



Sähköurakointiyrityksen tarjouslaskennan ja projektin kustannusten analysointi

Petri Vainio

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2021

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Automaatiotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Automaatiotekniikka

VAINIO, PETRI:

Sähköurakointiyrityksen tarjouslaskennan ja projektin kustannusten analysointi

Opinnäytetyö 43 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Toukokuu 2021

Opinnäytetyössä tutkittiin sähköurakointiyrityksen tarjouslaskennan ja toteutuneiden projektien kustannusten välisiä eroja. Jälkilaskennan avulla selvitettiin, kuinka hyvin toteutuneet kustannukset vastaavat tarjouslaskentaa. Kaikkia tuotteita, sähkönimikkeistöjä ja loppusummia vertailtiin keskenään.

Tutkimus toteutettiin tarkastelemalla erään sähköurakointiyrityksen urakkadokumentaatiota. Dokumentaatio oli kerättyä Visma L7 -toiminnanohjausjärjestelmään. L7-ohjelmistosta haettiin tarvittavat raportit määritellyistä kohteista, ja taulukoitiin niiden sisällöt projektikohtaisesti laskentatiedostoihin. Tiedostojen tuotteita vertailtiin yksittäisten projektien tasolla, sekä kaikkia projekteja vertailtiin keskenään. Vertailujen perusteella perehdyttiin mahdollisiin virheisiin tarkemmin ja määritettiin mahdollisia juurisyitä.

Vertailujen toteutus pohjautui teoreettiseen aineistoon ja haastatteluihin kohdeyrityksessä. Työssä vertailtujen aineistojen onnistumista analysoitiin tiettyjen tunnuslukujen perusteella. Tunnusluville määritettiin myös raja-arvot, jotta eri osa-alueiden onnistumista pystyttiin analysoimaan.

Työn tuloksena saatiin määritettyä suurimmat virheet yrityksen tarjouslaskennan ja projektien toteutuneiden kustannusten välillä. Virheiden juurisyitä selvittäessä havaittiin virheiden vaihtelevan todella paljon eri projektien välillä. Juurisyiksi löydettiin alimitoitettuja yksikköhintoja ja ylimitoitettuja materiaalmääriä muutamille tuotteille. Virheet kuitenkin kompensoivat toinen toisiaan, jolloin lopulliset virheet ovat neutraaleja.

Työn aikana luotiin projektien jälkilaskennalle perusta, jota pystytään hyödyntämään uusien projektien tutkimisessa. Jälkilaskentaa jatkamalla pystyttäisiin luomaan tarkempaa laskentadataa yrityksen tarjouslaskennasta erilaisten urakka-
muotojen kohdalla.

Asiasanat: jälkilaskenta, projekti, sähköurakointi, tarjouslaskenta

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Automation Engineering

VAINIO, PETRI:
Analysis of the Electrical Contractor's Bid Calculation and Project Costs

Bachelor's thesis 43 pages, appendices 0 pages
May 2021

The thesis examines the differences between the bidding calculation for an electrical contracting company and the costs of completed projects. Post-calculation was used to find out how well the actual costs corresponded to the bidding calculations. All products, electrical nomenclatures and totals were compared with each other.

The study was carried out by examining the contract documentation of an electrical contracting company. The documentation was collected in the Visma L7 operational control system. The necessary reports of the defined projects were retrieved from the L7 and their contents were tabulated into project-specific compilation files. The products in the files were compared at the level of individual projects, as well as all projects were compared with each other. On the basis of the comparisons, possible errors and their root causes were determined.

The execution of the comparisons was based on theoretical material and interviews with the target company. Validity of the data compared in the work was analyzed based on certain key figures. Limit values were also set for the key figures in order to analyze the success of the various subdivisions.

As a result of the work, the largest discrepancies between the company's bid calculation and the actual costs of the projects were determined. When establishing the root causes of the errors, it was found that the errors really vary greatly between different projects. Underestimated unit prices and overestimated quantities of materials were found to be the root causes for a few products. However, the errors were compensated by one another, making the final errors neutral.

During the work, a basis for the post-calculation of projects was created, which can be utilized in the study of new projects. Continuing the post-calculation would make it possible to provide more accurate data on the company's tender calculation for various types of contracts.

Key words: bid calculation, electrical contracting, post-calculation, project

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TARJOUSLASKENTA SÄHKÖURAKOINTIYRITYKSESSÄ.....	8
	2.1 Tarjouspyyntö.....	8
	2.2 Tarjouslaskenta.....	10
	2.2.1 Massalaskenta.....	11
	2.2.2 Työmäärän laskenta	12
	2.2.3 Erilliskustannukset.....	13
	2.2.4 Tarjouksen jättäminen	14
3	TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ VISMA L7	15
	3.1 Tarjoukset	15
	3.2 Massalistat ja henkilöseuranta	17
4	JÄLKILASKENTA.....	19
	4.1 Jälkilaskennan tunnuslukuja	20
	4.2 Tilastollinen päättely ja riippuvuussuhteet.....	21
5	TUNNUSLUKUJEN LASKENTA	24
	5.1 Yksittäisten tuotteiden vertailu.....	25
	5.1.1 Materiaalimäärät.....	26
	5.1.2 Materiaalien yksikköhinnat	29
	5.2 Suurempien kokonaisuuksien vertailu.....	30
	5.2.1 Sähkönimikkeistöt.....	30
	5.2.2 Loppusummat.....	32
6	PROJEKTIEEN VERTAILULASKENTA	33
	6.1 Materiaalimäärien vertailu	33
	6.2 Yksikköhintojen vertailu.....	35
	6.3 Sähkönimikkeistöjen vertailu	37
	6.4 Loppusummien vertailu	39
7	POHDINTA	41
	LÄHTEET.....	43

LYHENTEET JA TERMIT

CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu, (Computer Aided Design)
LVI-järjestelmä	Lämmitys-, vesijohto- ja ilmanvaihtojärjestelmä
PDF-tiedosto	Tiedostomuoto sähköiseen julkaisemiseen (Portable Document Format)
S2010-sähkönimikkeistö	Kiinteistöissä esiintyvien sähkö- ja teleteknisten järjestelmien luokitteluun käytetty järjestelmä

1 JOHDANTO

Sähköurakointialalla on kova kilpailu toimeksiannoista ja markkinat muuttuvat jatkuvasti. Jotta yrityksellä on mahdollista pyörittää kannattavaa toimintaa ja pysyä muutoksessa mukana, täytyy yrityksen tarjouslaskenta olla toimivaa ja luotettavaa. Muuten voitettaviksi kohteiksi voi jäädä vain ne projektit, joiden laskennassa on tehty virheitä. Tämä voi johtaa jopa katastrofaalisesti virheelliseen tarjoushintaan yhdessä projektissa tai useat projektit voivat jäädä aina hieman tappiolle, mikä johtaa lopulta isoihin tappioihin. (Saastamoinen & Autio, 2017.)

Tarjouslaskennalla määritellään projektin tarjoushinta koko projektin ajaksi, eli hintaan ei pystytä vaikuttamaan enää projektin aikana. Siksi onkin erityisen tärkeää laskea tarjoushinta erittäin tarkasti. Hinnan määrittäminen ei ole kuitenkaan helppo prosessi. Laskentaa vaikeuttaa entisestään projektien monimuotoisuus ja kova kilpailu sähköurakointialalla, joka ajaa projektien tarjoushintoja alaspäin.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään tarjouslaskentaprosessia ja perehdytään toteutettujen projektien jälkilaskentaan. Jälkilaskennassa vertaillaan tarjouksessa laskettuja kuluja urakassa toteutuneisiin kuluihin. Jälkilaskennan perusteella pystytään paikantamaan tarjouslaskennassa tai projekteissa tapahtuvia virheitä ja kasvattamaan tarjouslaskennan tarkkuutta. Myös havaittujen virheiden syiden selvitys on iso osa jälkilaskenta prosessia.

Työn tavoitteena on löytää tarjouslaskennan ja toteutuneiden kustannusten välisiä virheitä ja analysoida niiden mahdollisia juurisyitä. Virheet voivat olla kaikissa projekteissa systemaattisesti toistuvia tai yksittäisiä laskentavirheitä. Työn tulosten tavoitteena on pystyä kehittämään tarjouslaskenta prosessin tarkkuutta ja kannattavuutta.

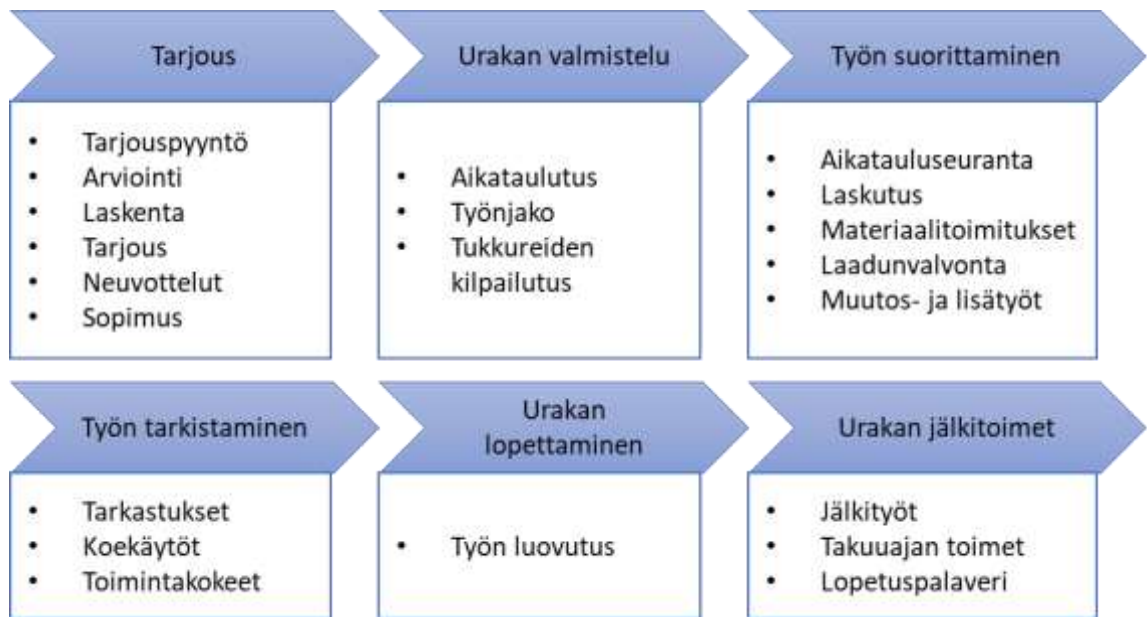
Tutkittavan datan määrä rajataan kymmeneen toteutuneeseen projektiin, joista tarkasteltaviksi kohteiksi valitaan materiaali- ja työkustannukset. Katteen määrittäminen rajataan työn ulkopuolelle. Materiaaleista tarkastellaan erikseen materiaalmääriä ja kappalekohtaisia hintoja, kun taas työkustannuksissa tyydytään vain kokonaismäärien vertailuun.

Vertailu toteutetaan tuotannonohjausjärjestelmästä saatavien raporttien perusteella. Raportit tulostetaan Excel tiedostoihin, joista tuotteet lajitellaan omiin kategorioihin. Lajittelun jälkeen tuotteiden kokonaismääriä ja yksikköhintoja vertailaan keskenään muutamien tunnuslukujen perusteella.

Opinnäytetyön aikana haetaan tietoa ja näkökulmia kirjallisuudesta ja haastatelluista yrityksessä työskenteleviltä henkilöiltä, myös aiemmin kerättyä henkilökohtaista kokemusta sähköasentajana, tarjouslaskijana ja projektin johtajana toimimisesta hyödynnetään työn eri vaiheissa.

2 TARJOUSLASKENTA SÄHKÖURAKOINTIYRITYKSESSÄ

Sähköurakoinnissa toteutetaan tilaajan määrittelemien suunnitelmien mukainen sähköjärjestelmä. Sähköurakka koostuu pääsääntöisesti kuudesta pääkohdasta, jotka on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Sähköurakan työvaiheet

Kuviosta huomataan sähköurakan ensimmäisen työvaiheen olevan tarjous. Tarjous koostuu kuudesta alaotsikosta, joista ensimmäisenä on tarjouspyyntö.

