aiheutti työsuunnitelman muutoksen.

Työmaan sijainti asutusalueella asetti omat haasteensa rakentamiselle sekä rajoitti louhinnan panostuksen määrää. Asuinalueella työskentelyssä haasteena oli työalueiden koko, materiaalien varastointi sekä liikenne työalueen välittömässä läheisyydessä.

Viemäri työmaan taloudellinen tulos oli erittäin hyvä ja pysyi hyvin lasketussa budjetissa. Laskentavaiheessa oli jäänyt laskematta yksi työ-osa, joka huomattiin vasta työmaalla. Työmaan hyvän taloudellisen tuloksen peruspilareita olivat työmaan kulujen tarkka seuranta heti hankkeen alkuvaiheesta lähtien. Kulujen seuraamisella pystyttiin välittömästi minimoimaan ylimääräiset kustannukset hankkeelle. /8/



Kuva 5. Työmaa sijaitsi asutusalueella.

5.2.1 Rakentaminen

Rakentaminen aloitettiin elokuussa puuston poistolla. Puuston poistossa käytettiin alihankintapalveluna metsäkoneyrittäjää. Rakennusmiehet kaatoivat yksittäisiä puita, joita ei katsottu tarpeelliseksi metsäkoneen tehtäväksi. Työmaa-alueella oli useita puita, jotka kaatoi paikallinen sähköyhtiö. Poistettavat puut, oli sähkölinjan alla tai sen vaara-alueella, minimoimalla riskit työmaalla välttyttiin vaarallisilta tilanteilta sekä ylimääräisiltä kustannuksilta.

Pintamaanpoistoa tehdessä pyrittiin laittamaan sivuun kaikki pehmeä sekä multa-pitoinen maa, jota pystyttäisiin käyttämään kaivannon täyttämässä ja viimeistelytöitä tehdessä. Työmaalla oli tarve kaikelle pehmeälle ja moreenipitoiselle maalle, koska maaperän kalliopitoisuus oli suuri. Louheen tilalle täytyi saada moreenipitoista maata. Pintamaanpoistoa tehtiin aina louhijan etenemisen mukaisesti.

Louhinnalle suurimmat haasteet aiheutti kallioperän rikkonaisuus. Asutusalueella sijainnut työmaa rajoitti myös panostuksen määrää. Talojen yhteydessä työskentelyn johdosta kerralla voitiin räjäyttää vain pieni alue. Louhittaessa kalliota, kallion pintaa ei veden nousun johdosta voitu aukaista kuin pieni alue kerrallaan. Porauksen jälkeen reiät täytyi välittömästi panostaa, ettei savi ja maa-aines täyttänyt jo porattuja reikiä. Louhintaliikkeellä oli käytössä poravaunu sekä traktori, jossa oli porauslaite. Yrityksellä oli työmaalla vain yksi louhijan pätevyudet omaava työntekijä, joten poravaunu oli aina poissa käytöstä panostuksen sekä räjäytyksen ajan. /8/

Kanaalikaivu suoritettiin osittain valmiiksi louhitussa maastossa ja osittain samassa yhteydessä kun louhittiin. Kanaalikaivuun haasteena oli kaivannosta tulleen materiaalin varastointi. Louhetta tuli suuri määrä kanaalista ja työskentelyalueen ollessa rajoitettu, materiaalin varastoiminen oli haastavaa. Ylimääräisiä louheita kuljetettiin usealla kuorma-autolla samanaikaisesti. Keskittämällä kuljetuspäivät, työmaalla ei tullut ylimääräisiä kuorma-autojen seisonatunteja.



Kuva 6. Putkien asennusta.

Putkien asennus piti tehdä välittömästi kanaalikaivuun yhteydessä, koska kaivannon auki jättäminen asutusalueella on suuri turvallisuus riski. Valmista aluetta syntyi päivässä vähän, mutta kustannuslaskelmassa oli osattu jo huomioida louhinnan vaikutukset ja päivätehot olivat alhaisia. Jälkitäyttö piti välittömästi tehdä putkien asennusten jälkeen. Maaperän kosteus aiheutti asennettujen putkien siirtymisen lähes välittömästi, jos kaivantoa ei täytetty kunnolla heti putken asennuksen jälkeen.

