



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Juuso Palmroos

# LVI-taulukon luominen liikekiinteistöjen urakkalaskentaan

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

27.4.2020

Tekijä Otsikko	Juuso Palmroos LVI-tilin luominen liikekiinteistöjen urakkalaskentaan
Sivumäärä Aika	27 sivua 27.4.2020
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaajat	lehtori Jyrki Viranko liiketoimintajohtaja, talotekniikka Jukka Jäppinen
<p>Opinnäytteen tavoitteena oli toteuttaa työn tilaajalle LVI-laskentataulukko liikekiinteistöjen laskemiseen pelkkien arkkitehtikuvien avulla. Assemblin Oy on jo pidemmän aikaa halunnut tämän tyylistä laskentataulukkoa. Tämän lisäksi tarkasteltiin, mitä tarjouspyyntöön sisältyy, tutkittiin erilaisia urakkamuotoja ja tutustuttiin, minkälaisia käytössä olevia kaupallisia laskentaohjelmistoja on tarjolla, ja mietittiin, onko laskentaohjelmien käyttö kannattavaa urakkahintaa laskiessa.</p> <p>Työ aloitettiin massoittelemalla taustakohteita ja laskemalla keskiarvoja niistä taulukon pohjaa varten. Tämän jälkeen saaduista arvoista luotiin excel-pohjainen taulukko, joka laskee eri käyttötarkoitusta olevien tilojen neliöiden perusteella hinnan materiaalille ja työlle.</p> <p>Työn lopputuloksena syntyi laskentaohjelma, joka toivottavasti auttaa ja hyödyttää tarjouslaskijoiden töitä. Huomattiin myös, että tarjouslaskennalla on suuri rooli hankkeen onnistumisella taloudellisesti katsottuna.</p>	
Avainsanat	tarjouslaskenta, LVI-laskentataulukko

Author Title Number of Pages Date	Juuso Palmroos HVAC Spreadsheet Calculation for Business Premises 27 pages 27 May 2020
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	HVAC Engineering
Instructors	Jyrki Viranko, Senior Lecturer Jukka Jäppinen, Business Director, Building Services
<p>The purpose of this final year project was to develop a HVAC-spreadsheet to calculate the costs of business premises using only architectural blueprints. This thesis also looked at what is included in tender calculation, what kind of contract forms there are, and how calculation software is used in tender calculation.</p> <p>Information for the spreadsheet was gathered by recalculating old and current contracts and determining an average which the spreadsheet used to calculate the cost of material and work. The spreadsheet was built on Excel software.</p> <p>The result was a spreadsheet which calculates costs on the basis of different types of floor areas according to provided square meters. It was shown that using a calculation software saves time, but it might be less accurate when calculating costs.</p> <p>The final year project should save the limited time in tender calculation. It should also give an estimate of the costs, helping the company to decide if it is worthwhile to calculate the contract more precisely.</p>	
Keywords	offer calculation, HVAC-spreadsheet

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Yleistä	1
1.2	Asemlin Oy	1
2	Tarjouslaskennan prosessi	3
2.1	Urakkamuodot	4
2.1.1	Kokonaishintaurakka	4
2.1.2	Allianssi	4
2.1.3	Laskutyöurakka	4
2.1.4	Tavoitehintaurakka	5
2.2	Tarjouspyyntö	5
2.3	Sopimusasiakirjat	6
2.4	Tarjouspyynnön arviointi	7
2.5	Tarjoushinnan määrittely	8
2.6	Tarjouksen laatiminen	8
3	Kaupallisia laskentaohjelmistoja	9
3.1	Admicom	9
3.2	Ecom	9
3.3	JCAD QUANTUM LVI	10
3.4	Mercus	10
4	Taulukon tausta	10
4.1	Massoittelu	10
4.2	Taulukon taustakohteet	11
4.2.1	Aleksis Kiven peruskoulu	11
4.2.2	Technopolis Aviapolis 2	12
4.2.3	Technopolis Innopoli 4	13
4.2.4	Technopolis Ruoholahti 4	14
5	Taulukon toiminta	14

5.1	Rajoitukset	14
5.2	Toiminta	15
5.2.1	Ilmanvaihto	15
5.2.2	Lämmitys ja jäähdytys	18
5.2.3	Vesi ja viemäri	20
6	Vertailu käsin ja ohjelmalla lasketun välillä	21
6.1	Materiaalikustannusten vertailu	21
6.2	Työkustannusten vertailu	22
6.3	Erilliskustannusten vertailu	23
6.4	Kokonaishintojen vertailu	24
6.5	Aikavertailu	24
7	Yhteenveto	25
	Lähteet	27

## Lyhenteet

As Oy	Asunto-osakeyhtiö
IV	Ilmanvaihto
LJJ	Lämmitys ja jäähdytys
LVISA	Lämpö, vesi, ilmastointi, sähkö, automaatio
Oy	Osakeyhtiö
OVT	Organisaatioiden välinen tiedonsiirto
VV	Vesi ja viemäri
YSE 98	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. Julkaistu maaliskuussa 1998, tarkistettu joulukuussa 2016.

# 1 Johdanto

## 1.1 Yleistä

Kilpailu talotekniikan urakoista on tiukkaa, ja laskennalla on suuri osuus rakennusprojektien onnistumiseen. Laskennassa tehdyt virheet vaikuttavat tarjottavaan urakkahintaan joko nostaten tai laskien sitä. Tämä voi olla ero saadun ja menetetyr urakan välillä. Liian halvaksi laskettu hinta aiheuttaa yritykselle tappiota urakasta. Tarjouslaskijoilla kuluu myös huomattava määrä työaika laskea projekteja, joita organisaatio ei saa toteutettavakseen, vaikka hinta olisi kilpailukykyinen. Tämä on lopulta turhaa tehtyä työtä. Yritys tarvitsee siis hyvän ja toimivan tarjouslaskentaprosessin sekä ohjelmia, joilla voidaan varmistaa, ettei työaika kulu projektin laskemiseen, jota yrityksen ei kannata alkaa tarjoamaan alun perinkään.

Minkään toteuttavan kohteen kustannuksia ei voida tarjouslaskennassa ikinä ennustaa sentilleen. Suunnittelemattomia kustannuksia projekteihin voi tulla esimerkiksi myöhästymisistä tai lisä- ja muutostöistä.

Tämän opinnäytteen tarkoitus on kehittää opinnäytteen tilaajalle Assemblin Oy:lle; excel-pohjainen LVI-laskentataulukko käytettäväksi liikekiinteistöjen hinnoitteluun pelkkien arkkitehtikuvien pohjalta. Taulukko toimisi yhtenä tarjouslaskennan laskentaohjelmista. Assemblin Oy:n talotekniikan liiketoimintajohtajan Jukka Jäppisen mukaan kyseinen taulukko on ollut jo jonkin aikaa hakusessa.

Samalla käydään läpi tarjouspyynnön sisältöä, kaupallisia laskentaohjelmia ja vertaillaan niiden hyötyjä ja haittoja perinteiseen käsin massoitteeluun.