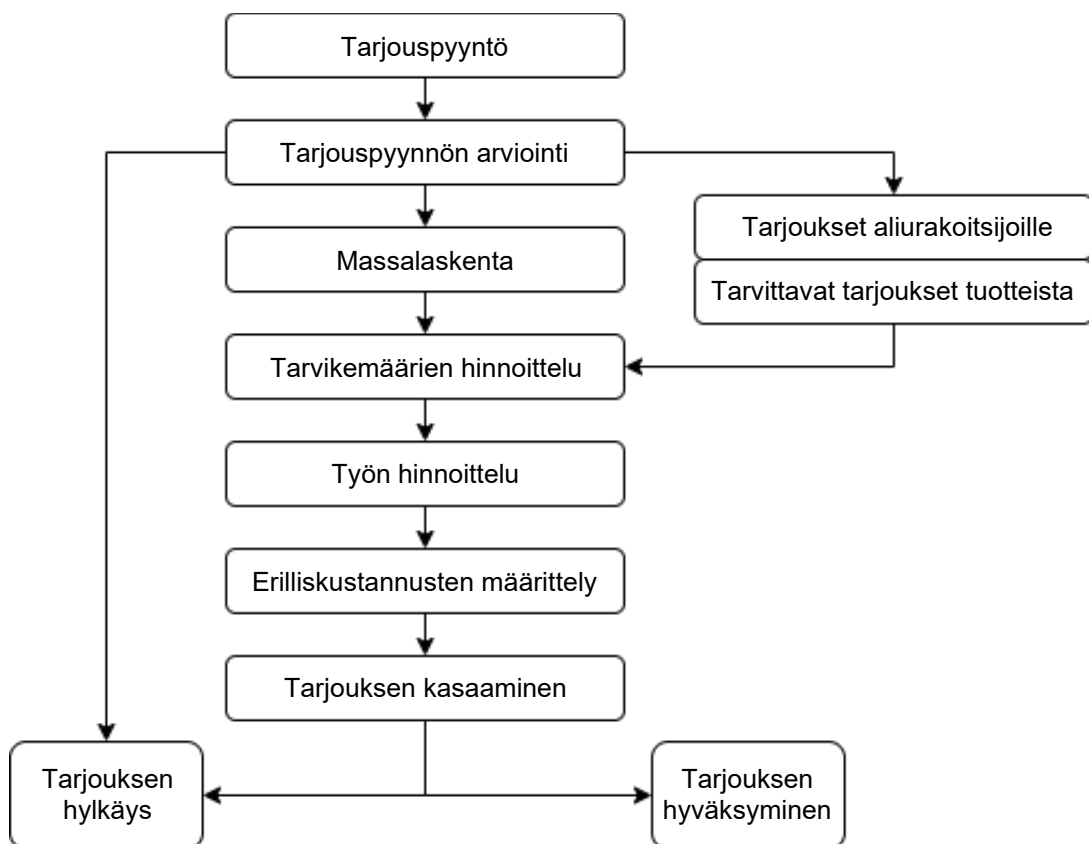
2.1 Tarjouspyyntö

Tarjouslaskentaprosessi aloitetaan arvioimalla tarjouspyyntö. Arvioitaessa kohdetta on otettava monia asioita huomioon. On huomioitava, onko kyselyn lähettäjä ennalta tuttu vai tuntematon, onko kyseisenä ajankohtana työntekijöitä käytettävissä, onko yrityksellä riittävä osaaminen hankkeen toteuttamiseen ja löytyykö yritykseltämme etulyöntiasemaa kohteeseen liittyen. Arvioinnilla varmistetaan yrityksen perusedellytykset urakan saantiin ja loppuunsaattamiseen. (Saastamoinen & Autio, 2017.)

”Tarjouspyynnön arviointivaihe päätetään määrittelemällä hankinnat, joista pyydetään tarjous tuotteen tai palvelun tarjoajalta ja jotka siis aiotaan mahdollisesti ostaa kokonaisuuksina tai joihin sisältyy poikkeavuus tavanomaisesta.” (Saastamoinen & Autio, 2017, 22.) Tällaisia hankintoja voivat olla esimerkiksi:

- Vain tätä kohdetta varten hankittavat materiaalit tai järjestelmät, kuten keskukset, valaisimet, äänentoisto ja niin edelleen.
- Nimikekohtaisesti arvokkaat tuotteet, kuten nousukaapelit.
- Alihankinnat töihin, joihin oman henkilöstön osaaminen ei ole riittävää.
- Todella suuria massoja sisältämät tuotteet, joiden tarjoustaan pyydetessä on mahdollisuus saada massa-alennus.

Myönteisen arvion jälkeen lähetetään tarjoukset aliurakoitsijoille ja aloitetaan massoittelu tarjouslaskenta-asiakirjoista. Yrityksestä nimetty tarjouslaskija perehtyy yksityiskohtaisesti kaikkiin tarjouksen kohtiin ja laskee niiden perusteella hinnan urakalle. Tarjouksen laadintaa havainnollistetaan kuviossa 2.



KUVIO 2. Tarjouslaskentaprosessi sähköurakointiyrityksessä

Tarjouslaskijan on aina huomioitava kaikki tarjouspyynnön mukana tulleet asiakirjat, joista yleisimpiä ovat urakkarajaliite, sähkötyöselostus, tarjouslomake, urakkaohjelma ja mahdolliset lisäselvitykset. Lähes aina edellä mainittuja asiakirjoja on ollut luomassa useampi henkilö, jolloin niiden välille syntyy ristiriitaisuuksia. Jotta tarjouslaskijoiden ei tarvitse kysyä jokaisesta ristiriidasta erikseen, on rakennusurakan yleisten sopimusehtojen pykälässä 13 (RT 16-10660) määritelty asiakirjoille pätevyysjärjestys. (Saastamoinen & Autio, 2017.)

2.2 Tarjouslaskenta

Tarjouslaskenta prosessi koostuu sähköasennustarvikkeista, asennustyöpalloista, yrityksen toimintaan liittyvistä kuluista, erilliskustannuksista, katteesta ja monista muista enemmän tai vähemmän tärkeistä seikoista. Esimerkiksi kustannusten nousu on myös tärkeää ottaa huomioon projektin pituuden mukaan.

Tarjouslaskenta prosessissa käytetään hyödyksi S2010- sähkönimikkeistöä (ST 70.12), joka sisältää kiinteistöjen sähkö- ja tietotekniset järjestelmät. Nimikkeistö jakaa kiinteistöjen sähkötekniiset järjestelmät omiksi kokonaisuuksikseen ja minimoi niiden väliset liittymispinnat. Nimikkeistön käyttäminen tarjouslaskennassa helpottaa eri kokonaisuuksien hahmottamista ja luo valmiiksi hyvän rakenteen tarjoukselle. (Saastamoinen & Autio, 2017.)

Sähkönimikkeistö on systemaattinen järjestelmä, jonka jaottelu perustuu viiteen eri tasoon. Jokaiselle tuotteelle on määritelty oma tunnuskoodi seuraavan jaottelun mukaisesti, jossa numeroinnilla jaotellaan eri ryhmäjaottelut. Ryhmäjaotteluiden alapuolella esitetään esimerkki siitä, miltä ryhmän esitys voisi näyttää ja mitä kyseinen merkintä tarkoittaa. (Saastamoinen & Autio, 2017.)

1. Pääryhmäjaottelu (S, T)
 - S = Sähkö- ja T = Telejärjestelmät
2. Alaryhmäjaottelu (yksinumeroinen)
 - S2, Sähkönjakelu ja siihen liittyvät kuormitukset
3. Järjestelmäjaottelu (kolminumeroinen)
 - S251, Sisävalaistusjärjestelmät (S25 = Valaistusjärjestelmät)

4. Pääosajaottelu (nelinumeroinen)
 - S2513, Valaisimet
5. Tarvikejaottelu (Tuoterakenne, viisinumeroinen)
 - S2513T, Teollisuusvalaisimet (Saastamoinen & Autio, 2017.)

Jaottelusta huomataan, että se etenee aina ylhäältä alaspäin, eli ylempi jaottelu kattaa aina alemman sisällön kokonaan. Järjestelmien tunnuksia luettaessa aloitetaan siis aina ensimmäisestä merkistä, eli kuuluuko tuote sähkö- vai telejärjestelmään. Tämän jälkeen siirrytään astetta tarkempaan määrittelyyn, eli alaryhmäjaotteluun. Nimikkeistöä tarkennetaan aina niin pitkälle, kuin se on järkevästi toteutettavissa. Esimerkiksi, jos kohteessa on sekä sisä- että ulkovalaistusjärjestelmät, valaistusjärjestelmästä voidaan käyttää yhteistä nimikkeistöä S25 tai sitten sisä- ja ulkovalaistusjärjestelmät voidaan erotella omiksi kokonaisuuksikseen.

2.2.1 Massalaskenta

Sähköurakkaan kuuluvien tarvikkeiden määrien laskemista kutsutaan massalaskennaksi. Massalaskenta suoritetaan pääsääntöisesti vanhanaikaisin menetelmin, eli piirustuksista käsin laskemalla ja mittaamalla. Massalaskentaan on olemassa muutamia ohjelmistoja, jotka pystyvät laskemaan tuotteiden määrät tasokuvista. Laskentaohjelmistojen luotettavuus ei kuitenkaan ole vielä riittävän korkealla tasolla, jotta pelkästään niitä käyttämällä pystyttäisiin saamaan luotettavia laskentatuloksia. Epäluotettavuuteen vaikuttaa esimerkiksi se, että suunnittelijoilta saatavat tasokuvat ovat yleensä PDF-tiedostoja. PDF-tiedostosta laskettaessa sovellus joutuu tunnistamaan piirrosmerkkejä itse koneoppimisen avulla. Tehtävä on tietokoneelle todella haastava, koska välillä piirrosmerkkejä on useita päällekkäin, jolloin myös silmällä katsottaessa on vaikeaa erottaa merkkejä toisistaan. Jos käytössä olisi piirustusten CAD-tiedostot, pystyisi laskentasovellus poimimaan käytettyjen symbolien määrät CAD-tiedostojen tietokannoista. Kyseisiä CAD-tiedostoja saa käyttöönsä kuitenkin todella harvoin. Tällöin kaikki lasketut ja mitatut tuotteet merkataan lasketuiksi yliviivaustussilla ja kirjataan ylös paperille. Laskettavia kohteita ovat kaikki urakkaan kuuluvat sähkönimikkeistöt, joista lasketaan tasopiirustuksista ainakin kytkimet, pistorasiat, jakorasiat, nousujohdot ja johtotiet.

Tarjouksista on mahdollista laskea kaikki mahdolliset tuotteet täysin oikein, jolloin päästää todella suureen laskentatarkkuuteen. Tämä ei kuitenkaan ole usein järkevää, koska myös laskentaan käytettävä aika maksaa rahaa yritykselle. ”Karkeasti voidaan sanoa, että rakennuksen sähköurakasta kannattaa mitata tarkasti johtotiet ja pääjohdot. Valaistus- ja LVI-ryhmien syötöt lasketaan alueittain mitattujen keskipituuksien mukaan ja ryhmien johtohaarat kytkimien, pistorasioiden ja valaisinpisteiden lukumäärien perusteella siten, että johtojen mitta varmasti riittää.” (Saastamoinen & Autio, 2017, 28.) Laskennan tarkkuutta siis säädellään laskettavan tuotteen hinnan mukaan.

Laskennassa on tärkeää ottaa huomioon myös hävikki ja työvarat. Esimerkkinä voidaan käyttää tapausta, jossa asennetaan 3 metriä pitkiä kaapelihyllyjä 2,5 metriä pitkiin huoneisiin. Tällöin jokaisesta huoneesta jää puoli metriä ylimääräistä, jota ei pystytä todennäköisesti pystyttyä hyödyntämään. (Saastamoinen & Autio, 2017) Tämä tarkoittaa jopa 17 % hävikkiä. Myös putkia ja kaapeleita laskettaessa on huomioitava, ettei aina päästä kulkemaan lyhintä mahdollista reittiä.

Kaikkien urakkaan kuuluvien sähkönimikkeistöjen laskennan jälkeen lasketut pisteet syötetään urakkalaskentaohjelmistoon, joka hakee yleisesti käytetyille tuotteille valmiit paketit pakettirekisteristä. Paketit sisältävät esimerkiksi pistorasian tapauksessa itse pistorasian lisäksi kojerasian, rasian kannakkeet ja ruuvit, eli kaiken mitä pistorasian asennukseen tarvitaan.

2.2.2 Työmäärän laskenta

Tarvikemäärien laskennan jälkeen määritellään tarvikkeiden työhinnat tuotekohteisesti. Työhinnat ovat suurimmalta osin ennalta määriteltäviä sähköistys- ja sähköasennusalan työehtosopimuksen pykälän 8 liitteen C (STTA ry & PALTA ry & sähköalan ammattiliitto ry, 2020) mukaisesti. Hinnat on määriteltävä yksikkökohtaisesti, eli muodossa €/m tai €/kpl. Hinnoittelussa on otettu huomioon myös asennuskohteiden erilaiset olosuhteet, kuten asennuskorkeudet, tuotteiden painot ja asennuspintojen materiaalit. Sähköurakan työmäärät siis koostuvat suurimmalta osin kaikkien tarvikkeiden asennuspalkkojen summasta.

Työehtosopimus ei kuitenkaan kata kaikkia töitä, joita sähköurakoiden aikana esiintyy, ja joita ei voida tehdä urakkahinnoittelulla. Tällaiset työt tehdään aikapalkalla, eli tarjouslaskennassa asennushinta arvioidaan kokemuspohjaisesti. (Saastamoinen & Autio, 2017)

Massojen ja töiden hinnoittelun jälkeen urakkalaskentaohjelmasta saadaan laskettua hinta urakkatyön nimikkeille ja urakkaan kuluva työaika. Työajan perusteella pystytään laskemaan tarvittavien työpäivien määrä, jota hyödynnetään erilliskustannusten laskennassa, kuten matka- ja ateriakorvausten kanssa.

