



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Juha Viitasalo

LAYOUTMUUTOSTEN
KUSTANNUSVAIKUTUSTEN
HALLINTA
VOIMALAITOSSUUNNITTELUSSA

Tekniikka ja liikenne

2010

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulussa. Tekniikan ja liikenteen yksikössä kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman päättötyönä. Työ tehtiin Citec Engineering Oy:n Vaasan toimipisteen toimeksiannosta.

Työn ohjaajana toimi Vaasan ammattikorkeakoulun yliopettaja Lotta Saarikoski, jota kiitän neuvoista ja ohjauksesta työn aikana.

Työn toimeksiantajan edustajana Citec Engineering Oy:ssä toimi insinööri Jari Hänninen. Hänelle esitän kiitoksen hyvästä opinnäytetyön aiheesta, kannustuksesta ja hyvistä neuvoista. Kiitän myös Citecin kustannuslaskijoita Excel-ohjelmaani saamistani kustannustiedoista.

Vaasassa 26.5.2010

Juha Viitasalo

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Juha Viitasalo
Opinnäytetyön nimi	Layoutmuutosten kustannusvaikutusten hallinta voimalaitossuunnittelussa
Vuosi	2010
Kieli	suomi
Sivumäärä	53 + 9 liitettä
Ohjaaja	Lotta Saarikoski

Tämä opinnäytetyö on tehty Citec Engineering Oy:lle. Työn tavoitteena oli kehittää laskentaohjelma, jonka avulla layoutsuunnittelijat voivat tarkastella layoutmuutosten kustannusvaikutuksia erityisesti voimalaitosprojektin myyntivaiheessa. Laskentaohjelma tehtiin Excel-pohjaiseksi. Sen avulla pystytään seuraamaan projektien kustannuksia ja kehittämään ja ylläpitämään kustannusseurantaa.

Kustannusaineisto on hankittu Citec Engineeringin asiakkaan kustannuslaskentaohjelmasta. Työn tuloksena syntyi helposti käytettävä Excel-ohjelma, jolla pystytään seuraamaan ja vähentämään asennus – ja materiaalikustannuksia voimalaitosprojekteissa.

Asiasanat kustannusvaikutusten hallinta, Excel-ohjelma, projektit, layoutmuutos

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Juha Viitasalo
Title	Cost Management of Layout Changes in Power Plant Engineering
Year	2010
Language	Finnish
Pages	53 + 9 Appendices
Name of Supervisor	Lotta Saarikoski

This thesis has been done at Citec Engineering company. The goal was to develop a calculation program that would allow layout designers to view the installation-cost of the layout-changes, particularly in the sales phase of a power plant project. The calculation program was decided to made Excel-based.

The cost data was gathered from cost estimation tools obtained from customer. As a result of the thesis, an easy-to-use Excel program was developed. The Program will be used for monitoring and reducing installation costs in power plant projects.

Keywords	Cost Management, Excel program, Projects, Layout-Changes
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT.....	4
KUVALUETTELO.....	8
LIITELUETTELO	10
KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET	11
1 JOHDANTO	12
1.1 Työn tausta ja aihe	12
1.2 Työn tavoite	12
1.3 Työn kulku	13
2 YRITYSESITTELY	14
2.1 Citecin historiaa	14
2.2 Citec tänään.....	15
2.3 Citec Engineering.....	15
3 KUSTANNUSLASKENTA	16
3.1 Laskennan tausta.....	16
3.2 Perinteinen kustannuslaskenta	16
3.3 Projektikustannuslaskenta.....	18
3.4 Projektikustannusten hallinta	19

3.5	Projektikustannuksiin vaikuttaminen.....	19
3.6	Kustannuksiin vaikuttava päätöksenteko.....	21
4	KUSTANNUSLASKENTA-OHJELMAN KUVAUS.....	22
4.1	Voimalaitoksen asemakaavapiirustus.....	22
4.2	Prosessikuvaus Excel-ohjelman käytöstä myyntiorganisaatiossa.....	22
4.3	Prosessikuvaus Excel-ohjelman käytöstä projektiorganisaatiossa.....	22
5	KUSTANNUSOHJELMAN VAIHEET.....	23
5.1	Ohjelman tarve.....	23
5.2	Suurimpien kustannustekijöiden selvitys.....	23
5.3	Ohjelman kustannustietojen muodostuminen.....	25
5.4	Ohjelman muuttujien muodostuminen.....	26
6	KUSTANNUSMUUTTUJIEN LASKENTAPERUSTEET.....	27
6.1	Muuttujien kustannuksien muodostuminen.....	27
6.2	Kustannusten laskeminen Excel-ohjelmalla.....	27
6.3	Maakohtainen muuttuja.....	27
6.4	Moottorityyppimuuttuja.....	27
6.5	Moottorilukumäärämuuttuja.....	27
6.6	Saattolämmitysmuuttuja.....	27
6.7	Jäähdytysjärjestelmämuuttuja.....	27
6.8	Kappalemäärämuuttuja.....	28

6.9 Etäisyysmuuttuja.....	28
6.10 Tankkialueiden laskenta.....	30
7 OHJELMAN KÄYTTÄMINEN	31
7.1 Käyttöohjeet.....	31
7.2 Kustannusohjelma käyttäjän näkökulmasta.....	32
7.3 Ohjelman laskentatarkkuus.....	32
8. KÄYTÄNNÖN ESIMERKKI OHJELMAN KÄYTÖSTÄ	34
8.1 Myyntipuolen layout.....	34
8.2 Projektipuolen layout.....	34
8.3 Kustannusvaikutukset.....	34
9 KUSTANNUSOHJELMAN KEHITTÄMINEN	35
9.1 Ohjelman päivittäminen.....	35
9.2 Mahdollisia tulevaisuuden kehittämiskohteita.....	35
10 YHTEENVETO.....	36
LÄHTEET.....	37
LIITTEET	37

KUVALUETTELO

Kuva 1 Perinteisen kustannuslaskennan kulku

Kuva 2 Toteutuneet kustannukset ja vaikutusmahdollisuudet kustannuksiin projektin elinkaarella

