



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Antti Lehonmaa

# Kustannus- ja resurssihallintatyökalun kehittäminen ilmanvaihtourakoinnin tarjouslaskentaan

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

17.4.2021

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Antti Lehonmaa Kustannus- ja resurssihallintatyökalun kehittäminen ilmanvaihtourakoinnin tarjouslaskentaan 41 sivua + 2 liitettä 17.4.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	lehtori Markku Leino yksikönjohtaja Samu Mandelin
<p>Työn tavoitteena oli kehittää Caverion Suomi Oy:n ilmanvaihtourakoinnin projektiliiketoimintaan työkalu, jonka avulla tarjouskohteesta on helppo muodostaa käsitys sen vaatimista kustannuksista ja oleellisista resursseista huomioiden kohteen ominaisuudet. Kehitettävä työkalu suunniteltiin soveltumaan Caverionin yleisiin urakointikohteisiin, kuten toimistokiinteistöt. Kehitetyn työkalun käytettävyydessä pyrittiin helppokäyttöisyyteen ja käytännön läheisyyteen.</p> <p>Tarjouslaskenta on merkittävä osa urakointia, sillä ilman sitä yrityksellä ei ole urakointikohteita eikä myöskään asentajille töitä. Kohdeyrityksessä syntyi tarve kehittää tarjouslaskentaa, koska tieto edellisistä tarjouskohteista oli hajanaista eikä sitä systemaattisesti kerätty talteen. Kohdeyrityksen ilmanvaihtourakointiin ei myöskään ollut vielä rakennettu tässä opinnäytetyössä kehitetyn kaltaista työkalua. Työn teoriaosuuden tarkoitus on avata kustannuslaskennan tekijöitä ja sen merkitystä tarjouslaskennan kannalta. Työn tavoitetta lähestyttiin haastattelemalla yrityksessä alan asiantuntijoita ja hyödyntämällä alan kirjallisuutta sekä työn tekijän alalta kertynyttä työkokemusta. Näiden lähteiden konsensus ja tärkeimmät tekijät havainnollistettiin työssä ja sen tuloksissa.</p> <p>Työn tuloksena syntyi Excel-taulukkolaskennan avulla tehty laskentatyökalu, jonka syöteinä olivat tarkemmat tiedot kohteesta, kuten haluttu ilmamäärä ja ilmanvaihtoratkaisut. Työkalun toiminta-ajatus oli, että sen käytössä hyödynnetään yrityksen olemassa olevaa dataa jo tehdyistä IV-projekteista, niihin käytetyistä resursseista ja kustannuksista. Näin muodostuisi toisiinsa rinnastettavista kohteista keskiarvoja, joiden avulla laskennassa olevan kohteen kustannuksille ja resursseille saadaan luotettavampi referenssitieto.</p> <p>Työssä tehty laskentatyökalu oli niin sanottu pilottimalli, ensimmäinen versio. Sen käyttö ja tulosten tulkinta edellyttivät sen käyttäjältä alan tietoa tai työkokemusta, jotta tulosten hyödyntäminen olisi oikeanlaista. Laskentatyökalun jatkokäytön ja kehitystyön avaintekijöitä tulisi olemaan aiemmin laskettujen kohteiden tietojen hyödyntäminen, joista työkalun tarjoamat tulokset olivat täysin riippuvaisia. Valmistunut laskentatyökalu ja sen kehitys linkittyi yrityksessä meneillään oleviin vastaaviin opinnäytetöihin.</p>	
Avainsanat	ilmanvaihtourakka, tarjouslaskenta, kustannushallinta

Author Title Number of Pages Date	Antti Lehonmaa Development of cost and resource management tool for bid counting of ventilation contracting 41 pages + 2 appendices 17 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Markku Leino, Senior Lecturer Samu Mandelin, Unit Manager
<p>The aim of this final year project was to develop an easy-to-use and practical tool to form a perception of costs of and resources needed in the bid project, taking into account its features and suitable for common contracting projects of the commissioning company. A further aim was to discuss cost calculation and its importance in tender calculation.</p> <p>Experts in the field were interviewed, relevant literature was studied and the work experience of the thesis writer was utilised in the final year project. The tool was created in a MS Excel spreadsheet.</p> <p>The project resulted in an Excel calculation tool whose inputs were the information about the ventilation project, such as required amount of air and ventilation solutions. The tool was based on existing data of the company's earlier ventilation projects, their resources and cost.</p> <p>The calculation tool created was a pilot model, the first version. The user needs knowledge in the field and work experience to use the tool and interpret its results. The key factors of the further use and development of the tool would be the utilisation of the information from already calculated objects.</p>	
Keywords	ventilation contract, bid counting, cost control

## Sisällys

### Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Yritys	2
3	Opinnäytetyön taustatekijät	4
3.1	Opinnäytetyön tavoite	4
3.2	Lähdeaineisto ja tutkimusmenetelmä	5
3.3	Aiheen rajaus	5
4	IV-urakan tarjouslaskenta	7
4.1	Tarjouslaskennan merkitys	7
4.2	Urakkamuodot	8
4.3	Tarjouslaskennan vaiheet	10
4.4	Tarjouksen kustannustekijät	11
4.4.1	Materiaalikustannukset	11
4.4.2	Työn kustannukset	12
4.4.3	Muut kuluerät	13
4.5	Tarjouksen muodostaminen	14
4.6	Tarjouslaskentaohjelmistoja	15
5	Laskentatyökalu IV-urakoinnissa	19
5.1	Haastattelut ja tukiaineisto	19
5.2	Haastattelujen kooste ja vertaus kirjallisuuteen	21
5.3	Tulokset	22
5.3.1	Laskentatyökalun lähtödata	22
5.3.2	Laskentatyökalun rakenne	24
5.3.3	Laskentatyökalun tulokset	29
5.4	Tietomallin hyödyntäminen	34
5.5	Tulosten analysointi ja pohdinta	36
6	Yhteenveto	39
	Lähteet	40