2.2.3 Erilliskustannukset

Erilliskustannuksiin sisältyy kaikki loput työt ja kustannukset, joita ei pystytä laskemaan massoittelun kautta. Tällaisia ovat esimerkiksi asentajille maksettavat sosiaalikustannukset tai toimitukseen liittyvät kustannukset, joiden laskeminen laskenta-asiakirjoista on mahdotonta. Tällaisten kustannusten suuruusluokka on lähes 20–25 %. (Saastamoinen & Autio, 2017) Tällaisia töitä kutsutaan tarjouksen erilliskustannuksiksi, joista yleisesti esiintyviä ovat seuraavat:

- Purkutyöt
- Hankalat olosuhteet
- Ylityöt
- Koekäytöt ja käytön opastukset
- Työmaatilat, työkalut ja telineet
- Vakuutukset ja sosiaalikustannukset
- Suunnittelu
- Kohteen sijainnista johtuvat kustannukset, kuten ateriakorvaus, päiväraha, matkakustannukset
- Työnjohtokustannukset

Erilliskustannuksia määritellään pääsääntöisesti kokemusten tai työpäivien määrän perusteella. Työpäivien määrällä pystytään laskemaan tarkasti työmaatilojen tarve ja asentajille maksettavien matka- ja ateriakorvausten suuruudet.

2.2.4 Tarjouksen jättäminen

Kaikkien budjetoitavien kustannusten määrittelyn jälkeen kootaan urakkatarjous. Lasketuista materiaaleista, töistä ja erilliskustannuksista koottu hinta pitäisi olla sellainen, millä urakka pystytään saattamaan loppuun ilman tappiota, ja sen pitäisi olla mahdollisimman lähellä urakan toteutunutta hintaa. (Saastamoinen & Autio, 2017)

Lopulliseen hintaan sisällytetään kuitenkin vielä yrityksen toimintaan liittyvät kulut ja tavoiteltava voitto, joita kutsutaan yhteisnimityksellä projektinkate. Katteen määrittäminen on haastavaa, koska se tehdään aina tapauskohtaisesti. Esimerkiksi haastavissa projekteissa katetta yleensä nostetaan riskien minimoimiseksi. Oikean katteen määrittämisen jälkeen hinta pitäisi olla sellainen, jossa sekä myyjä että ostaja ovat tyytyväisiä kauppaan. (Pelin, 2011)

Lopullisen hinnan ollessa tiedossa tehdään lopullinen tarjous. Tarjous tehdään tarjouspyynnön perusteella. Jos tarjouspyynnössä pyydetään eri kokonaisuuksien osahintoja, tulee tämä huomioida tarjousta tehtäessä. Tarjousta jätettäessä on myös mahdollista poiketa tarjouspyynnöstä, mutta tällaisessa tilanteessa tilaaja voi halutessaan hylätä tarjouksen. (Saastamoinen & Autio, 2017)

Tarjouspyynnön sisällöstä riippumatta tarjouksessa tulisi aina tarjoushinnan ja arvonlisäveron lisäksi ilmoittaa seuraavat asiat: (Saastamoinen & Autio, 2017)

- kenelle tarjous on ositettu, mahdollinen sopimuskumppani
- tarjouksen kohde ja mihin se perustuu
- mahdolliset poikkeamat
- sopimusehdot
- tarjouksen voimassaoloaika
- toimitusaika
- maksuehdot
- yhteyshenkilö
- oikeudelliset vastuut ja takuut

3 TOIMINNAHOAJAUSJÄRJESTELMÄ VISMA L7

Yrityksen tarjouslaskennassa käytetään hyödyksi tuotannonohjausjärjestelmää Visma L7 -ohjelmistoa. Visma L7 yhdistää projektien eri osa-alueet kokonaisuudeksi, jotta niiden hallitseminen olisi mahdollisimman helppoa. L7:n palvelut ovat kehitetty urakointia silmällä pitäen. Tarjouslaskennan apuna käytetään urakkalaskentatyökalua ”Tarjoukset” ja toteutuneiden projektien tilausten ja työtuntien seurantaan työkalua ”Massalistat ja henkilöseuranta”. (Visma L7, n.d.)

3.1 Tarjoukset

Urakkatarjouksien luominen aloitetaan kohteen tietojen täyttämällä. Kuvion 3 mukaiseen taulukkoon täytetään tarvittavat tiedot kohteesta, kuten tarjousnimi ja kohteen nimi. Muut kuvion 3 sisältämät kohdat täyttyvät automaattisesti.

Tarjous	harjoitus	Rivit	Massarivit	Kulut	Osa hinnat	Raportit
Yksikkö				Liiketoiminta-alue		
Tarjousno				Tarjousnimi	harjoitus	
Rakennuskohde				Kohdetyyppi		
Vastuuhlö	0427			Henkilönimi		
Urakkamuoto				Verollisuus	Alv 24%	
Tarjousno				Alatarjous	1	Laji Tarjous
Tarjousnimi	harjoitus			Urakkalaji	Sähköurakka	
Hinnoittelu	Tietty toimittaja			Toimittaja		
Laskentavaihe	Syötetty			Verollisuus	Alv 24%	
Jättöpäivä	5.2.2021	Klo	09:23	Henkilönimi		
Vastuuhlö				Kustannuspaikka		
Kustpk. numero				Selite		
Työnumero		Alanro	0	<input type="checkbox"/> Budjetoitu		
				<input type="checkbox"/> Simulointi		
Tilaaja				Postiosoite		
Postinro				Postitoimipaikka		
Yhteyshenkilö				Yhteyсно		

KUVIO 3. Tarjouksen yleisten tietojen täyttäminen (Visma L7, n.d. Tarjoukset)

Tuotteiden massoittelu tehdään rivit välilehdellä. Ensimmäisenä tarjoukselle valitaan käytetyt sähkönimikkeistöt, joiden alle syötetään lasketut tuotteet nimikkeistöjen mukaisesti. Näin saadaan aikaiseksi selkeä runko urakassa tarvittavista tuotteista. Nimikkeistöjen alle syötetään laskettujen tuotteiden nimikkeet ja määrät, jonka jälkeen L7-ohjelmisto hakee tuotteelle ja tuotteen asennukselle hinnan pakettirekisteristä. Tuotteiden hinnat perustuvat tukkureiden määrittämiin hintoihin ja asennuksen hinta sähköliiton työehtosopimuksessa määritettyihin hintoihin. Kuviossa 4 on esitetty esimerkki kohteeseen syötetyistä tuotteista ja millaisen raportin L7-ohjelmistosta saa tulostettua. (Visma L7 Käyttäjädokumentaatio, n.d.)

Sivu 1
2.3.2021
12:33:36

Opiskelu Tarjous 950857/1
Hinnittelusija: Tarittaji Hajoitus

D 105 JOHTOTIET										
Tuotekoodi	Hakurimi	Nimitys	Määrä	A-hinta	Yhteensä	Selitys	Määrä	A-hinta	Yhteensä	
SP14735560	P-TIKASHYLLY K620-300/S-200	Serä <200w MEKA	5,00	■	■	Paketti SP14735560 työ	5,00	■	■	■
				Yhteensä	■				■	
D 119 VALAISTUS JA PISTORASIA										
Tuotekoodi	Hakurimi	Nimitys	Määrä	A-hinta	Yhteensä	Selitys	Määrä	A-hinta	Yhteensä	
SP040105101	P-AP10X-HF C-PR0 3x2.5S Cca/D+J	Asemittuna putkeen+muoviputki AFUME	3,00	■	■	Paketti SABB11031950 työ	3,00	■	■	■
SP040105110	P-AP10X-HF C-PR0 3x2.5S Cca/DJ	Oikaisuna johtelille AFUMEX C-PR0	5,00	■	■	Paketti SP040105110 työ	5,00	■	■	■
SP23773100	P-2-OS. PR. VINO IP20 PLUA	Uppoasennus+kytkentä-EIOXACT VNL	1,00	■	■	Paketti SP23773100 työ	1,00	■	■	■
				Yhteensä	■				■	
Koko tarjous yhteensä					■				■	

KUVIO 4. Raportti tarjouksesta, vasemmassa reunassa kuvaus tuotteesta, keskellä materiaalien määrät ja oikealla materiaalille laskettu työ

Raportista huomataan, että tuotteet on jaoteltu niiden sähkönimikkeistöjen mukaisesti, joten tuotteet usein järjestellään. Jokaiselle tuotteelle määritellään materiaali ja työhinnat erikseen. Raportissa esitetyt rivit eivät kuitenkaan kerro kaikkea, koska jokainen rivi on oma pakettinsa, joiden sisälle kuuluu myös muita tuotteita. Kuviossa 5 esitetään kuvion 4 tuotteiden tarkempi erottelu.

Opiskelu		Laskelman rivit (tarkka, hinnallinen)				Pyy	Sivu 1
00357	Hajotus	Paketti purettuna					2.3.2021
1	Hajotus						12:33:20
Tuotekoodi	Hakemeri	Nimitys	Yksikkö	Määrä	Ajonta	Alennus	Yhteensä
Posiio	D 105	JOHTOTIET					
* SA8814891938		1xMEKA KS20 SEINÄ (5)	1xMEKA KS20 SEINÄ (5) MEKA	KPL	1,85		■
Ei asennusta							
Rakenne	S1449486	KINNITIN SEINÄKANNAT SENZIMR		KPL	3,30	■	■
	S1350622	KILA-ANKKURI		KPL	3,30	■	■
	S1449592	SEINÄKANNATTIN 2KX		KPL	1,85	■	■
SP14725369		P-TIKASHYLLY KS20-300S-200	Seinä -200m MEKA	KPL	5,00		■
Asennus	3010	1 Jähtöhylyn asennus	1-200 m			■	■
Rakenne	S1449482	LIITOSKAPPALE SENZIMR		KPL	1,85	■	■
	S1449503	KAAPELIHYLLY KS20-300		M	5,00	■	■
Posiio	D 110	VALAISTUS JA PISTORASIA					
* SA8811031030		HF JM-20	HF JM-20	KPL	3,00		■
Asennus	2610	3 Pukin ulkotalokasja max 21 mm	Kivi tai metalli			■	■
Rakenne	S1150071			KPL	1,20	■	■
	S1150600			M	3,00	■	■
* SA8811900		KOJERASIA JR 00 UA	KOJERASIA JR 00 UA SCHNEIDER	KPL	1,50		■
Ei asennusta							
Rakenne	S1150672			KPL	1,00	■	■
	S1150660	KAKSOISNYSÄ 16-20 MM		KPL	1,50	■	■
	S1150407	KOJERASIA 1,MAN NYSÄ		KPL	1,00	■	■
SP040109101		P-AFUX-HF C-PR0 3x2,55 Cca/O+	Asennettuna putkeen+huuoviputki AFUMEX C-PR0	KPL	3,00		■
Asennus	2710	3 Jähdönpötkäpinta max 2,5 mm2	Putkeen putkeen,otanto,kanavali			■	■
Rakenne	S0403374			M	3,00	■	■
SP040109110		P-AFUX-HF C-PR0 5x2,55 Cca/O+	Oksistuna johtotietille AFUMEX C-PR0	KPL	5,00		■
Asennus	2710	4 Jähdönpötkäpinta max 2,5 mm2	Oksistuna joribelle			■	■
Rakenne	S1370724	JOHONISIDE 300x1,7		KPL	1,00	■	■
	S0403374			M	5,00	■	■
SP23773100		P-2-OS-PR VINO IPO FLUGA	Uppoasennus-hyllykettä EXXACT VAL	KPL	1,00		■
Asennus	2811	1 Räsäiden suja tyk. 2,5 mm2 asti	UppoPuis			■	■
Rakenne	S2112071	UPPOASEN. 1-OS PITELEVY ADAPTERI		KPL	1,00	■	■
	S2500121	UPPOASEN. 2-OS PISTORASIA		KPL	1,00	■	■

KUVIO 5. Esimerkkiprojektin tarkka raportti

Kuvion 5 raportista huomataan pakettien sisältävän paljon enemmän materiaalia, mitä laskijan tarvitsee ottaa huomioon. Esimerkiksi seinään kiinnitettävän tikashyllyn pakettiin sisältyy hyllyn lisäksi kaksi erilaista seinäkannaketta, kiila-ankkureita ja liitoskappaleita. Jos kaikki mainitut tuotteet jouduttaisiin laskemaan jostaista projektia varten erikseen, tulisi laskenta prosessista todella työläs ja paljon epäluotettavampi. Kaikille maailman tuotteille ei tietenkään ole määritetty omaa pakettia, joten osalle tuotteista joutuu itse lisäämään asennukseen sisältyvien tarvikkeiden hinnan.

3.2 Massalistat ja henkilöseuranta

Massalistat ja henkilöseuranta raportit löytyvät projektivalvonta-välilehden alta. Projektivalvonta-sovellusta käytetään yksityiskohtaisten vertailu-, toteuma-, budjetti- ja tapahtumaraporttien tulostamiseen, joihin massalistat ja henkilöseuranta raportit lukeutuvat. Projektivalvonnan raportit keräävät tietonsa muilta L7-palvelun sovelluksilta luotujen työnumeroiden perusteella.

Massalistat ja henkilöseuranta raporteista selviää työnumerolle osoitetut materiaali- ja työkulut. Raportteja on montaa erilaista. Raportteihin voidaan sisällyttää esimerkiksi vain materiaali- tai palkkakulut. Myös raportissa huomioitavien tapahtumien ajankohtaa voidaan säädellä. Tämä on erityisen hyödyllistä monia vuosia kestävässä projekteissa.

