

Juho Ylitalo

Jälkilaskenta maanrakennushankkeessa

Jälkilaskenta maanrakennushankkeessa

Juho Ylitalo
Opinnäytetyö
Kevät 2022
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, Yhdyskuntatekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä(t): Juho Ylitalo

Opinnäytetyön nimi: Jälkilaskenta maanrakennushankkeessa

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Post-Calculation of Soil Construction Projects

Työn ohjaajat: Lehtori Jere Kangas, Oulun ammattikorkeakoulu ja Hannu Huhtala, Destia Oy

Työn valmistuslukuksi ja -vuosi: Kevät 2022

Sivumäärä: 39 + 8 liitettä

Maanrakennushankkeen jälkilaskennan tavoitteena on selvittää toteutuneet kustannukset ja erot tarjouslaskelmaan verrattuna. Jälkilaskennan kautta yritykselle saadaan ajantasaista tietoa hankkeen todellisista kustannuksista, materiaalimenekeistä ja työsaavutuksista. Jälkilaskennan avulla uusien kohteiden tarjouslaskenta on tarkempaa ja yrityksen mahdollisuudet saada uusia hankkeita paranevat.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä esimerkkihankkeen valituille tehtäville jälkilaskenta ja tutkia hankkeen toteutuneita työtehoja ja kustannuseroja tarjouslaskelmaan verrattuna sekä materiaali-kohtaisia massakertoimia. Jälkilaskenta toteutettiin selvittämällä hankkeen aikana kertyneet kustannukset ja materiaalmäärät, minkä jälkeen tietoja verrattiin tarjouslaskelmaan. Jälkilaskenta suoritettiin käyttämällä hyödyksi mm. aliorakoitsijoiden omaa työnseurantaa, Infrakitin työseurantaa kaivinkoneiden käyttämien mallien pohjalta, työmaapäiväkirjojen merkintöjä sekä työmaan aikana tehtyjä havaintoja.

Opinnäytetyön laskelmien perusteella havaittiin, että toteutuneissa kustannuksissa on paikoin suuriakin eroja tarjoukseen verrattuna. Myös työtehoissa ja materiaalien massakertoimissa havaittiin merkittäviä eroja tarjouslaskelmassa käytettyihin arvoihin verrattuna.

Jälkilaskennan aikana todettiin, että työnseurannalla on merkittävä rooli jälkilaskennassa. Haasteena oli erityisesti kaivinkonetuntien jakaminen tehtävittäin, ja välillä työtuntien jakautumisen määrittelyssä jouduttiin tyytymään arvoihin, mikä aiheutti hieman puutetta jälkilaskennan tarkkuudessa. Tulevaisuudessa kustannusten seurantaan tulisi kiinnittää enemmän huomiota jo työn aikana.

Jälkilaskennan tuloksia ja niiden tarkempaa käsittelyä ei sisällytetty julkaistavaan työhön, vaan tiedot annettiin yrityksen omaan käyttöön. Julkaistussa opinnäytetyössä käsiteltiin jälkilaskennan periaatetta, hankkeen etenemistä, jälkilaskennan toteutusta sekä työmaalla aiheutuneita ongelmia, jotka osaltaan vaikuttivat jälkilaskentatuloksiin. Tuloksia julkaistussa versiossa on käsitelty vain yleisen pohdinnan tasolla.

Asiasanat: Jälkilaskenta, kustannusvalvonta, maanrakennus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Option of Municipal Engineering

Author(s): Juho Ylitalo

Title of thesis: Post-Calculation of Soil Construction Projects

Supervisor(s): Senior Lecturer Jere Kangas, Oulu University of Applied Sciences and Hannu Huhtala, Destia Ltd

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2022

Number of pages: 39 + 8 appendices

The purpose of the post-calculation is to find out the actual costs and differences compared to the offer calculation. The post-calculation provides the company with up-to-date information about the actual costs of the project, material costs and working capacities. The results make the offer calculations for new projects more accurate.

During the thesis, a post-calculation was made for the example project. The aim was to perform a post-calculation for selected tasks and to investigate the actual work capacities, cost differences compared to offer calculation and realized mass factors for different materials. The post-calculation was performed based on the costs and amounts of materials used during the project, which were then compared to offer calculations. The post-calculation was made using the subcontractors own work monitoring, Infrakit's work monitoring based on the models used by the excavators, daily log of works and observations made during the construction.

Based on the results, there were some large differences observed in actual costs compared to the offer calculation. Significant differences in some work capacities and material mass factors were also observed compared to those used in the offer.

During the post-calculation, the importance of labor monitoring for the post-calculation was observed. The challenge was especially the distribution of excavator hours by tasks and sometimes there had to be assumptions made, which caused a slight lack of accuracy in the post-calculations. In the future, more attention should be paid to monitoring the costs during the work.

The results of the post-calculations and their processing have not been included in the published work and the information is meant for the company's own use only. Published work includes the principles of post calculation, the progress of the work, the progress of the post-calculation and the problems at the construction site that may have caused differences in the post-calculations compared to offer calculations. The results in the published work have only been discussed at the level of general reflection.

Keywords: Post-calculation, cost management, excavation, construction

ALKULAUSE

Kiitän Destia Oy:n työpäällikkö Hannu Huhtalaa mielenkiintoisesta ja erityisesti hyödyllisestä aiheesta sekä ohjauksesta opinnäytetyön aikana. Kiitokset myös lehtori Jere Kankaalle ohjauksesta ja neuvoista opinnäytetyötä tehdessä.

Kalajoella 11.4.2022

Juho Ylitalo

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	KUSTANNUSVALVONTA MAANRAKENNUSHANKKEESSA	9
2.1	Tarkkailulaskenta	10
2.2	Kustannusten ennakkotarkkailu	11
2.2.1	Tehtävien ennakkotarkkailu	11
2.2.2	Hankintojen ennakkotarkkailu	12
2.2.3	Hanketehtävien ennakkotarkkailu	12
2.3	Budjettitarkkailu	12
2.3.1	Tehtävien budjettitarkkailu	12
2.3.2	Hankintojen budjettitarkkailu	14
2.3.3	Hanketehtävien budjettitarkkailu	14
2.4	Lopputuloksen ennustaminen	15
2.5	Lisä- ja muutostyöt	15
3	JÄLKILASKENTA	17
3.1	Jälkilaskentatiedon käyttö	17
3.2	Jälkilaskennan toteutus	18
3.2.1	Jälkilaskentakokous	19
3.2.2	Viitekansio	20
4	URAKKAKOHDE	21
4.1	Mt 7714 kevyen liikenteen väylän rakentaminen	22
4.2	Tarjousvaihe	25
4.3	Töiden eteneminen	25
5	MT 7714 KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄN JÄLKILASKENTA	30
5.1	Jälkilaskenta Destialla	30
5.2	Jälkilaskentatiedon keräys	30
5.3	Ongelmat työmaalla	31
6	JÄLKILASKENNAN TULOKSET	35
7	YHTEENVETO	37

LÄHTEET.....	39
LIITTEET	40

1 JOHDANTO

Jälkilaskenta on osa maanrakennushankkeen kustannusvalvontaa ja sitä suoritetaan niin hankkeen aikana kuin sen päätyttyä. Jälkilaskennan kokonaisuuteen kuuluvat hankkeen aikainen kustannusten seuranta, jälkilaskenta hankkeen tai tehtävän valmistuttua, jälkilaskentapalaverit sekä valmiista hankkeesta tehtävä viitekohteiden kokoaminen. Jälkilaskennan avulla havaitaan mahdolliset kustannuserot tehtävissä ja saadaan tärkeää tietoa yrityksen tarjouslaskentaa varten. Jälkilaskentatiedon perusteella voidaan perehtyä hankkeen kustannuseroihin tarjouslaskelmiin verrattuna ja selvittää eroihin johtaneita syitä. (1.)

Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä maanrakennushankkeen kustannusten muodostumiseen ja suorittaa jälkilaskenta maanrakennushankkeelle. Opinnäytetyössä käsiteltävä urakka on työtä kirjoitettaessa rakennusvaiheessa ja osa hankkeen töistä toteutetaan keväällä ja kesällä 2022, joten opinnäytetyöhön ei voida sisällyttää kaikkien töiden jälkilaskentaa. Jälkilaskennan tuloksista saatavia toteutuneita kustannuksia verrataan tavoitteisiin, lisäksi tutkitaan toteutuneita työtehoja sekä selvitetään toteutuneita massakertoimia eri materiaaleille. Tulosten avulla saadaan parannettua yrityksen tietoja työsaavutuksista ja materiaalimenekeistä. Tulosten perusteella arvioidaan myös mahdollisiin poikkeamiin johtaneita syitä, jotta samat virheet voidaan tulevaisuudessa välttää. Mahdollisuuksien mukaan työssä hyödynnetään mallipohjaisen tuotannon hyötyjä töiden ja massojen seurannassa.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Destia Oy:n kunnossapitopalvelut. Destia Oy on suomalainen infra- ja rakennusalan yritys, joka rakentaa, suunnittelee ja ylläpitää mm. liikenneväyliä ja rautateitä. Destia Oy on osa kansainvälistä Colas-konsernia. Destia Oy:n kunnossapitopalvelut suorittaa pääasiassa maanteiden kunnossapitoon liittyviä hankkeita, mutta osallistuu myös paikallisten rakennushankkeiden rakentamiseen. Jälkilaskenta tunnistetaan yrityksessä tärkeäksi osaksi hankkeita, ja hankkeesta haluttiin saada jälkilaskentatietoa hyödynnettäväksi henkilöstön kustannustietoisuudessa. (2;3.)