## 1.2 Assemblin Oy

Assemblin Oy kehittää, toteuttaa ja ylläpitää ilmaan, veteen ja energiaan liittyviä järjestelmiä toimitila- sekä asumiskohteissa Ruotsissa, Norjassa ja Suomessa. Vuoden 2018 tilinpäätöksen mukaan liikevaihto Suomessa oli reilu 52,5 miljoonaa euroa. Assemblin

on toteuttanut mm. vuonna 2018 Vantaalle valmistuneen As Oy Vantaa Vadelman 64 huoneiston kokonaisuuteen LVIS-ratkaisut ja samana vuonna Helsinkiin valmistuneen Telia Helsinki Data Centerin rakennusautomaatio- ja putkiurakan. Assemblin työllistää Suomessa reilut 300 henkilöä.

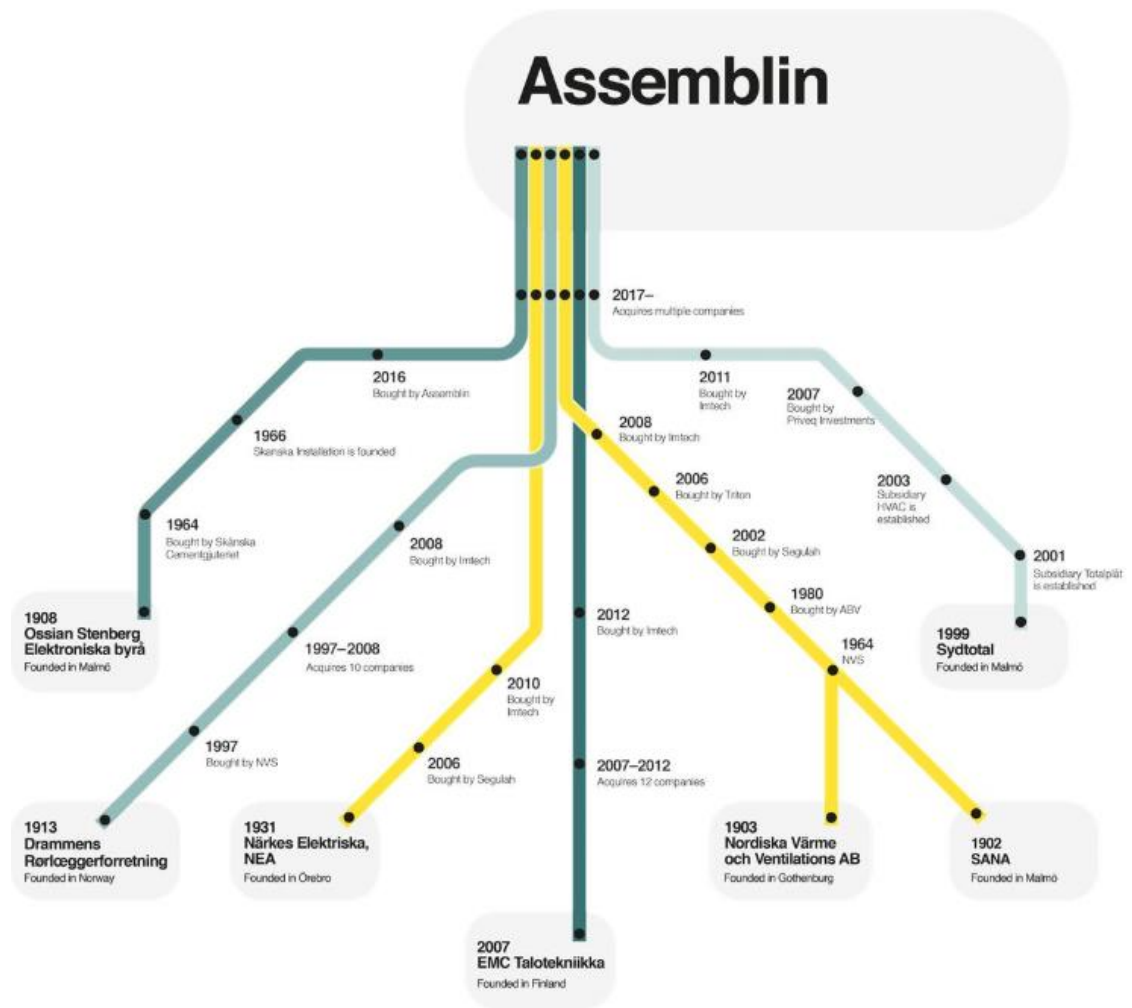
Assemblinin putkiurakoinnin taival alkaa Ruotsista ja 1900-luvun alusta, jolloin SANA- (vuonna 1902) ja Nordiska Värme och Ventilations (vuonna 1903) perustettiin. Vuonna 1964 yritykset yhdistyivät, mistä syntyi Nordiska Värme Sana (NVS). Ajan saatossa NVS:stä kehittyi valtakunnallinen putkiurakointiyritys, ja vuonna 1980 se siirtyi yrityskaupassa Armerad Betong Vägförbättringar (ABV):lle. Vuonna 1988 ABV fuusioitui Johnson Construction Company (JCC):n kanssa, luoden nykyisen Nordic Construction Company (NCC):n. NCC myi NVS:n vuonna 2002 pääomasijoitusyhtiö Segulahille, joka puolestaan myi sen Tritonille vuonna 2006. NVS siirtyi hollantilaisen tekniikkakonsernin Imtechin omistukseen vuonna 2008.

Sähköliiketoiminnan tarina alkaa vuonna 1931, jolloin Ruotsissa perustettiin Närkes Elektriska, NEA, -niminen yritys ja siitä tuli ajan saatossa yksi Ruotsin johtavista sähköurakointiin keskittyneistä yrityksistä. Vuonna 2006 NEA siirtyi pääomasijoitusyhtiö Segulahin omistukseen, ja vuonna 2010 se siirtyi yrityskaupassa Imtechille, joka oli aikaisemmin ostanut NVS:n.

Ilmanvaihdon juuret ovat Ruotsissa vuonna 1999 perustetussa Sydtotal-yhtiössä, joka kattoi kokonaisurakat, joihin sisältyi lämmitys-, jäähdytys-, ohjaus- ja säätötekniikka. Vuonna 2007 Priveq hankki Sydtotalin omistukseensa ja vuonna 2011 omistajaksi tuli Imtech.

Vuonna 2015 Triton osti koko Imtech Nordicin ja sen kolme liiketoiminta-aluetta, jotka olivat putki-, sähkö- ja ilmanvaihtourakointi. Vuonna 2016 Imtech Nordic vaihtoi nimensä Assembliniksi. [Assemblinin historia.]





Kuva 1. Assemblinin historia. [Assemblin.]

Kuten kuvasta 1 nähdään, Assemblin on kasvattanut osaamistaan useilla yrityskaupoilla viime vuosina.

## 2 Tarjouslaskennan prosessi

Toimiakseen talotekniikka-alalla tulee yrityksellä olla toimiva tarjouslaskentaosasto tai henkilöstö. Tarjouslaskenta kuluttaa ison osan yrityksen resursseista ja kustannuksista. Seuraavassa tarkastellaan, miten urakkamuoto voi vaikuttaa tarjoukseen ja miten tarjouspyyntö etenee konkreettiseksi tarjoukseksi ja toivottavasti saatuun hankkeeseen.