4 JÄLKILASKENTA

Varsin usein projektinhallinnassa laiminlyötävä osa on kustannusten jälkilaskenta. Jälkilaskennan tehtävänä on koota tiedot projektin kustannuksista, analysoida poikkeamat ja niiden syyt, antaa sisäinen kannattavuuslaskelma ja toimia tulevien projektien kustannuslaskelmien perustietona. (Pelin, 2011, 178)

Jälkilaskennan avulla saadaan kehitettyä erilaisia tunnuslukuja myöhempiä arvioita varten. Tällaisia ovat esimerkiksi tuotteiden hankintakustannukset eriteltynä. Tunnuslukuina voidaan käyttää esimerkiksi kertoimia väärin lasketuille kappale- ja metrimäärille. (Pelin, 2011, 179) Jos jälkilaskennan avulla huomataan esimerkiksi kaapelihyllyjen keskimääräisen metrihinnan olevan aina 15–30 % liian pieni, voidaan kaapelihyllyille laskettua tarjoushintaa nostaa 15 %. Näin saadaan kompensoitua väärä hinta pois.

Toteutuneen projektin jälkeen projektista vastaavan ja tarjouslaskijan tulisi suorittaa toteutuneiden ja kustannuslaskennassa arvioitujen kustannusten vertailu. Kustannusvertailussa voidaan havaita kustannuspoikkeamat. Poikkeaville kustannuksille tulee etsiä syyt. Syy poikkeamalle voi olla tarjouslaskennassa tai projektin toteutuksessa. (Pelin, 2011) Jälkikäteen tehtävissä vertailuissa on aina omat ongelmansa. Hyödyllisintä olisi vertailla poikkeamia heti niiden valmistuttua. Tällöin pystyttäisiin vertailemaan esimerkiksi nimikkeistöön käytettyjä työtunteja laskettuihin tunteihin. Näin ei voida tehdä projektin valmistuttua, jolloin kaikki työtunnit ovat vain yhdessä kokonaisuudessa.

Projektin lopullinen tulos saattaa pysyä budjetissa, mutta projektin sisällä eri nimikkeistöt saattavat heitellä todella paljon. Jokin työtehtävä on saattanut ylittää lasketun hinnan huomattavasti, mutta muut lasketun hinnan alittaneet nimikkeet kompensoivat yhdessä nimikkeessä tapahtunutta tappiota.

Jälkilaskennan kannalta olisi hyödyllisintä kerätä projektien jälkilaskentatietoja useilta vuosilta, jotta usein tapahtuvat virheet huomattaisiin ja niihin osattaisiin puuttua. Jälkilaskennalla saadaan lisättyä yrityksen kilpailuetua, kun kustannuslaskennan tarkkuutta parannetaan.

4.1 Jälkilaskennan tunnuslukuja

Jälkilaskennassa voidaan käyttää monia erilaisia tunnuslukuja. Projekteista voidaan käsitellä pieniä tai isompia kokonaisuuksia. Projektien onnistumista ei kuitenkaan tule arvioida vain yhden kriteerin perusteella, koska samaan laskennalliseen arvoon voidaan päätyä lukemattomilla eri tavoilla. Yhden arvon käyttäminen siis jättää huomioimatta projektin yksilöllisyyden. Seuraavassa taulukossa on esitettyinä muutamia yksinkertaisia mittareita kuvaamaan tarjouslaskennan ja projektin toteuttamisen onnistuvuutta (Marttonen 2010, 64).

TAULUKKO 1. Jälkilaskennan tunnuslukuja (Marttonen 2010, 64, muokattu)

Tunnusluku	Tunnusluvun laskentakaava
Suunniteltu onnistuminen	$\left(\frac{\text{Suunnitellut myyntituotot}}{\text{Suunnitellut kustannukset}} - 1\right) \cdot 100\%$
Toteutunut onnistuminen	$\left(\frac{\text{Toteutuneet myyntituotot}}{\text{Toteutuneet kustannukset}} - 1\right) \cdot 100\%$
Projektin tuottojen ja kustannusten arvioinnin virheellisyys	$\left(\frac{\text{Toteutunut onnistuminen}}{\text{Suunniteltu onnistuminen}} - 1\right) \cdot 100\%$
Oman työvoiman työtuntien arvioinnin virheellisyys	$\left(\frac{\text{Toteutuneet työtunnit}}{\text{Arvioidut työtunnit}} - 1\right) \cdot 100\%$
Materiaalikustannusten arvioinnin virheellisyys	$\left(\frac{\text{Toteutuneet materiaalikustannukset}}{\text{Arvioidut materiaalikustannukset}} - 1\right) \cdot 100\%$

Tunnuslukujen seuranta varten yrityksissä voidaan asettaa raja-arvoja, joiden perusteella pystytään seuraamaan mitkä osa-alueet ovat onnistuneet ja mitkä vaativat kehittämistä. Taulukossa 2. on esitetty esimerkki luvuista, joita voitaisiin käyttää raja-arvoina projektin jälkilaskennassa (Marttonen 2010, Liite XII).

TAULUKKO 2. Laskentamallin käyttämät tunnuslukuluokat (Marttonen 2010, Liite XII, muokattu)

Tunnusluku	Erin- omainen	Hyvä	Välttävä	Heikko
Projektin tuottojen ja kustannusten arvioinnin virheellisyys	±4 %	±(4...10)%	±(10...15)%	≤ -15 % ≥ 15 %
Oman työvoiman työtuntien arvioinnin virheellisyys	±4 %	±(4...10)%	±(10...15)%	≤ -15 % ≥ 15 %
Materiaalikustannusten arvioinnin virheellisyys	±4 %	±(4...10)%	±(10...15)%	≤ -15 % ≥ 15 %

Tarjouslaskenta vaatii jatkuvaa kehitystyötä. Hintojen täytyy olla aina ajantasaiset, jotta saavutetaan kilpailukykyinen hinta markkinoille. Myös jälkilaskennan tulisi perustua pitkältä aikaväliltä saatuun dataan, jotta sillä voidaan kehittää uusien kohteiden tarjouksia.

4.2 Tilastollinen päättely ja riippuvuussuhteet

Tilastollisella päättelyllä tarkoitetaan perusjoukkoa koskevien päätelmien tekemistä perusjoukosta poimitun otoksen perusteella. (Taanila, 2010) Projektien jälkilaskentoja välisiä suhteita vertailtaessa analysoidaan vain yhden muuttujan joukkoa, jolloin usein käytettyjä menetelmiä ovat aritmeettinen keskiarvo ja keskihajonta.

Keskiarvo ei kuitenkaan aina kerro koko totuutta. Esimerkkinä voidaan käyttää sähköurakointiprojektia, minne asennetaan todella kattava valaistus, mutta pistorasioita tulee kohteeseen vain kaksi. Projektin edetessä huomataan laskijan tehneen pienen virheen pistorasioiden määrässä, jonka jälkeen kohteeseen asennetaankin neljä pistorasiaa. Kyseisen laskentavirheen suuruudeksi saadaan 100 %. Tämä näyttää tilastollisesti todella vakavalta virheeltä, mutta todellisuudessa sen vaikutus projektin lopulliseen hintaan on todella pieni. Siksi jokaiselle nimikkeistölle lasketaan myös painotettu keskiarvo sen mukaan, kuinka suuri vaikutus nimikkeistöllä on projektin lopulliseen hintaan.

Aritmeettinen keskiarvo

Aritmeettinen keskiarvo kertoo tutkittavan datan keskimääräisen sijainnin, eli mitä suuruusluokkaa arvot yleensä ovat. Se saadaan laskettua summaamalla kaikki havaintojen arvot yhteen ja jakamalla saatu summa havaintojen määrällä. (KvantiMOTV, n.d.) Aritmeettinen keskiarvo \bar{x} lasketaan kaavalla 1.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n}, \quad (1)$$

jossa n on havaintojen lukumäärä ja x_n on n :nnen havainnon arvo. Aritmeettista keskiarvoa on helppo käyttää ja se soveltuu moneen eri tarkoitukseen. Kuitenkin sen käytössä kannattaa olla tarkkana varsinkin, jos otoksissa on suuria poikkeamia arvojen välillä. Esimerkiksi sarjan (1, 2, 2, 4, 3) aritmeettinen keskiarvo on 2,4. Samaan tulokseen on kuitenkin mahdollista päästä myös täysin erialisella sarjalla, kuten sarjan (-30, -8, 2, 19, 29) keskiarvo on myös 2,4. Tämän takia on tärkeää tarkastella myös keskihajontaa. (KvantiMOTV, n.d.)

Keskihajonta

Keskihajonta kuvaa sitä, kuinka kaukana yksittäiset muuttujan arvot ovat keskimäärin muuttujan aritmeettisestä keskiarvosta. (KvantiMOTV, n.d.) Keskihajonta s lasketaan kaavalla 2.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2)$$

jossa \bar{x} on tarkasteltavan aineiston aritmeettinen keskiarvo, x_i on i :nen havainnon arvo ja n on havaintojen lukumäärä. Kaavassa 2 lasketaan jokaisen havainnon erotus koko aineiston keskiarvosta, jonka jälkeen erotukset korotetaan toiseen potenssiin. Lasketut arvot lasketaan yhteen ja jaetaan havaintojen lukumäärällä. Saadusta tuloksesta otetaan vielä neliöjuuri keskihajonnan saamiseksi. Mitä suurempi saatu arvo on, sitä enemmän muuttujien arvoissa on hajontaa.

Pienin mahdollinen hajonta taas vastaa arvoa nolla, jolloin kaikki keskenään vertailtavat arvot ovat samoja. (KvantiMOTV, n.d.)

Painotettu keskiarvo

Painotettu keskiarvo lasketaan tarkasteltavalle aineistolle siten, että havainnot vaikuttavat lopputulokseen niille määritellyn painoarvon verran. Painotettu keskiarvo \bar{x} lasketaan kaavalla 3

$$\bar{x} = \frac{w_1 \cdot x_1 + \dots + w_n \cdot x_n}{w_1 + \dots + w_n}, \quad (3)$$

jossa x_n on n:nneen havainnon arvo ja w_n on n:nneen arvon painotuskerroin. (Maddansky, n.d.) Esimerkiksi projektien jälkilaskennan tapauksessa painoarvona voidaan käyttää tuotteen materiaali- ja työkustannusten osuutta tarjoushinnasta, eli niin niin sanottua vaikutusprosenttia.

5 TUNNUSLUKUJEN LASKENTA

Projektien jälkilaskenta aloitetaan tuotteiden ja sähkönimikkeistöistä koostuvien kokonaisuuksien vertailulla. Tutkimusmateriaalit kerättiin Visma L7 -ohjelmiston luomista raporteista ja yrityksen käyttämistä laskentataulukoista. Yrityksen omista laskentataulukoista selviää esimerkiksi hinnannousut, työkalut, piirustukset ynnä muut kaikissa projekteissa toistuvat kustannukset, joita ei pystytä suoraan tarjouslaskentamateriaaleista laskemaan.

Laskenta data kerättiin kohdekohtaisesti Excel taulukoihin, joissa tuotteiden välistä eroavuuksia vertailtiin tunnuslukujen perusteella. Ennen laskemisen aloittamista kaikki tuotteet lajitellaan oikeille riveille, jotta lasketut tuotteet ja käytetyt materiaalit ovat samoilla riveillä taulukossa. Tämä helpottaa taulukoiden lukemista huomattavasti.

Laskentataulukoita luotaessa eniten aikaa meni projektin aikana käytettyjen tuotteiden lajitteluun. L7-ohjelmistoon syötetään aina uudet tilaukset, jotka lisätään raportteihin uudelle riville. Tällöin raportit saattoivat sisältää samoja tuotteita muutamissa eri paikoissa, joiden erona on vain tilauspäivämäärä. Excel kuitenkin tarjoaa Pivot-taulukko-ominaisuuden, jonka avulla pystyttiin luomaan uusi taulukko, johon Excel laski kaikkien saman sähkönumeron sisältämien tuotteiden määrät yhteen.

Samalla sähkönumerolla esiintyvien tuotteiden yhdistämisen jälkeen etsittiin vielä saman tyylliset tuotteet samoille riveille. Esimerkiksi pinta-asennettavia pistorasioita saattoi esiintyä yhdessä projektissa monella eri sähkönumerolla, jolloin ne jouduttiin etsimään ja yhdistämään samalle riville manuaalisesti. Manuaalinen jaottelu kuitenkin helpottui sen mukaan, mitä enemmän projekteja oli laskettuna, koska pääsääntöisesti projekteissa käytetään samoja tuotteita. Eli vanhojen projektien tuotteiden jaottelua pystyttiin hyödyntämään tulevissa laskelmissa.

