

Jouni Korkiakangas

**RAKENNUSPROJEKTIN TUOTANNON
JÄLKILASKENTAA**

Ruukki Construction Oy, Ylivieskan tehdas

Opinnäytetyö

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Huhtikuu 2014

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Huhtikuu 2014	Tekijä Jouni Korkiakangas
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi RAKENNUSPROJEKTIN TUOTANNONOSUUDEN JÄLKILASKENTAA		
Työn ohjaaja Marja-Liisa Kaakko		Sivumäärä [20 + 9]
Työelämäohjaaja Esko Anttila		
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Ruukki Construction Oy:n Ylivieskan tehtaalle. Ruukki Construction Oy on Rautaruukki Oyj:n tytäryhtiö. Ruukki Construction Oy valmistaa teräksisiä tuotteita rakentamiseen ja infrarakentamiseen. Ylivieskan tehdas kuuluu Ruukki Construction Oy:n projektiliiketoimintayksikköön. Ylivieskan tehtaalla valmistetaan runkorakenteita liike-, toimitila- ja teollisuusrakentamiseen, sekä siltojen teräsrakenteita infrarakentamiseen.</p> <p>Opinnäytetyössä tehtiin jälkilaskelmia yhden asiakasprojektin varustelutyön osuudesta. Opinnäytetyön tavoitteena oli jälkilaskelmien avulla saada tarkkoja arvoja projektioorganisaation huomaamille varustelutyön vaikeutumisille. Jälkilaskennasta saadut vastataukset tuli esittää samojen tunnuslukujen avulla, joita Ruukin projektien seurannassa käytetään.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuus käsittelee projektin hallintaa ja organisointia, sekä projektin talouden seurantaa.</p> <p>Opinnäytetyö laskennassa käytettiin Microsoft Excel taulukkolaskentaohjelmaa. Opinnäytetyön liitteenä olevia tarkkoja laskelmia sisältäviä liitteitä ei julkaista.</p>		

Asiasanat jälkilaskenta, projektin hallinta, projektin taloudenhallinta, rakennusprojekti, tunnusluku

ABSTRACT

Unit Ylivieska	Date April 2014	Author Jouni Korhikangas
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis ACTUAL COST CALCULATIONS FOR BUILDING PROJECT'S PRODUCTION		
Instructor Marja-Liisa Kaakko		Pages [20 + 9]
Supervisor Esko Anttila		
<p>This thesis was carried out in Ruukki Construction Oy's Ylivieska plant. Ruukki Construction Oy is Rautaruukki Oyj's subsidiary. Ruukki Construction Oy is a manufacturer of steel products for construction and infrastructure construction. Ylivieska plant is part of the Ruukki Construction Oy's project business unit. Ylivieska plant manufactures main structures for office and industrial buildings, and also bridges steel structures for infrastructure construction.</p> <p>The thesis was carried out calculations for the one customer project relating only its outfitting work. The aim was the actual cost calculations to obtain accurate values of the project organizations findings for outfitting difficulties. Answers from the actual cost calculations, was due to present, with the same key figures which are used in Ruukki's project's follow-up.</p> <p>The theoretical part deals with project management and project organization, as well as the monitoring of project finances.</p> <p>The thesis was used in the calculation of the Microsoft Excel spreadsheet program. Thesis attached to the precise calculation of the annexes will not be published.</p>		

<p>Key words actual cost calculation, building project, project management, project financial management</p>

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 TYÖN LÄHTÖKOHDAT	3
2.1Projektin suunnitelmat	3
2.2Projektin laatuvaatimukset	4
3 PROJEKTIN HALLINTA	6
3.1Käsitteen projekti määrittely	6
3.2Projektin organisointi ja vastuunjako	6
3.3Moniprojektihallinta	8
4 PROJEKTIN TALOUDENHALLINTA	9
4.1Projektin budjetointi	9
4.2Projektin budjettityypit	9
4.3Projektin budjettiseuranta	10
4.4Projektin talouden ohjaus	10
5 PROJEKTIN JÄLKILASKELMAT	12
5.1Laskelmien toteutus	12
5.2Keskimääräinen a-mitta	13
5.3Laskennallinen työaika	14
5.4Varusteluhitsien pituus	14
5.5Laskelmien tulosten esittäminen	15
5.6Keskimääräinen varusteluosan paino	16
5.7Laskelmien kattavuus	16
5.8Suunnitellun aikataulun ja resurssien muutos	17
6 YHTEENVETO JA POHDINTA	19
LÄHTEET	20
LIITTEET	
KUVIOT	
KUVIO 1. Pieni hitsattu I-palkkipilari varusteluosineen	4
KUVIO 2. Projektin organisaatiokaavio	7
KUVIO 3. Osaluettelo erään rakenteen valmistuskuvasta	13
KUVIO 4. Pienahitsin a-mitta	14
KUVIO 5. Alkuperäinen aikataulu ja tehtaalta vaadittavat resurssit	18

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Hitsien tilavuuskertoimia	15
TAULUKKO 2. Yhden rakenteen laskennan tulokset	15
TAULUKKO 3. Yhteenveto yhden rakennuksenosan rakenteiden laskelmista	16
TAULUKKO 4. Projektin keskimääräinen varusteluosapaino	16
TAULUKKO 5. Laskettujen–ja samankaltaisten rakenteiden osuus projektista	17

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Ruukki Construction Oy:lle, rakentamisen projektit liiketoimintayksikköön. Opinnäytetyössä käsitellään Ruukki Construction Oy:n Ylivieskan tehtaan osuutta yhdessä projektissa. Ruukki Construction Oy on Rautaruukki Oyj:n tytäryhtiö, joka valmistaa teräksisiä tuotteita rakentamiseen ja infrarakentamiseen. Ruukki Construction Oy on jaettu kahteen eri liiketoimintayksikköön, rakentamisen tuotteet ja rakentamisen projektit. Rakentamisen projektit -liiketoiminnan palveluksessa on noin 2 000 henkilöä. Rakentamisen projektit liiketoimintayksikkö toimittaa asiakkailleen perustus-, runko- ja kuorirakenteita suunniteltuina ja asennettuina.

Ruukki Construction Oy:n Ylivieskan tehtaalla valmistetaan runkorakenteita liike-, toimitala- ja teollisuusrakentamiseen, sekä siltojen teräsrakenteita infrarakentamiseen. Rakenteet ovat yleensä erinäköisiä ja -kokoisia palkkeja, joiksi niitä myös kansankielellä kutsutaan. Ylivieskan tehdas on erikoistunut hitsattuihin I-palkkeihin, sekä hitsattuihin kotelopalkkeihin ja tehdas työllistää noin 90 henkilöä. Ylivieskan tehdas on aloittanut toimintansa 1977, eli tehtaalla on pitkä kokemus teräsrakenteiden valmistamisesta. Tästä eteenpäin opinnäytetyössä yrityksestä käytetään sen lyhennettyä markkinointinimeä Ruukki.