2 KUSTANNUSVALVONTA MAANRAKENNUSHANKKEESSA

Kustannusvalvonta maanrakennushankkeessa voidaan toteuttaa arviointiteorian tai ohjausteorian periaattein. Arviointiteoriassa kustannusmuutoksiin ei välttämättä reagoida, vaan toteuman tarkkailussa lähinnä todetaan hankkeen tilanne, minkä jälkeen hanketta jatketaan ja lopputulos on enemmänkin sattumanvarainen. Ohjausteoriaan kuuluvat hankkeelle asetetut tavoitteet, joiden mukaan hanketta ohjataan ja poikkeamiin reagoidaan, jotta toteuma saadaan ohjattua tavoitteiden mukaisiksi. (4, s. 14.)

Kustannusvalvontaa suunniteltaessa ovat lähtökohtina mm. hankkeen ominaisuudet, riskit, resurssit, rahoitus ja markkinatilanne. Yksinkertaisissa hankkeissa, joissa käytetään yleisiä ja tavanomaisia käytäntöjä, voidaan kustannushallinta toteuttaa arviointiteorian mukaisesti. Yleensä kuitenkin infrahankkeet ovat olosuhteiltaan erilaisia eikä työtehtävien menekkejä voida olettaa vastaaviksi kuin muissa hankkeissa. Tällöin perustellumpaa on käyttää ohjausteoriaa ja valvoa kustannusten muodostumista tarkasti, jotta urakan tavoitteet saavutetaan. (4, s. 14.)

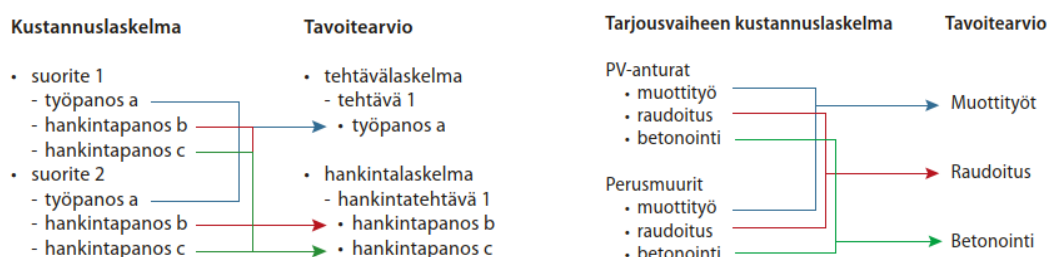
Rakentamisvaiheen aikaisen kustannusvalvonnan tavoite on varmistaa, että hankkeelle asetetut tavoitteet toteutuvat tavoitearvion mukaisesti. Taloudellisten tavoitteiden lisäksi tulee varmistua myös laatuvaatimusten täyttymisestä. Rakentamisvaiheen aikainen kustannusvalvonta perustuu hankkeelle asetettuihin tavoitteisiin, jotka asetetaan ennen rakentamista tavoitearviossa. Kustannus- ja aikataulutavoitteet perustuvat hankkeen kustannusarvioon, hankintasuunnitelmiin, aikatauluihin ja muihin sopimusasiakirjoihin. Tavoitearvio luodaan kustannusarvion perusteella ja kustannukset ajoitetaan yleisaikataulun ja tavoitearvion pohjalta. (5, s. 80.)

Rakennusvaiheen aikaiseen kustannusvalvontaan kuuluvat (5, s. 80):

- tavoitearvion laatiminen kustannusarvioon perustuen
- yksittäisten hankintojen ja tehtävien suunnittelu sekä tehtäväsuunnitelmien laatiminen
- hankkeen kustannusten valvonta töiden edetessä
- toteutuneiden kustannusten perusteella tehdyt ennusteet lopputuloksista
- poikkeamiin reagoiminen ja hankkeen ohjaus tavoitteiden mukaisiksi
- lisä- ja muutostöiden hinnoittelu

- jälkilaskenta ja taloudellinen loppuselvitys hankkeen valmistuttua.

Hankkeen kustannustavoitteet määritetään tavoitearviossa. Tavoitearvio muodostetaan kustannusarvion perusteella ja sen tarkoitus on ohjata hanke tavoitteiden mukaiseksi. Tavoitearvio tehdään jakamalla kustannukset tehtäville ja hankintakokonaisuuksille eli kohteen tarjousvaiheen osittelua tarkennetaan seurantalitteroiksi siten, että kustannusten kertymää on helppo valvoa ja ennustaa. Tavoitearvio määrittää hankkeelle konkreettiset kustannustavoitteet. (Kuva 1.) (5, s. 80-81.)



KUVA 1. Tavoitearvion laatimisen periaate (5, s. 80)

2.1 Tarkkailulaskenta

Kustannusvalvonta perustuu toteutuneiden kustannusten seurantaan. Toteutuneita kustannuksia verrataan tavoitearvioon. Jatkuvalla kustannusten seurannalla kustannusten ylittymiseen voidaan reagoida ja tehdä tarvittavia korjauksia nopeasti. Työkaluna kustannusvalvonnassa käytetään tarkkailulaskentaa, jonka avulla toteutuneita määriä ja kustannuksia verrataan tavoitteisiin. Kun toteutuneita kustannuksia seurataan tarkasti, voidaan myös ennustaa tehtävän lopputulos. Kustannusvalvonnan ja lopputulosennusteiden avulla hanke saadaan todennäköisemmin ohjattua haluttuun lopputulokseen tai jopa alittamaan kustannusarvion. (6, 106-107.)

Tarkkailulaskennassa hankkeen tehtäville ja hankinnoille tehdään ennakkotarkkailu ja toteutuneet kustannukset kerätään työmaan edetessä ja kohdistetaan sitä mukaan oikeille litteroille. Kustannustarkkailu jakautuu tehtäviin, hankintoihin ja työmaateknisiin tehtäviin. Kustannusvalvonnassa keskitytään ennen kaikkea ennakkotarkkailuun, jonka avulla tehtävien ja hankintojen tavoitteen

mukaisuus voidaan varmistaa ennen niiden toteutusta tai hankintaa. Budjettitarkkailun avulla seurataan tehtäviä tai hankintoja töiden aikana ja ennustetaan niiden lopputulos. (6, 107-108.)

2.2 Kustannusten ennakkotarkkailu

Kustannusvalvonnassa tulisi erityisesti painottaa tehtävien ja hankintojen edeltävää tarkkailua, jotta niiden tavoitteidenmukaisuus olisi selvillä jo ennen töiden aloittamista. Ennakkotarkkailu tehdään jokaiselle kustannuksiltaan merkittävälle tehtävälle tai hankinnalle ennen niiden toteutusta. Ennakkotarkkailussa tehtävälle havaittuja kustannuksia verrataan hankkeelle asetettuihin tavoitteisiin ja selvitetään kustannuserot. Ennakkotarkkailussa havaittuihin eroihin voidaan helposti vielä vaikuttaa. Jos ennakkotarkkailun perusteella kustannukset ylittävät tavoitteet, mietitään halvempia toteutuskeinoja esimerkiksi työmenetelmiä tai palkkaustapoja muuttamalla. (6, s. 109; 7, s. 168-169.)

2.2.1 Tehtävien ennakkotarkkailu

Tehtävien ennakkotarkkailu tehdään tehtäväsuunnitelman avulla. Ennen toteutusta tehtävälle tehdään tehtäväsuunnitelma, jonka avulla varmistetaan, että työ on mahdollista toteuttaa tavoitteiden mukaisesti. Tehtäväsuunnitelmassa selvitetään myös, että työhön tarvittavat resurssit eivät ylity ja ovat käytettävissä koko tehtävän ajan. Tehtäväsuunnitelmalla myös varmistetaan, että siitä vastaavat henkilöt tuntevat tehtävän resurssit, aikataulut ja tavoitteet. Suunnitelmaan merkitään toteutukseen vaadittavat resurssit, työvaiheet ja aikataulu. Tehtävän ajallinen mitoitus ja taloudellisuuslaskelma selviävät siis tehtäväsuunnitelmasta. (6, s. 109.)

Tehtäväsuunnitelma tulisi tehdä ainakin tärkeimmille tehtäville, joiden aikataulu on kriittinen hankkeen kannalta tai kustannusten osuus hankkeesta on merkittävä. Monet tehtävät voivat esimerkiksi pitkittyessään vaikuttaa myös muiden töiden suorittamiseen. Myös laatuvaatimuksiltaan tarkoista ja työnjohdolle tuntemattomista tehtävistä tulisi aina tehdä suunnitelma ennen töiden suorittamista. (5, s. 82-83.)

2.2.2 Hankintojen ennakkotarkkailu

Hankintakaupat tulee suunnitella yksityiskohtaisesti ennen kauppojen toteutusta. Hankintojen ennakkotarkkailussa tavoitebudjetista kootaan kyseistä hankintaa vastaava tavoitesumma, jota verrataan kauppasummaan. Tavoitteen ylittyessä hankinnan sisältöä voidaan joutua muuttamaan tai mahdollisuuksien mukaan kysymään muita tarjouksia. Hankintojen ennakkotarkkailussa tuleekin kiinnittää huomiota todellisiin hankittaviin määriin, jotka voivat poiketa tavoitteesta. Hankintasuunnitelmassa saadaan selvitettyä todelliset hankintamäärät. Pelkästään tarjousten vertailulla ja halvimman valinnalla ei välttämättä siis päästä haluttuun lopputulokseen. (6, s. 109-110.)