Työmaa aloitettiin loppukesästä ja yleisin sää oli vesisade, mikä aiheutti jokaiselle työvaiheelle omat haastavuutensa. Kaivantoa kaivaessa, kaivannon kuivana pitämiseen tarvittiin lähes kokoajan uppopumppua, joka hidasti työn etenemistä. /10/



Kuva 7. Vesi teki rakentamisesta haastavan.

5.2.2 Työtehot

Työtehojen tarkastelu perustuu työmaapäiväkirjamerkintöjen tarkastelulla, työmaahenkilöstön haastatteluilla sekä työmaan kone- sekä rakennusmiestuntien seu-

rantaan. Konetuntien osuus tarjouksen osuudesta oli 23 % ja rakennusmiestuntien osuus urakan tarjouksesta oli 9 %.

Konetuntien yhteenlaskettu määrä ylittyi hieman tarjouksesta, mutta huomioiden kalliomäärän ylittyminen ilmoitetusta määrästä noin 30 %, ylittyneeseen määrään pitää huomioida myös lisäkonetunteja. Nämä asiat huomioiden työmaan konetuntien määrän ylitys oli vain muutama prosentti.

Puustonpoistossa metsurille toteutunut määrä oli 24 % pienempi kuin kustannuslaskelmassa. Tarjousvaiheessa alueella tutustumassa käyneet henkilöt olivat arvioineet työmaan sijainnin osittain väärin ja näin ollen puustoa oli vähemmän rakennusalueella. Pintamaanpoiston toteutunut työmäärä 27 % pienempi kuin kustannuslaskelmassa, kallio oli useissa kohdissa lähes maanpinnan tasolle, joten pintamaanpoisto oli nopeata. Työkohteille oli laskettu myös traktoritunteja, mutta puusto jäi maanomistajille sekä pintamaita ei ajettu pois. Pintamaita käytettiin viimeistelytyöissä sekä louhitun kanaalin täyttämässä.



Kuva 8. Kanaalilouhintaa.

Kanaalikaivuun ja putkituksen työtunnit olivat lähes tarjouksen mukaiset. Kaivamista hidasti louhitun kallion haastava kaivaminen sekä louhijan hidas eteneminen, mikä vaikutti putkitukseen sekä kanaalin kaivamiseen. Putkitusta hidastavana tekijänä oli myös useassa kohdassa murskemateriaalin saatavuus. Kuorma-autolla tai traktorilla ei päässyt ajamaan mursketta työalueen lähettyville, joten kaivinkoneelle tuli ylimääräisiä tunteja murskeen noutamisesta kauha kerrallaan.

Louhinta oli työvaihe, joka vaikutti työmaalla lähes jokaiseen työvaiheeseen. Louhinnan työteho oli kuitenkin, nopeampaa kuin kustannuslaskelmassa oli laskettu. Kustannuslaskelmaa tarkasteltaessa louhinta onnistui hyvin, mutta louhinta vaikutti useaan työvaiheeseen. Louhinta oli noin puolet nopeampaa kuin kustannuslaskennassa oli laskettu, mutta siihen liitetyt kaivinkonetunnit oli vain noin kolmasosa toteutuneesta louhintatyöstä. Todellisuudessa kaivinkone oli koko ajan louhijan lähettyvillä, valmiina suojaamaan panostetun kallion.

Jälkitäyttö ja osittain viimeistelytyöt tehtiin samanaikaisesti. Viimeistelytyöiden osuudeksi jäi asukkaiden puutarha-alueiden siistiminen sekä mullan levitys. Maanajo suoritettiin kuorma-autoilla läheiselle läjitysalueelle. Kustannuslaskelmassa maanajo oli laskettu suoritettavaksi traktorilla, mutta työmaalla työ suoritettiin kuorma-autoilla. Toteutunut työtuntimäärä oli 20 % pienempi kuin laskelmassa.