Ruukin Ylivieskan tehtaalla valmistettiin vuosien 2012 ja 2013 aikana asiakkaalle isonteollisuusrakennuksen kantavia runkorakenteita (LIITE 1). Tässä rakennusprojektissa oli erinäisiä ongelmia, jonka vuoksi projektista haluttiin tehdä kattavat jälkilaskelmat. Tämä opinnäytetyö koskee näiden jälkilaskelmien tekoa.

Ylivieskan tehtaalla palkkien valmistus jaetaan kahteen vaiheeseen, raakapalkin valmistukseen ja varusteluun. Raakapalkin valmistuksessa teräslevystä polttoleikataan palkkiin uuma ja laippalevyt, jotka hitsataan toisiinsa hitsauslinjoilla. Varustelutyö on varusteluosien asentamista ja niiden käsin hitsaamista mag-hitsausmenetelmällä, sekä valmiiden palkkien viimeistelyä. Opinnäytetyö rajattiin koskemaan vain varustelutyötä ja siihen liittyviä laskelmia.

Tutkimusongelmana oli löytää laskelmien avulla faktatietoa Ruukin huomaamille rakenteiden valmistuksen vaikeutumisille. Faktatieto, jonka Ruukki projektista halusi tietää, oli

erilaiset tunnusluvut. Näillä tunnusluvuilla projekteja seurataan Ruukilla myös yleisesti, joten ne olivat sinänsä tuttuja. Yleensä ne vain ajetaan raportteina toiminnanohjausjärjestelmästä. Tämän projektin järjestelmästä ajetut raportit eivät olleet luotettavia, koska projektissa oli paljon muutakin normaalista poikkeavaa tekemistä, jotka lisäsivät kustannuspaikoille tulevia työtunteja. Yksi tällainen haluttu tunnusluku on esimerkiksi tehdyt työtunnit per palkkitonni.

2 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

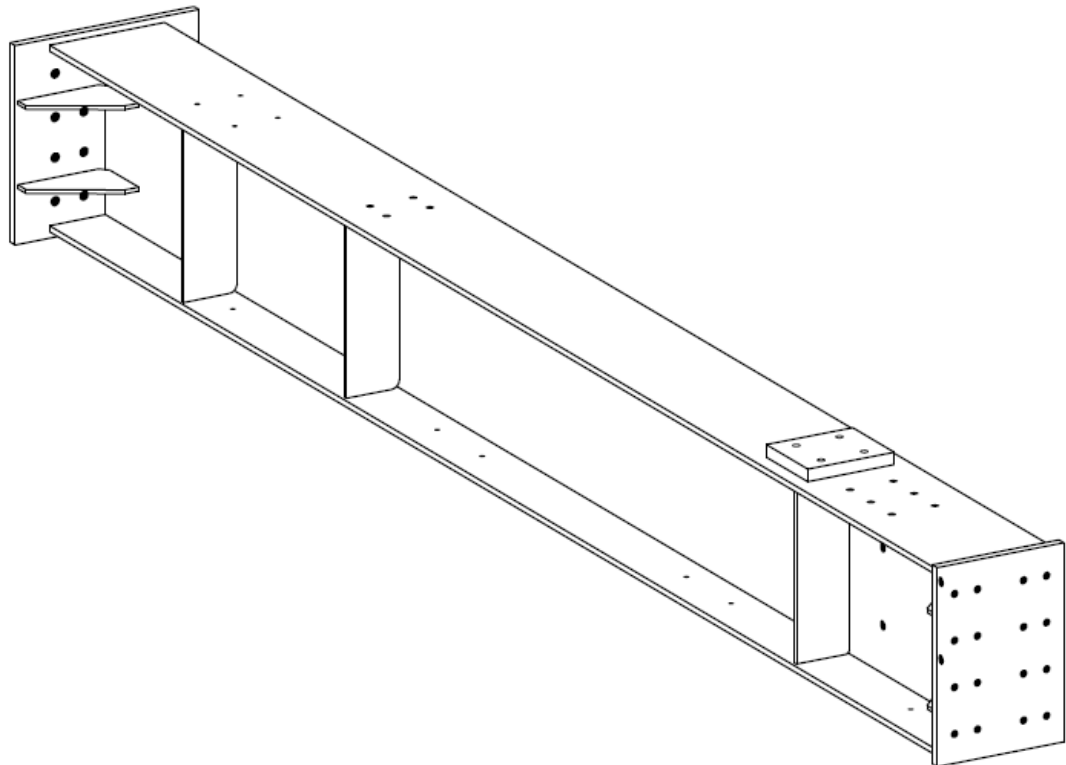
2.1 Projektin suunnitelmat

Ruukki oli siis tehnyt kaupat teollisuuslaitoksen teräsrunгон valmistamisesta ja työmaa asennuksesta. Valmistukseen kuului kaikki mahdollinen materiaalin hankinnasta, pintakäsittelyyn ja kuljetukseen työmaalle. Samaan projektiin valmistettiin rakenteita myös kahdella muulla Ruukin tehtaalla. Rakenteet eivät kuitenkaan vastanneet kaupanteon yhteydessä esillä olleiden esimerkkikuvien mukaisia rakenteita, vaan olivat huomattavasti vaativampia valmistaa. Ylivieskan tehtaalla oli paljon kokemusta vastaavanlaisista teollisuuslaitoksen runkoprojekteista, joten heti ensimmäisten kuvien saavuttua, tämä asia huomattiin ja se otettiin esille asiakkaan ja sen palkkaaman suunnittelutoimiston kanssa. Ruukin suunnittelijat tekivät rakenteista omia laskelmiaan, joilla asiakkaalle ja suunnittelutoimistolle yritettiin näyttää mm. että hitsaussaumakoot olivat ylimitoitettuja. Asiakas esti kuitenkin suoran neuvotteluyhteyden tehtaan ja suunnittelutoimiston välillä.