## 2.1 Urakkamuodot

Yleisimmin käytetty urakkamuoto on kokonaishintaurakka. Suurissa kohteissa allianssiurakointi on suosittu toteutusmuoto. Muita käytössä olevia urakkamuotoja ovat laskutusurakka ja tavoitehintaurakka. Tarjouspyyntöasiakirjoista tulee ilmetä selvästi, millä urakkamuodolla hanke toteutetaan, jotta tarjous voidaan laskea sen mukaan. Tilaaja yleensä haluaa siirtää vastuuta mahdollisimman paljon urakoitsijoille.

### 2.1.1 Kokonaishintaurakka

Tässä urakkamuodossa annetaan hinta koko projektille. Tällöin riskit hinnoista ja virheistä jäävät tarjouksen tehneelle urakoitsijalle. Lisä ja muutostöistä keskustellaan yleensä erikseen hankkeen sitä vaatiessa, kuitenkin asiakirjoja noudattaen. [Vieno 2013: 6.]

### 2.1.2 Allianssi

Allianssilla tarkoitetaan yhteistoimintamuotoa, jossa hankkeen eri osapuolet sitoutuvat toteuttamaan hankkeen yhteisvastuullisesti. Malli perustuu sopimusosapuolten väliseen yhteistyöhön ja hanke viedään läpi yhdessä määriteltyjen tavoitteiden ja reunaehtojen mukaisesti. Muiden urakkamuotojen lailla allianssimalli ei perustu YSE 98 sopimusehtoihin, vaan sopimukseen, jotka osapuolet laativat yhteisesti. [Kosonen 2017: 18.]

### 2.1.3 Laskutyöurakka

Laskutyöurakassa tilaaja maksaa tehdystä työstä ja asennetusta materiaaleista. Urakoitsijalle tämän tapainen urakkamuoto on kaikkein mieluisin, sillä tilaaja ottaa vastuun riskeistä. Tämä sopii pienimuotoisiin ja sellaisiin kohteisiin, joiden todellinen työnlaajuus ei ole tiedossa. [Vieno 2013: 6.]

#### 2.1.4 Tavoitehintaurakka

Tässä urakkamuodossa urakoitsija ilmoittaa urakalle tavoitehinnan ja jos urakoitsija alittaa tavoitehinnan, saa hän ns. tavoitehintapalkkion. Hinnan ylittyessä joutuu urakoitsija maksamaan osan yli menevistä kuluista. Maksua koskevat velvollisuudet sovitaan sopimusta tehdessä. [Vieno 2013: 6–7].

#### 2.2 Tarjouspyyntö

Kohteen tilaaja, yleensä pääurakoitsijan kautta, lähettää tarjouspyynnön urakoitsijoille. Tarjouspyynnössä on ilmoitettu aikataulu, mihin mennessä tarjoukseen tulee olla vastatuna. Jätetyn tarjouksen tulee sisältää

- ✚ tarjouksen vastaanottaja
- ✚ tarjouksen hinta
- ✚ tarjouksen kohde
- ✚ sopimusehdot (YSE + omat)
- ✚ tarjouksen voimassaoloaika
- ✚ maksuehdot
- ✚ poikkeamat
- ✚ arvolisävero
- ✚ yhteyshenkilö.

Tarjous on sitova, kun tarjouksen saaja on lukenut tarjouksen sisällön. Vain painava syy, kuten huomattavat kirjoitusvirheet tarjouspyynnössä oikeuttaa tarjouksen peruuttamiseen. Vastuu tarjouksessa olevista virheistä on tarjouksen tekijällä. [Truong 2018: 17.]

YSE 1998:n pykälissä 84 § ja 85 § ja niiden momenteissa kerrotaan enemmän urakoitsijan oikeuksista purkaa rakennusurakan sopimus tilaajan kanssa.

### 2.3 Sopimusasiakirjat

Sopimusasiakirjat täydentävät toisiaan siten, että yhdessäkin asiakirjassa annettu urakkaan liittyvä määräys katsotaan päteväksi, vaikka se puuttuisi muista sopimusasiakirjoista [YSE 1998, 12 §].

Jos sopimusasiakirjojen sisältö on ristiriidassa jonkin toisen asiakirjan kanssa, on asiakirjojen pätevyysjärjestys kuvan 2 mukainen.

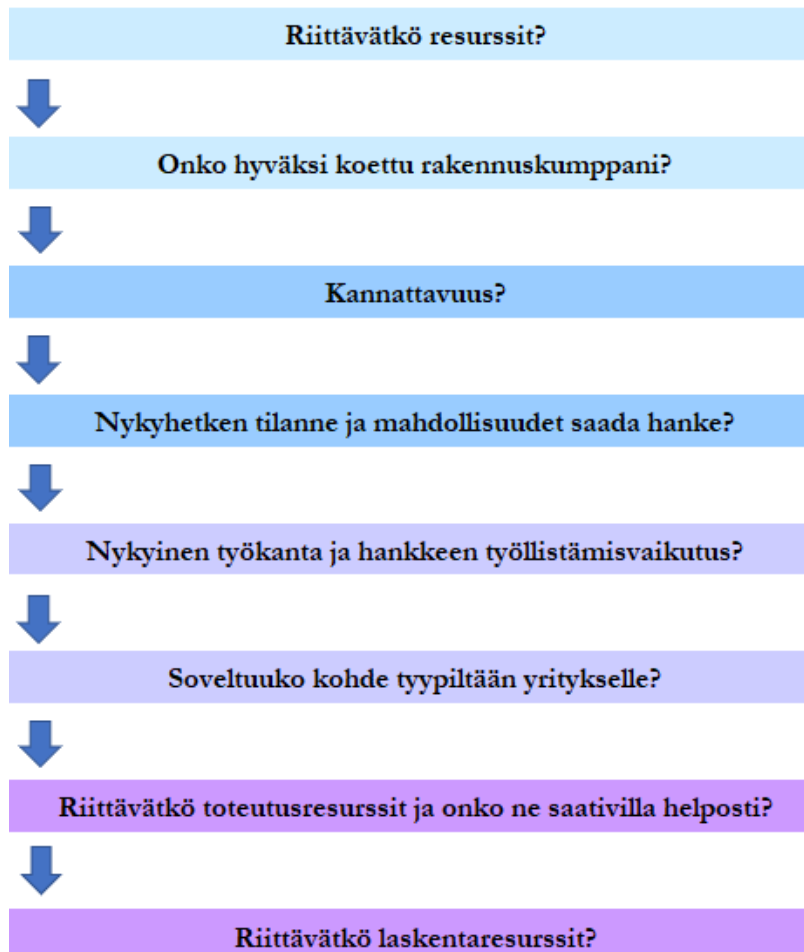
- A. Kaupalliset asiakirjat
  - a) urakkasopimus;
  - b) urakkaneuvottelupöytäkirja;
  - c) nämä yleiset sopimusehdot;
  - d) tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset;
  - e) urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot;
  - f) urakkarajaliite;
  - g) tarjous;
  - h) määrä- ja mittaluettelot;
  - i) muutostöiden yksikköhintaluettelo.
- B. Tekniset asiakirjat
  - j) työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset;
  - k) sopimuspiirustukset;
  - l) yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset.