/8/

5.2.3 Työmaan ongelmakohdat

Työmaan ongelmakohtien kokoamisella pyrin kokoamaan mahdolliset työmaata rasittaneet asiat, joita ei huomioitu tarjousta laadittaessa. Kyseisen työmaa-alueen ongelmien tarkastelulla pyrin huomioimaan asiat, että ne osattaisi huomioida seuraavassa saman sisältöisessä urakassa. Työmaan alussa huomattiin laskentavaiheessa unohtunut työkokonaisuus, joka arvioitiin olevan noin 7 % tarjouksesta. Lopulta työ tuli maksamaan 3 % kokonaishinnasta. Tapahtuneen laskentavirheen huomattua työmaalla alettiin seurata erityisen tarkasti kuluja.

Suurin ongelma osa-alue rakentamisessa oli louhinnan edistymisen. Taloudellisesti louhinta ei ollut ongelma, mutta työn eteneminen aiheutti seurauksia myös

kaivinkoneille. Kallion louhinnan haastavuutta ei osattu arvioida tarjouslaskenta-vaiheessa rakennusalueen huonon aluetuntemisen vuoksi. Alihankintasopimuksia etsiessä oli vaikea saada louhijaa kyseiselle työmaalle. Maaston haasteellisuus oli usealle paikalliselle toimijalle ilmeisesti tiedossa. Kallioperä oli erittäin haastavaa louhittavaksi, mikä vaikutti suuresti työn etenemiseen. Kallion rakenne oli rikko-naista, joka aiheutti paineen katoamisen räjäytys kohdasta. Työmaalla louhintaryhmiä olisi pitänyt olla kaksi, ettei louhintatyö olisi hidastanut putkitustyötä.

Työmaalta poistui kaivinkoneyrittäjä, vaikka oli sopimus työmaalla työskentelystä työmaan loppuun asti. Konekuskin oli suunniteltu tehtävän samanaikaisesti putkitustyötä sekä louhijan avustamista. Työmaalta poistuneen urakoitsijan tilalle täytyi saada välittömästi uusi kone, ettei työmaa viivästyisi. Uusi kaivinkone saatiin paikalliselta urakoitsijalta työmaalle viikoksi. Työmaalta poistunut urakoitsija lupasi useasti tulla takaisin, joten sen tilalle ei välittömästi hankittu työmaan loppuajaksi toista urakoitsijaa.

Työmaalla oli yhteensä 7 eri kaivinkoneurakoitsijaa, mikä mielestäni aiheutti ylimääräisiä kaivinkonetunteja. Kaksi urakoitsijaa oli noin viikon työmaalla. Ensimmäinen ja usein myös toinen päivä uudella työmaalle menee työmaahan tutustumiseen. Käynnissä oleva työmaa on usein erittäin epäselvä ja vaikea saada kokonaisuutta huomioitua. Pitempikestoiselle työmaalle olisi tuottavuuden kannalta ottaa luotettavat koneurakoitsijat, jotka sitoutuvat olemaan työmaalla alusta loppuun. /6/



Kuva 9. Viemärikaivanto.

Loppukesästä työmaan kostea maasto oli kaivettaessa haasteellista, koska putki-kaivantojenseinämät jouduttiin kaivamaan loiviksi välttääkseen kaivannon sortumisen. Alkupalven kovat pakkaset aiheuttivat maaperän nopean routimisen, joka vaikeutti jälleen kaivutöitä. Sään kylmeneminen asetti omat haasteensa myös paineviemärin sekä vesijohdon asentamiseen, jotka olivat kelatavaraa. Kelatavaran asentamisessa täytyi olla varovainen, ettei se pakkasen johdosta vaurioidu. Kustannuslaskelmassa ei huomioitu kyseisille työmaata rasittaville asioille lisäkustannuksia. /8/

5.3 Pyörätiettyömaa

Pyörätiettyömaa aloitettiin joulukuussa 2011, työmaa valmistui heinäkuun toisella viikolla vuonna 2012. Työmaalla rakennettiin 2,2 kilometriä pyörätietä korotettuna ajotien reunaan. Työmaa aloitettiin joulukuussa maanleikkauksella sekä sähköyhtiön kaapelilinjojen siirrolla, mitkä oli suunniteltu tehtäväksi talven aikana.