Koko rakennus oli jaettu kuuteen osaan, eli lohkoon. Lohkot yksi, kaksi ja kolme olivat päärakennuksen kolme eri kerrosta. Lohkot neljä, viisi ja kuusi olivat päärakennuksen kylkiin tulevia erillisiä lisärakennuksia. Suunnitelmat olivat ensimmäisten kuvien saapuessa valmiit vasta ensimmäiseen lohkoon, kun rakenteiden vaativuus huomattiin. Tästä syystä suunnittelutoimisto olisi voinut vielä suunnitella loput rakennuksesta Ruukin esittämällä hitsaussaumojenkokotoimilla. Hitsaussaumankokotoimella kerrotaan hitsattavan kappaleen ainevahvuus ja näin saadaan selville tarvittava hitsaussauman koko. Ruukki esitti kokemukseensa pohjautuen myös muita valmistusta helpottavia huomioita asiakkaalle. Yleensä asiakkaan kanssa voidaan keskustella muutoksista hyvässä hengessä. Asiakas ja suunnittelutoimisto eivät kuitenkaan välittäneet valmistajalle tulevista kustannuksista, vaan suunnittelutoimisto ylimitoitti saumojen koot, eikä ottanut suunnittelussaan käyttöön muitakaan valmistusta helpottavia ratkaisuja. Suunnittelutoimisto suunnitteli loputkin rakennuksen osista hankaliksi valmistaa, todennäköisesti oman kiireensä vuoksi.

Runkorakenteiden suunnitelmat poikkesivat muiltakin osin vastaavista teollisuusrakennusprojekteista, joiden perusteella Ruukki oli kaupan tarjonnut. Esimerkiksi varusteluosia oli huomattavasti enemmän, mikä lisää osien asennukseen, hitsaamiseen ja hitsaussaumojen

viimeistelyyn kuluvaan aikaan. Varusteluosat ovat palkkeihin tulevia jäykistelevyjä, päätylappuja sekä rei'itettyjä levyosia, joihin toiset palkit työmaalla kiinnitetään pulttiliitoksilla. Seuraavassa kuviossa on esimerkki hitsatusta I-palkista varusteluosineen (KUVIO 1). Varusteluaste, joka tarkoittaa varusteluosien painon suhdetta palkin painoon, ei ollut paljoakaan aikaisempiin projekteihin verrattuna kasvanut. Tässä projektissa osat olivat keveämpiä, kuin aikaisemmissa vastaavissa projekteissa. Yksinkertaisesti selitettynä, palkki voidaan jäykistää yhdellä sadan kilon osalla, tai kymmenellä kymmenen kilon osalla. Työmäärä jälkimmäisellä tavalla on noin kymmenkertainen, mutta varusteluaste, johon kaupat yleensä sopimuksessa sidotaan, pysyy samana.



KUVIO 1. Pieni hitsattu I-palkkipilari varusteluosineen (Rautaruukki Oyj)

2.2 Projektin laatuvaatimukset

Tämän asiakasprojektin rakenteet tuli valmistaa EN 1090-2 standardin mukaan ja rakenteiden tuli olla myös CE-merkittyjä. Standardi EN 1090-2 sisältää teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset ja se on vasta tulossa yleiseen käyttöön teräsrakentamisessa. CE-merkintä on myös tulossa pakolliseksi vasta heinäkuussa 2014. Koska molemmat asiat ovat

vielä uusia teräsrakentamisessa, niin niiden käyttämiseen liittyy vielä opeteltavaa. Siksi myös tässä asiakasprojektissa teräsrakenteiden valmistamisessa suurta osaa näytteli myös tämä EN 1090-2 standardi. Standardi on luotu Euroopan maiden omien standardien pohjalta ja sen luomisessa on ollut edustajia kaikista maista. Standardin luomisessa on siksi jouduttu tekemään myös kompromissiratkaisuja, jotta kaikki maat on saatu tyytyväisiksi. Tämä on jättänyt standardiin monia tulkinnanvaraisia asioita.

Asiakas palkkasi Ylivieskan tehtaalle eteläeurooppalaisen terästyön tarkastaja. Hän tulkitsi standardia vaikeimman mukaan ja oli myös monesti tulkinnoissaan täysin erimieltä Ruukin edustajien kanssa. Nämä laatuasioista ”taistelemiset” haittasivat myös omalta osaltaan varustelutyön tehokkuutta ja myös hetkittäin pysäyttivät koko tuotannon. Koska myös nämä tunnit näkyivät varustelun kustannuspaikalla, haluttiin Ruukilla suorittaa jälkilaskelmia myös näiden kustannusten erottamiseksi todellisesta työnteosta.

3 PROJEKTIN HALLINTA

3.1 Käsitteen projekti määrittely

Sana projekti on peräisin latinasta ja tarkoittaa suunnitelmaa tai ehdotusta (Rissanen 2002, 14). Projektit koostuvat monista erilaisista ja monimutkaisista toiminnoista, jotka kytkeytyvät toisiinsa. Projekteilla on aina yksi päämäärä, joka täytyy saavuttaa tietyssä ajassa, tietyllä budjetilla ja tiettyjen spesifikaatioiden mukaan. (Suomala, Manninen & Lyly-Yrjänäinen 2011, 283.) Projekteilla on myös aina oma projektiorganisaatio (Rissanen 2002, 14).

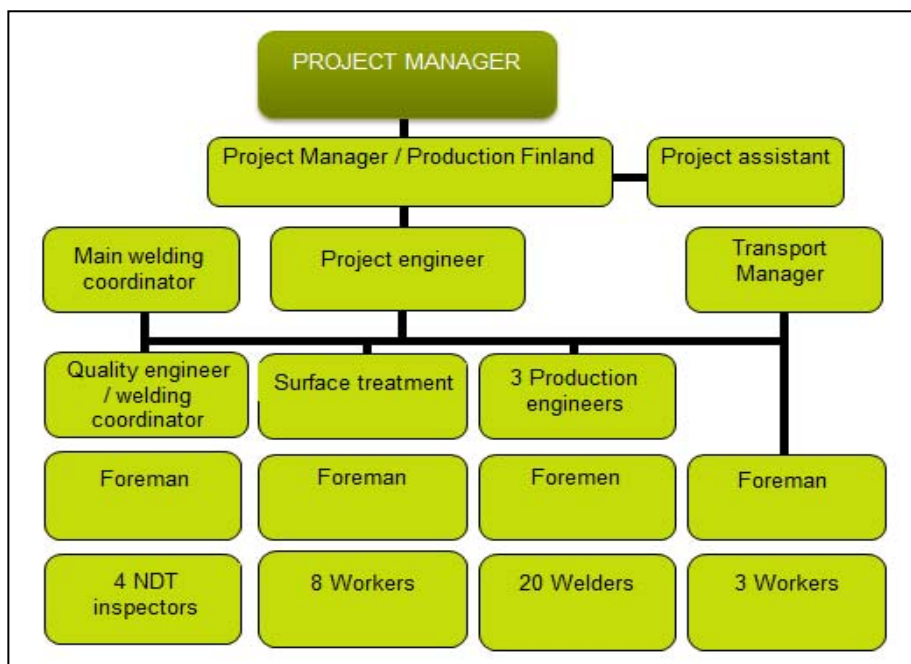
3.2 Projektin organisointi ja vastuunjako