Kaikki käytetyt ja lasketut tuotteet eivät vastaa toisiaan täydellisesti, jolloin jouduttiin hieman soveltamaan muutamissa kohdissa. Esimerkkinä voidaan käyttää kaapeleiden vertailua. Kaapeleita laskettaessa tarjoushinta perustuu kaapelin asennustyyliin. Asennustyylin mukaan määritetään metrikohtainen hinta, joka

koostuu kaikesta kaapelin kiinnitykseen sisältyvistä materiaaleista. Esimerkiksi hyllylle ojennettavan kaapelin hintaan sisältyy kaapeli ja kiinnittämiseen tarvittavat nippusiteet, eli metrikohtainen hinta koostuu oikeastaan pelkästä kaapelin hinnasta. Sen sijaan kiviseinään asennettavan kaapelin hinta koostuu kaapelista, asennukseen tarvittavasta metalliputkesta ja sen kiinnikkeistä. Tällöin kaapelille laskettava metrihinta kasvaa huomattavasti suuremmaksi. Sama ilmiö tapahtuu tietysti myös kaapelin asennushinnan kanssa. Kaapeleita kuitenkin vertailtiin keskenään asennustavasta huolimatta, koska työmaalla käytettyjä asennustyyplejä ei pystytty määrittämään. Kyseinen ongelma ei kuitenkaan esiinny uusien laskentapakettien kanssa, koska niistä saadaan eroteltua tuotteet erilleen, mutta vanhoissa paketeissa samanlaista erottelua ei pystytty tekemään.

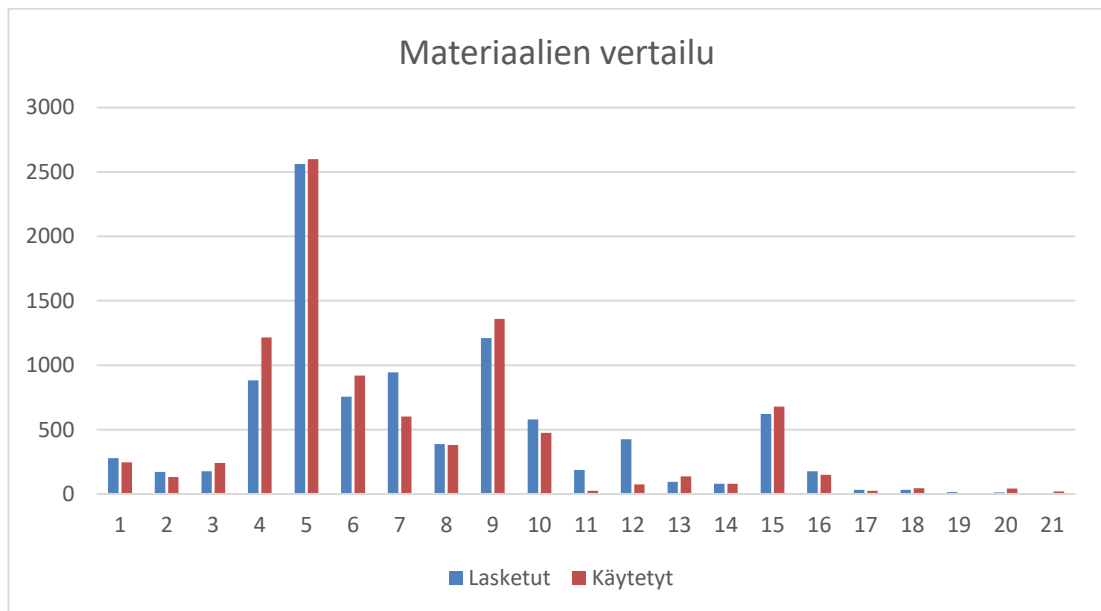
Tuotteita lajiteltaessa jouduttiin myös yhdistämään muutamia tuotteita keskenään. Esimerkiksi kaikissa kohteissa käytettiin monenlaisia kytkimiä, joiden hinnat pysyivät lähes samoina mallista riippumatta. Esimerkiksi 5- ja 6-kytkimen välinen hintaero on lähes mitätön. Tällöin on helppo yhdistää kaikki kytkimet samaksi ryhmäksi ja vertailla niiden kokonaisuutta keskenään. Näin tehtiin myös sellaisten tuotteiden kanssa, jotka sisältyivät lähestulkoon kaikkiin paketteihin, joiden tarkkaa käyttökohdetta ei pystytty määrittämään ja hinta oli melko pieni. Tällaisia tuotteita olivat esimerkiksi ruuvit ja kaapelikiinnikkeet.

5.1 Yksittäisten tuotteiden vertailu

Tuotteiden lajittelun jälkeen aloitetaan yksittäisten projektien analysointi. Analysointi aloitetaan yksittäisistä tuotteista, joiden jälkeen siirrytään suurempien kokonaisuuksien vertailuun. Näin toimiminen osoittautui järkevämmäksi, koska suurista kokonaisuuksista aloittamalla ei pystyittäisi selittämään väärän hinnan juurisyytä. Yksittäisistä tuotteista aloittamalla saa paremman kuvan projektin ja tarjouksen välisistä virheistä heti jälkilaskennan alussa.

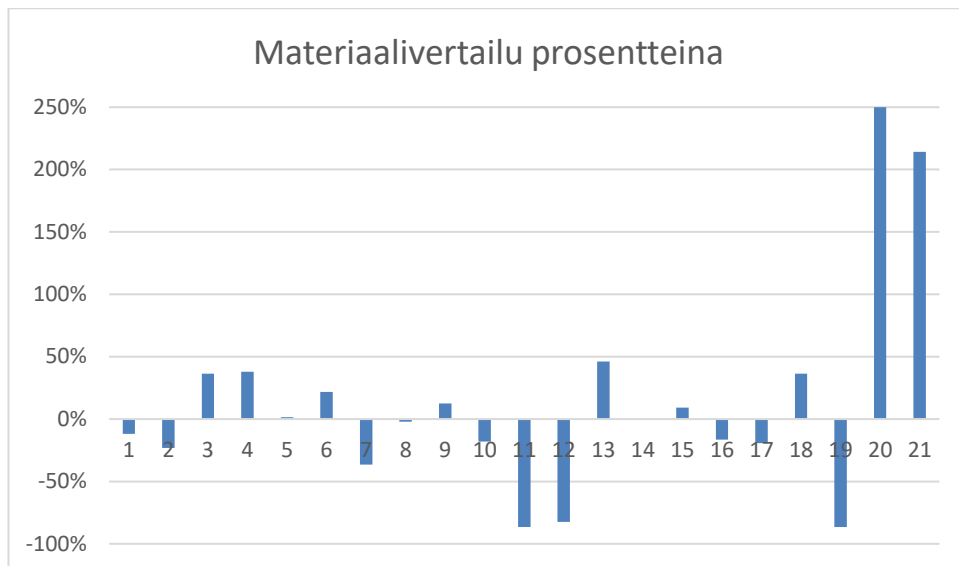
5.1.1 Materiaalimäärät

Esimerkkiprojektiksi valikoitui eräs ruokakauppa, joka oli suuruudeltaan melko pieni, jotta materiaaleja olisi mahdollisimman helppo verrata keskenään. Kohteessa ei myöskään käytetty mitään erikoisia tuotteita, joita esiintyisi vain harvoissa projekteissa, jolloin kohteen jokaista tuotetta käytettiin myös kaikkien projektien vertailussa. Vertailtaviin tuotteisiin lukeutui esimerkiksi erilaisten kaapeleiden ja johtoteiden pituudet ja pistorasioiden, kytkimien ja jakorasioiden kappalemäärät. Esimerkkiprojektissa vertailtujen tuotteiden lasketut ja käytetyt materiaalmäärät on esitetty kuvion 6 pylväsdiagrammissa.



KUVIO 6. Tarjouksessa laskettujen ja projektissa käytettyjen määrien vertailu

Kuviosta huomataan pylväiden korkeuksien olevan kohtuullisen lähellä toisiaan, mutta pientä heittoa on havaittavissa muutamien pylväiden kohdalla. Kuvion skaalaus on todella suuri, koska joukossa on tuotteita, joita on käytetty määrällisesti paljon enemmän kuin muita. Siksi kuviosta on vaikeaa erottaa, mitkä tuotteet on laskettu oikein ja mitkä ei. Esitetään seuraavaksi samojen tuotteiden väliset erot prosenttilukuina. Prosentuaalinen virhe on laskettu taulukon 1 mukaisella kaavalla materiaalikustannusten arvioinnin virheellisyys.



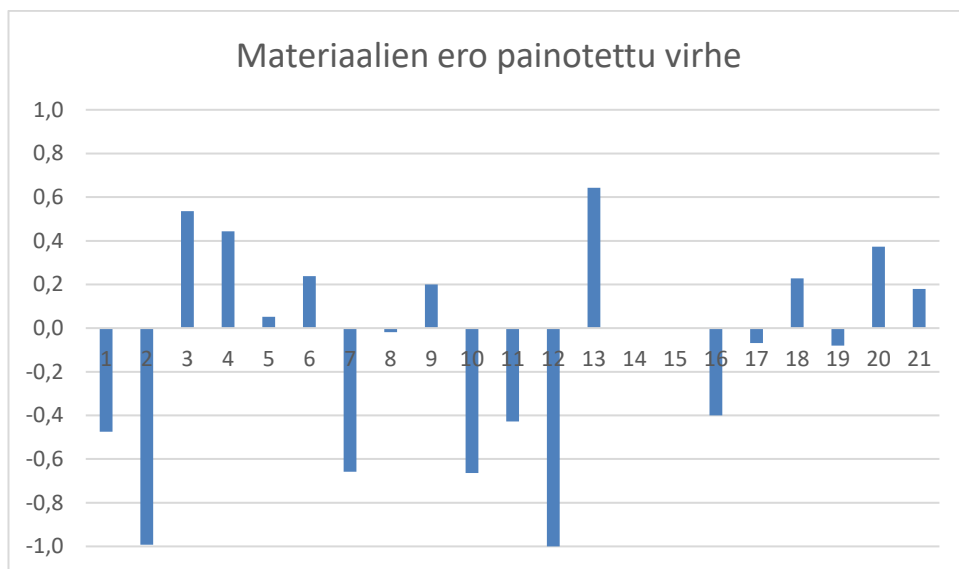
KUVIO 7. Tarjouksessa laskettujen ja projektissa käytettyjen määrien vertailu prosentteina

Kuvion 7 positiiviset prosenttiluvut tarkoittavat virhettä, joissa on projektin aikana käytetty laskettua enemmän materiaalia ja negatiiviset prosentit tietysti päinvastaista virhettä. Nyt taulukosta nähdään paljon selkeämmin mitkä tuotteet on laskettu väärin ja mitkä oikein. Verrattaessa virheiden suuruutta kuvioista 6 havaittuihin eroavaisuuksiin, ovat materiaalierojen prosenttiluvut yllättävän korkeita. Varsinkin tuotteen numero 20 laskentavirheeksi on saatu 250 % vaikka taulukossa 6 virhettä ei edes huomata. Tämä on kuitenkin tapauskohtainen virhe, eikä kyseisen tuotteen vaikutus lopulliseen hintaan ole suuri. Kyseistä tuotetta käytettiin myös todella vähän, kuten kuvioista 6 huomataan. Tällöin prosenttiluku nousee suureksi pienenkin laskentavirheen seurauksena. Tämän takia on tärkeää laskea myös painotettu virhe tuotteille, jotta nähdään mitkä virheet vaikuttavat eniten lopulliseen hintaan.

Seuraavaksi suurimpia pylväitä ovat numerot 11, 12 ja 19. Pylväiden korkeudet ovat vain kolmasosan viimeisestä pylvästä, jolloin niiden virhe vaikuttaa melko mitättömältä. Prosentuaalinen virhe on kuitenkin -75 %:n luokkaa, joten kyseessä on huomattava laskentavirhe. Kyseisistä prosenttiluvuista on tärkeää huomioida myös negatiivinen etumerkki. Negatiiviset prosentit jäävät helposti positiivisten virheiden varjoon, koska ne eivät voi missään olosuhteissa ylittää -100 % arvoa. Toisin kuin positiivinen prosentti voi olla äärettömän suuri.

Vaikka negatiivisissa ja positiivisissa prosentteissa on eroja, voidaan tuloksia vertailla keskenään, koska materiaalmäärissä samankokoiset prosentuaaliset virheet tarkoittavat yhtä suurta virhettä myös materiaaleissa. Eli jos laskenta virhe on 80 % positiiviseen tai negatiiviseen suuntaan, ovat virheellisesti laskettujen materiaalien määrät täysin samat.

Lasketaan tuotteiden painotettu virhe kuvion 7 prosentuaalisille virheille kaavan 3 avulla ja skaalataan suurimman virheen arvoksi 1 tai -1. Painokertoimena käytetään tuotteen prosentuaalista vaikutusta tarjoushintaan, eli tuotteen materiaalin ja työn yhteenlaskettu hinta jaettuna katteettomalla tarjoushinnalla. Painotetut laskentavirheet on esitetty kuviossa 8.