Kuva 3 Päätöksien tärkeys ja määrä projektin elinkaaren eri vaiheissa

Kuva 4 Site-layout

Kuva 5 Näkymä Site-alueelta

Kuva 6 Prosessin kuvaus myyntivaiheessa

Kuva 7 Prosessin kuvaus projektivaiheessa

Kuva 8 Referenssivoimalaitoksen kirjainyhdistelmän kuvaus

Kuva 9 Mekaanisen puolen hintatietoja

Kuva 10 Excel-ohjelman rakenne

Kuva 11 Excel-ohjelman päämuuttujat

Kuva 12 Maakohtaisia kustannustietoja

Kuva 13 Kaksi 18V32-moottoria

Kuva 14 Voimalaitoksen putkistoa

Kuva 15 Voimalaitoksen jäähdyttimiä

Kuva 16 Voimalaitoksen putkisilta

Kuva 17 Excel-ohjelman muuttujia

Kuva 18 Betonivallilla olevan tankkialueen laskenta

Kuva 19 Betonivallilla oleva tankkialue

Kuva 20 Kahden yksikön väliset muuttujat

Kuva 21 Myynti-layout

Kuva 22 Projekti-layout

Kuva 23 Muutoksien kustannusvaikutukset

Kuva 24 Voimalaitosesimerkki

Kuva 25 Laskuesimerkki

LIITELUETTELO

LIITE 1 Excel-ohjelman ulkoasu

LIITE 2 Excel-ohjelman maakohtaiset tiedot

LIITE 3 Excel-ohjelman rakennuspuolen kustannustiedot

LIITE 4 Excel-ohjelman sähköpuolen kustannustiedot

LIITE 5 Excel-ohjelman mekaanisen puolen kustannustiedot

LIITE 6 Excel-ohjelman käyttöohje

LIITE 7 Myynti-layoutien prosessikaavio

LIITE 8 Projekti-layoutien prosessikaavio

LIITE 9 Asemakaavapiirustus

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

Power House = PH	Moottorihalli
Fuel Treatment House = FTH	Polttoaineen käsittelylaitos
Utility Block = UB	Voimalan käyttöpuoli
Low Voltage = LV	Matalajännite
Heavy Fuel Oil = HFO	Raskas polttoöljy
Day tank	Päivätankki
Storage tank	Varastotankki
Station transformer	Voimalamuuntaja
Switchyard	Muuntaja-alue
Unloading station	Purkuasema
Cooling pipes	Jäähdytysputket
Exhaust gas duct	Pakokaasuputket
Engine	Moottori
LV Switchgear	Pienjännitejohto
Pipe bridge	Putkisilta
Over walk	Ylikulku

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja aihe

Citec Engineering Vaasan yksikössä on panostettu voimakkaasti suunnittelun tehostamiseen. Asiakkaiden sekä yrityksen omien tarpeiden huomioiminen ja tyydyttäminen ovat yritysmaailman kilpailukeinoja. Kiristynyt kilpailu pakottaa yritykset yhä voimakkaammin kehittämään omaa toimintaansa.

Tämän työn tarkoituksena on kehittää Citec Engineeringin suunnittelijoiden kustannustietoutta voimalaitoslayoutien suunnittelussa, erityisesti projektin myyntivaiheessa. Tarkoituksena on antaa suunnittelijoille työkaluja, jotta päästään mahdollisimman kustannustehokkaisiin ratkaisuihin jo layoutia suunniteltaessa. Tällä tavalla pystytään vaikuttamaan kokonaiskustannuksiin.

Projektin myyntivaiheessa layouteilla pystytään vaikuttamaan kustannuksiin eniten koko projektin aikana. Panostamalla jo tässä vaiheessa kustannustehokkuuteen saadaan enemmän toteutuneita kauppoja. Myyntivaiheen ratkaisut menevät asiakkaalle ja tällöin layout myös ”lyödään lukkoon”. Myöhemmin suuria muutoksia on vaikeampi toteuttaa ja ne myös maksavat enemmän.

1.2 Työn tavoite

Tämän työn tarkoituksena on tehdä sellainen helppokäyttöinen työkalu Excel-ohjelman muodossa, joka antaa suunnittelijoille kustannustietoutta projektin eri vaiheissa, erityisesti projektin alussa eli myyntivaiheessa. Tällä tavalla pystytään parantamaan, seuraamaan ja kehittämään kustannustehokkuutta. Ohjelmaa pitäisi pystyä myös helposti päivittämään sekä laajentamaan tulevaisuuden tarpeita silmälläpitäen. Tarkoituksena on myös luoda selkeät käyttöohjeet.

1.3 Työn kulku

Opinnäytetyössä keskitytään Excel-ohjelman tekoon eli selvittämään miten saadaan tehtyä helposti käytettävä ohjelma, millaisia asioita ohjelmassa pyritään näyttämään sekä miten ja miksi niihin on päädytty. Työssä kerrotaan myös minkälaisia kustannusasioita on otettava huomioon ohjelman tietoja kerätessä, ja millä tavoin nämä tiedot ovat saatu.

Opinnäytetyön raportointi etenee seuraavasti: Kappaleessa 2 on yritysesittely. Kappaleessa 3 kerrotaan kustannuslaskennasta pääpiirteittäin. Kappaleessa 4 on ohjelman kuvaus. Kappaleessa 5 kerrotaan kustannusohjelman vaiheista. Kappaleessa 6 kerrotaan kustannusmuuttujien laskentaperusteista. Kappaleessa 7 perehdytään ohjelman käyttämiseen. Kappaleessa 8 esitetään käytännön esimerkki ohjelman käytöstä. Kappaleessa 9 kerrotaan kustannuslaskentaohjelman kehittämisestä. Kappaleessa 10 on opinnäytetyön yhteenveto.

Opinnäytetyössäni käsitellään yrityksen ei-julkisia tietoja siksi nämä tiedot ovat poistettu tästä julkisesta versiosta. Tästä johtuen tämän version sisällysluettelo ei aina pidä paikkaansa.

2 YRITYSESITTELY

2.1 Citecin historiaa

Nykyinen Citec perustettiin vuonna 1984 Rune Westergårdin ja Rolf Bergin toimesta. Alkuaikoina yritys toimi nimellä Tri-technic ja ensimmäisinä vuosina yhtiön toiminta oli pienimuotoista. Vuonna 1989 alkoi lähtölaukaus nopeaan kasvuun, kun aloitettiin aktiivisemmin panostaa myyntiin ja päätettiin liittyä Aveconiin, joka oli usean samalla alueella toimineen pienemmän insinööritoimistoryhmän nimitys. Ajan kuluessa yhtiö kasvoi niin suureksi, että se päätettiin ostaa emoyhtiön alta. Vuonna 1994 yhtiö nimettiin uudelleen ja nimeksi tuli Citec. Näin alkoi uusi aikakausi.

<[URL:http://www.citec.com/CITEC/Company/Citec_History](http://www.citec.com/CITEC/Company/Citec_History)>

Liiketoiminnassa tapahtui muutoksia, ympäristökonsultaatio ja teknisen dokumentaation tuottaminen otettiin myös mukaan yrityksen toimintaan. Tämän johdosta perustettiin Citec Environmental vuonna 1993.

<[URL:http://www.citec.com/CITEC/Company/Citec_History](http://www.citec.com/CITEC/Company/Citec_History)>

Nopean kasvun aika jatkui kun Nokia Networks ulkoisti teknisen informaatiossa Citecille. Teknisen informaation osaaminen kasvoi yrityksessä voimakkaasti ja sen seurauksena perustettiin erillinen yhtiö Citec Information Oy vuonna 2001. Vuonna 2003 päätti Wärtsilä ulkoistaa 50 työntekijää Citecille. Seuraavana vuonna lähti yhtiö suureen kasvuun. <[URL:http://www.citec.com/CITEC/Company/Citec_History](http://www.citec.com/CITEC/Company/Citec_History)>

Citec perusti tytäryhtiön Ruotsiin vuonna 2002, Intiaan 2003 ja vuonna 2004 perustettiin yhtiö Kiinaan. Vuonna 2005 laajennettiin toimintaa myös Englantiin. Tämän jälkeen on perustettu toimipisteitä useaan eri kaupunkiin. Suomessa toimipisteitä on kahdeksalla paikkakunnalla. Vuonna 2008 Citec Environmentalista tuli osa Citec Engineering Oy:tä. [URL:https://insider.citec.fi/Default.aspx?id=427171](https://insider.citec.fi/Default.aspx?id=427171)