Kaikki Ruukin Ylivieskan tehtaalla tehtävät työt ovat ns. asiakasprojekteja ja kaikki tehtaalla tulevat kustannukset menevät suoraan projektille. Projekti lähtee käyntiin projektipäällikön nimeämisellä, joka vastaa kaikesta projektiin liittyvästä tekemisestä. Projektipäällikkö avaa projektin SAP-toiminnanohjausjärjestelmään, tämän jälkeen projektilla on oma kustannuspaikkansa ja projektille voidaan alkaa tilaamaan materiaalia, joiden kustannukset ohjautuvat projektin kustannuspaikalle. Projektipäälliköllä on paljon vastuuta. Hänen täytyy olla motivoitunut saamaan projekti onnistuneesti toteutettua ja häntä voidaankin verrata pienen yrityksen toimitusjohtajaan (Pelin 2011, 18).

Tehdaspäällikkö valitsee tehtaanorganisaatiosta projektille tuotantoinsinööri, joka vastaa projektin toteutuksesta tehdastasolla. Toimihenkilöistä projektiorganisaatioon kuuluu tehtaasta myös hitsausinsinööri, tarkastusinsinööri, tuotantopäällikkö, sekä hankintainsinööri. Näitä edellä mainittuja on vain yksi henkilö tehtävässä, joten he työskentelevät kaikissa tehtaan asiakasprojekteissa, eikä heitä tarvitse erikseen nimetä projekteihin. He myös vastaavat omien osa-alueidensa onnistumisesta. Viimekädessä Ylivieskan tehtaan onnistumisessa projekteissa vastaa kuitenkin tehdaspäällikkö, joka ei varsinaisesti osallistu itse projekteihin, mutta on tehtaan työntekijöiden ylin esimies.

Matriisimuotoisessa projektiorganisaatiossa henkilöt varataan projektille tarvittavaksi ajaksi. Tällöin henkilön linjaesimies säilyy, projektipäälliköt vaihtuvat. Projekti ei ylläpidä turhia resursseja, vaan vapauttaa henkilöt muihin projekteihin heti, kun työ on valmis. (Pelin 2011, 24.)

Tähän opinnäytetyön aiheena olleessa projektissa oli sen vaativuuden vuoksi myös projektiorganisaation isompi kuin normaalisti. Esimerkiksi tuotantoinsinöörejä oli kolme, normaalin yhden sijaan. Heidän yläpuolellaan oli projekti-insinööri tehtaalla, sekä projekti-päällikkö pelkästään Suomen tuotantoon, ennen varsinaista projektipäällikköä. Projektin projektiorganisaatio on esitetty seuraavassa kuviossa (KUVIO 1).



KUVIO 2. Asiakasprojektin organisaatiokaavio (Rautaruukki Oyj)

Tuotannossa raakapalkkien valmistuksessa, lähetyksessä ja tarkastuksessa työskentelevät aina samat henkilöt, joten myös he osallistuvat kaikkiin tehtaan asiakasprojekteihin. Varustelussa, joka toimii urakkapalkkauksella, työskentelee kahdeksan varusteluryhmää. Tuotantopäällikkö yhdessä vuorotyönjohtajien kanssa valitsee ”urakkaporukat”, jotka saavat tehtäväkseen projektin varustelutyöt. Tässä kyseissä projektissa työskenteli jossain vaiheessa kaikki kahdeksan ryhmää. Jokaisessa asiakasprojektissa on myös jonkin verran alihankintaa, kuten esimerkiksi maalaus. Sen hoitaa alihankintayritys, joka toimii tehtaassa omassa maalaamossa. Myös varusteluosat tulevat yleensä alihankinnasta. Alihankinnan hankkimisesta vastaa tuotantoinsinööri. Erikoisemmat hankinnat tuotantoinsinööri hoitaa yhdessä hankintainsinöörin kanssa.

3.3 Moniprojektihallinta

Ylivieskan tehtaalla on aina käynnissä useita asiakasprojekteja yhtä aikaa, eli siellä on aina olemassa ns. moniprojektitilanne.

Tämä on varsin yleinen organisaatiokäytäntö. Siinä hyödynnetään ammatillinen erikoistuminen. Henkilöt ovat projektissa mukana vain sen ajan kun heidän osaamistaan tarvitaan. Moniprojektitilanne on johtamisen kannalta vaativa. Kokonaisuus ei enää ole projektipäälliköiden käsissä vaan tarvitaan kokonaisvaltaista projektien ja resurssien johtamisjärjestelmää. Ajoitusmuutokset heijastuvat projektista toiseen resurssien kautta. (Pelin 2011, 156.)

Ylivieskan tehtaalla ei ole ollenkaan harvinaista, että työntekijä osallistuu usean eri projektin valmistamiseen saman työpäivän aikana. Projektien kuormittaminen eri työpisteille onkin tehtävä huolellisesti, jotta työntekijät tietävät mitä tehdä seuraavaksi ja että seuraavan työn aloittamisen edellytykset on myös olemassa.

4 PROJEKTIN TALOUDENHALLINTA

4.1 Projektin budjetointi

Projektin budjetoinnissa kannattaa käyttää avuksi konkreettista toimintasuunnitelmaa ja sen avulla laskea projektin kustannukset toiminnoittain. Internet-sivu: (Kehitysyhteistyön hankehallinto 2014.) Projektin budjetointi on erilaista, mitä normaali organisaation jatkuvan toiminnan budjetointi, johtuen sen kertaluonteisuudesta. Kun organisaation jatkuvan toiminnan budjetoinnissa lähdetään liikkeelle vallitsevasta tilanteesta ja resursseista, täytyy projektin budjetoinnissa miettiä, mitä resursseja projektissa tarvitaan. (Suomala ym. 2011, 290.)