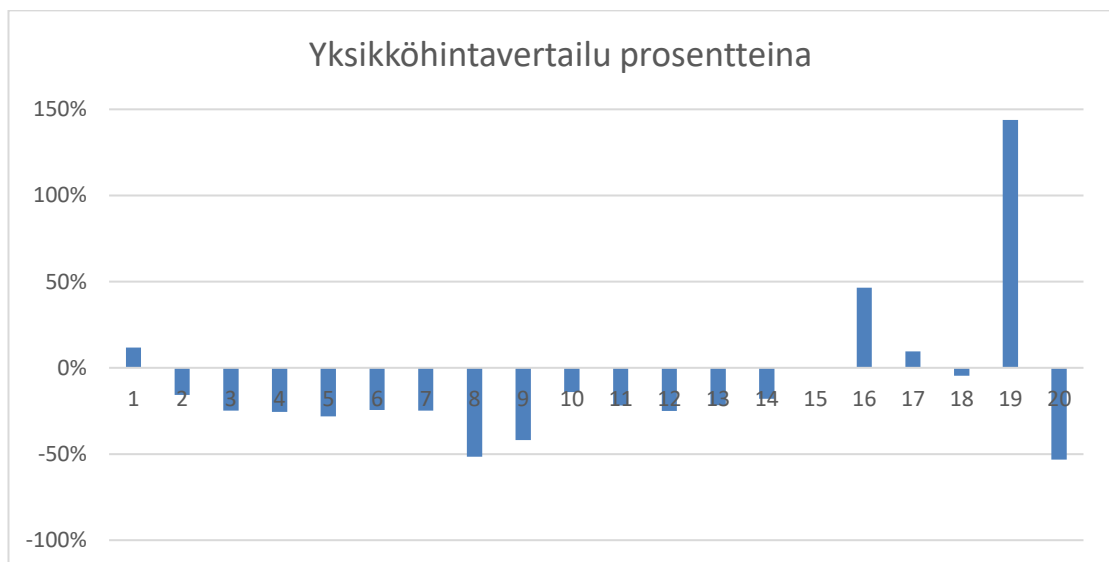
KUVIO 8. Painotettu materiaalivirhe

Kuvion 8 huomataan eroavan selkeästi kuvion 7 pylväistä. Nyt suurimmat pylväät sijoittuvat numeroille 2 ja 12, kun aikaisemmin suurimmat pylväät olivat numerot 20 ja 21. Kuvion 8 pylväät kertovat, missä tuotteissa tapahtuu suurimmat rahalliset tappiot, kun huomioidaan materiaalivirhe ja rahallinen vaikutus. Ensimmäisenä siis kannattaa tutkia tuotteessa 12 tapahtuvia laskentavirheitä, koska kyseisessä tuotteessa tehty laskenta virhe vaikuttaa eniten tarjoushintaan.

5.1.2 Materiaalien yksikköhinnat

Laskennan kohteena olleen sähköurakointiyrityksen laskentakannat vaihtuivat tarkasteluvälin aikana, jonka takia uudemmissa projekteissa tarjouslaskennasta saatu materiaali oli paljon kattavampaa. Uudesta laskentakannasta pystyttiin avaamaan pakettirekisterit auki ja tutkimaan mistä tuotteista hinta koostui. Kun taas vanhoissa projekteissa paketteja ei pystytty avaamaan, jolloin jouduttiin tyytymään pelkän paketin yksikköhintaan. Kuten kappaleen alussa mainitussa kaapeleiden laskenta esimerkissä todettiin.

Koska suurin osa projekteista on toteutettu vanhalla tavalla, tutkitaan niiden laskentaa tarkemmin. Vanhojen pakettien kanssa joudutaan itse päättämään tuotteet, jotka sisältyvät laskettuun hintaan. Esimerkiksi pistorasioiden yksikköhintaa laskettaessa täytyy hinnassa ottaa huomioon kojerasiat, vedonpoistot, kiinnitysruuvit sekä itse pistorasia. Tämän lisäksi tarjoushintaan lisätään mahdolliset hinnannousut ja suurista tilausmassoista saatavat alennukset, jotka selviävät yrityksen omista tarjouslaskenta taulukoista. Kuviossa 9 on esitetty tuotteiden yksikköhintavertailu prosentteina.



KUVIO 9. Materiaalien yksikköhintavertailu prosentteina.

Kuviosta huomataan, että esimerkkikohteen yksikköhinnat ovat pääsääntöisesti halvempia, mitä on laskettu. Suurimmat vaihtelut johtuvat yleensä siitä, että työmaalla on käytetty joitain muita tuotteita, mitä on laskettu. Esimerkiksi projektin

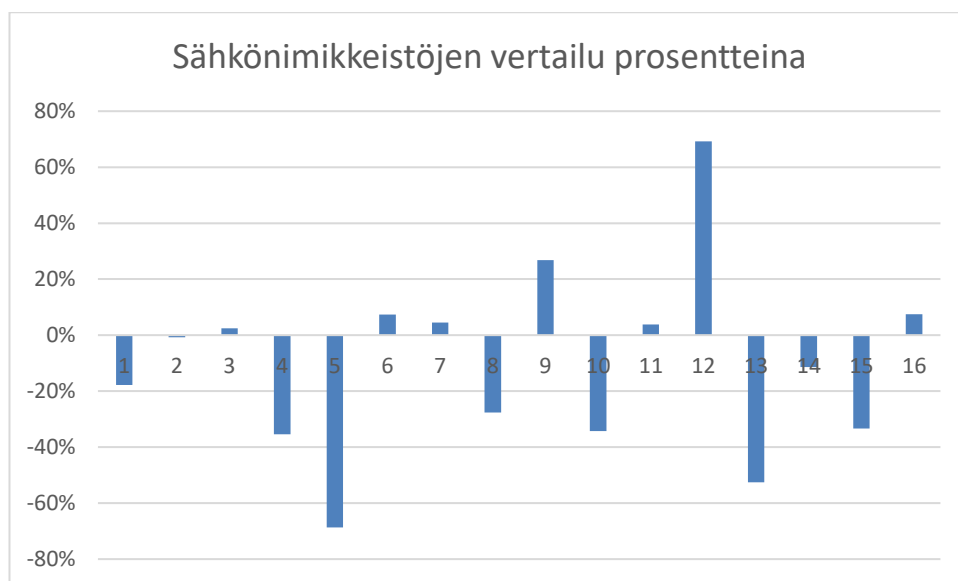
aikana käytettyjen ja tarjouslaskennassa laskettujen merkinantokaapeleiden pituuksien välillä on suuria eroja, koska työmailla harvoin käytetään täysin samaa kaapelia mitä on laskettu. Myös pistorasioiden hinnoissa voidaan havaita suuria eroja, jos laskenta vaiheessa ei ole huomioitu esimerkiksi erikoisempaa väritystä, mallistoa tai asennustapaa. Tällöin yksikköhintojen erot voivat olla jopa muutamia kymmeniä prosentteja positiiviseen tai negatiiviseen suuntaan.

5.2 Suurempien kokonaisuuksien vertailu

Tarkasteltaessa suurempia kokonaisuuksia on luontevaa jakaa sähköurakka sähkönimikkeistön mukaisiin paketteihin, kuten tarjouslaskennan aikana toimitaan. Suurempien kokonaisuuksien vertailussa erojen juurisyiden selvittäminen on tärkeässä roolissa, koska ilman syiden selvittämistä ei voida tehdä johtopäätöksiä virheistä. Syiden selvittämisessä käytetään hyödyksi aiemmin laskettuja materiaali- ja yksikköhintaeroja.

5.2.1 Sähkönimikkeistöt

Sähkönimikkeistöjen välisten erojen prosentuaaliset virheet on esitetty kuviossa 10.



KUVIO 10. Sähkönimikkeistö kohtainen vertailu prosentteina

Kuviosta 10 huomataan muutamien sähkönimikkeistöjen olevan täysin oikein laskettuja. Osa syynä oikein laskettuihin hintoihin on se, että ne koostuvat aliurakoitsijoiden määrittämistä tarjouksista, jolloin väärät tarjoushinnat ovat aliurakoitsijoiden vastuulla. Myös prosentuaalistenvirheiden huomataan olevan keskimäärin paljon pienempiä, mitä materiaalivertailuissa havaitaan. Tämä johtuu siitä, että pienten kokonaisuuksien vertailussa pienikin virhe kasvattaa prosentuaalista virhettä paljon, kun taas isossa kuvassa sitä ei välttämättä huomata ollenkaan. Kuitenkin myös sähkönimikkeistöissä on pienempiä kokonaisuuksia, joissa prosentit pääsevät kasvamaan suuriksi, kuten kuvion 10 nimikkeistöt 5 ja 12. Näihin ei välttämättä haluta kiinnittää suurta huomiota, koska niiden rahallinen vaikutus voi olla todella pieni. Tämän takia lasketaan myös sähkönimikkeistöille painotettu virheen tarkastelu kaavan 3 avulla.

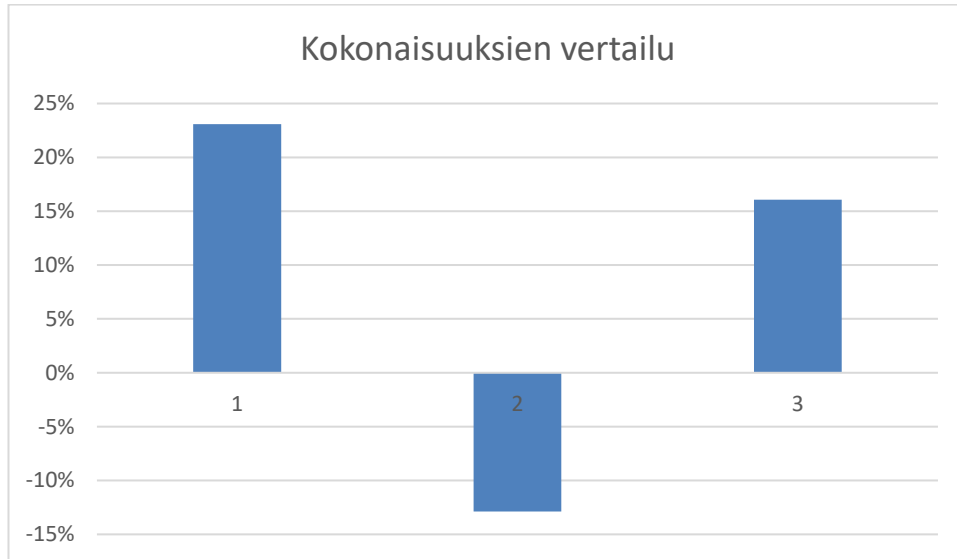


KUVIO 11. Sähkönimikkeistöjen painotetut keskiarvot

Kuviosta 11 havaitaan kahden virheen olevan selvästi muita suurempia. Kyseiset virheet on syytä tarkastella ensimmäisenä, eli etsiä juurisyyt virheille. Virheiden selvityksen jälkeen voidaan vielä paneutua pienempiin virheisiin, jos se nähdään tarpeelliseksi.

5.2.2 Loppusummat

Vertaillaan vielä lopullisia summia keskenään, eli suurimpia kokonaisuuksia, joihin lukeutuu kaikki taulukon 2 tunnusluvut. Kuviossa 12 on esitetty kokonaisuuksien vertailua prosentteina. Kuvion pylväät ovat satunnaisessa järjestyksessä.



KUVIO 12. Projektin kokonaisuuksien vertailu

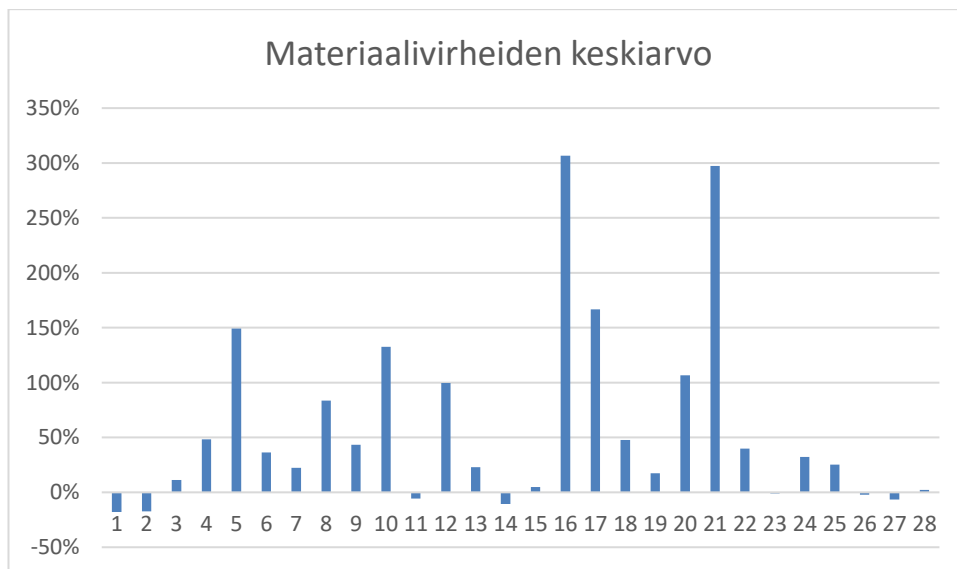
Kuviosta 12 nähdään, että osa esimerkkiprojektin kuluista on tuottanut voittoa, kun taas osa on mennyt tappiolle. Lopullinen hinta voi siis olla täysin oikein laskettu, kun eri osa-alueet kompensoivat toisiaan. Tällöin projektista käteen jäävä osuus näyttää täysin oikealta. Laskentaprosessissa on silti ongelmia, koska materiaaleihin ja töihin käytetyt summat eivät täsmää laskentaa.