2.2 Citec tänään

Citec koostuu kahdesta sisaryrityksestä: Citec Engineering Oy ja Citec Information Oy. Näistä Citec Information hallitsee teknisen informaation ja Engineering teknisen suunnittelun ja ympäristökonsultoinnin. Yhtiöillä on yhteisiä hallinnollisia toimintoja ja yhteistyö on tiivistä, vaikka yhtiöt ovatkin juridisesti itsenäisiä yhtiöitä. Virallisesti ei ole olemassa Citec-yhtymää, mutta puhuttaessa Citecin yrityksistä yhdessä voidaan puhua Citec -yhtiöt tai lyhemmin Citec. Molemmat yhtiöt toimivat saman tuotenimen alla – Citec. [URL:https://insider.citec.fi/Default.aspx?id=427171](https://insider.citec.fi/Default.aspx?id=427171)

Työntekijöitä Citecillä on tällä hetkellä yli 1100, joista neljäsosa on Intiassa. Liikevaihto vuonna 2008 oli noin 60 miljoonaa euroa. Citecin pääkonttori sijaitsee Suomessa, Vaasassa. Yrityksellä on toimistot Suomessa, Ruotsissa, Iso-Britanniassa, Ranskassa, Venäjällä ja Intiassa. Citec -yhtiöiden omistajarakenne muodostuu perustajajäsenistä ja muista avainhenkilöistä. Lisäksi vakuutusyhtiö Tapiola omistaa 14 % Citec Informationista. [URL:https://insider.citec.fi/Default.aspx?id=427171](https://insider.citec.fi/Default.aspx?id=427171)

2.3 Citec Engineering

Vuonna 2003 Wärtsilä Power ulkoisti voimalaitossuunnittelunsa Citec Engineeringille. Vuonna 2008 Wärtsilä uusi puitesopimuksen Citecin kanssa. Sopimuksen tarkoituksena on syventää ja vahvistaa nykyistä kumppanuutta ja yhdistää voimavarat pitkällä aikavälillä molempia osapuolia hyödyntävään ja tuottoisaan kumppanuuteen. Citecin päätehtävä on edelleen tarjota laadukasta suunnittelua, teknistä informaatiota ja dokumentointipalvelujen tuottamista Wärtsilälle. Citec Engineeringin palvelut Wärtsilälle sisältävät pääasiassa voimalaitossuunnittelun sekä toimitus- ja huoltoprojektien kehittämisen.

[URL:http://www.businessoulu.com/index.php?id=503&news_id=637](http://www.businessoulu.com/index.php?id=503&news_id=637)

3 KUSTANNUSLASKENTA

3.1 Laskennan tausta

Laskentajärjestelmiä on aina ollut erilaisia niin kuin on ollut liikemiehiä ja kauppiaitakin, jotka ovat seuranneet liiketoimintaansa kehittämillään laskentajärjestelmillä jo tuhansien vuosien ajan. Kahdenkertaisen kirjanpidon periaatteet kehitti venetsialainen munkki Fra Pacioli noin 500 vuotta sitten. Yrityksen sisäistä toimintaa ohjaavan laskennan periaatteet kehittyivät teollisen vallankumouksen myötä noin 200 vuotta sitten. (Alhola 1998, 10)

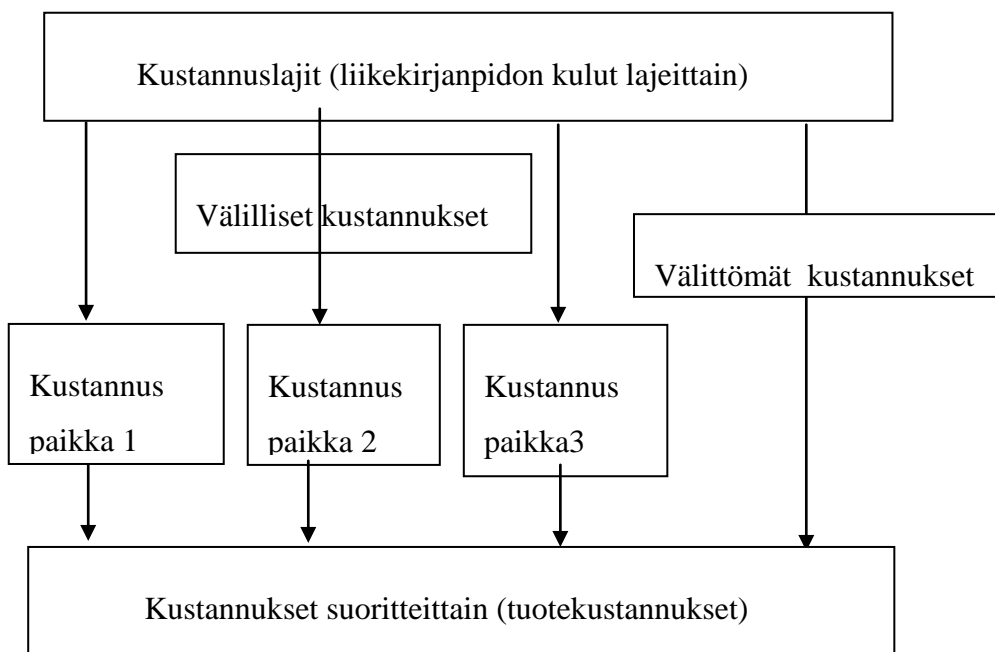
3.2 Perinteinen kustannuslaskenta

Perinteisellä kustannuslaskennalla ei tarkoiteta iältään vanhaa laskentaa vaan lähinnä laskentaa, jossa ovat seuraavat kolme vaihetta:

Kustannuslajilaskenta, jossa yrityksen laskentakauden kokonaiskustannukset selvitetään lajeittain, kuten tarvike- ja aineskustannukset, vuokrat ja palkat.

Kustannuspaikkalaskenta, jossa kustannuspaikoille kohdistetaan valmistuksen välilliset kustannukset, kuten esim. valmistuskustannuspaikalle (valmistusosasto), aineskustannuspaikalle (varasto), hallinto-osastolle ja markkinointi-osastolle.

Suoritekohtainen laskenta, jossa suoritteille kohdistetaan välittömät kustannukset sekä välilliset kustannukset käyttäen erilaisia kohdistumisperusteita, kuten lisäys- ja jakolaskentaa. Kuvassa 1 on esitetty perinteisen kustannuslaskennan eteneminen. (Alhola 1998, 10 - 11)



Kuva 1. Perinteisen kustannuslaskennan kulku (Alhola 1998, 11)

Laajasti on tiedostettu, että perinteiseen kustannuslaskentaan liittyy ongelmia. Erityisesti yritysjohtajat ja muut päättäjät eivät ole tyytyväisiä kustannuslaskentajärjestelmiensä antamiin tietoihin. Esimerkiksi liian yksioikoinen kustannuslaskenta saattaa täysin vääristää tuotekustannukset. Perinteisen laskennan ongelmana pidetty yleiskustannusten epäoikeudenmukainen kohdistaminen tuotteille ilmenee hyvin vertailtaessa pieni- ja suurivolyymisia tuotteita. Pienivolyyminen tuote kuluttaa suhteessa enemmän yrityksen resursseja kun vertaa suurivolyymisiin tuotteisiin. (Alhola 1998, 11 - 13)