Projektiin vaadittavien tehtävien työmääräarviot ovat perusta, johon luotettava aikataulu nojaa (Pelin 2011, 114). Ruukilla projektibudjetin laatiminen lähtee liikkeelle jo tarjousvaiheessa. Alkuvaiheessa tehtävää projektin taloudellista suunnittelua kutsutaan karkeasuunnitteluksi. Karkeasuunnittelua käytetään varsinkin silloin, kun projektin lähtötiedot ovat vajaita ja projekti joudutaan tarjoamaan ilman täyttä varmuutta sen sisällöstä. Monesti joudutaan tarjoamaan sellaisiin kohteisiin, että esimerkiksi suunnitelmat ja piirustukset eivät ole vielä lopullisia. Tällöin projektibudjetin karkeasuunnittelun perusteella jätettyihin tarjouksiin täytyy selvästi merkitä, että missä tapauksissa tarjous on voimassa. Tällöin ei ole sitä vaaraa, että kustannukset jäisivät valmistajalle, jos rakenteet muuttuvat tarjousvaiheessa esillä olleista rakenteista. Joitain projekteja päästään tarjoamaan valmiiden konepajakuvien perusteella. Tällöin suunnitellut aikataulut ja resurssit ovat erittäin luotettavia, johtuen tehtaan pitkästä kokemuksesta teräsrakenteiden valmistajana.

4.2 Projektin budjettityypit

Projektien budjetoinnissa voidaan käyttää kassavirtaperusteista budjettia, kustannusperusteista budjettia, tai molempia. Kassavirtaperusteista budjettia, jossa seurataan projektin rahavirtoja, käytetään ainakin silloin, kun projektille täytyy järjestää rahoitusta. Kustannusperusteisesta budjetista puolestaan käytetään silloin, kun halutaan tietää projektissa käytettävien resurssien rahallinen arvo kokonaisuudessaan ja projektivaiheittain. (Suomala ym. 2011, 290.)

4.3 Projektin budjettiseuranta

Asiakastilauksen jälkeen projekti alkaa siis projektin avaamisella SAP- järjestelmään, johon se saa myös projektinumeron. Projektinnumero on projektin seurannan perusta, jonka avulla voidaan tehdä erillinen projektikohtainen kirjanpito. Projektikirjanpidosta on mahdollista saada raportteja myös kululajeittain, tai toiminnoittain. (Suomala ym. 2011, 288.) Ruukilla raporttien tulostaminen onnistuu suoraan SAP- järjestelmästä, jossa on kaikille työvaiheille ja kululajeille oma numeronsa. Tämä mahdollistaa projektibudjetin erittäin tarkan seurannan.

Kustannusohjauksen kannalta on ehdotonta, että projektin aikana verrataan kustannusten toteumaa suhteessa projektibudjettiin (Suomala ym. 2011, 294). Ruukin Ylivieskan tehtaalla tätä seurataan tarkasti, tuotantoinseinöörin ja tuotantopäällikön toimesta. Koska tehtaan tuotannon osuus tarjoukseen on laskettu tehtaalla, niin seuraaminen on myös järkevää ja helppoa tehdä itse. Seuraaminen perustuu tunnuslukuihin, jotka ovat keskiarvoja koko projektille rakenteille tai tietyille osalle projektin rakenteista, tai joskus jopa laskettu tarkasti yhdelle palkille. Seurattavia tunnuslukuja voivat olla esimerkiksi tuntia per palkkitonni, tai tuntia per palkkimetri jne. Projektipäällikkö seuraa tietysti myös itse tehtaiden ja työmaiden kustannuskertymää laajemmalla tasolla ja vertaa sitä luotuun projektibudjettiin.

4.4 Projektin talouden ohjaus

Projektin talouden ohjaus tarkoittaa käytännössä sitä, että eri keinojen avulla pyritään parantamaan projektin taloudellista tulosta. Nämä keinot ryhmitellään karkeasti kolmeen ryhmään: resursoinnin muutokset, tuottavuuden parantamiseksi tehtävät toimet, sekä projektin sisällön muokkaaminen. (Suomala ym. 2011, 298.)

Projektisuunnitelma ja tekniset määrittelyt ovat projektin ohjauksen perusta (Pelin 2011, 198). Ruukin asiakasprojekteissa etsitään monesti yhdessä työntekijöiden kanssa erilaisia keinoja valmistaa rakenteet mahdollisimman tehokkaasti. Tämä hyvin onnistuessaan vaikuttaa resursseihin, joita voi valmistustuntien vähentyessä voidaan myös vähentää. Projektipäällikkö voi myös yhdessä työmaapäällikön kanssa löytää keinoja, joilla voidaan muut-

taa projektin resursseja, tai sisältöä. Esimerkiksi työmaanostoissa saatetaan huomata jotain, jonka avulla kallisvuokraisten autonostureiden määrää voidaan vähentää.

Projektibudjetin seurannassa saattaa tulla myös ilmi, että projekti ei etene tehtaalla ennustetulla tavalla. Tällöin projektipäällikkö saapuu tehtaalle ja yhdessä tehtaan henkilökunnan kanssa he selvittelevät syyt budjetista poikkeamiseen. Kun syyt on saatu selville, mietitään projektin taloudellisen ohjaamisen keinoja, joilla projektin taloutta saadaan parannettua. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi lisälaskuttamista asiakkaalta, jos huomataan jotain mikä ei ole sopimuksen mukaista. Tai vaihtoehtoisesti saatetaan yrittää muuttaa suunnitelmia sellaisiksi, että tuotteet on nopeampi valmistaa. Tämä on tietysti silloin helpompaa, kun suunnitteluvastuu on Ruukilla itsellään. Mutta myös ulkopuolisten suunnittelutoimistojen kanssa näistä käydään monesti keskusteluja ja yleensä niillä saadaan myös jotain muutoksia aikaan.

5 PROJEKTIN JÄLKILASKELMAT

5.1 Laskelmien toteutus

Tähän rakennusprojektiin on tehty laajat jälkilaskelmat, joista esimerkkejä on tämän opin- näytetyön liitteinä. Koska laskelmat sisältävät tarkkaa tietoa projektin kustannuksista, sekä Ylivieskan tehtaan tuotannon teholuvuista, ei liitteitä julkaista muun oppinnäytetyön yhtey- dessä

Jälkilaskelmien tuli vastata mahdollisimman suurta osaa projektin rakenteista, jotta laskel- mat ovat ehdottoman luotettavia. Työ lähtikin liikkeelle sillä, että tuli valita kaikista raken- teista sellaisia palkkeja, joita oli mahdollisimman useita samankaltaisia. Rakennus oli jaet- tu kuuteen osaan ja näiden osien sisällä palkkeihin kohdistuvat kuormat olivat myös suun- nilleen samansuuruisia. Tästä syystä palkkien ulkomitat, sekä ainevahvuudet olivat näiden osien sisällä lähes samansuuruisia. Siksi myös laskelmat oli kannattavaa tehdä samanlaisel- la jaotuksella.