2.2.3 Hanketehtävien ennakkotarkkailu

Hanketehtävien osalta ennakkotarkkailua ei voi käyttää jokaisessa hanketehtävässä, vaan niitä valvotaan budjettitarkkailun avulla. Osalle hanketehtävistä voidaan kuitenkin suorittaa ennakkotarkkailu ja suunnitella ne ennen tehtävien aloitusta. Esimerkiksi työmaan hallinto, työmaarakennukset, nosto-, siirto- ja telinekalusto voidaan mahdollisesti ennakoida tarkasti ja tehdä näille suunnitelma. Hanketehtävien kustannuksia verrataan tavoitteisiin ja tavoitteiden ylittyessä tehdään mahdollisesti muutoksia, jotta hanketehtävien osalta päästään kustannustavoitteisiin. (6, s. 110.)

2.3 Budjettitarkkailu

Budjettitarkkailulla valvotaan työaikaista kustannusten muodostumista, jotta pysytään ajan tasalla tehtävien tilanteesta. Budjettitarkkailun avulla voidaan myös ennustaa tehtävien lopputulos töiden ollessa kesken. Budjettitarkkailussa valvotaan toteutuneita suoritemääriä, hankintakauppoja ja kustannusten kertymistä. (6, s. 110.)

2.3.1 Tehtävien budjettitarkkailu

Tehtävien budjettitarkkailussa työkaluna käytetään tuotannonarvolaskelmaa. Tuotannonarvolaskelman avulla saadaan seurattua työtehtävien edistymistä ja tuottavuutta sekä selvitettyä tuotta-

vuus- ja aikatauluero. Tuotannonarvolaskelma tehdään merkittävillä tehtävillä vähintään seurattavan tehtävän lopussa, mutta suurempi hyöty saadaan, kun se tehdään säännöllisesti myös työn aikana. Tehtävänäikaiset tuotannonarvolaskelmat vaativat enemmän työtä, mutta mahdollistavat tuottavuus- ja aikatauluerojen havaitsemisen ajoissa, jotta niihin voidaan reagoida. Tehtävän valmistuttua tehty laskelma antaa hyvän tilannearvion kohtuullisella työmäärällä. Tuotannonarvolaskelmien perusteella voidaan tehdä myös ennuste tehtävän lopputuloksesta. (6, s. 110.)

Tuotannonarvolaskelmaa varten kerätään tehtävän toteutuneet tunnit ja aikataulun mukaiset tunnit. Aikataulun mukaiset tunnit lasketaan tehtävän valmiusasteen ja tehtävän kokonaistuntimäärän perusteella. Tuotannonarvolaskelmassa selvitetään tehtävän valmiusaste, tuotannonarvo, tehtävän edistyminen ja tuottavuus. (6, s. 110-111.)

Valmiusaste tarkoittaa toteutuneiden määrien suhdetta tehtävän kokonaismääriin. Tuotannonarvo lasketaan valmiusasteesta kertomalla se tehtävän tavoitteessa olevilla tunneilla. Tuotannonarvon perusteella voidaan laskea tehtävän edistyminen, kun tuotannonarvosta vähennetään aikataulun mukaiset tunnit. Tehtävän edistyminen tarkoittaa ajallista eroa tehtävän toteumassa ja tavoitteessa. Negatiivinen tulos tarkoittaa, että tuotanto on aikataulusta jäljessä, ja positiivinen tulos, että tuotanto on edellä aikataulua. (6, s. 110-111.)

Kun tuotannonarvosta vähennetään toteutuneet tunnit, saadaan laskettua työn tuottavuus. Tuottavuus kuvaa tavoitteen mukaisten ja toteutuneiden tuntien välistä eroa laskentahetkellä. Jos työmenekki ylittyy tai toteutuneet määrät ovat arvioitua suuremmat, tuottavuus on negatiivinen. Positiivinen tulos tarkoittaa, että työn arvo on saavutettu tavoitetta vähemmällä työtunneilla. Taulukossa 1 on esitetty tuotannonarvolaskelman kaavat. (6, s. 110-111.)

TAULUKKO 1. Tuotannonarvolaskennan kaavat (6, s. 111)

Tulos (yksikkö)	Kaava
Valmiusaste VA (%)	toteutunut määrä / kokonaismäärä
Tuotannonarvo TA (h)	VA x tavoite (TAV)

Tehtävän edistyminen (h)	Tuotannonarvo (TA) – aikataulun mukaiset tunnit
Tuottavuus (h)	Tuotannonarvo (TA) – toteutuneet tunnit (TOT)

2.3.2 Hankintojen budjettitarkkailu

Hankintojen kustannuksia tarkkaillaan jatkuvasti hankintakauppojen toteutuessa. Hankintojen budjettitarkkailu on siis kauppojen jatkuvaa valvontaa tehdyistä kaupoista. Hankintakauppojen tavoitteidenmukaisuus varmistetaan hankintasuunnitelmilla ja taloudellisuuslaskelmalla. Hankintakauppoja tehtäessä kootaan kauppaa vastaava tavoite, jota verrataan kauppasummaan. Budjettitarkkailun yhteydessä selviävät kustannuserot, kun taas ennakkotarkkailun tarkoituksena on havaita määräerot. (6, s. 112.)

2.3.3 Hanketehtävien budjettitarkkailu

Hanketehtävien kustannukset voidaan pääasiassa laskea käyttäen oikeita määriä ja menekkejä. Hanketehtävät ovat yleensä aikasidonnaisia, kuten työnjohto ja työmaan aikaiset rakennukset, mutta myös kertaluonteisia kustannuksia voi olla. Esimerkiksi työmaarakennusten kasaus ja purku, telinetyöt ja joidenkin työkalujen ja materiaalien hankinta voivat aiheuttaa kertaluonteisia kustannuksia. (6, s. 113.)

Aikasidonnaisten tehtävien budjettitarkkailu suoritetaan jaksoittain ja toteutuneita kustannuksia verrataan tavoitebudjettiin. Kertaluontoisten kustannusten tarkkailu perustuu toteutuneiden määrien ja kustannusten seurantaan. Hanketehtävien kustannuseurannassa on tärkeää huomioida hankkeen aikataulu, joka pitkittyessään aiheuttaa hanketehtävien kustannusten jatkuvaa nousua tavoitteeseen verrattuna. (6, s. 113.)

2.4 Lopputuloksen ennustaminen

Lopputuloksen ennustaminen on tärkeää hankkeen ohjauksen kannalta. Kun kustannus seuranta hankkeen aikana tehdään huolellisesti, voidaan tehtävien lopputulos ennustaa tarkasti. Ennusteen avulla havaitaan poikkeamat tehtävien kustannuksissa ja aikataulussa. Kokonaisen hankkeen lopputulosennusteen avulla myös yrityksen talous- ja rahoitussuunnittelu helpottuu. (6, s. 113.)

Työtehtävien ennustaminen tehdään tavoitteen tai suunnitelman perusteella riippuen siitä, onko työtehtävää aloitettu. Tavoitetta käytetään ennusteena tehtävissä, joista ei ole suunnitelmaa tai joita ei ole aloitettu. Jos tehtävälle on tehty suunnitelma, käytetään tavoitteen sijasta ennusteessa suunnitelman mukaista arviota. Meneillään olevan työn osalta ennuste tehdään olettaen, että tehtävä jatkuu samoilla työsaavutuksilla ja menekeillä. Jos tehtävän suunnitelmaa muutetaan kesken työn, tehdään ennuste toteutuneiden kustannusten perusteella valmiista työstä ja jäljellä olevan työn ennuste uuden suunnitelman mukaan. (6, s. 114-115.)

Hankintatehtävien ennuste perustuu toteutuneisiin kauppoihin ja tavoitteeseen. Tekemättömät kaupat ennustetaan tavoitteen mukaan ja tehdyt kaupat toteutuneiden mukaan. (6, s. 114-115.)

2.5 Lisä- ja muutostyöt

Hankkeen aikana töiden edetessä voi ilmaantua tarvetta lisä- tai muutostöille, joiden suorittaminen on välttämätöntä töiden jatkamiseksi. Lisä- ja muutostöitä voi aiheutua esimerkiksi virheellisistä lähtötiedoista, suunnitelmavirheistä tai jonkun osapuolen ehdottamasta muutoksesta suunnitelmiin.

Muutostyöt ovat hankkeen toteutukseen vaikuttavia muutoksia, jotka eivät vaikuta hankkeen luonteeseen olennaisesti. Lisätyöt taas ovat urakkaan kuulumattomia töitä, joiden vaikutus hankkeeseen on sen verran merkittävä, ettei niitä voida katsoa muutostöiksi. YSE 1998:n mukaan urakoitsija on veloitettu suorittamaan tilaajaan vaatimat muutostyöt, mutta lisätöitä urakoitsija ei ole veloitettu tekemään. Usein lisä- ja muutostöiden raja on kuitenkin hankala vetää, ja ne voivat aiheuttaa riitoja hankkeen osapuolten kesken. (6, s. 116.)