3.3 Projektikustannuslaskenta

Projekteissa kustannuksia seurataan usein vain epäsuorasti toteutuneiden työmäärien kautta. Tämä on tyypillistä etenkin organisaation sisäisissä kehityshankkeissa, joissa tavallisesti merkittävin kustannustekijä on henkilöstökulut. Aika on kuitenkin rahaa. Organisaation omissakin kehityshankkeissa pitäisi hinta arvioida lopputuotteelle ja myös kustannuskertymää valvoa projektin koko elinkaaren ajan. Kustannus seurannan, kustannusohjauksen ja budjetoinnin käytöllä voidaan projektien toiminnan tehostamisen lisäksi samalla kehittää suunnittelijoiden ja erityisesti projektipäälliköiden kustannustietoutta. Raha on henkilötyötunteja tutumpi mittari, koska rahalla ollaan tekemisissä kaikkialla. On konkreettisempaa huomata, että tuhannen henkilötyöpäivän kustannusarvio ylittyi kahdellasadalla tuhannella eurolla kuin todeta, että kokonaistyömäärä oli 400 henkilötyöpäivää tai viisi prosenttia enemmän kuin suunniteltu. (Ruuska 2005, 186 – 187)

Kustannuskomponenttien mukaan ottaminen seurantaan ja suunnitteluun ei saa kuitenkaan olla vain toteavaa kirjanpitoa vaan vaikuttamista aktiivisesti projektin kustannuksiin. Projektin ensisijainen tavoite ei silti koskaan ole kustannusten minimointi. Lopputuloksella on aina tietty laadullinen ja sisällöllinen taso, mitä ei saa alittaa ja mikä samalla määrittelee kustannuksille alarajan. Kustannusten minimointi ei ole tavoitteena vaan niiden suhteuttaminen hyötyihin. Kustannusseurantaa ei kannata kuitenkaan viedä liian tarkalle tasolle. Painopiste ohjauksessa tulee kohdistaa projektin lopputuloksen saavuttamisen kannalta tärkeimpiin kustannuseriin, eikä vain pilkkua viilaamalla etsiä marginaalisia säästökohteita. Kustannusten karsiminen lyhyellä aikavälillä ei välttämättä alenna kokonaiskustannuksia, etenkin projektin suunnitteluvaiheessa. Huolellinen valmistelu maksaa yleensä itsensä takaisin. (Ruuska 2005, 186 – 187)

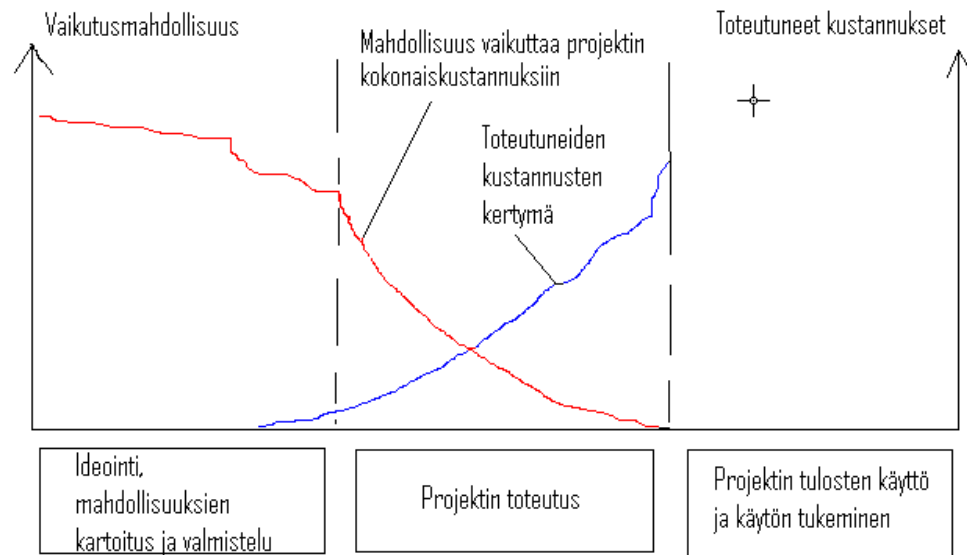
3.4 Projektikustannusten hallinta

Projektikustannusten hallinta sisältää kustannusten budjetointiin, arviointiin ja seurantaan liittyvät toiminnot. Näillä varmistetaan, että projektin toteutus koko yrityksen toiminnan osalta on liiketaloudellisten periaatteiden mukaan kannattavaa ja kustannustehokasta. Kustannusten hallinta projektin toteuttamisessa ei rajoitu ainoastaan hyväksytyyn budjettiin. Hallintaan sisältyy budjetin asettaminen ja tähän tähtäävät toimitusprojektin hinnoittelu, kassavirtojen ja rahoituksen suunnittelu, kustannusten arviointi sekä kannattavuuden varmistaminen. Kannattavuuden varmistaminen edellyttää koko projektin elinkaaren kattavaa näkökulmaa kustannuksiin ja tuottoihin. (Arto , Martinsuo & Kujala 2006, 150 - 151)

3.5 Projektikustannuksiin vaikuttaminen

Kustannusten hallinta on tärkeää projektin suunnittelu- ja määrittelyvaiheessa. Projektin aikatauluun, resursointiin, laajuuteen ja moniin muihin asioihin liittyvät päätökset ovat merkittäviä, koska ne määrittelevät projektin koko budjetin ja kustannusrakenteen. Suunnittelu- ja määrittelyvaiheen päätöksissä on otettava huomioon päätöksien vaikutukset koko tuotteen elinkaaren kustannuksiin. (Arto ym. 2006, 150)

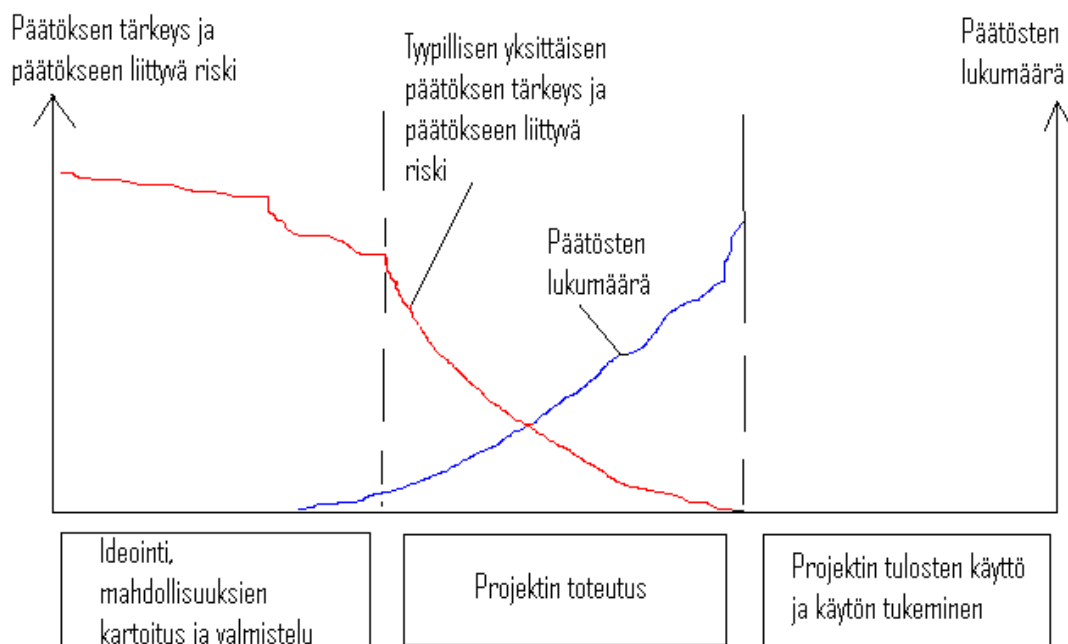
Parhaiten kustannuksiin voidaan vaikuttaa projektin alussa, koska silloin tehdään suunnittelupäätöksiä, joilla on suurimmat vaikutukset kokonaiskustannuksiin. Kun nämä päätökset on tehty, on projektin kustannusrakenne pääpiirteissään selvillä ja lopputuotteella on hinta. Tämän jälkeen on hinnassa harvoin kovin paljoa tinkimisvaraa. Hinnankorotuksia tulee sen sijaan helposti, jos on tehty vääriä ratkaisuja suunnitteluvaiheessa tai projekti ei etene odotetulla tavalla. Seuraavalla sivulla olevassa olevassa kuvassa 2 kuvataan toteutuneita kustannuksia ja vaikutusmahdollisuuksia kustannuksiin projektin elinkaarella. (Ruuska 2005, 187 - 188)