Kuva 2. Sopimusasiakirjojen keskinäinen pätevyysjärjestys [YSE 1998: 13 §].

Jos jotkin kuvassa 2 mainitun yksittäisen sopimusasiakirjan tai -asiakirjaryhmän määräykset ovat keskenään ristiriitaisia, pätee viimeksi laadittu samanarvoinen asiakirja [YSE 1998, 13 §, mom. 2].

## 2.4 Tarjouspyynnön arviointi

Saatuun tarjouspyynnön rakennusurakasta, yritys tekee päätöksen tarjoukseen vastaisesta. Päätöksen yleensä tekee yksikönpäällikkö tai työpäällikkö. Kuvassa 3 näytetään tyypilliset kysymykset päätöksen saamiseksi.



Kuva 3. Päätökseen vaikuttavat kysymykset. [Truong 2018: 8.]

Aluksi on arvioitava, riittävätkö yrityksen resurssit hankkeen läpi viemiseksi. Myös hankkeen toteuttaminen hyväksi todetulla aliorakoitsijalla voi olla vaihtoehto. Seuraavaksi asiat, joita yrityksen tulisi miettiä, onko hankkeen rakennuttaja kelpo rakennuskumppani. Vaikka hanke taloudellisesti on kannattava, tulee kysyä, onko tarpeellista varata ja käyttää resursseja kohteessa, joka aiheuttaa paljon ylimääräisiä ongelmia ja riitoja rakennuttajan kanssa? Asiaa tulee tarkastella myös toiselta kannalta. Voiko tällä keikalla tulla

jatkossa paljon enemmänkin urakoita kyseiseltä rakennuttajalta? Kannattavuus voi olla pidemmällä aikavälillä suurempi, vaikka tämä urakka ei olisi. Urakasta ei saisi välttämättä normaalia katteen mukaista voittoa, mutta saattaa tuottaa useamman keikan saman rakennuttajan kanssa.

Mahdollisuudet hankkeen saamisessa voidaan ajatella yhdessä hankkeen soveltumissella urakoitsijalle. Onko tämä kohde soveltuva? Onko meillä aikaisempaa kokemusta vastaavanlaisista kohteista? Miten kohde soveltuu yrityksen imagoon? Haluaako rakennuttaja meidät oikeasti urakoitsijoiksi vai käyttävätkö meitä vain hinnan tarkistukseen?

Lopuksi tarkastellaan tarkemmin toteutusresurssit. Riittävätkö työntekijät hankkeen toteuttamiseen tai edes kohteen tarjoushinnan laskemiseen? Tarjoushinta voi heittää paljonkin, jos tarjouslaskenta on tehty kiireellä. Tämä taas vaikuttaa urakan saamiseen ja tuottavuuteen. Tarjottu hinta voi olla liian korkea, jolloin on iso mahdollisuus, ettei sitä hyväksytä. Puolestaan ehkä vaarallisempi lopputulos olisi, että tarjous on liian vähäinen toteutettavaksi riittävällä voitolla, jolloin se aiheuttaa tappiota yritykselle.

## 2.5 Tarjoushinnan määrittely

Tarjottavaan hintaan vaikuttaa laskettu urakkahinta, eli materiaaleista ja työstä lasketut kustannukset, määritelty budjetti, haluttu kate ja kilpailutilanne markkinoilla. Katteen määrittää yleensä samat henkilöt, jotka päättivät tarjouspyynnöstä alun perinkin. Näiden lisäksi on hyvä määritellä hinnat lisä- ja muutostöille. Isoille lisä- ja muutostöille hinta lasketaan vasta toteutusvaiheessa, koska näin saadaan paljon tarkempi kuvaus tarvittavasta toteutuksesta ja hinnasta.

## 2.6 Tarjouksen laatiminen

Tarjouksen laatimiseen tulee varata tarpeeksi aikaa ja sen sisältö tulee olla eritelty mahdollisimman tarkasti, jotta välttyttäisiin epäselvyyksiltä. Näin tarjous näyttää selkeältä ja siistiltä ja rakennuttaja ymmärtää mitä tehty tarjous sisältää ja mitä ei. Myöskin toteutusvaiheessa on helppo tarkistaa mikä työ kuuluu urakkaan ja mikä ei. Tämä luo tilaajalle

paremman kuvan ja turvallisen tunteen, kun hän tietää mitä tilataan keneltäkin ja mihin hintaan.

Jos tarjous ei jostain syystä sisällä jotain, mikä kuului tarjousasiakirjoihin tai tilaajalta vaaditaan jotain, esimerkiksi työn aikainen sähkö, tulee siitä mainita selkeästi erikseen. [Truong 2018: 26].

### 3 Kaupallisia laskentaohjelmistoja

Omien laskentaohjelmien ja taulukoiden lisäksi yrityksillä on käytössä usein jokin kaupallinen laskentaohjelma. Seuraavissa alajaksoissa luetellaan muutamia käytössä olevia ohjelmistoja.

#### 3.1 Admicon

Admicon Oy vuonna 2004 perustettu ohjelmistoyritys, joka omien sanojensa mukaan tarjoaa kaikki yrityksen tarvitsemat ohjelmistot, kuten talous- ja palkkahallinnon. Tarjouslaskenta kuuluu osaksi erillistä Adminet-ohjelmistoa. Adminet sopii parhaiten pienille ja keskisuurille talotekniikka-, rakennus- ja teollisuusalan yrityksille. Palvelu toimii kokonaan pilvessä, ja se on automatisoitu. Ohjelmistossa on huomioitu LVI-, sähkö- ja muun talotekniikka-alan erityispiirteet. Sovelluksia voi ottaa käyttöön tarpeiden mukaan. [Ranki 2013: 10; admicon.fi.]

#### 3.2 Ecom

Ecom Oy on vuonna 1995 perustettu yritys, joka tuottaa erityisesti talotekniikka-alalle suunnattua Ecom Taloushallinnan ohjelmistoa. Siitä on saatavilla kaksi erikokoista ohjelmistopakettia Ecom Basic ja Ecom Plus. Jälkimmäinen ohjelmisto tarjoaa talouden ja töiden seurannan lisäksi mm. projektien hallinnan, tarjous- sekä palkanlaskennan ja sisältää kattavan valikoiman rakennus-, LVI-, ja sähköalan tarpeisiin suunniteltuja ominaisuuksia. Oma kokonaisuutta pystytään muokkaamaan yrityskohtaisesti. [Ecom Oy.]

### 3.3 JCAD QUANTUM LVI

JCAD QUANTUM LVI on ohjelma, jolla voidaan suorittaa määrälaskenta sähköisiä kuvia käyttäen. Kuvat voivat olla PDF-, DWG- tai rasteri muodossa. Ohjelmasta saadaan laskennan jälkeen määräluettelo, joka siirretään tarjouslaskentaan hinnan saamiseksi. Ohjelma käyttää samoja OVT-rekistereitä kuin tarjouslaskentaohjelmat. Ohjelmaan on mahdollista saada valmiita laskentapaketteja, joissa on valmiina asennukseen liittyvät tarvikkeet ja työt. [Isoherranen 2016: 16.]