Alustavan työsuunnitelman mukaisesti töitä olisi tehty koko talvi ja maaliskuu olisi pidetty työmaa suljettuna maaperän kuivumista odotellessa. Talvi oli ennakoitua kylmempi sekä lumisempi, joten työt jouduttiin keskeyttämään jo tammikuun lopussa. Kaivuolot kävivät haastaviksi sekä sähköyhtiön töiden hidas eteneminen esti Destian työn etenemistä.

Rakennuskohteen tarjouksen oli laatinut työpäällikkö yhdessä työmaamestarin kanssa, joka myös rakennutti kohteen. Työmaamestari osallistuminen kustannuslaskentaa näkyi työmaan taloudellisessa lopputuloksessa. Työmaan taloudellinen tulos oli reilusti yli tavoitteen, reunakiven vaihto sekä murskeen muuttaminen karkeammaksi.

Destialla oli työmaanrakentamisesta useita urakkasopimuksia. Työmaan päällysteistä sekä reunakiven asennuksesta oli urakkasopimus. Sopimukseen sisältyi materiaalit sekä niiden asennus. Kaivinkoneurakoitsijan urakkasopimukseen sisältyi kaivinkone-, rakennusmies- sekä maansiirtotyöt. Urakoitsijalla oli työmaalla kaivinkone sekä traktori maansiirtotöitä varten. Ilman haasteellista talvea urakoitsija olisi selvinnyt yksin työmaan toteuttamisesta. /8/

5.3.1 Rakentaminen

Pyörätiettyömaan rakentaminen aloitettiin joulukuussa maanleikkauksella. Sähköyhtiö aloitti sähkölinjojen siirtämisen joulukuussa, mutta he eivät saaneet töitään tehtyä ja olivat näin ollen esteenä Destian työn etenemiselle. Talven nopea tuleminen hidasti työmaan etenemistä tammikuun alusta lähtien.

Sähkölinjojensiirrot oli suunniteltu tehtäväksi joulukuun aikana, mutta työt niiden osalta saatiin valmiiksi vasta toukokuussa. Työmaan kolmena ensimmäisenä kuu-

kautena suunniteltuja töitä ei saatu tehtyä. Työmaalle lisättiin konekapasiteettia talven jälkeen aikataulun kiinni saamiseksi.

Jakavan murskekerroksen ajaminen oli suunniteltu tehtäväksi helmikuuhun mennessä. Talvella jakavaa murskekerrosta saatiin ajettua vain kolmasosa, loput murskeet ajettiin työmaalle toukokuussa. Kantava murskekerros ajettiin työmaalle toukokuussa. Työmaan aikataulu oli saatu toukokuuhun mennessä suunnitelman mukaiseksi konekapasiteetin lisäyksellä.

Kolmasosa rummuista ja salaojista saatiin työmaalla asennettua joulukuussa, mutta loput asennettiin huhtikuun ja toukokuun aikana. Rumpujen ja salaojien asentaminen oli haastavaa alkukeväästä maaperän ollessa vielä roudassa sekä runsaiden sulamisvesien valuminen kaivantoihin hidasti työtä.

Työmaasuunnitelmista poiketen reunakiveksi asennettiin liukuvalettu reunakivi, joka nopeutti työtä sekä kustannukset pienenivät. Reunakivi asennettiin kolmessa päivässä, suunnitelmassa työhön oli varattu aikaa kaksi viikkoa. Pyörätien päällystystä jouduttiin siirtämään kaksi viikkoa suunnitelmasta eteenpäin, kunnan päällystäessä ajotietä samanaikaisesti. Kohteen päällystämisen sekä reunakiven asentamisen suoritettiin alihankintapalveluna. Työmaa valmistui aikataulussa heinäkuun toisella viikolla. /9/



Kuva 10. Reunakivi.

5.3.2 Työtehot

Kohteen taloudellisesti suurimmat työt suoritettiin aliurakoina, jotka olivat pyörätien päällystys, reunakiven asennus, kaivutyöt, maanajo sekä murskeen ajo. Päällystykseen sekä reunakiven asennuksen suoritti sama yritys. Murskeen ajosta oli tehty määräurakka, eli työmaalle ajotusta määrästä maksettiin.