Kuva 2. Toteutuneet kustannukset ja vaikutusmahdollisuudet kustannuksiin projektin elinkaarella. (Arto ym. 2006, 152)

3.6 Kustannuksiin vaikuttava päätöksenteko

Päätösten määrä projektin alussa on vähäinen, mutta tuolloin tehtävien yksittäisten päätösten merkitys on suuri. Esimerkiksi investointipäätökset ja projektin laajuuden hyväksyminen luovat rajat tuleville kustannuksille. Projektitoimittajan kannalta kustannuksien aliarvioiminen tarjousta valmisteltaessa voi johtaa liian alhaiseen myyntihintaan, josta seuraa tappiollinen projekti. Päätösten määrä kasvaa projektin edetessä, mutta kokonaisuuden kannalta yksittäisen päätöksen merkitys pienenee. Alla oleva kuva 3 esittää päätösten lukumäärän ja päätösten tärkeyden muuttumisen projektin elinkaaren eri vaiheiden aikana. (Artto ym. 2006, 152 - 153)



Kuva 3. Päätösten tärkeys ja määrä projektin elinkaaren eri vaiheissa. (Artto ym. 2006, 153)

4 KUSTANNUSLASKENTA-OHJELMAN KUVAUS

4.1 Voimalaitoksen asemakaavapiirustus

Asemakaavapiirustus, jota myös Site-layoutiksi sanotaan, on suoraan voimalaitoksen yläpuolelta otettu kuva. Tässä opinnäytetyössä tehdyllä Excel-ohjelmalla pyritään pienentämään Site-layoutin kautta muodostuvia kustannuksia. Kuvissa näkyvistä rakennuksista, putkista, tankkialueista, teistä yms. asioista on Excel-ohjelmaan saatu muuttujat, joille kustannukset lasketaan.

4.2 Prosessikuvaus Excel-ohjelman käytöstä myyntiorganisaatiossa

4.3 Prosessikuvaus Excel-ohjelman käytöstä projektiorganisaatiossa

5 KUSTANNUSOHJELMAN VAIHEET

5.1 Ohjelman tarve

Tämän työn tarkoituksena on lisätä Citec Engineeringin työntekijöille kustannustietoutta layoutin suunnittelussa, erityisesti projektin myyntivaiheessa. Tarkoituksena on antaa suunnittelijoille työkalu, jolla päästään mahdollisimman kustannustehokkaisiin ratkaisuihin jo layoutia suunniteltaessa. Tällä tavoin pystytään vaikuttamaan kokonaiskustannuksiin myös projektin aikana.

Projektin myyntivaiheessa layouteilla pystytään vaikuttamaan kustannuksiin eniten koko projektin aikana. Kun panostetaan jo tässä vaiheessa kustannustehokkuuteen saadaan enemmän toteutuneita kauppoja. Myyntivaiheen ratkaisut menevät asiakkaalle, jolloin layout myös usein ”lyödään lukkoon”. Myöhemmin suuriin muutoksiin on vaikeampi lähteä ja ne ovat vaikeammin toteutettavissa.

5.2 Suurimpien kustannustekijöiden selvitys

Ennen kun aloitettiin Excel-ohjelman varsinainen tekeminen, pidettiin useita kokouksia. Kokouksiin osallistuivat insinööriyöntekijän lisäksi Jari Hänninen (layoutsuunnittelupäällikkö), Kai Viita-aho (mekaanistenkustannuksienlaskija), Ville Hämäläinen (sähkökustannuslaskija), Juha Luoma (rakennuskustannuslaskija) sekä Mikko Hakola (rakennusosaston suunnittelupäällikkö)

Kokouksissa pyrittiin määrittelemään millainen ohjelma olisi mahdollista tehdä ja minkälaisia kustannustekijöitä sen tulisi ottaa huomioon. Mietittiin mitkä asiat voimalaitoslayoutissa vaikuttavat eniten kustannuksiin ja millaisia asioista pystyttäisiin ohjelman avulla parantamaan. Ohjelman käytön ja käytännöllisyyden kannalta päätettiin keskittyä vain sellaisiin kustannuksiin, joihin pystytään layoutvaiheessa eniten vaikuttamaan. Näitä kustannuksia pyrittäisiin sitten Excel-ohjelman avulla selvittämään.

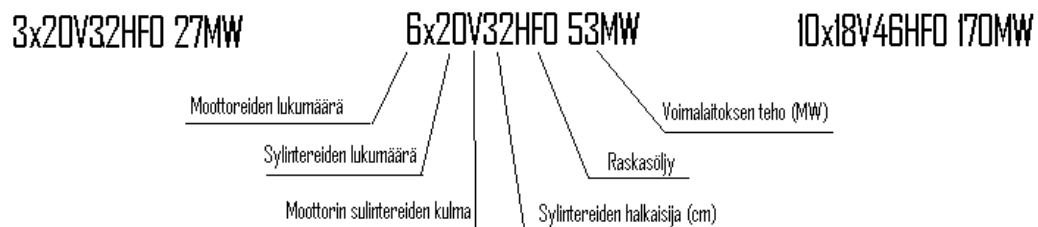
Ohjelman päätarkoituksena ei ole selvittää voimalaitoksen kokonaiskustannuksia vaan erilaisten muuttujavaihtoehtojen avulla vertailla eri layoutvaihtoehtojen kustannuksia toisiinsa.

Kokouksissa mietittiin myös ohjelman rakennetta ja sitä, miten siitä tulisi mahdollisimman helppokäyttöinen. Päätettiin tehdä kustannuslaskentaohjelma Excel-
taulukkolaskentaohjelmalla, koska se on yksinkertainen käyttää, päivittää ja suurin osa työntekijöistä tietää ja hallitsee sen käytön.

Suunniteltiin myös ohjelman rajausta ja mitä sen tulisi sisältää, ja kuinka ohjelmasta tulisi mahdollisimman hyvä käytettävyyden ja kokonsa suhteen sekä millaisia muuttujia ohjelmassa tarvitaan.

Ohjelma kysyy projektin suunnittelun lähtö-arvoja, joita ovat esimerkiksi, voimalaitoksen sijainti, voimalaitoksen koko, voimalaitoksen tyyppi, rakennusten välimatkat, putkisillat ja tankkialueet. Tämänkaltaisista muuttujista saatuja kustannustietoja vertaillaan sen jälkeen eri layoutvaihtoehtojen kesken. Kokouksissa pohdittiin myös ohjelman tekemisen kannalta tärkeimpiä kustannustietoja. Näiden kustannustietojen mukaan ohjelmassa olevien muuttujien arvot määräytyvät.