### 3.4 Mercus

Vuonna 2000 perustetun Oy Mercus Software Ltd:n ohjelmisto Broker Estimate asennetaan jokaiselle koneelle yksittäisenä ohjelmana ja on yksi käytetyimmistä laskentaohjelmistoista Suomessa. Toisin kuin Admicon ja Ecom, ohjelmisto on aloitettu kehittämällä ensin tarjouslaskenta ja tämän jälkeen muita projektihoitotyökaluja. [Ranki 2013: 10].

## 4 Taulukon tausta

### 4.1 Massoittelu

Massoittelu eli määrälaskenta voidaan tehdä perinteisesti käsin laskemalla kuvista käyttäen suhdeviivainta tai erilaisia elektronisia suhdemittoja käyttäen. Myös erilaisia laskentaohjelmia voi käyttää apuna. Tarkoituksena on saada paperille kohteeseen kuluva materiaalin määrä esimerkiksi kerroksittain tai rakennuksittain. Paras tapa riippuu laskijasta, kohteesta, suunnitelmien laadusta ja käytössä olevasta ajasta. Kaiken kaikkiaan tapoja on melkein yhtä monta, kuin on tarjouslaskijoitakin. Jos laskettavassa kohteessa on paljon toistuvia ratkaisuja eri kerroksien välillä, voidaan saadut massat vain kertoa. Tällaisessa toimintatavassa on kuitenkin omat riskinsä, jos vaikka jotain on jäänyt huomaamatta. [Lepola 2013: 8.]

Muita riskejä ovat inhimilliset erheet, kuten unohdukset, mittavirheet tai hävikkimateriaalin unohtaminen laskuista. Hävikkiä syntyy, kun putkelta tai kanavalta vaaditaan riittävä



mittaa eikä pienistä ”ylimääräisistä” osista ole tarpeeksi täyttämään vaadittua pituutta. Toki merkittävää on, tulevatko virheet 10 €:n vai 100 €:n materiaaleissa.

## 4.2 Taulukon taustakohteet

Taulukkoa varten massoiteltiin ja laskettiin keskiarvoja neljästä eri kohteesta, jotta saataisiin suhteellisen laaja pohja kustannuksia varten. Kohteina olivat Aleksis Kiven peruskoulu Helsingissä (kuva 4), Technopoliksen Aviapolis 2 Vantaalla (kuva 5), Innopoli 4 Espoossa (kuva 6) sekä Ruoholahti 4 Helsingissä (kuva 7).

### 4.2.1 Aleksis Kiven peruskoulu



Kuva 4. Aleksis Kiven koulu.

Helsingin Harjussa sijaitsevan Aleksis Kiven koulun (kuva 4) ikkunat, katto julkisivurappaukset ja talotekniset järjestelmät uusitaan kokonaan, wc-tiloja lisätään ja energiata-

loutta parannetaan. Myös kosteusvaurioisia rakenteita korjataan. Koulun 686 m<sup>2</sup>:n kokoisesta ilmanvaihdon konehuoneesta saatiin taulukon pohja konehuoneille. Koulun saneeraus alkoi vuoden 2019 tammikuussa ja työn on määrä valmistua maaliskuussa vuonna 2021. Työn toteuttaa Peab Oy.

#### 4.2.2 Technopolis Aviapolis 2



Kuva 5. Technopolis Aviapolis 2, I-talo.

Vuoden 2022 alkupuolella valmistuva Aviapolis 2 I-talo-toimistorakennus (kuva 5) sijaitsee Teknobulevardilla Vantaalla. Toimitilaa tulee olemaan kuudessa kerroksessa, 1 200 m<sup>2</sup> kerrosta kohden. Aviapolis 2:n palveluina on mm. ravintola, neuvottelutiloja, kuntosali sekä saunaosasto. Taulukkoa varten laskettiin kohteen ensimmäinen kerros ilmanvaihdon osalta.

#### 4.2.3 Technopolis Innopoli 4



Kuva 6. Technopolis Innopoli 4.

Espoon Otaniemeen valmistuvassa 8-kerroksisessa ja yli 7000-neliöisessä toimistorakennuksessa (kuva 6) alkoivat työt talotekniikan osalta vuoden 2019 kesällä. Assemblin toteuttaa LVISA-ratkaisut kokonaistoimituksena. Pääurakoitsijana toimii Fira Oy. Kohteesta taulukkoon saatiin kerättyä tietoa kaikilta LVI-osa-alueilta. LJJ-, VV- sekä IV-massoittelut suoritettiin A-talon kolmannesta kerroksesta.

#### 4.2.4 Technopolis Ruoholahti 4



Kuva 7. Technopolis Ruoholahti 4.

Yli 1 700 m<sup>2</sup> kerrosta kohden on Helsingin Ruoholahteen valmistuvalla toimistorakennuksesta (kuva 7) massoiteltiin 3. kerroksen LJJ- ja VV-kuvat taulukon keskiarvoja varten. Rakennuksen kolmessa ylimmässä kerroksessa on 700 m<sup>2</sup> kerrosta kohden.

## 5 Taulukon toiminta

### 5.1 Rajoitukset

Taulukko pohjautuu keskiarvoihin liikekiinteistöissä ja antaa näin vain arvio hinnan. Liikekiinteistöihin ei tässä tapauksessa lasketa parkkihalleja. Yksikään projekti tuskin tulee osumaan taulukon antamaan hintaan. Näin ollen tarkan tarjoushinnan saamiseksi on suositeltavaa laskea myös muilla tavoilla. Taulukko ei ota kaikkia asennukseen tarvittavia osia huomioon, kuten ilmanvaihtokanaviston käyriä tai viemärin kulmayhteitä, mutta

niiden hinta on otettu huomioon lisäämällä taulukon kerrointa kanavistoa laskiessa tarkemman luvun saamiseksi.

Taulukko ei myöskään ota huomioon kaikkia LVI-laitteita suoraan, vaan ne on sijoitettava omien sivujensa taulukoihin. Tällaisia ovat esimerkiksi huippuimurit katolla ja pumppaamot.

Taulukossa ei oteta huomioon talotekniikka-alan työehtosopimuksen pykälää 7–9, jotka koskevat erityistilanteissa maksettavia korvauksia (7 §), ylityölisä (8§) ja työajan lyhennyksiä eli pekkasia (9§). Myöskään ilta- ja yövuorolisiä ei oteta huomioon.

## 5.2 Toiminta

Etusivulle merkitään ensiksi kohteen nimi ja projektinnumero yrityksessä. Myös lasketun kerroksen numero sijoitetaan taulukkoon.

Kunkin talotekniikan alan laatikkoihin sijoitetaan pyydetyt tiedot, jolloin taulukko laskee keskiarvoihin perustuen urakan hinnan. Koko urakka saadaan näin laskemalla kaikki kerrokset, konehuoneet, katon laitteet ja muut tilat, kuten pysäköintihallit, yhteen. Työn hinnat on otettu LVI-toimialan työehtosopimuksesta.