6 PROJEKTIEIN VERTAILULASKENTA

Vertaillaan kaikkien projektien välisiä tuloksia keskenään ja tarkastellaan mahdollisesti löytyviä virheitä. Virheitä tarkasteltaessa lasketaan kaikkien projektien välinen kesiarvo jo lasketuista virheistä. Kuten aiemmin todettiin, keskiarvo ei välttämättä kerro koko totuutta. Siksi projektien välisessä vertailussa analysoidaan keskihajontaa, eli ovatko projekteissa tapahtuvat virheet aina samansuuruisia vai ovatko yksittäiset virheet kaukana toisistaan.

6.1 Materiaalimäärien vertailu

Projekteissa laskettujen virheiden toistuvuutta tarkastellaan keskiarvon avulla. Keskiarvolla pystytään määrittämään, mikä on laskennassa tapahtuva keskimääräinen virhe, kun tarkastellaan useampaa projektia kerrallaan. Keskiarvo saadaan laskettua kaavan 1 avulla. Projekteissa usein käytettyjen tuotteiden keskimääräiset virheet ovat esitettynä kuviossa 13.

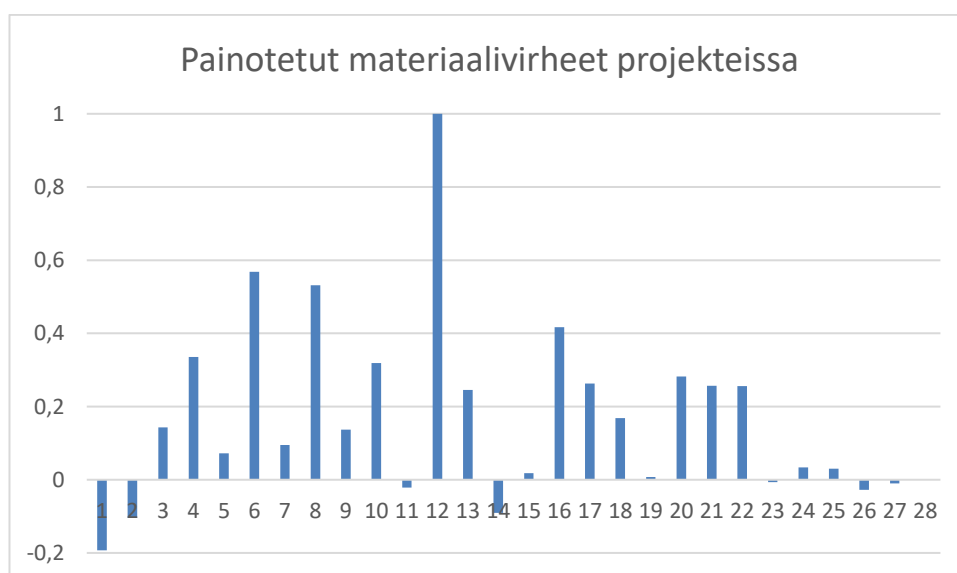


KUVIO 13. Projekteissa esiintyvien materiaalien laskentavirheiden keskiarvot

Kuviosta huomataan lähes kaikkien tuotteiden laskennan olevan virheellistä yritykselle negatiiviseen suuntaan, eli materiaalia käytettäisiin aina suunniteltua enemmän. Tämä ei kuitenkaan pidä täysin paikkaansa. Esimerkiksi, jos yhdessä

projektissa tapahtuu radikaali laskentavirhe, muuttuu keskiarvo täysin pääläelleen. Esimerkiksi tuotteessa 17 tapahtuneista laskentavirheistä melkein kaikki ovat negatiivisia, mutta yhdessä projektissa kyseisten tuotteiden laskenta oli unohdettu lähes kokonaan. Kyseinen virhe johti noin 2000 % laskentavirheeseen, jonka seurauksena myös keskiarvo on huomattavasti muita korkeampi. Kuvion positiivisiin virheisiin vaikuttaa myös lisätöiden vaikea tunnistaminen. Laskentamateriaaleihin ei nimittäin merkitä erikseen, mitkä töistä ja tuotteista on tilattu tarjouslaskennan jälkeen, ja mitkä ovat laskennan aikana tapahtuneita virheitä.

Lasketaan materiaalien laskentavirheille vielä painotetut arvot, kuten tehtiin myös yksittäisille projekteille ja verrataan saatuja tuloksia keskiarvoihin.



KUVIO 14. Projekteissa esiintyvien materiaalien laskentavirheiden painotetut keskiarvot

Kuviossa 14 havaitaan sama muutos, mitä tapahtui myös yksittäisten projektien kohdalla kuvioissa 7 ja 8. Vaikka kuvion 13 tuotteista selkeästi huonoiten lasketut tuotteet olivat numerot 16 ja 21, ei niiden vaikutus olekaan niin suuri, kun vertaillaan otetaan mukaan myös tuotteiden ostoon ja asennukseen kulunut hinta. Nyt selkeästi suurin virhe on tuotteessa 12. Lasketaan vielä keskihajonnat jokaisen tuotteen keskiarvolle, jotta pystytään tarkastelemaan, kuinka usein virheet toistuvat. Tuotteiden laskennassa tapahtuvien virheiden keskihajonnat ovat esitettyinä kuviossa 15.

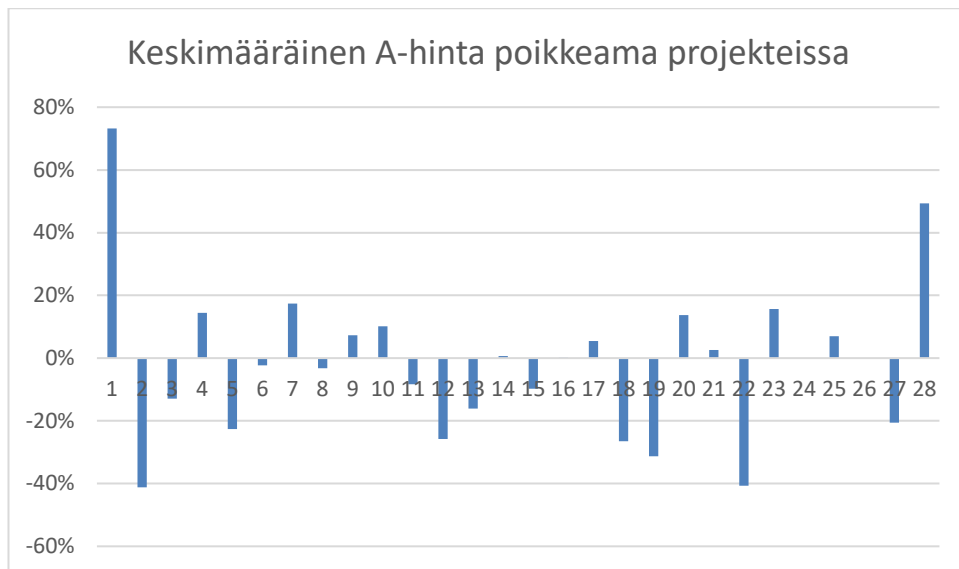


KUVIO 15. Materiaalien laskentavirheiden keskihajonnat

Kuvion 15 pylväistä huomataan keskihajontojen olevan todella suuria. Laskelmien välillä ei siis esiinny kauhean montaa systemaattisesti toistuvaa virhettä, kun vertaillaan materiaalien välisiä eroja keskenään. Erot voivat johtua esimerkiksi lisätöiden vaikeasta tunnistamisesta tai laskijoiden välisistä eroista. Keskihajonnan suuruuden havaitaan seuraavan myös kyseisen tuotteen hintaa, eli mitä halvempi tuote, sitä suurempi keskihajonta yleensä on. Tämä johtuu siitä, että halpojen tuotteiden laskenta pyritään tekemään mahdollisimman nopeasti, jolloin myös virhemarginaali kasvaa.

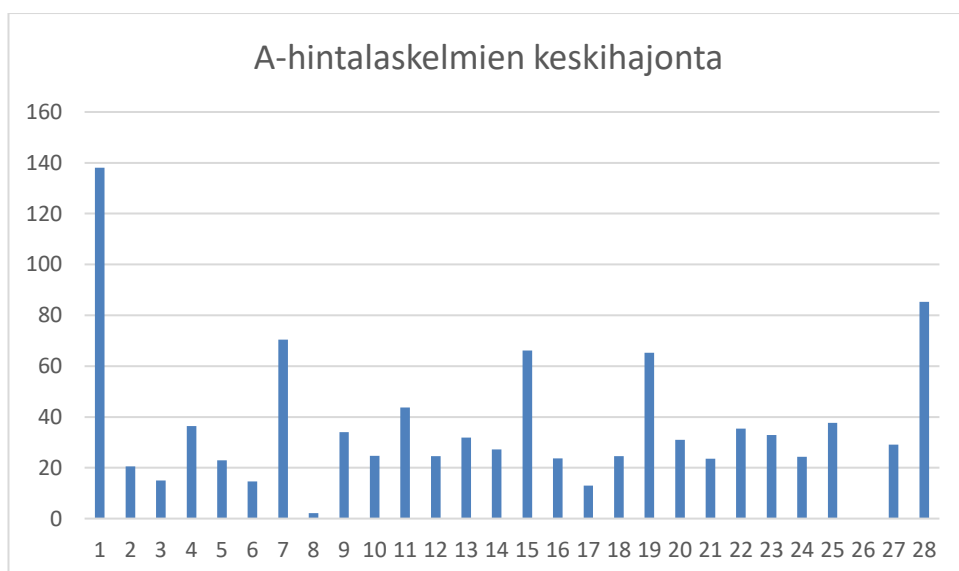
6.2 Yksikköhintojen vertailu

Vertaillaan seuraavaksi yksikköhintoja keskenään. Projektien välisten yksikköhintojen keskiarvot on esitetty kuviossa 16.



KUVIO 16. Projektien välinen yksikköhintavertailu

Kuviosta 16 huomataan projektissa käytettyjen ja laskettujen yksikköhintojen olevan melko hyvin määritettyjä. Suurimmat virheet johtuvat siitä, että kohteessa on käytetty jotain muuta tuotetta mitä on laskettu tai hintaan ei ole sisällytetty kaikkia asennukseen tarvittavia tuotteita. Esimerkiksi valaisinripustuskojien tarjoushinnat ovat osoittautuneet liian pieneksi, koska kannakkeiden hinnat ja määrät ovat luultua suurempia. Lasketaan vielä yksikköhintojen keskiarvoille keskihajonnat kuvioon 17.



KUVIO 17. Projektien välisten yksikköhintojen keskihajonnat

Osan keskihajonnan arvoista huomataan olevan melko pieniä, eli hinnat ovat pysyneet samansuuruisina projektien välillä. Kyseisten tuotteiden hintoja pystytään siis muokkaamaan jälkilaskennan tulosten perusteella.

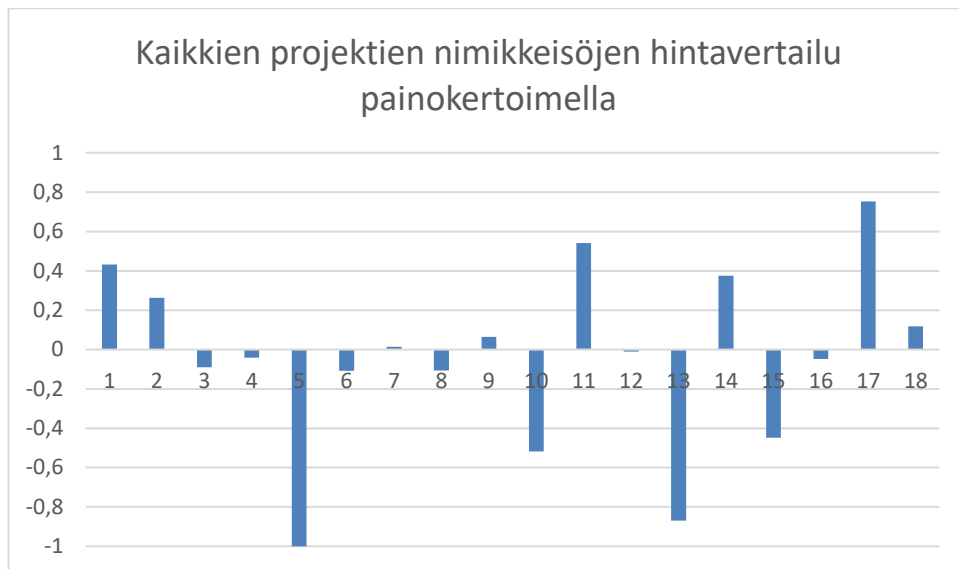
6.3 Sähkönimikkeistöjen vertailu

Vertaillaan sähkönimikkeistöjen välillä tapahtuvia laskentavirheitä ja niiden toistuvuutta. Kuviossa 18 on esitetty sähkönimikkeistöjen välinen vertailu.



KUVIO 18. Projektien välinen sähkönimikkeistöjen vertailu

Projektien välisessä vertailussa havaitaan sama ilmiö, kuin yksittäisissä projekteissa, eli sähkönimikkeistö ryhmien väliset virheet ovat huomattavasti pienempiä, kuin materiaalien välisten virheiden. Osa sähkönimikkeistöistä on lähes täysin oikein laskettuja, kun taas materiaalivertailussa oli havaittavissa todella suuria heilahduksia useiden tuotteiden kohdalla. Lasketaan sähkönimikkeistöjen painotetut laskentavirheet ja vertaillaan saatuja tuloksia kuvion 18 tuloksiin.