Isommista lisätöistä voi urakoitsija antaa tilaajalle erillisen tarjouksen, jonka tilaaja halutessaan hyväksyy tai hylkää. Pienempiä lisätöitä voidaan käsitellä laskelmissa muutostöiden tavoin, jolloin suunnitelmien muuttuessa muutoksista tehdään lisä- tai muutostyölaskelma. Laskelmassa huomioidaan töiden ja materiaalien lisäykset ja vähennykset alkuperäisiin suunnitelmiin verrattuna. Laskelmissa huomioidaan näin myös hyvitykset tilaajalle määrien vähentyessä. (6, s. 116.)

Muutostöiden hinta määritellään yleensä sopimusasiakirjoissa etukäteen sovituin hinnoin. Urakoitsija laatii muutostöiden varalle yksikköhintaluettelon, jossa on ilmoitettu yksikköhinnat urakan eri tehtäville. Esimerkiksi maaleikkauksen hinta yksikköhintaluettelossa voisi olla 5,2 €/m³ltr. Jos yksikköhintaluetteloa ei ole, voidaan hinta määritellä myös vastaavanlaisten töiden sopimusasiakirjoissa olevien hintojen perusteella. Muutostöille voidaan myös neuvotella erikseen sovittava hinta tai se voidaan suorittaa YSE 1998:n mukaiseen omakustannushintaan. Omakustannushinta tarkoittaa, että urakoitsija antaa tilaajalle tiedot omakustannehintaan vaikuttavista palkoista ja muista kuluista, joiden perusteella hinta määräytyy. Hintaan lisätään yleiskustannuslisä, johon kuuluu esimerkiksi vastaavan työnjohtajan palkka. (8, s. 39-43.)

Pienien lisä- ja muutostöiden valvonta suoritetaan yhdessä niihin liittyvän tehtävän kanssa. Vain suurempia lisätöitä valvotaan omana tehtävänä. Lisä- ja muutostöiden perusteita tulee seurata koko hankkeen ajan ja esittää vaatimukset tilaajalle ajoissa sopimusehtojen mukaan. Joissakin hankkeissa lisä- ja muutostöiden osuus urakasta voi nousta merkittäväksikin. Lisä- ja muutostyöt kirjataan tehtävä- ja hankintalaskelmiin erikseen siten, että ne vaikuttavat vain laskelmien loppusummaan. Lisä- ja muutostöiden vaikutukset koko hankkeeseen esitetään tehtävä- ja hankintaluettelossa. (6, s. 116-117.)

3 JÄLKILASKENTA

Jälkilaskenta on toteutuneisiin kustannuksiin ja määriin perustuvaa laskentaa. Jälkilaskennalla selvitetään hankkeen taloudellinen lopputulos ja tuotetaan viitetietoja hyödynnettäväksi esimerkiksi muissa vastaavien hankkeiden tarjouslaskennassa ja tehtäväsuunnittelussa. (5, s. 95; 7, s. 191.)

Jälkilaskentaan kuuluvat hankkeen aikana tapahtuva määrien ja kustannustietojen jatkuva keräys, jälkilaskentapalaveri sekä valmiista hankkeesta saatava viitetietojen kokoaminen. Jälkilaskennasta koottuja viitetietoja voidaan käyttää hyödyksi päivitettäessä esimerkiksi yrityksen tietoja materiaalien hintatasosta ja työmenekistä. Huolellisella jälkilaskennalla parannetaan yrityksen tarjouslaskentaa ja mahdollisuutta saada kannattavia hankkeita. (5, s. 95; 7, s. 191.)

3.1 Jälkilaskentatiedon käyttö

Jälkilaskennan tavoitteena on selvittää, miten kustannuslaskenta vastasi hankkeen toteutuneita kustannuksia. Kun käytössä on jälkilaskentatietoa useilta hankkeilta, voidaan havaita kustannusten tehtäväkohtaiset erot. Jälkilaskentatiedot ovat oleellinen osa hankkeen lopullisen tuloksen selvittämisessä, ja niitä voidaan käyttää hyödyksi uusien hankkeiden kustannuslaskennassa. (1, s. 45.)

Usein rakennushankkeissa jotkut tehtävät tai hankinnat onnistuvat ja jotkut epäonnistuvat. Jälkilaskentatiedon kautta saadaan yritykselle ajantasaista tietoa kohteen kustannuksista. Tietoa voidaan hyödyntää yrityksen tuotannon kehittämisessä sekä parantaa tai ajantasaistaa kustannustietoja. Jälkilaskentatiedolla saadaan varmistettua, että yrityksen kustannustiedot ovat ajan tasalla uusien kohteiden laskennassa. (1, s. 45-46.)

Kun jälkilaskentatietoa on käytettävissä useista hankkeista, voidaan jälkilaskentatietoa käsitellä tiivistetysti. Aineiston tutkimisella voidaan havaita kustannuseroja ja selvittää kustannusarvioiden tarkkuutta. Tutkimustietoa voidaan edelleen käyttää tuotannosuunnittelussa, tavoitebudjetin laadinnassa sekä työmaatekniikan kustannusarvioissa. Erityisen hyödyllistä jälkilaskentatieto voi olla kustannuslaskennan kannalta esimerkiksi käytettäessä uusia materiaaleja, työmenetelmiä tai erikoisemmissa kohteissa, joiden tyyppiset hankkeet toistuvat harvemmin. (1, s. 45-46.)

Jälkilaskentatiedon avulla voidaan kohdistaa tuotannosuunnittelun ja laskennan korjaavat toimenpiteet niihin osa-alueisiin, joissa on havaittu eroja tavoitteeseen nähden. Jälkilaskennassa havaitaan eri alueiden kustannuserot ja niiden seuraukset, mutta se ei kuitenkaan kerro syitä. Näin ollen toteutuneet kustannukset eivät välttämättä vastaa juuri sen hetken hintatasoa tai niiden todellisuutta. Tästä syystä jälkilaskentatietoa tulee käsitellä arvioiden, eikä yhden kohteen tai osa-alueen jälkilaskennan perusteella tule automaattisesti päivittää yrityksen kustannustietoja. (1, s. 46-47.)

3.2 Jälkilaskennan toteutus

Jälkilaskentaan kuuluu hankkeen aikana tapahtuva kustannustietojen kerääminen, jälkilaskentakokous sekä viitekansion kerääminen hankkeen valmistuttua. Hankkeen aikainen jälkilaskenta suoritetaan tehtävän valmistuttua. Jälkilaskentaa varten kerätään tehtävän aikana aiheutuneet kustannukset ja tavoitteen mukaiset kustannukset. Jälkilaskennan valmistuttua saadaan tietoa, miten eri tehtävät hankkeessa onnistuivat. Haasteena jälkilaskennassa voi usein olla kerätyn tiedon tarkkuus erityisesti töissä, jotka toteutetaan rinnakkain. Esimerkiksi rakennekerroksia tehdään usein rinnakkain ja maaleikkauksen yhteydessä voidaan asentaa rumpuja. (1, s. 47; 3.)

Jälkilaskentatietoa kerätään jatkuvasti hankkeen edetessä, jolloin se tuottaa reaaliaikaista tietoa hankkeen kustannuksista. Jälkilaskenta tehdään yksittäisen työkokonaisuuden valmistuttua, kun siihen liittyvät laskutukset on suoritettu. (5, s. 95.)

Jälkilaskennan aikana suoritetaan seuraavat toimenpiteet (5, s. 95):

- Varmistetaan, että jälkilaskettava työkokonaisuus on valmis, eikä siihen kohdistu enää uusia kustannuksia.
- Varmistetaan, että aiheutuneet kustannukset on kohdistettu oikeille litteroille ja korjataan virheet.
- Määrätiedot korjataan vastaamaan toteumaa ja päivitetään mahdollisten muutostöiden vaikutukset.
- Kustannuslajitiedot päivitetään toteutuneen alihankinta-asteen mukaiseksi.
- Selvitetään ja arvioidaan syyt, jotka vaikuttivat eroihin toteutuneissa kustannuksissa ja määrissä.

- Kustannusjärjestelmän ylläpitoa varten varmistetaan tarkkailunimikkeiden kelpoisuus.

Yleensä jälkilaskentaa ei suoriteta kaikille nimikkeille yhtä tarkasti. Kaikkien osalta kuitenkin varmistetaan, että työkokonaisuus on valmis ja kustannukset on kohdistettu oikeille litteroille, jotta tarkemmin laskettavien nimikkeiden kustannukset tulevat oikein. Tärkeää jälkilaskenta olisi suorittaa erityisesti kustannuksiltaan merkittävälle tehtäville. Myös helposti seurattavien tehtävien osalta jälkilaskenta kannattaa suorittaa. Valmiin jälkilaskennan tulee ainakin sisältää tiedot hankkeen tavoitteista ja toteumasta tarkkailunimikkeiden ja pääryhmien muodossa. (5, s. 95-96; 3.)

Jälkilaskennassa arvioidaan myös, että vastaako jälkilaskentatieto todellisuutta ja voidaanko sitä hyödyntää muiden kohteiden kustannuslaskennassa. Esimerkiksi työmaalla tapahtuvan virheen tai muun arvaamattoman syyn vuoksi nousseet kustannustiedot eivät ole käyttökelpoisia kustannustietojen päivittämiseen. Myös urakan takuuajaiset työt ovat tärkeää ottaa jälkilaskennassa huomioon. Huolimattomasti tehty työ voi nostaa kustannuksia urakan luovutuksen jälkeen, eikä liian aikaisin tehty jälkilaskenta välttämättä vastaa täysin lopullisia kustannuksia. (1, s. 46-47.)