### 5.2.1 Ilmanvaihto

Taulukkoon sijoitetaan tiedot kerroskohtaisesti (kuva 8). Ilmanvaihtoa laskiessa on sijoitettava pinta-aloja eri huonetyyppien ja tilojen välillä. Tällaisia ovat esimerkiksi neuvotteluhuoneet ja avokonttoritilat. Tämä johtuu siitä, että eri tiloilla on erilainen toiminta ilmanvaihdollisesti. Toimistorakennuksissa ilmanvaihtokanavat kulkevat yleensä käytävillä meluhaittojen vähentämiseksi, neuvottelutilojen ollessa käytössä ilmanvaihdon tulee olla tehokkaampi kuin avokonttoritiloissa ja kuiluissa kanavien koko on huomattavasti suurempi kuin kerroksissa.

Ilmanvaihto	
Neukkareiden pinta-ala (m <sup>2</sup> )	_____
Avokonttoritilat (m <sup>2</sup> )	_____
Käytävien pinta-ala (m <sup>2</sup> )	_____
WC-tilojen pinta-ala (m <sup>2</sup> )	_____
Rasvakanavan määrä (m)	_____
Pinnoitettu materiaali (m)	_____
Yli 1 mm peltikanava (m)	_____
Kanttikanavien hinta (€)	_____
Eristys hinta (€)	_____
Muu kustannus 1 <i>Tähän voi laittaa lisätietoja</i>	_____
Muu kustannus 2 <i>Tähän voi laittaa lisätietoja</i>	_____
Muu kustannus 3 <i>Tähän voi laittaa lisätietoja</i>	_____
<b>Yhteensä</b>	<b>0,00 €</b>

Kuva 8. Taulukon etusivun ilmanvaihtosarake.

Kuiluissa ilmaa siirretään pitkiäkin matkoja IV-koneelta kerroksien välillä. Lisäksi ilmamäärän pitää olla suuri, jotta se saadaan jaettu riittävästi useiden kerroksien välillä. Tämän vuoksi kanavakoko on huomattavasti suurempi kuin muualla kerroksissa, joissa kanavan halkaisijakoko harvoin ylittää 400 millimetriä. Kuiluissa yleensä kulkee 800, 630 ja 500 millimetriä halkaisijaltaan olevia kanavia. Talotekniikka-alan työehtosopimuksen mukaisesti työn hintaan lisätään 20 % normaaliin kanava-asennukseen verrattuna.

Konehuoneeseen sijoitetaan ilmanvaihtokoneet, jotka vastaavat ilman siirtymisistä rakennuksessa. Työn hintaan nostetaan työehtosopimuksen mukaisesti 30 %. Koneiden hinta ja niiden kokoamisesta aiheutuvat kustannukset on arvioitava ja lisättävä itse, koska koneiden hankintahinta voi vaihdella suuresti eri kohteiden välillä. Tiedot tulee lisätä ilmanvaihtosivulla omaan sarakkeensa.

Erikseen lisättäviä kustannuksia ovat myös eristyksen, huippuimuroiden ja kanttikana-voiden hinta, koska näiden hinta ja määrä vaihtelee riippuen kohteesta ja organisaation mahdollisista sopimuksista sekä yhteyksistä. Lisäksi mahdolliset kohteelle yksilölliset ratkaisut voidaan näin lisätä.

Olosuhteisiin liittyvät asennukset tulee laskea ja sijoittaa omaan sarakkeisiinsa ilmanvaihtosivulla (kuva 9).

<b>Olosuhteet</b>						
	<b>Määrä</b>	<b>Yksikkö hinta</b>	<b>Hinta yhteensä</b>	<b>Työn hinta per</b>	<b>Lisä %</b>	<b>Työ hinta yhteensä</b>
Vapaan työskentelytilan korkeus 0,90 m			0,00 €		50,00 %	0,00 €
Vapaan työskentelytilan korkeus 1,8 m			0,00 €		25,00 %	0,00 €
Työskentelykorkeus lattiasta tai maasta kanavaan yli 5m			0,00 €		25,00 %	0,00 €
Työskentelykorkeus lattiasta tai maasta kanavaan yli 8m			0,00 €		50,00 %	0,00 €
<b>Yhteensä</b>			<b>0,00 €</b>			<b>0,00 €</b>

Kuva 9. Ilmanvaihdon olosuhteisäsarakeet.

Paremmen tarkkuuden saamiseksi on tarkistettava, ettei olosuhteisiin mitoitettuja kanavamääriä tule erheessä laskettua kahteen kertaan, ensin kokonaismäärässä ja sen jälkeen erikseen taulukkoa varten.

### 5.2.2 Lämmitys ja jäähdytys

Toisin kuin ilmanvaihtotaulukko, lämmitys ja jäähdytys toimii pelkästään kerroskohtaisesti. Tämä johtuu siitä, että vaikka suurin osa putkituksista kulkee käytävillä muun talotekniikan kanssa, kulkevat lämmitys ja jäähdytysputket paljon myös erillään.

Huomattavaa on myös, että jos paneeleita, jotka ovat nykyään toimistorakennusten pääasiallinen jäähdytyksen jakomuoto, halutaan käyttää myös lämmityksen jakoon, tulee valita ja toteuttaa 4-putkijärjestelmä (kuva 10).

Taulukon omalla sivulla on omat laatikkonsa paisunta-astioille, pattereille, jäähdytyspalkeille sekä lattialämmitykselle. Tämä parantaa tarkkuutta ja kattaa erilaisia laskettavia kohteita, koska kaikissa kohteissa ei ole kaikkia ratkaisuja.



Lämmitys ja jäähdytys		
Kerros-pinta-ala (m <sup>2</sup> )	0	
Putkijärjestelmä	3-putki	
Eristys hinta	0,00 €	
Paneeli 1	Lukumäärä	0
	Hinta (per)	0,00 €
Paneeli 2	Lukumäärä	0
	Hinta (per)	0,00 €
Paneeli 3	Lukumäärä	0
	Hinta (per)	0,00 €
Muu kustannus 1		
<i>Tähän voi laittaa lisätietoja</i>		
Muu kustannus 2		
<i>Tähän voi laittaa lisätietoja</i>		
Muu kustannus 3		
<i>Tähän voi laittaa lisätietoja</i>		
<b>Yhteensä</b>	<b>0,00 €</b>	

Kuva 10. Taulukon etusivun lämmitys ja jäähdytys -sarake.

Kuten muissakin sarakkeissa, on olosuhdelsiin oma taulukko, ja niiden sisältämä määrä tulee ottaa huomioon virheiden välttämiseksi. Putkiurakan olosuhdelsitäulukko on melkein samanlainen kuin ilmanvaihtourakan (ks. kuva 9).

### 5.2.3 Vesi ja viemäri

Vesi ja viemäri -taulukko toimii samalla tavalla kuin lämmitys ja jäähdytys. Vaikka suurin osa käytetään WC-tiloissa, kulkevat esimerkiksi vesikaton viemäriputket välillä pitkiäkin matkoja alakatoissa.