Kokouksissa valittiin kolme erilaista voimalaitosta referenssivoimalaitoksiksi. Nämä ovat 3x20V32HFO 27MW, 6x20V32HFO 53MW ja 10x18V46HFO 170MW. Ensimmäinen numero näissä voimalaitoksien nimissä tarkoittaa moottorien lukumäärää ja toinen numero tarkoittaa moottorissa olevien sylintereiden lukumäärää. Kirjain V tarkoittaa moottorin sylintereiden kulmaa ja sen jälkeen oleva numero moottorin sylinterin halkaisija senttimetreissä. Seuraavana oleva kolmikirjaiminen lyhenne tarkoittaa raskaspolttoöljyä. Viimeisenä oleva luku tarkoittaa voimalaitoksen tehoa megawateissa. Kuvassa 8 esitetään referenssivoimalaitoksien kirjainyhdistelmän kuvaus.



Kuva 8. Referenssivoimalaitoksen kirjainyhdistelmän kuvaus

Nämä kolme voimalaitosta ovat eri kokoisia ja eri teholuokan voimalaitoksia. Näin saadaan Excel-ohjelmaan tarvittavat pieni, keskisuuri ja suuri voimalaitos-luokka voimalaitoksien tehon mukaan. Excel-ohjelmaa varten kaikista kolmesta kokoluokasta lasketaan kustannukset jokaiselle muuttujalle. Näin saadaan ohjelmassa laskettavien muuttujien kustannukset muuttumaan voimalaitoksen suuruuden mukaan. (Liitteet 3-5)

Päätettiin myös, että ohjelmaan tulisi valita muutama maa, joille lasketaan työn hinta €/h ja työn tuottavuus kyseisessä maassa, vertailuna on Suomi arvolla yksi. (Liite 2)

5.3 Ohjelman kustannustietojen muodostuminen

Kun ohjelman suunnitteluvaiheessa oli päädytty ohjelmassa haluttuihin muuttujiin, selvitettiin millaisia kustannuksia halutuille muuttujille tulisi laskea. Nämä kustannukset voidaan jakaa kolmeen eri kustannusalueeseen: mekaanisten ja sähköisten laitteiden aiheuttamat kustannukset sekä rakennuspuolen aiheuttamat kustannukset. Näillä kaikilla osa-alueilla on Citecillä omat kustannuslaskijansa. Heidän kanssaan sovittiin tämän projektin alkuvaiheessa, että heillä on resursseja toimittaa ohjelmaan haluttuja kustannustietoja. (Liitteet 3-5)

Seuraavassa vaiheessa määriteltiin, että millaisia kustannustietoja ja millaisessa muodossa ne haluttiin kustannuslaskijoilta.

Kustannuslaskijat keräävät pyydetty kustannustiedot kustannuslaskentaohjelmasta. Kaikkien kolmen kustannusalueen kustannuslaskijoilla on käytössään erillinen versio asiakkaan kustannuslaskentaohjelmasta, josta kustannukset kerätään.

Päätettiin pyytää kustannustiedot kustannuslaskijoilta materiaalin metrikohtaisena hintoina €/m ja työn tuntihintana €/h, koska Excel-ohjelmalla halutaan pääkohtaisesti selvittää layoutmuutosten metrikohtaista hintaa. Myös tulevaisuudessa ohjelman päivittäminen onnistuu helposti hintoja muuttamalla. Näistä ja muista määritellyistä kustannustiedoista tehtiin lista, joka lähetettiin kustannuslaskijoille.

5.4 Ohjelman muuttujien muodostuminen

Kustannuslaskijoilta saaduista kustannustiedoista muodostui Excel-ohjelman perusta. Ohjelman perusajatuksena on, että aluksi valitaan muutama vaihtoehtoinen tärkeämpi muuttuja joiden mukaan ohjelma osaa valita oikeat kaavat ja myöhemmin kysytyissä muuttujissa muuttujakenttään syötetään haluttu kappalemäärä, etäisyyden muutos metreinä tai neliöinä. Näin saadaan halutusta muuttujasta mekaanisen-, sähkö- ja rakennuspuolen hinta euroina ja kaikkien näiden yhteenlaskettu kokonaishinta muuttujaa kohden. Ohjelma laskee myös kaikkien ohjelmassa olevien muuttujien kokonaiskustannusmuutokset yhteen.

6 KUSTANNUSMUUTTUIJEN LASKENTAPERUSTEET

6.1 Muuttujien kustannuksien muodostuminen

Muuttujien kustannuksien muodostumisessa otetaan huomioon muuttujatyypit. Toisissa muuttujissa vaikuttavat kustannuksiin kaikkien kolmen, eli mekaanisten kustannuksien sekä sähkö- ja rakennuskustannusten määrät kun taas toisissa muuttujissa vain joku edellä mainituista. (Liite 1)

6.2 Kustannusten laskeminen Excel-ohjelmalla

Aivan ensimmäiseksi ohjelmassa kysytään päämuuttujat, jotka ovat maa, moottorityyppi, moottoreiden lukumäärä, putkien lämmitysmuoto ja jäähdytysjärjestelmä.

Seuraavaksi käsitellään kappaleissa 6.3 – 6.7 kohta kohdalta ohjelman yllämainitut muuttujat ja kerrotaan miten ne muodostuvat.

6.3 Maakohtainen muuttuja

6.4 Moottorityyppimuuttuja

6.5 Moottorilukumäärämuuttuja

6.6 Saattolämmitysmuuttuja

Mekaanisen ja sähköpuolen kustannuksissa otetaan huomioon se, onko kyseessä sähköllä vai höyryllä toimiva polttoaineputkiston lämmitysjärjestelmä. Tämä vaikuttaa kaikkiin ohjelmassa oleviin muuttujiin joissa on polttoaineputkistoja. Kustannukset lasketaan joko sähkö tai höyryjärjestelmän mukaan, voimalaitoksen kokoluokka huomioiden.

6.7 Jäähdytysjärjestelmämuuttuja

Jäähdytysjärjestelmän mukaan valittavana muuttujana on joko yksi- tai kaksipiirinen jäähdytysjärjestelmä. Kaksipiirisessä järjestelmässä on kaksi kertaa enemmän putkea

yksi- piirijärjestelmään verrattuna. Tämä muutos vaikuttaa ainoastaan mekaanisella puolella laskettavaan jäähdytysputken määrään, voimalaitoksen koko huomioiden.

6.8 Kappalemäärämuuttuja

Kustannustietoutta layoutista saadaan erilaisilla muuttujilla. Excel-ohjelman kappalemääräisiä muuttujia ovat pakokaasuputkien tukien, putkisiltojen ja putkien ylikulkujen lukumäärät. Näistä ohjelma näyttää kustannukset oman kustannusalan mukaan jos mahdollista, ja näiden yhteenlasketut kustannukset.

6.9 Etäisyysmuuttuja

Etäisyyden muutoksia voidaan ohjelmassa tarkastella seuraavien muuttujien avulla:

Pakokaasuputkien pituus

Jäähdytysputkien pituus

Voimalaitoksen - polttoaineenkäsittelylaitoksen välinen etäisyys

Polttoaineenkäsittelylaitoksen - päivätankkien välinen etäisyys

Varastotankkien - purkuaseman välinen etäisyys

Varastotankkien - päivätankkien välinen etäisyys

Voimalan käyttöpuolen - moottorin välinen etäisyys

Pienjännitejohdon - voimalan muuntajan välinen etäisyys

Voimalan käyttöpuolen - muuntaja-alueen välinen etäisyys

Maa-alueiden pinnoitteet neliöltä.