Pyörätietyömaan pintamaanpoiston toteutunut työmäärä oli sama kuin kustannuslaskelmassa. Maanleikkauksessa sekä rumpujen asentamisessa työmäärät ylittivät kustannuslaskelmaan verraten. Molemmat työt alkoivat talvella, mutta ankara talvi hidasti töiden etenemistä.

Murskeen ajon suunnitellut työmäärät työvuoroa kohden toteutuivat kustannuslaskelman mukaisesti. Materiaalin toimittaneen yrityksen kanssa materiaalin saatavuus oli hyvä. Mursketta oli aina saatavilla, kun sitä työmaalla tarvittiin.

Kohteen työtehojen tarkastelu oli haastavaa useiden töiden ollessa urakoita. Urakasopimuksien taloudelliset riskit työn suorituksista siirtyivät aliurakoitsijoille ja siitä johtuen Destian työaikainen työtehojenseuranta oli vähäistä. /8/

5.3.3 Ongelmakohdat

Pyörätietyömaan ongelmakohdat liittyivät talven ennakoitua aikaisempaan tulemiseen ja sen johdosta työsuunnitelmien muutokseen. Töiden hidaskäynnin eteneminen talvella lisäsi kustannuksia työmaalle. Työskentely tiealueen välittömässä läheisyydessä aiheutti vaaratilanteita.

Aliurakoiden töiden yhteen sovittaminen oli ajoittain haasteellista. Päällystykseen suorittaneen yrityksen päiväeteneminen oli suunniteltua vähäisempi. Päällystykseen hidaskäynnin eteneminen esti kaivinkoneurakoitsijan viimeistelytöiden etenemistä.

Työmaamestarin ja sähköyhtiön edustajien keskinäinen kommunikointi oli heikkoa. Toukokuusta lähtien Destian sekä sähköyhtiön työmaanjohto pitivät työmaa-

palaverin joka maanantai. Palaverit olisi pitänyt aloittaa aikaisemmin, että sähköyhtiön ja Destian työt olisivat edenneet yhdenmukaisesti. /6/

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Opinnäytetyössä laadittiin jälkilaskenta kahdesta maanrakennushankkeesta. Jälkilaskentatiedolla kustannuslaskelman ja toteuman välisien erojen syitä tiedusteltiin työmaanjohdolta sekä työmaan henkilöstöltä. Toimenpiteitä jälkilaskennan laatimisessa on ollut työmaapäiväkirjojen tarkastelu, työmaahenkilöstön haastattelut sekä työmaan toteutuneiden kulujen tarkastelu.

Työmaamestarin mukana olo jo laskentavaiheessa selkeyttää työmaamestarin käsitystä työmaan kustannuksista ja työmääristä. Työmaamestarin tarjouslaskennassa käytetty aika on hyödyksi rakennusvaiheessa, kun työmäärät ja hinnat on jo kerran aikaisemmin jouduttu miettimään ajatuksella.

Työmaat valmistuivat aikataulussa sekä molempien työmaiden taloudellinen tulos oli hyvä. Työmaan tuloksen parantamisen kannalta sekä tulevien urakkakilpailuja laskettaessa molemmista työmaista löytyy parannettavia osa-alueita.

Opinnäytetyötä tehdessä huomioin jälkilaskentatiedon hankkimisen haastavaksi. Yritykseltä puuttuu selkeä ja helppokäyttöinen jälkilaskentapohja. Tulevien työmaiden läpiviennissä tulisi huomioida kohteiden jälkilaskentatietojen huolellisempaan keräämiseen. Jälkilaskentatiedon asema urakoitsijan kustannuslaskelmassa on merkittävä, mikä pitäisi huomioida kohteiden rakentamisen yhteydessä.

Työmaiden jälkilaskentatiedolla pystytään seuraamaan työmaiden toteutuneita työtehoja ja työmääriä sekä kehittämään kustannuslaskijoiden kustannustietoutta. Maanrakennusalan kovan kilpailun johdosta kustannuslaskijoilla täytyy olla ajan-kohtaista tietoa työmääristä.