Vesi ja viemäri	
Kerros-pinta-ala (m <sup>2</sup> )	
Pesuallas	Lukumäärä
	Hinta (per)
Hana	Lukumäärä
	Hinta (per)
WC-pönttö	Lukumäärä
	Hinta (per)
Pikapalo-posti	Lukumäärä
	Hinta (per)
Muu kustannus 1	
<i>Tähän voi laittaa lisätietoja</i>	
Muu kustannus 2	
<i>Tähän voi laittaa lisätietoja</i>	
Muu kustannus 3	
<i>Tähän voi laittaa lisätietoja</i>	
<b>Yhteensä</b>	<b>0,00 €</b>

Kuva 11. Taulukon etusivun vesi ja viemäri -sarake.

Kalusteiden asennushinnat otetaan huomioon (kuva 11). Liikuntaesteiset WC-tilat voidaan laskea erikseen tai sijoittaa muihin kustannuksiin. Kuten taulukon muissa talotekniikan osioissa, ovat olosuhteellisia vaativat työt omana taulukkonaan ja tiedot vastaavat talotekniikka-alan työehtosopimuksessa olevia kustannuksia (ks. kuva 9).

## 6 Vertailu käsin ja ohjelmalla lasketun välillä

Kun verrataan perinteisesti kynällä ja viivaimella suoritettua tarjouslaskentaa tarjouslaskentaohjelmaan, tulee verrata saatua hintaa, tarkkuutta ja ajankäyttöä. Isoherranen on verrannut opinnäytetyössään verrannut käsintehtyä ja tietokonepohjaista laskentamenetelmiä. Hän käytti määrälaskentaan JCAD Quantum LVI -ohjelmaa ja tarjouslaskentaan Broker Estimate -ohjelmaa.

Kokonaishinta koostuu materiaali-, työ- ja erilliskustannuksista. Yleensä laskettu hinta on ilman haluttua katetta sekä arvonlisäveroa, joka on 24 %. Lähetetty tarjous usein sisältää hinnan ilman arvonlisäveroa sekä hinnan arvonlisäveron jälkeen. [Isoherranen 2016: 43.]

### 6.1 Materiaalikustannusten vertailu

Broker Estimatessa materiaalien hinnat päivittyvät automaattisesti, jotta laskettu hinta olisi aina ajan tasalla. Broker tarjoaa vain tukkuliikkeiden hintoja eikä näin ollen tarjoa oikeaa hintaa, jos yritys hankkii kanavat halvemmalla suoraan valmistajalta. Näin ollen tulisi laskea vain määrät ohjelmalla ja hinta käsin. Suurin hyöty laskentaohjelman käytössä on pyöreiden kanavien ja niiden osien hinnoittelussa, olettaen ohjelman hinnan olevan oikea hankintahinta. [Isoherranen 2016: 40.]

Ero kanttikanavien hinnoittelussa johtuu mittaustavasta JCAD:n ja käsin suhdemitalalla mitatun välillä. [Isoherranen 2016: 40.]

Taulukko 1. Materiaalien hintavertailu [Isoherranen 2016: 41].

MATERIAALIT	Käsin	Broker
<b>Eristeet</b>	<b>3750</b>	<b>3101,35</b>
<b>Eristekuoret</b>	<b>311</b>	<b>311</b>
<b>Kanavat + osat</b>	<b>5498</b>	<b>3587,88</b>
<b>Kanttiset kanavat</b>	<b>1422</b>	<b>1260</b>
<b>Kannakkeet</b>	<b>300</b>	
<b>Päätelaitteet</b>	<b>6540</b>	<b>6540</b>
<b>Eyma + sulkupelti</b>	<b>700</b>	<b>700</b>
<b>Huippuimurit</b>	<b>2303</b>	<b>2303</b>
<b>IV-kone + kylmävesiasema</b>	<b>18500</b>	<b>18500</b>
<b>YHTEENSÄ:</b>	<b>39324</b>	<b>36303,23</b>

Kuten taulukosta 1 huomaa, suurin hintaero on kanavien ja niiden osien lasketussa hinnassa. Käsin laskettu hinta on noin 53 % suurempi kuin Brokerilla laskettu. Kokonaishinnaltaan käsin laskettu on 8 % suurempi materiaalikustannusten osalta. Ero selittyy eri laskentamenetelmillä saaduilla erilaisilla määrillä. [Isoherranen 2016: 44].

## 6.2 Työkustannusten vertailu

Perinteisellä käsin laskennalla työhinta määritellään kokemusperusteisella ja hyväksi todetulla hinnoittelulla. [Isoherranen 2016: 41].

Isoherranen piti muokata työhintaa omissa laskelmissaan, koska muuten päätelaitteiden työhinnat olisivat nousseet liian korkeiksi.

Taulukko 2. Työkustannusten hintavertailu [Isoherranen 2016: 42].

<b>TYÖKUSTANNUKSET</b>	<b>Käsin</b>	<b>Broker</b>
<b>Eristeet</b>	<b>2100</b>	<b>2359,45</b>
<b>Eristekuoret</b>	<b>242</b>	<b>211,58</b>
<b>Kanavat + osat</b>	<b>3502</b>	<b>4658,2</b>
<b>Kanttiset kanavat</b>	<b>724</b>	<b>757,72</b>
<b>Päätelaitteet</b>	<b>1000</b>	<b>1410</b>
<b>Eyma + sulkupelti</b>	<b>104</b>	<b>122,66</b>
<b>Huippuimurit</b>	<b>156</b>	<b>176,63</b>
<b>IV-kone + kylmävesiasema</b>	<b>416</b>	<b>407,84</b>
<b>Säätö</b>	<b>700</b>	<b>729,76</b>
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>8944</b>	<b>10833,84</b>

Taulukosta 2 nähdään Brokerilla saadun hinnan olevan reilut 21 % suurempi verrattuna käsin laskettuun.

### 6.3 Erilliskustannusten vertailu

Isoherranen vertaili vain niitä erilliskustannuksia, jotka löytyivät Brokerista. Työnjohdon osuus oli aika työmaalla ja kilometrikorvaukset. Työntekijän kärkimieslisä sekä kilometrikorvaus laskettiin työehtosopimuksen mukaisilla hinnoilla. Käsin lasketussa hinnassa ei otettu huomioon kärkimieslisää eikä kilometrikorvausta, vain sosiaalikulut, mikä selittää osaltaan eroa hinnoissa taulukossa 3. [Isoherranen 2016: 42.]

Taulukko 3. Erilliskustannusten vertailu [Isoherranen 2016: 43.]

ERILLISKUSTANNUKSET	Käsin	Broker
Sosiaalikulut 75%	3833,14	4276,5
Työnjohto	500	797
Kärkimieslisä		81,6
Kilometrikorvaukset		45,7
Ruokarahat	408	364,3
<b>YHTEENSÄ:</b>	<b>4741,14</b>	<b>5565,1</b>

Erilliskustannuksia tuli reilut 17% enemmän Brokerilla laskettuna.