3.2.1 Jälkilaskentakokous

Jälkilaskentakokouksen tarkoitus on lisätä työmaan ja kustannuslaskennan henkilöstön tietoutta toteutuneista kustannuksista ja kehittää yrityksen kustannuslaskentaa tulevaisuudessa. Kokouksessa käydään läpi jälkilaskennan tulokset työvaiheittain ja arvioidaan sekä kirjataan syyt kustannuseroihin. Kun hanke on valmis, kustannustiedot kerätään viitekansioon, johon kerätään tiedot hankkeen laadusta, olosuhteista, ominaisuuksista sekä tavoitellut ja toteutuneet kustannukset. (1, s. 47-48.)

Jälkilaskentakokoukseen tulisi osallistua hankkeen työnjohto ja muut töitä suunnitelleet henkilöt sekä hankkeen kustannuslaskijat. Kustannustavoitteet ja toteutuneet kustannukset käydään läpi tehtävittäin. Erityistä huomiota tulee kiinnittää niihin tehtäviin, joissa on havaittu kustannuseroja. Kokouksessa käydään läpi myös hankkeen lopullinen tulos ja selvitetään, mitkä osat onnistuivat ja epäonnistuivat. Työmaan henkilöstö voi esittää näkemyksensä kustannuserojen syistä. Jälkilaskentakokouksessa havaittuihin asioihin voidaan tulevaisuudessa kiinnittää enemmän huomiota ja

parantaa tuotantomenetelmiä tai kustannuslaskennan vastaavuutta todellisiin kustannuksiin. (1, s. 47-48.)

3.2.2 Viitekansio

Valmiin hankkeen jälkilaskentatiedoista kootaan viitekansio, jossa esitetään hankkeen ominaisuudet, olosuhteet ja tiedot toteutuneista ja tavoitelluista kustannuksista ja määristä. Viitekohteiksi valitaan hyvin sujuneet hankkeet, joista on saatu luotettavaa jälkilaskentatietoa. Viitekohdetta voidaan käyttää hyödyksi muiden hankkeiden tarjouslaskennassa sekä tuotannon- ja hankintojen suunnittelussa. Viitetietojen ylläpito ja kokoaminen helpottaa kustannuslaskentaa ja tuotannosuunnittelua sekä pitää yrityksen tiedot kustannustasoista ajan tasalla. Viitetietoja hyödynnettäessä tulee kuitenkin huomioida joka hankkeen erilaiset olosuhteet ja ominaisuudet. (5, s. 96; 7, s. 194.)

Malli- ja viitekohteiden tulisi olla panosrakenteeltaan tyypillisiä, jotta niitä voidaan verrata muihin hankkeisiin helposti. Mallikohteiden vertailussa käytetään kustannusrakennetta kuvaavia tunnuslukuja, kuten esimerkiksi tietyn tehtävän tai hankinnan kustannukset tilavuutta tai pinta-alaa kohden. (5, s. 96.)

Viitekohteista on erityisesti hyötyä erikoisemmissa hankkeissa, jotka toistuvat harvemmin. Harvemmin käytetyistä ratkaisuista tai tuotantomenetelmistä ei välttämättä ole saatavilla luotettavaa menekkitietoa, joten näiden kohteiden jälkilaskenta olisi tärkeää suorittaa huolellisesti ja säilyttää viitekohteina. Erityiskohteissa viitetieto auttaa myös hankintojen suunnittelussa, jotta kauppaan saadaan sisällytettyä kaikki tarvittava, eikä tilausta jouduta myöhemmin täydentämään. (5, s. 96; 7, s. 194.)

4 URAKKAKOHDE

Opinnäytetyön jälkilaskennan kohteena oli Keski-Pohjanmaalle Kannukseen rakennettava kevyen liikenteen väylä maantielle 7714 (Alaviirteentie). Hankkeen tilaajana on Varsinais-Suomen ELY-keskus ja rahoittajana toimii Kannuksen kaupunki.

Rakennustyöt aloitettiin syyskuussa 2021 ja urakka valmistuu 2022 vuoden kesäkuun loppuun mennessä. Opinnäytetyötä kirjoitettaessa rakennustyöt jäivät tauolle helmikuussa ja loput työt toteutetaan keväällä ja kesällä 2022. Tästä johtuen opinnäytetyöhön ei ole sisällytetty kaikkien urakan osien jälkilaskentaa. Urakkakohteen sijainti on esitetty kuvassa 2.



KUVA 2. M7714 kevyen liikenteen väylän rakentamisen urakka-alue

4.1 Mt 7714 kevyen liikenteen väylän rakentaminen

Urakka koostuu noin 2,8 km pituisen kevyen liikenteen väylän rakentamisesta maantielle 7714 valtatie 28 ja Kotkantien välille. Uusi kevyen liikenteen väylä alkaa Alaviirteentien itäpuolelta valtatie 28 läheltä ja kulkee itäpuolta Roikolan koululle asti, jonka kohdalla se ylittää Alaviirteentien ja jatkuu länsipuolella liittyen Kotkantiehen. Urakkaan kuuluu myös Roikolan koulun kohdalla saarekkeellisen ylityspaikan rakentaminen ja maantien leventäminen sekä liittymien rakentaminen bussipysäkille.

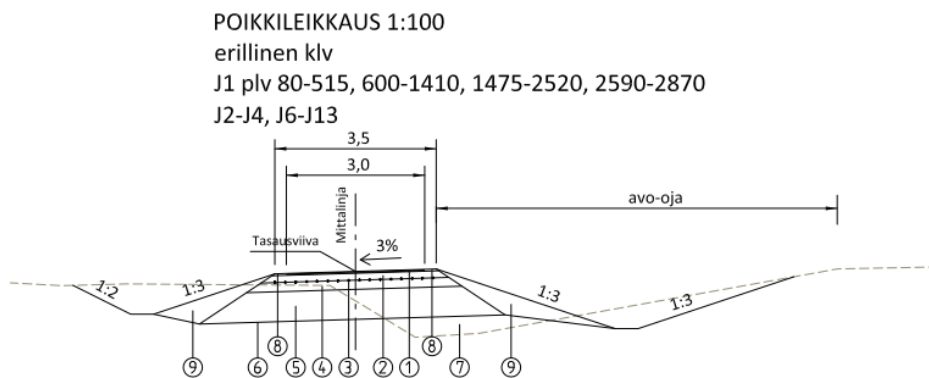
Urakkaan kuuluu myös uusien peltoliittymien ja niiden rumpujen rakentaminen sekä olemassa oleviin liittymiin rumpujen rakentaminen tai uusiminen. Muutamissa kohdissa kevyen liikenteen väylä kulkee lähellä nykyisiä rakennuksia, joissa kuivatus on toteutettu salaojilla ja hulevesiviemäröinnillä. Kuivatuksen toiminnan varmistamiseksi urakkaan kuuluu myös useiden laskuojien perkaus.

Kevyen liikenteen väylä rakennetaan suurimmaksi osaksi peltomaalle, lukuun ottamatta Roikolan koulun kohdalla sekä muutaman tontin kohdalla. Kuvassa 3 on nähtävissä havainnekuvat urakan olosuhteista. Kuvat on otettu dronella, jolla kartoitettiin työmaa-alue ennen töiden aloitusta. Oikealla puolella kuvassa on näkyvillä jakavan kerroksen koneohjausmalli kevyen liikenteen väylän hahmottamiseksi ja vasemmalla on ilmakuva samasta kohdasta. Kuva on Roikolan koulun kohdalta, jossa kevyen liikenteen väylä ylittää Alaviirteentien.



KUVA 3. Drone-kuva urakka-alueesta (9)

Väylän rakenne koostuu suodatin-, jakavasta- ja kantavasta kerroksesta. Pohjamaan päälle tulee ensin 40 cm:n tai 65 cm:n paksuinen suodatinkerros, jonka alle levitetään suodatinkangas estämään pohjamaan sekoittuminen rakennekerroksiin. Suodatinkerroksen päälle tulee 20 cm:n paksuinen jakava kerros murskeesta sekä 15 cm:n paksuinen kantava kerros murskeesta. Jakavan ja kantavan kerroksen väliin asennetaan 3,5 metriä leveä teräsverkko painumien ja routanousujen tasoittamiseksi. Kuvassa 4 on kevyen liikenteen väylän rakenteellinen poikkileikkaus kohdista, joissa se kulkee erillisenä väylänä etäällä maantiestä. Väylärakenteen kokonaispaksuus on kohdasta riippuen siis 1 040 mm tai 790 mm.



RAKENNE J1 plv 80-270, 1040-1360, 1950-2520 ja 2590-2870, J2-J4, J11-J13

Nro	Selite	Materiaali	Paksuus mm
1	Päällystekerros	AB 11/100	40
2	Kantava kerros	KaM	150
3	Teräsverkko	B500K/F30-6/5-100/150-3500/235	-
4	Jakava kerros	Sr/KaM	200
5	Suodatinkerros	Hk	400
6	Suodatinkangas	Käyttöluokka N3	
7	Penger	Kaivumaa	
8	Piennartäyte	Murske 0-16	40
9	Luiskatäyttö	Kaivumaa	

Rakennekerrokset yhteensä 790mm

KUVA 4. Kevyen liikenteen väylän rakennekerrokset

Maaleikkausta urakkaan sisältyvät pengerrykset ja luiskatäytöt mukaan lukien 19 060 m³ltr. Suodatinkerrosta väylälle rakennetaan poikkirumpujen siirtymäkiilat mukaan luettuna 11 120 m³rtr. Jakavaa kerrosta rakennetaan 3 315 m³rtr ja kantavaa kerrosta 2 070 m³rtr. Teräsverkkoa rakenteisiin kuluu 10 300 m².