KUVIO 19. Projektien välisten sähkönimikkeistöjen laskentavirheet painokertoimella

Sähkönimikkeistöjen välillä ei ole huomattavissa suurissa muutoksissa painokertoimen huomioinnin jälkeen. Tämä johtuu siitä, että tarkasteltavat kokonaisuudet ovat keskenään samaa suuruusluokkaa ja laskentavirheet pieniä. Suurin muutos on kuitenkin havaittavissa tuotteessa 5, jonka vaikutus kasvaa suureksi, vaikka laskentavirhe on vain -18 %. Kyseessä on kuitenkin yksi tarjoushintaan eniten vaikuttavista kategorioista. Lasketaan vielä sähkönimikkeistöille keskihajonnat ja esitetään laskennan tulokset kuvion 20 pylväsdiagrammissa.

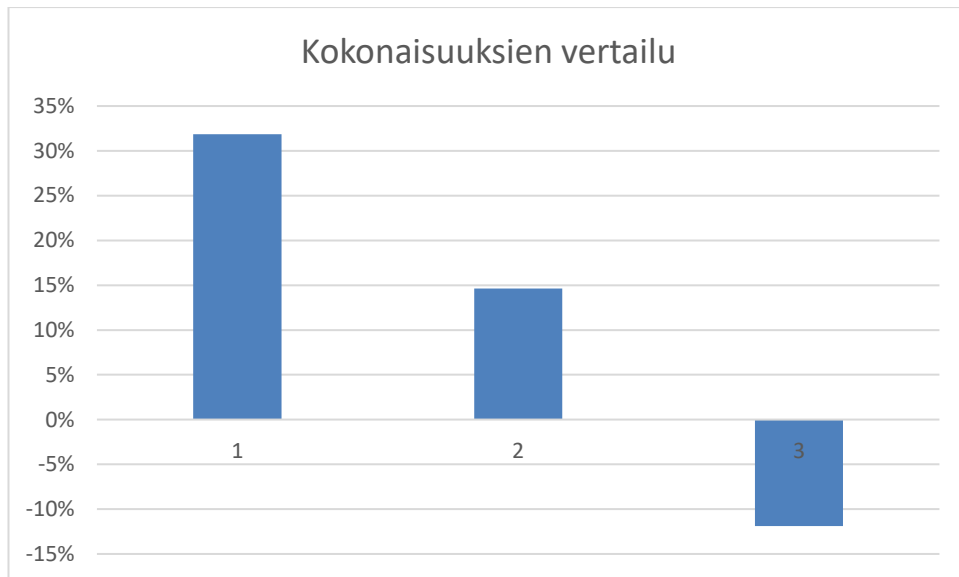


KUVIO 20. Sähkönimikkeistöjen väliset keskihajonnat

Nimikkeistöjen välisten keskihajontojen arvot ovat melko suuria. Vain muutamien nimikkeistöjen kohdalla pystytään tekemään johtopäätöksiä, että laskentavirheet toistuvat kaikissa projekteissa lähes yhtä suurina. Näiden nimikkeistöjen osalta jälkilaskennalla pystytään kertomaan kuinka paljon tuotetta tulisi laskea vähemmän tai enemmän tulevaisuudessa.

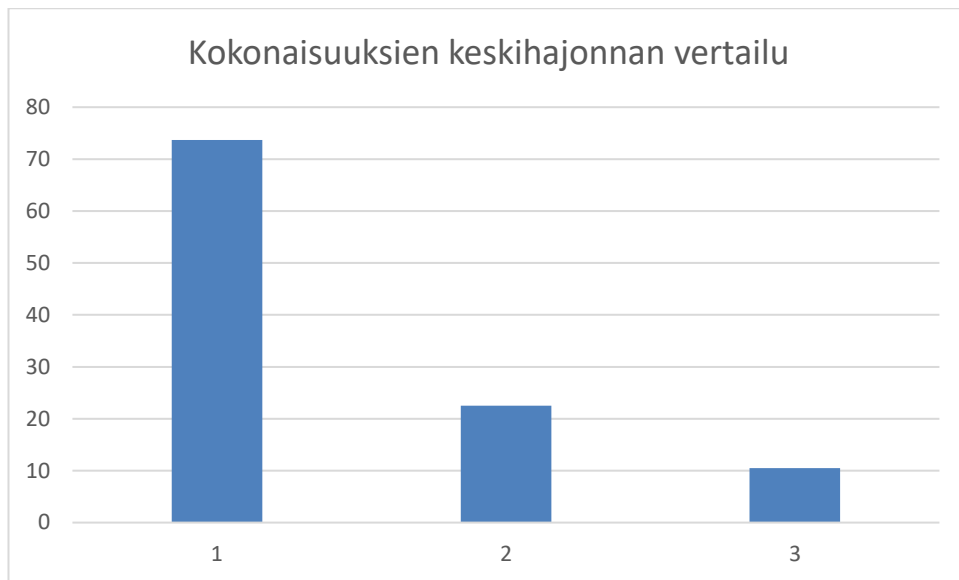
6.4 Loppusummien vertailu

Tarkastellaan vielä suurimpien kokonaisuuksien välisiä eroja. Kuviossa 20 on esitetty taulukon 2 mukaisten tunnuslukujen välistä vertailua projektien välillä. Pylväät ovat satunnaisessa järjestyksessä.



KUVIO 20. Loppusummien keskinäinen vertailu

Prosentuaalisten virheiden huomataan taas pienentyneen isompaan kokonaisuuteen siirryttäessä. Virheet ovat kuitenkin melko suuria, kun niitä verrataan taulukossa 2 määritettyihin luokkiin. Kokonaisuudet 2 ja 3 ovat välttävästi laskettuja ja 1 on huonosti laskettu. Tarkastellaan vielä tulosten keksihajontaa.



KUVIO 21. Loppusummien välinen keskihajonta

Keskihajonnoista huomataan, että ensimmäisen kokonaisuuden hinnat vaihtelevat paljon projektien välillä. Sen sijaan viimeinen kokonaisuus pysyy selkeästi lähes aina samassa arvossa, jolloin niihin voidaan soveltaa jälkilaskennan tuloksia.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää mahdollisia tarjouslaskennan kehityskoh- teita jälkilaskennan avulla. Työssä vertailtiin projekteissa toteutuneita kustannuk- sia tarjouslaskennan aikana tehtyihin laskelmiin. Tavoitteena oli etsiä systemaat- tisesti toistuvia laskentavirheitä, jotta ne pystyttäisiin poistamaan tulevista lasken- taprosesseista. Yrityksessä ei ollut aikaisemmin tehty näin laajaa jälkilaskentaa. Aiempaa laskentadataa ei ollut käytettävissä opinnäytetyön aikana.

Työn tavoite saavutettiin ja muutamia tarjouslaskennassa parannettavia kohteita löydettiin. Virheitä löytyi niin yksikköhinnoista kuin kappalemäärästäkin. Osa vir- heistä toistui systemaattisesti lähes kaikissa projekteissa, kun taas osassa vir- heistä ei ollut selkeää toistuvuutta ollenkaan. Toistuvuuden syitä selvittäessä huomattiin toistuvuuden ja laskennan tarkkuuden seuraavan tuotteiden hintoja, eli mitä suurempi vaikutus tuotteen materiaali- ja asennushinnan summalla oli tarjoushintaan, sitä tarkemmin tuotteet oli pääsääntöisesti laskettu. Tämä selittyy myös tarjouslaskennassa käytettävistä laskentamenetelmistä, koska halpoja tuotteita, kuten pistorasioiden kaapeleita, lasketaan keskipituuksien avulla, kun taas kalliiden kaapelihyllyjen pituuksia mitataan mittanauhalla todella tarkasti. Vaikka laskentavirheitä löydettiin, kompensoivat projektien virheet toinen toisi- aan. Tällöin projektien budjetit ovat pysyneet oikeina.

Jälkilaskennassa havaittujen virheiden ja virheiden toistuvuuden juurisyitä on to- della vaikeaa selvittää jälkeenkäin, koska virheet ovat usein projektikohtaisia ei- vätkä yleisesti toistuvia. Virheet voivat myös tapahtua laskenta vaiheessa tai pro- jektia tehtäessä. Parhaaseen tulokseen päästäisiinkin, jos jälkilaskenta aloitetta- siin jo projektin aikana tai heti sen jälkeen. Tällöin havaitut virheet olisi helpointa kirjata ylös ja niihin pystyttäisiin vaikuttamaan projektin aikana. Myös työvaiheisiin kuluneita aikoja pystyttäisiin tarkastelemaan tarkemmin, kuten kuinka monta tun- tia kului esimerkiksi kaapelihyllyjen asentamiseen. Nyt työtuntien vertailussa tar- kasteltiin vain töihin kuluneita kokonaishintoja, jolloin ei pystytty kertomaan miten eri työvaiheiden hinnoittelu oli onnistunut.

Yrityksen tarjouslaskentaa voitaisiin parantaa selkeillä laskentaohjeilla. Tällä het- kellä tarjouslaskijat käyttävät itselle hyväksi todettuja menetelmiä, eikä yhtenäistä

laskentaohjetta ole. Tällöin varsinkin uusilla laskijoilla voi olla suuria ongelmia kaikkien laskentaan kuuluvien kohtien muistamisessa, jolloin virheet voivat olla erittäin suuria.

Yleisten johtopäätösten parantamiseen tarvittaisiin vielä enemmän laskentadataa, jotta erilaiset urakka- ja rakennustyytit pystyttäisiin lajittelemaan omiksi osa-alueikseen. Esimerkiksi pelkkä rakennusten korkeus voi johtaa suuriin virheisiin kaapelipituuksien laskennassa. Virhe on kuitenkin sellainen, jota ei pystytä yleistämään muihin kuin korkeisiin rakennuksiin, kuten halleihin. Siksi olisikin tärkeää erotella erilaiset urakka- ja rakennustyytit ja tarkastella niiden välisiä eroja keskenään. Tällöin rakennuksen korkeudesta johtuvaa virhettä ei huomioitaisi muiden kuin korkeiden rakennusten kanssa. Silloin jälkilaskenta data olisi yksilöidämpää ja käyttökelpoisempää.

Jatkotutkimuksena laskettavista kohteista tulee tutkia lisätöiden vaikutusta laskentavirheisiin, eli mitä työtunteja ja materiaaleja tulisi poistaa vertailuista. Myös yrityksen laskentaprosessia tulisi yhtenäistää enemmän, jotta kaikki tarjouslaskijat laskisivat kohteita samalla tavalla. Tällöin mahdolliset laskentavirheet toistuisivat systemaattisemmin koko yrityksellä, eikä vain yksittäisillä laskijoilla ja samalla päästäisiin eroon suurista huolimattomuus virheistä. Ajanpuutteen takia lisätöiden selvitystä ei ehditty tekemään.

Projektien jälkilaskenta tulisi ottaa käyttöön yrityksessä. Kaikkia projekteja tulisi seurata jo projektin aikana ja sinne käytettyjä materiaaleja ja työtunteja verrata tarjouslaskentaan. Projektien aikaista seuranta parantamalla pystytään havaitsemaan virheet ajoissa ja parantamaan tarjouslaskenta prosessia.

LÄHTEET

Madansky, A. n.d. Weighted Standard Error and its Impact on Significance Testing (WinCross vs. Quantum & SPSS). The Analytical Group Inc.

Marttonen, S. 2010. Projektilaskentamallien kehittäminen rakennusalan pk-yrityksille. Tuotantotalouden osasto. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Diplomityö.

Pelin, R. 2011. Projektinhallinnan käsikirja. 7. painos. Helsinki: Projektijohtaminen Oy.

RT 16-10660. 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Helsinki: Rakennustieto. Luettu: 18.2.2021 <http://dev.hel.fi/paatokset/media/att/a1/a167044235ba34e5f28c6a60879e9caa074e26d6.pdf>

Saastamoinen, A. & Autio, I. 2017. Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. 4. painos. Espoo: Sähköinfo Oy. Salattu

ST 70.12. 2017. S2010-Sähkönimikkeistö. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 15.4.2021

Sähköistys- ja sähköasennusalan työehtosopimus 1.4.2020 – 31.3.2022. Sähkötekniset työnantajat STTA ry, Palvelualojen työnantajat PALTA ry, Sähköalojen ammattiliitto ry. Luettu 27.2.2021. <https://www.sahkoliitto.fi/sites/default/files/attachments/Sahkoistysalan%20TES%202020-2022%20nettiversio2.pdf>

Taanila, A. 2010. Tilastollinen päättely. <https://docplayer.fi/18759135-Aki-taanila-tilastollinen-paattely.html>

KvantiMOTV. Tampereen yliopisto. Hajontaluvut, keskihajonta. 2017. Luettu 1.4.2021 <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/hajontaluvut/hajontaluvut.html#keskihajonta>

KvantiMOTV. Tampereen yliopisto. Keskiluvut, aritmeettinen keskiarvo. 2003. Luettu 1.4.2021 <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/keskiluvut/keskiluvut.html>

Visma L7 Käyttäjädokumentaatio. Käyttöohje. Luettu 22.2.2021. Vaatii käyttöoikeuden.

Visma L7. Verkkosivut. Luettu 1.3.2021. <https://www.visma.fi/ohjelmistoratkaisut/visma-l7/>