LÄHTEET

- /1/ Työmaasuunnittelun ja –seurannan kehittäminen 2012. Viitattu 26.3.2013. Julkaisu saatavissa Destian tietojärjestelmässä.
- /2/ Lindholm, M. 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki. Suomen Rakennusmedia Oy.
- /3/ Enkovaara, E., Haveri, H. & Jeskanen, P. 1998. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- /4/ INFRA 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö määramittausohje. Versio 2.1. 2009. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- /5/ Haahtela, Y. & Kiiras, J. 1980. Rakennuttajan ja suunnittelijan kustannustieto. Helsinki. Suomen rakennuttajaliitto ry.
- /6/ Nygård, S. 2013. Työpäällikkö. Destia. Haastattelu 2.4.2013.
- /7/ Pyhälä, J. 2013. Tarjouspäällikkö. Destia. Haastattelu 28.3.2013.
- /8/ Luoto, T. 2013. Rakennusmestari. Destia. Haastattelu 14.2.2013.
- /9/ Kallio, J. 2013. Urakoitsija. Juhana Paja Oy. Haastattelu 12.3.2013.
- /10/ Yli-Hakola, M. 2013. Urakoitsija. Nurmon Kaivuu Ky. Haastattelu 14.3.2013.

Projektien kustannukset

| Viemäryömaa | | | |
|--|---|-------------------------------|--------------|
| Projekti - Aliprojekti - Tehtävä - Kulu- laji | Toteutuneet kustannukset [€] | Kustannusarvio [€] | Ero/€ |
| 411614 Viemäryömaa | | | |
| 41161400 Viemäryömaan Yhteiskus- tannukset | | | |
| 9891 Projektin johtaminen | | | |
| 41161401 Viemäryömaa, Työkustan- nukset | | | |
| 162100 Putki- ja johtokaivannot | | | |
| AH Ulkopuoliset palvelut | | | |
| AT Aineet ja tarvikkeet | | | |
| MK Matkakulut | | | |
| VU Vuokrat | | | |
| 171700 Irtilouhittu rakenne | | | |
| AH Ulkopuoliset palvelut | | | |
| AT Aineet ja tarvikkeet | | | |
| 2100 Maaleikkaus | | | |
| 6800 Kuivatusrakenteet ja putkituk- set | | | |
| 7700 Tietyöt | | | |
| 8710 Mittauspalvelut | | | |
| Yhteensä | | | |

Viemäryömaa, työvaihetarkastelu

| TYÖVAIHE | YKSIKKÖ | Määrä/ kustan- nusarvio | Määrä/ Toteuma | Ero/tuntia |
|-----------------|----------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|
|-----------------|----------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|

| Pintamaan poisto | m2tr | 7500 | 7500 | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|----|
| Kaivinkone | t | 104 | 75 | 29 |
| Traktori | t | 112 | 24 | 88 |

| Hyötypuun poisto | kpl | 150 | 70 | |
|-------------------------|------------|------------|-----------|----|
| metsuri | t | 102 | 24 | 78 |
| Traktori | t | 46 | 16 | 30 |

| Maanleikkaus kaivanto | m3ktr | 5000 | 5000 | |
|------------------------------|--------------|-------------|-------------|-----|
| Kaivinkone | t | 378 | 396 | -18 |
| Rakennusammattimies | t | 248 | 260 | -12 |
| Traktori | t | 136 | 113 | 23 |

| Putkitus | m | 2500 | | |
|---------------------|----------|-------------|-----|-----|
| Kaivinkone | t | 365 | 386 | -21 |
| Rakennusammattimies | t | 333 | 386 | -53 |

| Louhinta | m3ktr | 1500 | 2000 | |
|-----------------|--------------|-------------|-------------|------|
| Louhinta | t | 1500 | 747 | 753 |
| Kaivinkone | t | 216 | 643 | -427 |

| Viimeistelytyöt | m2tr | 7500 | 7500 | |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-----|
| Kaivinkone | h | 228 | 120 | 108 |
| Rakennusammattimies | h | 224 | 144 | 80 |