Avo-ojien lisäksi kuivatus toteutetaan joillakin osuuksilla salaojilla ja hulevesiviemäroinnillä, joiden lisäksi väylälle tulee useita väylän alittavia poikkirumpuja sekä liittymärumpuja. Rumpuja väylälle rakennetaan yhteensä 625 m ja salaoja- ja hulevesiputkia 565 m. Kuivatukseen liittyen urakassa on myös perattavia laskuojia n. 2,8 km. Rakennettavan väylän alla kulkee myös paljon vesi- ja viemärijohtoja, minkä takia urakkaan kuuluu myös huomattava määrä lämmöneristämistä vesi- ja viemäriputkien kohdissa. Arvio lämmöneristeistä on yhteensä 2 100 m². Taulukossa 2 on esitetty opinnäytetyössä jälkilaskettujen ja kustannuksiltaan suurimpien töiden määrät.

TAULUKKO 2. Jälkilaskettavien ja kustannuksiltaan suurimpien töiden määrät

<i>Tehtävä</i>	<i>Määrä</i>
<i>Laskuojien perkaus</i>	2 759 m/1 500 m ³ ktr
<i>Lämmöneristykset</i>	2 100 m ²
<i>Putkitukset</i>	1 190 m + kaivot 26 kpl 2 115 m ³ rtr alku- ja lopputäyttöjä
<i>Maaleikkaus</i>	19 060 m ³ ktr
<i>Suodatinkerros & siirtymäkiilat</i>	11 120 m ³ rtr
<i>Jakava kerros</i>	3 315 m ³ rtr
<i>Kantava kerros</i>	2 070 m ³ rtr
<i>Asfaltointi</i>	13 295 m ²
<i>Teräsverkko</i>	10 300 m ²

4.2 Tarjousvaihe

Destialla hankintailmoituksia seuraavat liiketoimintaryhmien tarjouspäälliköt, jotka ehdottavat hanketta liiketoimintaryhmille hankkeen sopivuuden mukaan. Tarjouspäällikkö ohjaa tarjouspyynnöt alueellisille työ- ja aluepäälliköille. Tarjouslaskenta perustuu suurimmalta osin alueelliseen kokemusperäiseen tietoon työsaavutuksista ja materiaalimenekeistä. Kilpailu erityisesti pienistä ja keskisuurista hankkeista on maanrakennusalalla pääosin tiukkaa. Jälkilaskennan avulla tarjouslaskijoiden ja henkilöstön kustannustietoisuutta saadaan kehitettyä. (3.)

Mt7714 kevyen liikenteen väylän rakentamishanke kilpailutettiin julkisesti Hilman kautta. Tarjouslaskennan urakasta tekivät sen toteutukseen osallistuvat henkilöt. Tarjouslaskennassa apuna käytettiin kokemusperäistä tietoa sekä Destialla käytössä olevia yleisiä maanrakennushankkeiden työsaavutus- ja menekkitietoja.

4.3 Töiden eteneminen

Urakan valmistelevat työt aloitettiin syyskuun alussa 2021. Urakka toteutettiin 3D-koneohjausta hyödyntäen. Alkuvaiheessa työmaalle tuotiin kiinteä tukiasema korjaussignaalia varten. Urakka-alue kartoitettiin myös drone-kuvauksella. Varsinaiset työt alkoivat puuston poistolla kevyen liikenteen väylän kohdilta, minkä suoritti paikallinen metsäkoneyritys.

Kevyen liikenteen väylän rakentaminen aloitettiin kahdella kaivinkoneella pintamaiden poistolla sekä maaleikkauksella. Pintamaat olivat alueella suurimmaksi osaksi multaa, jotka nostettiin väylän viereen tarkoituksena käyttää ne luiskien ja viherkaistojen multaukseen. Osa maaleikkauksen massoista ajettiin läjitysalueille ja osa nostettiin väylän viereen myöhempää kuljetusta varten. Suodatinkerroksen tekeminen aloitettiin syyskuun lopulla ja jakavaa kerrosta aloitettiin levittämään loka-kuun alussa. Rakennekerrokset rakennettiin maaleikkauksen edetessä. Kuvassa 5 on nähtävissä maaleikkausta ja suodatinkerroksen tekoa.



KUVA 5. Maaleikkausta ja suodatinkerroksen tekoa

Valtatien 28 ja Roikolan koulun välisen kevyen liikenteen väylän osuuden rakennekerrosten valmistuttua välille kaivettiin sivuojat ja tehtiin peltoliittymät rumpuineen. Lokakuun lopussa toinen kaivinkone aloitti tekemään urakkaan kuuluvia salaoja- ja hulevesijärjestelmiä Roikolan koulun kohdalla. Toinen kaivinkone jatkoi samalla maaleikkausta ja rakennekerrosten tekoa Kotkantietä kohti. Kevyen liikenteen väylän alittavat rummut asennettiin sitä mukaa, kun maaleikkauksessa päästiin rumpujen kohdalle. Maantien levennys Roikolan koulun puolelle ja rakennekerrokset koulun kohdalla tehtiin salaoja- ja hulevesijärjestelmien asennuksen jälkeen. Rakennekerrosten valmistuttua toinen kaivinkone siirtyi tekemään kevyen liikenteen väylän alkupään maaleikkausta sekä salaoja- ja hulevesijärjestelmiä. Salaoja- ja hulevesiputkien rakennusta on näkyvillä kuvassa 6.



KUVA 6. Salaoja- ja hulevesiputkien rakennusta

Toinen kaivinkone jatkoi maaleikkauksen ja rakennekerrosten tekoa jättäen välistä kohdat, joissa kuivatus toteutettiin salaoja- tai hulevesiviemäröinnillä. Alkupään putkiasennusten valmistuttua putkia asentanut kaivinkone teki ennen koulua sijaitsevat liittymärummut loppuun ja siirtyi sen jälkeen marraskuun lopussa tekemään seuraavan kohdan putkiasennuksia ja maaleikkausta. Putkiasennusten valmistuttua tehtiin rakennekerrokset valmiiksi.

Marraskuun lopulla työmaalle otettiin hetkeksi kolmas kaivinkone levittämään suodatinkerrosta, koska rakennekerrosten teossa oltiin hieman aikataulusta jäljessä. Urakan välitavoitteeseen kuului jakavan kerroksen rakentaminen vuoden 2021 loppuun mennessä, minkä takia haluttiin varmistua jakavan kerroksen valmistumisesta välitavoitteeseen mennessä. Joulukuun puolessa välissä jakava kerros valmistui väylän loppuun asti, minkä jälkeen kone alkoi tehdä väliin jäänyttä putkitus-

kohtaa väylän loppupäässä. Joulukuun lopussa viimeiset putkiasennukset ja rakennekerrokset tulivat valmiiksi lukuun ottamatta yhtä muutostyönä tullutta salaoja- ja hulevesiviemäröintiä noin 60 metrin matkalla. Kuvassa 7 on nähtävissä valmista jakavan kerroksen pintaa.



KUVA 7. Valmista jakavan kerroksen pintaa

Tammikuussa aloitettiin sivuojen kaivaminen ja maaleikkauksesta tulleiden maiden ajo. Tammi-kuun alussa tehtiin myös lisätyönä tullut salaojitus. Tammi- ja helmikuun aikana molemmat koneet kaivoivat sivuojia ja tekivät peltoliittymiä rumpuineen. Maaleikkauksesta kertyneiden massojen kuormaamisessa oli välillä käytössä myös kolmas kaivinkone, joka suoritti myös laskuojien puuston raivauksen ennen perkausta. Laskuojien perkaus aloitettiin helmikuun alussa toisella kaivinkoneella. Laskuojat ja sivuojat tulivat valmiiksi helmikuun lopulla, minkä jälkeen työt jätettiin tauolle odottamaan kevättä. Kuvassa 8 on nähtävissä perattua laskuojaa.



KUVA 8. Laskuoja perattuna

Keväällä ja kesällä 2022 rakennetaan vielä loput yksityisteiden liittymärummut. Liittymät, joissa alueella kulki kaapeleita, jätettiin roudan takia talvella tekemättä. Lisäksi asennetaan teräsverkot ja levitetään kantava kerros, tehdään luiskien ja viheralueiden multaus, rakennetaan maantien 7714 länsipuolen levennys Roikolan koulun kohdalla sekä rakennetaan reunakivellinen saareke maantien ylityskohtaan. Muita töitä keväällä ovat vielä mm. väylän asfaltointi, liikennemerkkien asennus ja muut viimeistelyt.

Lisä- ja muutostöitä urakassa ei opinnäytetyötä kirjoittaessa ilmennyt merkittävästi. Parissa rummussa, jotka oli tarkoitus jatkaa tai liittää uuteen kaivoon, havaittiin siirtymää vanhoissa betonirummuissa, minkä takia niitä jouduttiin muutamia metrejä purkamaan ja korvaamaan muoviputkilla. Lisäksi noin 50 metrin matkalla kuivatuksen suunnitelmiin tehtiin muutos, ja kuivatus toteutettiin avo-ojien sijaan salaojituksella. Muutos vaikutti hieman mm. suodatinkerrokseen, maaleikkaukseen ja rumpujen määrään sekä lisäsi salaoja- ja hulevesiputkien määrää 67 m:llä.