Palkeissa oli poikkeuksellisen paljon varusteluosia ja niiden kaikki hitsaussaumamat täytyi varmuudella saada mukaan laskelmiin. Saattaa hyvinkin olla mahdollista, että laskelmia joudutaan esittämään myös asiakkaalle, joka voi sitten tehdä omia tarkastuslaskelmiaan.

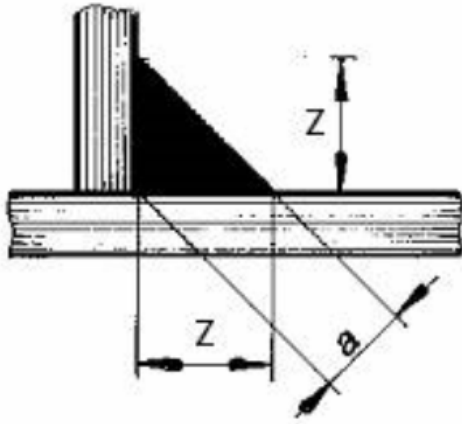
Palkkien valmistuskuvissa, eli ns. konepajakuviissa on osaluettelo, jossa on jokaisen osan osanumero, mitat ja niiden kappalemäärä (KUVIO 2). Näihin laskelmiin päätettiinkin ko- pioida tuo osaluettelo Exceliin ja katsoa osaluettelo järjestyksessä jokaiseen osaan tulevat hitsaussaumojen pituudet. Tässä aikaa kului osien löytämiseen palkeista. Perinteinen tapa, jossa lähdetään palkin päästä liikkeelle ja katsotaan osien hitsaussaumojen pituudet järjes- tyksessä, palkin päästä päähän, olisi ollut jonkin verran nopeampi. Tätä tapaa käytetään yleensä tarjouslaskennassa, kun tarvitsee saada nopeasti laskettua rakenteiden hitsaus- saumat, eikä muutamien hitsaussaumojen kahteen kertaan laskeminen tai joidenkin hit- saussaumojen kokonaan poisjääminen laskelmista vaikuta merkittävästi lopputulokseen.

MATERIAL LIST FOR ONE ASSEMBLY			5M.CL1013			1 Total Pcs.
Mark	Size	Grade	Pos.	Length	Area	Weight
5M.PL10004	PL35*800	S355J2+N	1	1000	1.7	219.8
5M.PL10012	PL40*250	S355J2+N	2	300	0.4	47.1
5M.PL10037	PL30*640	S355J2+N	1	640	0.9	96.5
5M.PL10050	PL30*261	S355J2+N	1	290	0.2	17.6
5M.PL10051	PL30*261	S355J2+N	1	275	0.2	16.7
5M.PL10053	PL30*370	S355J2+N	1	472	0.3	33.6
5M.PL10056	PL20*130	S355J2+N	1	280	0.1	3.6
5M.PL10127	PL25*440	S355J2+N	1	335	0.2	19.7
5M.PL10153	PL25*438	S355J2+N	1	540	0.4	38.5
5M.PL10192	PL20*379	S355J2+N	1	590	0.3	21.7
5M.PL10228	PL20*261	S355J2+N	1	290	0.2	11.8
5M.PL10230	PL20*261	S355J2+N	1	410	0.2	15.8
5M.PL10362	PL20*280	S355J2+N	1	538	0.3	23.6
5M.PL10370	PL20*280	S355J2+N	1	538	0.3	23.6
5M.PL10487	PL20*300	S355J2+N	1	460	0.3	21.7
5M.PL10747	PL12*470	S355J2+N	1	230	0.2	7.2
5M.PL10758	PL16*261	S355J2+N	2	270	0.3	17.6
5M.PL10801	PL12*280	S355J2+N	8	538	2.6	113.2
5M.PL10805	PL12*200	S355J2+N	4	300	0.4	15.4
5M.PL10829	PL12*347	S355J2+N	1	227	0.1	5.3
5M.PL10896	PL12*150	S355J2+N	2	372	0.2	6.1
5M.PL10955	PL100*6	S355J2+N	3	580	0.4	8.2
5M.PL11042	PL16*380	S355J2+N	2	400	0.4	23.6
5M.PL11085	PL16*201	S355J2+N	1	234	0.1	5.4
5M.PL11170	PL16*190	S355J2+N	2	400	0.2	12.9
5M.PL11218	PL10*280	S355J2+N	1	538	0.3	11.8
5M.PL11222	PL10*280	S355J2+N	1	538	0.3	11.8
5M.PL11343	PL12*280	S355J2+N	1	538	0.3	14.2
5M.PL11548	PL12*270	S355J2+N	1	357	0.2	7.9
5M.PR10145	HEB500	S355J2	1	410	0.9	76.9
5M.WP10005	HI600-20-30*600	S355J2+N	1	23927	85.3	8790.3
5M.WP10067	HI1200-15-35*400	S355J2+N	1	585	2.4	205.8

KUVIO 3. Osaluettelo erään rakenteen valmistuskuvasta (Rautaruukki Oyj)

5.2 Keskimääräinen a-mitta

Varsinaisia tunnuslukuja joita laskelmista haluttiin saada selville, oli useita. Yhdeksi tavoitteeksi tuli saada selville varusteluosiin tulevien pienahitsien keskimääräinen a-mitta, joka on esitetty (KUVIO 3), sekä osatunkeumahitsien keskimääräinen a-mitta ja niiden hitsaamiseen kulunut aika. Myös varustelussa hitsattujen läpihitsien hitsaamiseen kulunut aika täytyi laskea.



KUVIO 4. Pienahitsin a-mitta

5.3 Laskennallinen työaika

Toinen tieto joka haluttiin saada selville, oli laskennallinen työaika per palkkitonni. Kun hitsien pituudet oli saatu Exceliin, tarvittiin vain hitsaamiseen ja hitsien viimeistelyyn kuluvat ajat laskentakaavoja varten. Valmistusajat kaikille hitsaussaumojen eri a-mitoille laskelmia varten olivat Ruukin Ylivieskan tehtaalla jo olemassa, joten tässä työssä on käytetty niitä samoja arvoja. Lisäksi kaikkiin palkkeihin kohdistuu tietty määrä kääntöjä ja siirtoja, jotka myös otettiin laskennassa huomioon.