Yleisaikataulu, pyörätietyömaa

| Työvaihe | kk/vko | Joulukuu | | | | | | | Tammikuu | | | | | | | Helmikuu | | | | | | | Maaliskuu | | | | | | | Huhtikuu | | | | | | | Toukokuu | | | | | | | Kesäkuu | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------|------------|----|----|----|----|---|---|------------|---|---|---|---|---|---|------------|----|----|----|----|----|----|-----------|----|----|----|----|----|----|------------|----|----|----|--|--|--|------------|--|--|--|--|--|--|------------|--|--|--|--|--|--|------------|--|--|--|--|--|--|
| | | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Linjojen siirrot | | ██████████ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Maanleikkaus | | ██████████ | | | | | | | ██████████ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jakavakerros | | | | | | | | | ██████████ | | | | | | | ██████████ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kuivatustyöt(rummut ym.) | | ██████████ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| kantavakerros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ██████████ | | | | | | | ██████████ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kivityöt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ██████████ | | | | | | | ██████████ | | | | | | | | | | | | | |
| Liikennemerkkit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ██████████ | | | | | | | ██████████ | | | | | | |
| Päällystys | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ██████████ | | | | | | | ██████████ | | | | | | |
| Maisemanurmi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ██████████ | | | | | | | ██████████ | | | | | | |
| Viimeistelytyöt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ██████████ | | | | | | | ██████████ | | | | | | |
| | | ██████ | | | | | | | toteutuma | | | | | | | ██████ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Projektien kustannukset

| Pyörätie | | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------|--|
| Projekti - Aliprojekti - Tehtävä - Kululaji | Toteutuneet kustannukset [€] | Kustannusarvio [€] | |
| 402508 Pyörätie | | | |
| 40250800 Yhteiskustannukset | | | |
| 9890 Työpäälliköiden kustannukset | | | |
| 9891 Projektin johtaminen | | | |
| 9897 Kiinteistökustannukset | | | |
| 40250801 Työkustannukset pyörätie | | | |
| 1110 Puuston poisto | | | |
| 162100 Putki- ja johtokaivannot | | | |
| 2100 Maaleikkaus | | | |
| 312200 Hulevesiviemäriputket | | | |
| 312300 Hulevesiviemärien tarkastuskaivot | | | |
| 3162 Kivien rikkominen | | | |
| 4430 Jakavat kerrokset | | | |
| 4510 Sitomattomat kantavat kerrokset | | | |
| 5210 Asfalttibetoni | | | |
| 5410 Betoni kiviverhous | | | |
| 5710 Reunatuet | | | |
| 6810 Päätierummut | | | |
| 6820 Sivuojarummut | | | |
| 6830 Salaojat | | | |
| 7700 Tietyöt | | | |
| 7916 Betonikiviverhouksen teko | | | |
| 8710 Mittauspalvelut | | | |
| 9999 Tekninen | | | |
| Yhteensä | | | |

Pyörätiettyömaa

| TYÖVAIHE | YKSIKKÖ | Määrä/ kustan- nusarvio | Määrä/ Toteuma | Ero/tuntia |
|-----------------|----------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|
|-----------------|----------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|

| | | | | |
|-------------------------|-------------|--------------|--------------|----|
| Pintamaan poisto | m2tr | 18500 | 18500 | |
| Kaivinkone | t | 48 | 52 | -4 |
| Traktori | t | 37 | 36 | 1 |

| | | | | |
|---------------------|--------------|-------------|-------------|----|
| Jakavakerros | m3rtr | 6760 | 6760 | |
| Kaivinkone | t | 124 | 103 | 21 |

| | | | | |
|----------------------|--------------|-------------|-------------|---|
| Kantavakerros | m3rtr | 1212 | 1212 | |
| Kaivinkone | t | 26 | 24 | 2 |

| | | | | |
|---------------------|--------------|-------------|-------------|-----|
| Maanleikkaus | m3ktr | 7500 | 7500 | |
| Kaivinkone | t | 274 | 322 | -48 |
| Traktori | t | 247 | 291 | -44 |

| | | | | |
|---------------------|----------|------------|-----|------|
| Rummut | m | 555 | 555 | |
| Kaivinkone | t | 114 | 130 | - 16 |
| Rakennusammattimies | t | 126 | 130 | -4 |