5 MT 7714 KEVYEN LIIKENTEN VÄYLÄN JÄLKILASKENTA

5.1 Jälkilaskenta Destialla

Jälkilaskenta Destialla suoritetaan erityisesti kustannuksiltaan merkittävistä sekä helposti seurattavissa olevista tehtävistä. Erityisesti kustannuksiltaan suurista tehtävistä olisi tärkeää saada jälkilaskentatietoa. Jälkilaskettavat tehtävät määritetään ennen projektin aloitusta. Jälkilaskentatiedolla pyritään parantamaan tarjouslaskijoiden ja työmaahenkilöstön tietoutta kustannuksista ja työsaavutuksista. Jälkilaskennassa voikin joskus paljastua suuriakin eroja työtehoissa. (3.)

Jälkilaskenta Destialla tehdään jokaisesta hankkeesta seurantakelpoisista ja kustannuksiltaan suurista tehtävistä. Haasteita jälkilaskennassa on ollut erityisesti rinnakkaisten työtehtävien seuranta, jolloin työtehojen laskenta on hieman hankalaa. Myös jälkilaskentakokous on voinut jäädä joskus pitämättä, kun projektin jälkeen ajatukset ovat jo mahdollisesti seuraavassa hankkeessa tai muissa töissä. Aiemmin ongelmana on ollut jälkilaskentatiedon saatavuus, koska jälkilaskennat ovat voineet olla eri kansioissa eikä yhtenäistä paikkaa ole ollut. Tähän on kuitenkin kiinnitetty nykyisin enemmän huomiota ja jälkilaskentatiedot kootaan yhtenäiseen paikkaan helposti saatavaksi. (3.)

5.2 Jälkilaskentatiedon keräys

Jälkilaskenta urakassa perustui mm. työmaapäiväkirjoihin, Infrakitin keräämiin koneiden työskentelyaikoihin, aliurakoitsijoiden omaan työajanseurantaan ja työmaalle toimitettuihin määriin. Kaivinkonetuntien jakamista tehtäville helpottivat Infrakitiin tallentuvat työajat koneiden käyttämien mallien mukaan. Lisäksi työmaalla otettuja toteumamittauksia pystyttiin tarkastelemaan esimerkiksi päivä- tai viikotarkkuudella, mistä nähtiin töiden eteneminen. Kirjoittaja myös itse työskenteli pyörätietömaalla suurimman osan ajasta, joten töiden eteneminen oli hyvin muistissa ja helpotti merkittävästi jälkilaskentaa.

Jälkilaskentatiedon kerääminen kuitenkin osoittautui hieman työlääksi kaivinkonetuntien seurannan puutteiden vuoksi. Toisella kaivinkoneurakoitsijalla myös Infrakit-yhteydessä oli ajoittain ongel-

mia, minkä vuoksi Infrakitin tallentamat työajat olivat ajoittain katkonaisia tai puuttuivat joiltain ajankajoilta kokonaan. Hankaluuksia oli erityisesti myös rinnakkaisten työvaiheiden laskennassa. Esimerkiksi putkituksia tehtiin usein maaleikkauksen yhteydessä, joten työtuntien jakaminen oli näiden osalta hankalaa ja jouduttiin osittain arvioimaan.

Toteumamittauksia myös ajoittain otettiin kerralla pidemmältä ajalta tai vasta paljon myöhemmin työn valmistuttua, jos työvaihe ei ollut piiloon jäävä, kuten maaleikkaus tai suodatinkerros. Tämän takia tarkkeiden perusteellakaan ei täysin luotettavaa tietoa voinut saada. Murskeen ja hiekan osalta sopimus oli tehty toimitetuista määristä, joten murskeen ja hiekan ajon osalta kustannukset oli helppo koota toimitettujen määrien perusteella.

Työmaa toteutettiin mallipohjaista tuotantoa hyödyntäen, mutta kyseisen työmaan henkilöstölle mallipohjainen tuotanto oli vielä osin tuntematonta, joten sen hyödyt jäivät vielä monilta osin käyttämättä. Erityisesti massanseurannassa mallipohjaista tuotantoa voisi vielä hyödyntää huomattavasti enemmän. Tulevaisuudessa toteutuneiden määrien seuranta helpottaisikin huomattavasti, kun mallipohjaisen tuotannon hyödyt otettaisiin kaikilta osin käyttöön.

5.3 Ongelmat työmaalla

Urakka alkoi syyskuussa 2021 maanleikkauksella ja rakennekerrosten teolla. Lokakuussa työmaalla aloitettiin salaoja- ja hulevesijärjestelmien rakentaminen. Syksy oli ajoittain erittäin sateista ja märkä ja pehmeä maaperä aiheutti ongelmia erityisesti putkien asennuksessa. Maaperä oli ajoittain erittäin pehmeää ja putket jouduttiin peittämään heti niiden asentamisen jälkeen, jotta ne eivät nousseet tai liikkuneet vieressä työskenneltäessä. Märän ja pehmeän maaperän takia joitakin putkia ja kaivoja jouduttiin asentamaan uudelleen niiden noustua pintaan yhtäkkiä. Pehmeä maaperä aiheutti myös haasteita murskeen tiivistämisessä. Kaivannot jouduttiinkin pitämään kuivana pumppun avulla melkein koko putkitustöiden ajan, kuten kuvassa 9 on nähtävissä.



KUVA 9. Vesi aiheutti haasteita putkitustöissä

Haasteita aiheutti myös aikainen talvi, kun marraskuussa oli kovia pakkasia maaleikkauksen ollessa vielä kesken. Multakerrosta ei voitu poistaa etukäteen pitkää matkaa, jotta pienten leikkausmäärien kohdissa maaperä ei jäädy liikaa. Kovien pakkasten lisäksi talvi osoittautui erittäin lumiseksi, kuten kuvassa 10 on nähtävissä. Vuodenvaihteen jälkeen molemmat kaivinkoneet aloittivat avo-ojien kaivamisen, joka hidastui lumimäärän kasvaessa. Myös maantien vanhan ojan luisukan muotoilu kävi haastavammaksi lumen ja jäätyneen maan takia. Jatkuva lumentulo aiheutti tietenkin myös auraustarvetta, jotta maat saatiin ajettua pois kuorma-autoilla ja traktoreilla.

Laskuojien perkauksessa lumen tulo aiheutti myös auraustarvetta, koska suuri osa laskuojista sijaitsi pelloilla, johon perkausmaita ei voitu läjittää vaan ne jouduttiin ajamaan läjitysalueille. Laskuojiin kertyneet lumet hidastivat myös perkauksen etenemistä huomattavasti.



KUVA 10. Runsasluminen talvi hidasti sivu- ja laskuojien kaivuuta

Putkitustöissä hieman haasteita aiheutti myös alueella sijaitsevien kaapeleiden sekä vesi- ja viemärijohtojen varominen. Kaapeleita sijaitsi usein rumpujen tai putkien kohdalla, jolloin kaapeleita jouduttiin avaamaan pitkältä matkaa, jotta niitä saatiin siirrettyä. Vesijohtojen osalta saatavilla ei usein ollut tarkkaa tietoa niiden sijainnista, joten niiden läheisyydessä jouduttiin kaivamaan erityisen varovasti. Muutama kaapelivaurio sekä yksi vesijohdon katkaisu työmaalla sattuihin. Kaapelivauriot olivat kuitenkin suurimmaksi osaksi käytöstä poistuneita kuparikaapeleita. Vesi- ja viemärijohtojen läheisyydessä myös täryn käyttö jyräyksessä oli kielletty, mikä aiheutti ylimääräistä jyräystä erityisesti hiekan tiivistämisessä.

Myös koneohjaksen osalta työmaalla ilmeni hieman ongelmia varsinkin alkuvaiheessa. Toisen kaivinkoneurakoitsijan 3D-koneohjausjärjestelmässä oli alkuvaiheessa sijainnin kanssa ongelmia, minkä takia alkuvaiheessa kevyen liikenteen väylä rakennettiin lyhyelle matkalle hieman väärään kohtaan. Kyse oli onneksi kuitenkin hyvin lyhyestä matkasta, eikä siitä aiheutunut merkittävää haittaa. Tapauksen jälkeen työmaalla päätettiin käyttää mittamiehiä merkitsemässä tielinja, jotta

koneet voivat useammin tarkistaa, ettei sijainnissa ole virheitä. Myös putkitustöissä sijaintipoikkeamat hidastivat välillä etenemistä, kun korkeuseroja putkien asennusalustoissa jouduttiin korjaamaan.

Sijaintiongelmat aiheuttivat myös hieman ylimääräistä työtä työnjohdolle, kun kyseiseen koneeseen jouduttiin kiinnittämään enemmän huomiota ja tarkistamaan sijainti- ja korkeuslukemia useammin. Työmaalla käytössä olevan GNSS-mittatikon avulla erot kuitenkin huomattiin helposti ja ajoissa, jos niitä syntyi. Kyseisen koneen ongelmat saatiin onneksi valmistajan puolelta korjattua suhteellisen nopeasti, minkä jälkeen ongelmia ei enää esiintynyt.