Etäisyyden muutoksia tarkastelevissa muuttujissa muuttujakenttään syötetään muuttujassa kysytty yksikkö. Syöttämällä tämä tieto ohjelma laskee kustannukset kaikille kolmelle eri kustannustyypille, jos vain kustannukset ovat mahdollisia. Tämän jälkeen ohjelma laskee nämä kustannukset yhteen. Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 17 on kuvattu kappaleissa 6.8 ja 6.9 kerrottuja ohjelman muuttujia. (Liite 1)

	<i>pcs. /m²</i>	<i>Mechanical</i>	<i>Electrical</i>	<i>Civil</i>	<i>Mech. + El. + Civil</i>
Pipe bridge [pcs] (Incl. Pipes h=6m l=10m)	0	0	0	0	0
Over walk [pcs] (h=1.8m l=7m)	0	0	0	0	0
Exhaust gas duct [m] (Stack distance)	0	0	0	0	0
Exhaust gas duct support [pcs]	0	0	0	0	0
Cooling pipes [m]	0	0	0	0	0
Power House <--> Fuel Treatment House	0	0	0	0	0
Fuel Treatment House <--> Day tank [m]	0	0	0	0	0
Storage tank <--> Unloading station [m]	0	0	0	0	0
Storage tank <--> Day tank [m]	0	0	0	0	0
Utility Block <--> Engine [m]	0	0	0	0	0
	Conduit				
LV Switchgear <--> Station transformer [m]	0	0	0	0	0
	Trench				
Utility Block <--> Switchyard [m]	0	0	0	0	0
	Trench				
Surface area, Asphalt [m ²]	0	0	0	0	0
Surface area, Concrete [m ²]	0	0	0	0	0
Surface area, Cravel [m ²]	0	0	0	0	0
Surface area, Grass [m ²]	0	0	0	0	0

Kuva 17. Excel-ohjelman muuttujia

6.10 Tankkialueiden laskenta

Tankkialueen laskennassa on valittavana kaksi tankkialuetta, betonivallilla tai maavallilla oleva tankkialue. Ohjelmaan annetaan aluksi halutun tankkialueen pituus,-leveys- ja korkeusmitat. Tämän jälkeen valitaan listasta oikeat tankit ja niiden lukumäärä sekä onko tankissa käytetty eristystä. Tämän jälkeen Excel-ohjelma laskee valituille tankeille mekaanisen ja rakennuspuolen kustannukset sekä näiden yhteenlasketut kustannukset. Lisäksi ohjelma laskee tankkialueen kokonaiskustannukset. Betonivallilla ja maavallilla olevien tankkialueiden ulkoasu on Excel-ohjelmassa samanlainen. Alla olevassa kuvassa 18 kuvataan betonivallilla olevaa tankkialueen laskentaa. (Liite1)

		<i>pcs. /m²</i>	<i>Mechanical</i>	<i>Electrical</i>	<i>Civil</i>	<i>Mech. + El. + Civil</i>
Tank area, concrete wall						
		+				
Width / m		0			0	
Length / m		0				
Height / m		0				
Tank m³	pcs					
200	0	Non insulated	0		0	0
300	0	Non insulated	0		0	0
500	0	Non insulated	0		0	0
700	0	Non insulated	0		0	0
1000	0	Non insulated	0		0	0
1500	0	Non insulated	0		0	0
2000	0	Non insulated	0		0	0
2500	0	Non insulated	0		0	0
3000	0	Non insulated	0		0	0
4000	0	Non insulated	0		0	0
5000	0	Non insulated	0		0	0
7500	0	Non insulated	0		0	0
10000	0	Non insulated	0		0	0
Tank area total cost, concrete wall			0	0	0	0

Kuva 18. Betonivallilla olevan tankkialueen laskenta

7 OHJELMAN KÄYTTÄMINEN

7.1 Käyttöohjeet

Excel-ohjelman käyttäminen aloitetaan sivun vasemmasta yläkulmasta, jossa kysytään aluksi ohjelman käytön kannalta tärkeitä muuttujavaihtoehtoja. Aluksi valittavat viisi vaihtoehtoa ovat mustien reunaviivojen sisällä. Seuraavassa vaiheessa kysytään muuttujien metri-, kappale-, tai neliökohtaista muutosta. Nämäkin muuttujat ovat mustien reunaviivojen sisällä, samalla sarakkeella kuin aikaisemmin kysytyt. Näistä kolmesta sähköpuolen muuttujavaihtoehdosta saa vielä erikseen valita vaihtoehtoisesti käyttääkö kaapelia vai kaapeliojaa haluamassaan vaihtoehdossa.

Antamalla metri-, kappale-, tai neliökohtaisen arvon näihin muuttujiin ohjelma laskee mekaaniset sekä sähkö- ja rakennuspuolen kustannukset sekä näiden yhteenlasketut kustannukset.

Seuraavaksi ohjelmassa kysytään tietoja tankkialueesta. Aluksi on valittava oikea tankkialueiden laskentaohjelma. Ensimmäinen ohjelma on tehty betonivallilla olevien tankkialueiden laskemiseen ja toinen maavallilla olevien tankkialueiden laskemiseen. Tämän jälkeen ilmoitetaan mustien reunaviivojen sisällä oleviin muuttujakenttiin tankkialueen vallia koskevat leveys-, pituus-, ja korkeustiedot. Seuraavaksi valitaan käytettävät tankit, niiden lukumäärä ja käytetäänkö tankissa eristystä. Nämä tiedot täyttämällä ohjelma laskee eristyksen ja tankin hinnan sekä ilmoittaa tankkialueen mekaanisen ja rakennuspuolen kustannukset. Lisäksi näytetään koko tankkialueen kustannukset.

Kaikkien muuttujien kustannukset näytetään tämän ohjelman lopussa ja alussa yhteenlaskettuina kokonaiskustannuksina. (Liite 1)

7.2 Kustannusohjelma käyttäjän näkökulmasta

Ohjelman käyttäjiksi muodostuvat pääosin layoutsuunnittelijat, joille tämä ohjelma on lähtökohtaisesti tehty. Varsinkin myyntivaiheen suunnittelutyössä ohjelmasta on hyötyä arvioitaessa eri layoutvaihtoehtojen kustannuksia. Ohjelmalla pystytään antamaan suunnittelijoille kustannustietoutta layoutsuunnitteluun ja sitä kautta parantamaan heidän asiakkaalle tuomaa lisäarvoa. Aikaisemmin suunnittelijat tekivät layoutmuutokset vanhojen kokemustensa perusteella ilman konkreettisia hintatietoja. Tämän ohjelman ansiosta suunnittelijat voivat tarvittaessa reagoida, esim. myyntimiesten vaatimuksiin siirtää joitakin asioita layoutissa toisaalle kertomalla kuinka paljon se suurin piirtein tulisi maksamaan, ja näin ollen ehkäistä mahdolliset kustannuksellisesti huonot muutokset. Myös myyntivaiheen jälkeen ohjelma on tarpeellinen tukemaan projektivaiheen suunnittelua. Tässä vaiheessa layouteihin tehdään myös usein muutoksia, joiden laskentaan ohjelma soveltuu. Lisäksi ohjelmasta saadaan monia yksittäisiä kustannustietoja, joita voidaan tarkastella koko suunnitteluprosessin ajan.