5.4 Varusteluhitsien pituus

Kolmantena tunnuslukuna haluttiin tietää varusteluhitsaussaumojen pituus per palkkitonni. Tästä laskettiin myös toinen tunnusluku, muunneltu varusteluhitsaussaumojen pituus per palkkitonni. Siinä laskettiin tilavuuden perusteella kaikille a-mitoille kertoimet, joilla niitä verrattiin a-mitan kuusi millimetriä tilavuuteen (TAULUKKO 1). Näin saatiin selville, kuinka paljon varustelussa jouduttiin hitsaamaan enemmän, verrattuna suunniteltoon. Ennen projektin aloittamista ajateltiin että keskimääräinen a-mitta tulisi olemaan kuusi millimetriä. Esimerkiksi a-mitaltaan kahdeksan millimetriä oleva hitsi, on tilavuudeltaan jo 1,8 kertaa a-mitaltaan kuusi millimetriä olevaa hitsiä isompi. Nämä tunnusluvut saatiin laskentakaavojen avulla samasta Excelistä.

TAULUKKO 1. Hitsien tilavuuskertoimia (Rautaruukki Oyj)

a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure
5	6	7	8	10	11	12	14	15	17	18	20	21	
volume	volume	volume	volume	volume	volume	volume	volume	volume	volume	volume	volume	volume	volume
0.7	1	1.4	1.8	2.8	3.4	4.0	5.4	6.3	8	9	11.1	12.25	

5.5 Laskelmien tulosten esittäminen

Laskenta taulukoista tärkeimmästä, johon varustelu osien pituudet laskettiin, saatiin siis tunnusluvut: Keskimääräinen a-mitta, laskennallinen työaika ja hitsausaumojen pituus (LIITTEET 3-6). Exceliin oli helppo tehdä ja muokata kaavoja matkanvarrella, kun huomasi että jonkun asian voi esittää järkevämmiin. Kun jokaiselle palkille kopioi aina saman pohjan, myös kaavat pysyivät oikeissa ruuduissa, vaikka varusteluosamäärä vaihteli suuresti eri palkeilla.

Excelissä laskettiin ensin kukin rakenne erikseen ja esitettiin tulokset jokaisesta rakenteesta samalla tavalla (TAULUKKO 2). Rakenteet jaettiin vielä, kuten jo aiemmin mainittiin, näiden kuuden rakennusosan mukaan. Lisäksi rakenteet jaettiin myös omille välilehdille sen mukaan olivatko ne pilareita, vai tasopalkkeja. Tämä siksi, että pilarit muistuttavat valmistusteknisesti toisiaan ja palkit toisiaan. Eli rakennusosa yksi jaettiin pilareihin ja palkkeihin jne. Exceliin luotiin myös yhteenveto välilehti, johon laskettiin jokaisesta kuudesta rakennusosasta keskiarvot, kaikista lasketuiden rakenteiden tuloksista (TAULUKKO 3). Lopuksi laskettiin vielä keskiarvot koko rakennuksesta (LIITE 7).

TAULUKKO 2. Yhden rakenteen laskennan tulokset (Rautaruukki Oyj)

	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	a-measure	
	5	6	7	8	10	11	12	14	15	17	18	20	21		
Weld Length															
Grand total:	177874.0	15688.0	58539	0	40123	5780	3200	2876	27660	15166	1660	0	3200	3200	
Welding Time:	269.2	1187.2	0.0	1092.2	202.4	125.3	125.0	1449.8	917.7	123.0	0.0	311.8	339.6		
TOTAL WELDING TIME:	11594.8	MIN	OTHER WORK FOR BEAM:				648	MIN	TOTAL WORK TIME:		12242.8	MINUTES =	204.0	HOURS	
Area: 160			AVERAGE WELD SIZE a = 15.88				WELD LENGHT [m] / MASS [tn] = 5.8			WORK TIME [h] / MASS [tn] = 6.66					
						fix. WELD LENGHT [m] / MASS [tn] = 58.0									

TAULUKKO 3. Yhteenvedo yhden rakennuksen osan rakenteiden laskelmista (Rautaruukki Oyj)

AVERAGES	Columns	Beams	Total
Weld size [a]	12.47	12.22	12.34
Work time [h] / Mass [tn]	8.40	12.42	10.41
Weld length [m] / Mass [tn]	9.87	15.41	12.64
fix. Weld length [m]/ Mass [tn]	52.57	73.42	63.00

5.6 Keskimääräinen varusteluosan paino

Viidentenä tunnuslukuna haluttiin saada selville keskimääräinen varusteluosan paino. Keskimääräinen varusteluosien paino saatiin helposti toiminnanohjausjärjestelmästä. Tähän projektiin oli kaikki varusteluosat tilattu alihankinnasta, joten SAP toiminnanohjausjärjestelmästä saatiin siirrettyä kaikkien osien kappalemäärä ja paino Exceliin (LIITE 8). Täytyi vain laskea yhteen osien kappalemäärät sekä painot. Sitten jaettiin osien yhteispaino, kokonaiskappalemäärällä ja keskipaino oli selvillä. Tässä Excelissä ei turhia hienosteltu vaan tulokset laitettiin suoraan kaikkien osien rivien alle (TAULUKKO 4).

TAULUKKO 4. Projektin keskimääräinen varusteluosapaino (Rautaruukki Oyj)

	Kg	Pc	
TOTAL:	387182	19608	
Average part weighth:		19.7	Kg

5.7 Laskelmien kattavuus

Viimeinen tieto, jonka Ruukki halusi tietää, oli että kuinka suurta osaa tähän työhön lasketut rakenteet vastasivat kaikista rakenteista. Nämä tiedot syötettiin omiin Exceltaulukoihinsa, jotta niitä pystyi esittämään erillään päälaskenta taulukosta (LIITE 2). Rakenteiden valitseminen laskentaan tapahtui manuaalisesti, levittämällä rakennusosakohtaisesti paperiset konepajakuvat pöydälle. Valittu rakennetunnus kirjoitettiin omaan Exceliin, johon merkittiin myös rakenteen massa, sekä kuinka monta vastaavan kaltaista rakennetta löytyi ja mikä oli niiden yhteenlaskettu massa. Lopuksi laskettiin, että montako prosenttia nämä rakenteet vastasivat kaikista projektin rakenteista, niiden massojen suhteen. Kuten seuraavasta kuvioista näkee, niin laskelmat olivat varsin kattavat (TAULUKKO 5).