6 JÄLKILASKENNAN TULOKSET

Jälkilaskenta suoritettiin tekemällä urakan tehtävistä ja resursseista Excel-taulukko, jonne jaettiin kertyneet tunnit, määrät ja muut kustannukset tehtävittäin. Jälkilaskettavista tehtävistä koottiin taulukon pohjalta kertyneet kustannukset erillisiin Excel-taulukoihin tehtävittäin. Jälkilaskentataulukot on esitetty liitteissä 1-5. Lopulliset jälkilaskentatulokset kirjataan vielä Destialla käytössä olevaan projektinhallintajärjestelmään, josta useiden hankkeiden jälkilaskennat ovat helposti saatavilla.

Koska urakka oli opinnäytetyön kirjoitushetkellä vielä kesken, tulokset eivät kaikkien jälkilaskettavien tehtävien osalta vastaa aivan lopullisia kustannuksia. Esimerkiksi rummuista on kirjoitushetkellä valmiina n. 76 % ja loput tehdään 2022 vuoden kevään ja kesän aikana. Muiden jälkilaskettavien tehtävien työt ovat kuitenkin suurimmalta osin tehty eikä niihin kohdistu enää merkittävässä määrin kustannuksia.

Jälkilaskennassa tarkasteltiin toteutuneita kustannuksia, tunteja ja määriä, joiden pohjalta laskettiin mm. tehtäväkohtaiset työsaavutukset, massakertoimet ja yksikköhinnat. Työsaavutukset, kustannusten jakautuminen tehtävittäin sekä massakertoimet on esitetty liitteissä 6-7. Jälkilaskenta suoritettiin opinnäytetyössä tarkemmin maaleikkaukselle, suodatinkerrokselle, jakavalle kerrokselle, laskuojien perkaukselle ja putkituksille. Urakan keskeneräisyyden vuoksi loppujen tehtävien ja hankkeen lopullinen jälkilaskenta jää kesälle 2022.

Jälkilaskentatulosten perusteella havaittiin eroja niin työsaavutuksissa kuin massakertoimissa ja näiden kautta tehtävien kokonaiskustannuksissa. Kustannuseroja joissakin tehtävissä laskettuun verrattuna oli huomattavastikin, mutta monissa tarjouslaskenta oli lähes toteutunutta vastaava. Joidenkin tehtävien osalta tulokset olivat odotettuja, mutta jälkilaskennan perusteella selvisi myös hie- man odottamattomampia eroja tarjouslaskelmaan verrattuna. Tulosten perusteella parannettavaa olisi todennäköisesti niin tuotannosuunnittelun kuin tarjouslaskennankin puolella. Tuloksien perusteella monet tehtävät ovat tapahtuneet tavoitteiden mukaisesti tai jopa paremmin, mutta myös parannettavaa olisi useissa tehtävissä.

Jälkilaskentatuloksista saatiin yritykselle hyödyllistä tietoa tarjouslaskentaa ja henkilöstön kustannustietoisuutta ajatellen. Tulosten perusteella oli helppo tarkastella tehtäviä ja osa-alueita, joista

eroja löytyi ja pohtia niihin johtaneita syitä. Korjaavia toimenpiteitä voidaan jälkilaskennan perusteella tulevaisuudessa kohdistaa tehtäviin, joissa eroja havaittiin. Pyörätiehanketta ajatellen jälkilaskennasta saatiin myös hyödyllistä tietoa työsaavutuksista kyseisen hankkeen olosuhteita ajatellen. Lisäksi tietoa kertyi työmaalla aiheutuneiden haasteiden vaikutuksista työsaavutuksiin. Tulevaisuudessa vastaavanlaisten hankkeiden tarjousvaiheen laskentaa saadaan mahdollisesti tarkemmaksi ja työmaalla tapahtuneita virheitä osataan välttää.

Tarkat jälkilaskelmat, työsaavutukset, massakertoimet ja kustannuserot tarjouslaskelmaan verrattuna on esitetty työn salatuissa liitteissä. Myös tulosten tarkempi käsittely ja pohdinta on tarkoitettu vain yrityksen omaan käyttöön. Liitteet tuloksineen ja niiden tarkempi käsittely on salattu julkisesta työstä, koska ne sisältävät liikesalaisuuteen perustuvaa tietoa mm. hintatietoudesta, työnsuunnittelusta ja tarjouslaskennassa käytetyistä menekeistä ja massakertoimista.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä suoritettiin jälkilaskenta maanrakennushankkeesta. Tavoitteena oli hankkia tietoa hankkeen toteutuneista kustannuksista ja analysoida työsaavutuksia sekä toteutuneita massakertoimia yrityksen kustannustietoisuuden parantamiseksi. Jälkilaskennassa havaittiin osittain merkittäviäkin eroja toteutuneissa kustannuksissa tarjouslaskelmaan verrattuna. Myös työtehoissa ja materiaalien massakertoimissa havaittiin joissakin tehtävissä suuria eroja tarjouslaskelmassa käytettyihin arvoihin verrattuna. Jälkilaskentatiedon perusteella monista tehtävistä löytyy parannettavaa niin työmaalla kuin tarjouslaskennankin puolella, kun taas joissakin tehtävissä tarjouslaskenta on vastannut lähes täysin toteutunutta.

Opinnäytetyön kannalta olisi ollut parempi, jos hanke olisi kirjoitusvaiheessa ollut valmis. Keskenräisyyden vuoksi opinnäytetyöstä jäi puuttumaan monien tehtävien jälkilaskenta ja siinä ei ole voitu ottaa huomioon mahdollisia takuuaikaisia töitä, jotka voivat vielä aiheuttaa kustannuksia. Jälkilaskentaa tehdessäni havaitsin myös jälkilaskentatiedon keräyksen haastavaksi. Kaivinkonetuntien tehtäväkohtainen jako oli osaltaan haastavaa työnseurannan puutteiden ja Infrakitin yhteysohjelmien takia. Jälkilaskennassa jouduttiinkin tekemään muutamia olettamuksia, jotka vaikuttivat hieman jälkilaskennan tarkkuuteen. Tulevaisuudessa hankkeen aikaiseen työnseurantaan tulisi kiinnittää enemmän huomiota. Jälkilaskennassa auttoi merkittävästi oma työskentely hankkeessa, koska työvaiheista ja hankkeen kokonaisuudesta oli hyvä käsitys.

Mallipohjaisen tuotannon hyödyntäminen jäi hankkeessa vähäiseksi erityisesti toteutuneiden massojen seurannan osalta. Mallipohjainen tuotanto oli työmaan henkilöstölle melko tuntematonta. Erityisesti massanseurannassa tulisi tulevaisuudessa hyödyntää mallipohjaista tuotantoa, jotta toteutuneiden määrien seurannassa päästäisiin parempaan tarkkuuteen.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin tietoa hankkeen toteutuneista kustannuksista, työtehoista, massakertoimista ja materiaalimenekistä. Tietoja voidaan käyttää hyödyksi tulevaisuudessa muiden vastaavien hankkeiden tarjouslaskennassa ja yrityksen henkilöstön kustannustietoisuuden parantamisessa. Tulosten perusteella havaittiin erityisesti työmenetelmien merkitys kustannusten kertymiseen. Kustannusvaikutuksiltaan suurilla tehtävillä voi työsaavutuksilla olla merkittävä vaikutus hankkeen kokonaiskustannuksiin. Tulosten avulla voidaan perehtyä jälkilaskennassa havaittuihin

eroihin tehtävittäin ja välttyä samoilta virheiltä tulevaisuudessa. Jälkilaskennan tuloksien ja työn aikana tehtyjen havaintojen perusteella saadaan myös parannettua tarjouslaskijoiden kustannustietoutta muiden vastaavanlaisten hankkeiden tarjouslaskentaa ajatellen.

LÄHTEET

1. Lindholm, Mika 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki. Suomen Rakennusmedia Oy.
2. Destia Oy. Kotisivut. Hakupäivä 4.3.2022. <https://www.destia.fi/>.
3. Huhtala, Hannu 2022. Työpäällikkö. Destia Oy. Haastattelu 1.4.2022.
4. RIL-231-1-2006 2006. Infrarakentamisen kustannushallinta. Tekstiosa. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
5. Ratu KL-6033 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki. Rakennustieto Oy.
6. Lindholm, Mika 2012. Infrahankkeen tuotannonhallinta. Helsinki. Suomen Rakennusmedia Oy.
7. Enkovaara, Esko, Haveri, Heikki & Jeskanen, Pekka 1994. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki. Rakennustieto Oy.
8. Olin, Tiina & Kortene, Mika 2015. Infrarakentajan sopimusopas. Helsinki. Rakennustieto Oy.
9. Virtanen, Marko 2021. Automaatio-operaattori. Drone-kuva 2021. Destia Oy.

LIITTEET

Liite 1 Maaleikkauksen jälkilaskentatulokset (yrityksen sisäiseen käyttöön)

Liite 2 Suodatinkerroksen jälkilaskennan tulokset (yrityksen sisäiseen käyttöön)

Liite 3 Jakavan kerroksen jälkilaskennan tulokset (yrityksen sisäiseen käyttöön)

Liite 4 Laskuojien perkauksen jälkilaskennan tulokset (yrityksen sisäiseen käyttöön)

Liite 5 Putkituksien jälkilaskennan tulokset (yrityksen sisäiseen käyttöön)

Liite 6 Kustannusten jakautuminen tehtävittäin (yrityksen sisäiseen käyttöön)

Liite 7 Työsaavutukset (yrityksen sisäiseen käyttöön)

Liite 8 Toteutuneet määrät ja massakertoimet (yrityksen sisäiseen käyttöön)