#### 6.4 Kokonaishintojen vertailu

Taulukko 4. Kokonaishintojen vertailu [Isoherranen 2016: 44.]

KOKONAISHINTA	Käsin	Broker
<b>Katteeton</b>	<b>49 176,00 €</b>	<b>47 137,50 €</b>

Taulukosta 4 huomataan, että käsin lasketun ja laskentaohjelmalla lasketun hinnan välillä ei ole merkittävää eroa, vain reilut 4 %. Toki se voi olla ero saadun ja menetetyn urakan välillä.

#### 6.5 Aikavertailu

Isoherranen suoritti määrälaskennan kahdella tapaa: käsimenetelmällä paperisuunnitelmista suhdeviivaimella ja JCAD-ohjelmalla. Käsin määrälaskentaan kului kuusi tuntia, kun taas JCAD-ohjelmalla siihen kului kolme tuntia, eli vain puolet ajasta. Henri kertoo aikaa kuluneen jo valmiiksi laskettujen tarkkaan kirjaamiseen. Hinnoittelussa käsin aikaa kului kaksi tuntia, kun puolestaan Brokerilla siihen kului 1,5 tuntia. [Isoherranen 2016: 47.]

Hinnoittelussa käsin aikaa kului kaksi tuntia, kun puolestaan Brokerilla siihen kului 1,5 tuntia.

## 7 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä kerrottiin Assemblin Oy:lle luodusta excel-pohjaisesta LVI-taulukosta liikekiinteistöjen hinnoitteluun pelkkien arkkitehtikuvien perusteella. Taulukko on jo jonkin aikaa ollut hakusessa. Lisäksi kerrottiin tarjouspyynnön vaiheista sekä selvitettiin ohjelmistojen hyötyjä ja haittoja hinnan määrittämiseksi. Vaikka maailma on hyvää vauhtia kehittymässä digitaaliseksi ja palvelut ovat siirtymässä pilvipalveluiksi, on rakennus- alalla edelleen suurempi osa käyttämässä perinteistä kynä, mitta ja paperi -tekniikkaa. Tämä kuluttaa enemmän aikaa verrattuna ohjelmistoilla laskiessa, mutta on ilman virheitä tehtynä kaikkein tarkin vaihtoehto, vaikka ero hinnoissa ei omasta mielestäni ole ylimääräisen ajan arvoinen.

Olisi hyvä löytää sopiva tasapaino ajankäytön ja tarkkuuden välillä. Jos laskee liian tarkkaan, aikaa kuluu helposti liikaa. Toisaalta liian hätäinen ja kiireessä laskettu voi kostautua kustannuksissa. Vanha nyrkkisääntö on, että yritys saa noin 10 % tarjotuista urakoistaan. Tämä tarkoittaa, että yhdeksän kymmenestä lasketusta kohteesta olisi turhaa työtä ja kulutettua aikaa. Siksi urakoisija tarvitsee hyvän tarjouslaskentaosaston ja ohjelmiston tukemaan laskijaa.

Tarjouslaskennassa tulee huomioida monta asiaa ja käsin laskiessa pitää tarkkaa kirjaa jo lasketuista määristä virheiden välttämiseksi. Yritys voi kokea merkittäviä taloudellisia tappioita liian huokeaksi lasketun urakan toteuttamisesta. Jokainen suunnitelma tulee tarkistaa huolellisesti ennen kuin sen määrän kertoo laskennan nopeuttamiseksi. Kokeineilla tarjouslaskijoilla on yleensä hyvä rytmi ja tekniikka, jota he toteuttavat. Toki tekniikoita ja tapoja on melkein yhtä monta kuin on laskijoitakin.

Ennen opinnäytettä oli excel minulle vain harvoin käytetty ohjelma. Ohjelma on yksinkertainen, vaikka muutama ongelma tuli vastaan taulukoita luodessani. Päivittäisellä käytöllä opin käyttämään sen eri töitä helpottavia ominaisuuksia. Taulukon tarkkuutta olisi ollut hyvä parantaa massoittelemalla lisää kohteita ja vertaamalla hintaa jälkilaskennalla. Tätä voi toteuttaa ajan kuluessa. Taulukkoa pystyy myös muokkaamaan lisäämällä ratkaisuja, joita ei vielä toteuteta yleisesti liikekiinteistöissä tai missään muuallakaan. Esimerkiksi kaikissa taulukon taustakohteissa jäähdytys toteutettiin alakattoon sijoitettavilla säteilijöillä. Tämä ei välttämättä tapahdu tulevaisuuden liikekiinteistöissä.

Omasta mielestäni taulukko toimii yhtenä osana tarjouslaskentaa, muttei yksinään. Taulukon kertoimia pitää tarkentaa lisäämällä massoiteltuja kohteita ja muokkaamalla jälkilaskennan tuloksena, jos huomataan jonkin osa-alueen poikkeavan suuresti yli tai ali.



## Lähteet

Admicom Oy. Verkkoaineisto. Admicom Oy. <https://www.admicom.fi/>. Luettu 27.4.2020.

Aleksis Kiven koulu menee remonttiin. 2019. Helsingin uutiset. Verkkoaineisto. <https://www.helsinginuutiset.fi/artikkeli/734188-aleksis-kiven-koulu-menee-remonttiin>. Luettu 1.4.2020.

Assemblin ja Fira jatkavat yhteistyötään. 2019. Verkkoaineisto. Projekti uutiset. <https://www.projektuutiset.fi/assemblin-ja-fira-jatkavat-yhteistyotaan/>. Luettu 1.4.2020.

Assemblinin historia. Historiamme. Verkkoaineisto. Assemblin Oy. <https://fi.assemblin.com/meista/assemblin-historia>. Luettu 26.4.2020.

Ecom Oy. Verkkoaineisto. Ecom Oy. <https://www.ecom.fi>. Luettu 27.4.2020.

Energiakatu 6 700 m<sup>2</sup>. Technopoliksen vapaat toimitilat. Verkkoaineisto. Technopolis. <https://www.technopolis.fi/vapaat-toimitilat/helsinki/ruoholahti/energiakatu-6-700m2/>. Luettu 2.4.2020.

Isoherranen, Henri. 2016. Ilmanvaihtourakointiliikkeen urakkalaskennan parantaminen. Opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Kosonen, Eliisa. 2017. Eri urakkamuodot perinteisessä linjasaneeraushankkeessa eri osapuolten näkökulmasta. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Lepola, Ville-Jussi. 2013. Tarjouslaskennan kehittäminen. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 2016. RT 16-10660. Haettu 25.4.2020.

Ranki, Henri. 2013. Tarjouslaskennan uudistus. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Teknobulevardi 3-5 I-talo 1200 m<sup>2</sup>. Technopoliksen vapaat toimitilat. Verkkoaineisto. Technopolis. <https://www.technopolis.fi/vapaat-toimitilat/vantaa/aviapolis/teknobulevardi-3-5-i-1200m2/>. Luettu 1.4.2020.

Truong, Diep. 2018 Tarjouslaskennan prosessi. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Vieno, Antti. 2013. LV-tarjouslaskenta. Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