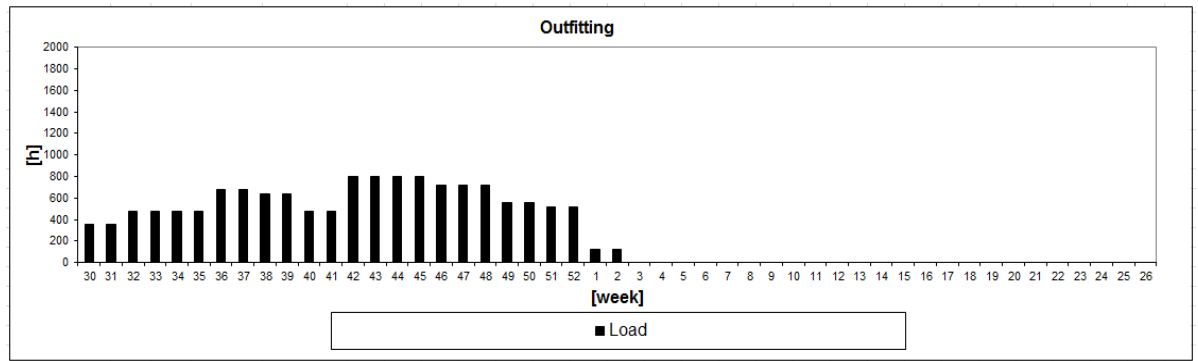
TAULUKKO 5. Laskettujen- ja samankaltaisten rakenteiden osuus projektista (Rautaruukki Oyj)

Summary of analyzed structures		
Weight of analyzed structures	432 218	kg
Total weight of produced structures	2 208 637	kg
Volume % of production analyzed	19.57	%
Total weight of similar structures	1 369 317	kg
Total weight of produced structures	2 208 637	kg
Volume % of production analyzed	62.00	%

5.8 Suunnitellun aikataulun ja resurssien muutos

Ruukki halusi myös jonkinlaisen yksinkertaisen esityksen siitä, että kuinka aikataulu ja varustelutyötuntien määrä muuttui alkuperäiseen suunnitelmaan verrattuna. Aikataulun pitäminen projekteissa on entisestään korostunut (Pelin 2011, 105). Työn piti alun perin onnistua huomattavasti vähäisemmällä resursseilla varustelutyön osalta. Koska työ vaikeutui huomattavasti kaikilla osa-alueilla, niin oli työntekijöitä lisättävä varusteluun pitkin projekteja. Aikataulukin venyi huomattavasti alkuperäiseen verrattuna ja myös tähän syitä löytyy kaikilta mahdollisilta osa-alueilta. Kuvia ei saatu ajoissa, maalien kanssa oli ongelmia, laatuvaatimuksista oli erimielisyyksiä asiakkaan kanssa jne.

Aikataulujen ja henkilöstökapasiteetin muutoksen esittämisessä käytettiin alkuperäistä aikataulua, alkuperäisiä teholumukuja, sekä tietysti toteutunutta aikataulua ja toteutuneita työtunteja. Alkuperäinen aikataulu luotiin Exceliin käyttämällä asiakkaalta aloituspalaverissa saatua janakaavioaikataulua. Siinä oli vain yksinkertaisesti esitetty, että milloin valmistuskuvat saataisiin tehtaalte ja milloin mikäkin kuudesta rakennuksen osasta pitää olla toimitettuna työmaalle. Näiden päivämäärien välinen aika on siis se aika, jonka tehdas voi käyttää rakenteiden valmistamiseen. Suunniteltujen varustelutyöntekijöiden määrä saatiin yksinkertaisesti kertomalla rakennuksen osan kokonaistonnimäärän sillä tuntia per tonni teholluvulla, joka sen piti alun perin olla (KUVIO 4). Toteutunut työntekijöiden määrä saatiin, kun ajettiin toteutunut tehtaan varustelutuntimäärä SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä ja laskettiin montako työntekijää, siihen tuntimäärään oli kullakin viikolla tarvittu (LIITE 9).



KUVIO 5. Alkuperäinen aikataulu ja tehtaalta vaadittavat resurssit (Rautaruukki Oyj)

6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Laskelmat onnistuivat mielestäni hyvin ja tavoitteet täyttyivät. Laskelmista saatiin kaikki ne tulokset ja tunnusluvut, mitä niistä haluttiin saada. Olin myös tyytyväinen tulosten esittämistapaan, joka oli mielestäni yksinkertainen ja selkeä. Laskelmat kelpasivat myös Ruukille, eikä niissä ollut heidänkään mielestä mitään huomauttamista. Laskelmat eivät olleet minulle itsessään kovinkaan vaativia, mutta työtä ne vaativat paljon. Työ olikin lähinnä manuaalista puurtamista, jossa täytyi tutkia valmistuskuvia tunnista toiseen, jotta kaikkien varusteluosien hitsausaumojen mitat saatiin varmasti laskelmiin. Pelkkien laskelmien tekemiseen menikin melkein kuusi työviikkoa.

Kaikkien laskelmien tekeminen Microsoft Exceliin ja erilaiset esitystavat siellä, opettivat kyllä Excelin käytöstä uusia asioita ja niitä tulen varmasti tarvitsemaan myös tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön kirjoittamisen osalta oli vaikeuksia päästä alkuun. Mutta kun tuli sopivia työmatkoja, niin kirjoittaminenkin alkoi sujua. Koko aikana ei kotona kirjoittamisesta tullut oikein mitään, johtuen ainakin osittain kolmesta pienestä lapsesta. Kirjoittamisessa huomasin myös, että olen erittäin kriittinen omalle tekstilleni. Aina tekstin luettuani löysin siitä muokattavaa ja järkeistin tekstiä niin, että se lyheni lyhenemistään. Myös Microsoft Wordin käyttämisessä opin uusia asioita, koska opinnäytetyön kirjoitusasu oli ennalta niin tarkasti määritelty. Pelkästään kirjoitusasun muotoseikkojen viimeistelyyn meni useita tunteja.

Jälkilaskelmien tulosten analysointi ei kuulunut alkuperäiseen toimeksiantoon, mutta koska olin itse projektissa mukana, niin tiesin kyllä mitä tulokset merkitsivät. Todettakoon tässä että laskelmat selittivät ison osan projektibudjetin ylityksistä, mutta ei lähellekään kaikkea. Laskelmien tulokset eivät myöskään olleet aivan odotetun mukaisia, vaan tulokset olivat Ruukin kannalta hieman epäedullisemmat, mitä oli alun perin arvioitu.

LÄHTEET

Kehitysyhteistyön hankehallinnon itseopiskelupaketti. Saatavissa:
<http://itseopiskelu.kepa.fi/node/125>. Luettu 7.3.2014.

Pelin Risto 2011. Projektihallinnan käsikirja. 7., uudistettu painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Rautaruukki Oyj 2014. kuviot, taulukot ja liitteet.

Rissanen Tapio 2002. Projektilla tulokseen. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Suomala Petri, Manninen Olli & Lyly-Yrjänäinen Jouni. 2011. Laskentatoimi johtamisen tukena. Helsinki: Edita Publishing Oy.