7.3 Ohjelman laskentatarkkuus

Laskentatarkkuus ohjelmassa perustuu kustannuslaskenta ohjelman antamiin kustannustietoihin, joiden tarkkuuteen ei tässä työssä oteta kantaa. Tässä luvussa käsitellään vain tämän ohjelman sisäistä laskentatarkkuutta. Ohjelmaan saadut kustannustiedot on saatu asiakkaan kustannuslaskentaohjelman mekaanisesta sekä sähkö- ja rakennuspuolen eri versioista. (Liitteet 2-4)

Ohjelmassa käytetään kolmea referenssivoimalaitosta jotka ovat 3x20V32HFO 27MW, 6x20V32HFO 53MW ja 10x18V46HFO 170MW. Näiden kolmen referenssilaitoksen tehon mukaan ohjelmassa määritellään voimalaitoksen kokoluokka, joka on pieni, keskikokoinen tai suuri. Näiden kolmen teholuokan välille on laitettu raja-arvot 44 MW ja 105 MW joiden mukaan ohjelma vaihtaa voimalaitoksen suuruusarvon.

Muuttujat, joissa kartoitetaan kahden yksikön metrikohtaista muutosta muuttavat hintaansa kun nämä raja-arvot muuttuvat.

Koska ohjelman laskentatarkkuus perustuu edellä mainittuihin kolmeen referenssi-voimalaitokseen, on näillä voimalaitoksilla ohjelmassa paras laskentatarkkuus.

Ohjelman laskentatarkkuutta selvitettiin laskemalla kaikissa kolmessa voimalaitosreferenssikohdassa suoran kulmakertoimen avulla kustannusfunktio kahdelle eri muuttujalle. Näin saatiin muuttujan kustannukset muuttumaan jokaisen megawatin mukaan (Kuva 25). Tällä tavoin kustannuksia pystyttiin vertailemaan Excel-ohjelman avulla laskettuihin kustannuksiin. Näin saatiin muuttujien suurimmat laskuvirheet selville. Excel-ohjelmalla laskettujen muuttujien suurimmat virheet osuivat voimalaitosreferenssien raja-arvojen tuntumaan. Excel-ohjelman sisäinen suurin laskentavirhe on noin 15 %.

8. KÄYTÄNNÖN ESIMERKKI OHJELMAN KÄYTÖSTÄ

8.1 Myyntipuolen layout

8.2 Projektipuolen layout

8.3 Kustannusvaikutukset

9 KUSTANNUSOHJELMAN KEHITTÄMINEN

9.1 Ohjelman päivittäminen

Ohjelmaa pystytään myöhemmin helposti päivittämään, koska käytettävät hinnat ovat metrihintoja. Päivittäminen onnistuu kustannustietoja muuttamalla. Kustannustiedoissa materiaalin eurohintaa ja työn tuntihintaa sekä maakohtaisissa arvoissa tuntihintaa ja tuottavuuskerrointa muuttamalla ohjelmaa voi tarvittaessa päivittää. Kuvassa 12 esitetään maakohtaisia kustannustietoja. (Liitteet 2-5)

Ohjelmaa pystytään tulevaisuudessa myös laajentamaan. Uusien muuttujien, kustannustietojen, maiden ja moottorilukumäärän lisääminen jo valmiiseen ohjelmarunkoon onnistuu helposti.

9.2 Mahdollisia tulevaisuuden kehittämiskohteita

Ohjelman mahdollisia kehittämiskohteita tulevaisuudessa voisivat olla, nykyisten kolmen referenssivoimalaitoksen lisäksi, käyttää useammista erikokoisista voimalaitoksista saatuja arvoja. Näistä arvoista määriteltäisiin suoran kulmakertoimen avulla kustannusfunktio, jonka avulla laskutoimitukset tehtäisiin. Tämä osaltaan pienentäisi ohjelman sisäistä virhemarginaalia.

10 YHTEENVETO

Tässä työssä pyrittiin tekemään helppokäyttöinen työkalu Excel-ohjelman muodossa, jolla pystytään suunnittelijoiden kustannustietoutta lisäämään.

Tämän työn eteneminen alkuvaiheessa oli paljolti keskustelua ja ideointia siitä, millainen ohjelma olisi mahdollista tehdä sekä millaisia kustannustietoja siihen halutaan ja miten ohjelma niitä käsittelee.

Ensimmäisten saatujen kustannustietojen mukaan ryhdyttiin tekemään Excel-ohjelmaa, joka muuttui ja päivittyi sitä mukaan kun saatiin uusia kustannustietoja ja tietoa siitä kuinka pystyttiin niitä ohjelmassa hyödyntämään.

Työn tuloksena syntyi helppokäyttöinen työkalu Excel-ohjelman muodossa, joka antaa suunnittelijoille kustannustietoutta projektin eri vaiheissa. Tällä tavoin pystytään parantamaan, seuraamaan ja kehittämään kustannustehokkuutta projekteissa.

Ohjelman käyttäjän kannalta on hyvä tietää, että muuttujat, joissa käsitellään kahden eri arvon etäisyyden muutosta, kustannustietojen tarkkuus perustuu kolmeen referenssivoimalaitokseen. Tästä johtuen ohjelman sisäisen laskentatarkkuuden suurin mahdollinen virhemarginaali on noin 15 %.

Mahdollisia tulevaisuuden jatkokehityskohteita voisivat olla nykyisten kolmen referenssivoimalaitosten lisäksi käyttää useammista erikokoisista voimalaitoksista saatuja arvoja. Näistä arvoista määriteltäisiin suoran kulmakertoimen avulla kustannusfunktio, jonka avulla muuttujien laskutoimitukset tehtäisiin. Tällä tavalla parannettaisiin ohjelman laskentatarkkuutta.

Tämän työn avulla onnistutaan parantamaan huomattavasti layoutsuunnittelijoiden kustannustietoutta ja sitä kautta saavuttamaan suuriakin säästöjä projekteissa.

LÄHTEET

Alhola, Kari 1998. Toimintolaskenta. Juva. WSOY.

Artto, Karlos – Martinsuo, Miia – Kujala, Jaakko 2006. Projektiliiketoiminta. WSOY.

Business Oulu. Tiedote 30.9.2008. Citec Engineering. [viitattu 14.4.2010] Saatavilla [www-muodossa:](#)

<[URL:http://www.businessoulu.com/index.php?id=503&news_id=637](http://www.businessoulu.com/index.php?id=503&news_id=637)>

Citecin historia. Tiedote 2008. [viitattu 12.2.2010] Saatavilla [www-muodossa:](#)
<[URL:http://www.citec.com/CITEC/Company/Citec_History](http://www.citec.com/CITEC/Company/Citec_History)>

Citecin organisaatio tänä päivänä. Tiedote 2008. [viitattu 12.2.2010] Saatavilla [www-muodossa:](#) <[URL:https://insider.citec.fi/Default.aspx?id=427171](https://insider.citec.fi/Default.aspx?id=427171)>

Global Construction Cost and Reference Yearbook 2009. 9th Annual Edition. Compass International Consultant Inc. Morrisville, Pennsylvania USA.

Ruuska, Kai 2005. Pidä projekti hallinnassa: suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus. 5p. Tampere. Talentum Media Oy.

Asiakkaan kustannuslaskentaohjelma.