## Liitteet

Liite 1. Projektihinnoittelun verkkokysely Caverion Suomi Oy:ssä, vuosi 2019

Liite 2. Laskentatyökalun tuloksia laajemmin, pistehinnoittelumenetelmä

## Lyhenteet ja käsitteet

**BIM** Building Information Model. Käsitteellä tarkoitetaan rakennuksen tietomallia.

**brm<sup>2</sup>** Bruttoneliömetri. Kuvaa koko rakennuksen laajuutta, jossa huoneiden lisäksi mukaan lasketaan esimerkiksi porrashuoneet, tekniset tilat ja hormien pinta-alat.

### Bulkkimateriaali

Bulkkimateriaaleiksi kutsutaan tarvikkeita tai osia, jotka luokitellaan yleistarvikkeiksi tai -osiksi.

**D&B** Design & Build. Projektitoimitukseen sisältyy sekä suunnittelu- ja toteutusvastuu.

**Haalaus** Haalaus tarkoittaa työmaalla tapahtuvaa materiaalien kuljettamista varastosta tai kuljetusvälineestä työpisteelle.

**IMS** Ilmamääräsäädin.

**IV** Ilmanvaihto. Käytössä LVI-alalla ilmanvaihdon osa-alueesta puhuttaessa.

**KVR** Kokonaisvastuurakentaminen. Urakoitsija vastaa sekä suunnittelusta että rakentamisesta.

**Massoittelu** Massoittelusta käytetään myös synonyymiä massalaskenta. Massalaskenta tarkoittaa määrälaskentaa, esimerkiksi ilmanvaihtourakoiden tarjouslaskentaa varten piirustuksesta kerättyjen IV-materiaalien yhteismäärää.

**NH** Normitunti. NH tarkoittaa tiettyyn asennukseen kuluvaa aikaa, kuten tietyn kokoisen ja pituisen IV-kanavan asennukseen käytetty aika. IV-urakoiden tarjouslaskennassa on huomioitava voimassa olevan TES:n määrittelemät normitunnit (NH) ja normituntikertoimet (NHK) erilaisille asennuksille.

SAP	Systems, Applications and Products in Data Processing. SAP on saksalainen toiminnanohjausjärjestelmiin erikoistunut yritys.
STUL	Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry.

## 1 Johdanto

Projektiliiketoiminnassa tarjouslaskenta on merkittävässä roolissa hankkeen taloudellisen menestymisen kannalta. Caverionissa ei ole vielä kehitetty työkalua tukemaan IV-projektien tarjouslaskentaa, jolla kohteen pääasialliset kustannukset ja sen vaatimat resurssit kyettäisiin määrittelemään vaivattomasti ja riittävällä tarkkuudella. Myös vanhojen laskentakohteiden dataa ei ole järjestetty systemaattisesti, ja tämä arvokas tieto haluttiin hyödyntää vähintäänkin vertailutiedoksi uusien kohteiden tarjouslaskentaa ajatellen.

Työkalu haluttiin kehittää lähtökohtaisesti niille asiantuntijoille, jotka työskentelivät kilpailu-urakoinnin tarjouslaskennassa. Myös myyntihenkilöstöllä oli tarvetta kyseiselle työkalulle, jotka työskentelivät asiantuntijoina hankekehityksessä. Lisäksi yksikön johto oli mukana projektien myynnissä.

Työtä koostettaessa sen tärkein lähdeaineisto empiriaosuudessa oli yrityksen asiantuntijoiden kanssa käydyt haastattelut. Myös samat asiantuntijat tulisivat hyödyntämään työn tuloksia. Muita työn lähdeaineistoja olivat alan kirjallisuus ja aiheesta tehdyt artikkelit. Työssä hyödynnettiin myös sen tekijän alalta kertynyt työkokemusta. Työssä käytettiin kvalitatiivista tutkimusmenetelmää perustuen edellä mainittuihin menetelmiin, kuten tehtyihin haastatteluihin.



## 2 Yritys

Caverion Oyj on suomalainen pörssiyhtiö. Sen perustaminen tapahtui vuonna 2013, kun kiinteistötekniset ja teollisuuden palvelut irtautuivat YIT-konsernista itsenäiseksi yhtiöksi. Vaikka yhtiö on melko uusi, sillä on takanaan pitkä historia ja sen myötä paljon alan kokemusta. (Caverion historia 2020.) Caverionin toiminta-ajatus on käyttäjäystävällisten ja energiatehokkaiden teknisten ratkaisujen suunnittelu, toteutus, huolto ja ylläpito kiinteistöille, teollisuudelle ja infrastruktuurille. Yhtiö toimii 11 eri Euroopan maassa pois lukuun ottamatta Länsi-Eurooppa. Yhtiö työllisti vuonna 2019 yli 16 000 henkilöä. (Caverion lyhyesti 2020.)

### Liiketoimintayksiköt

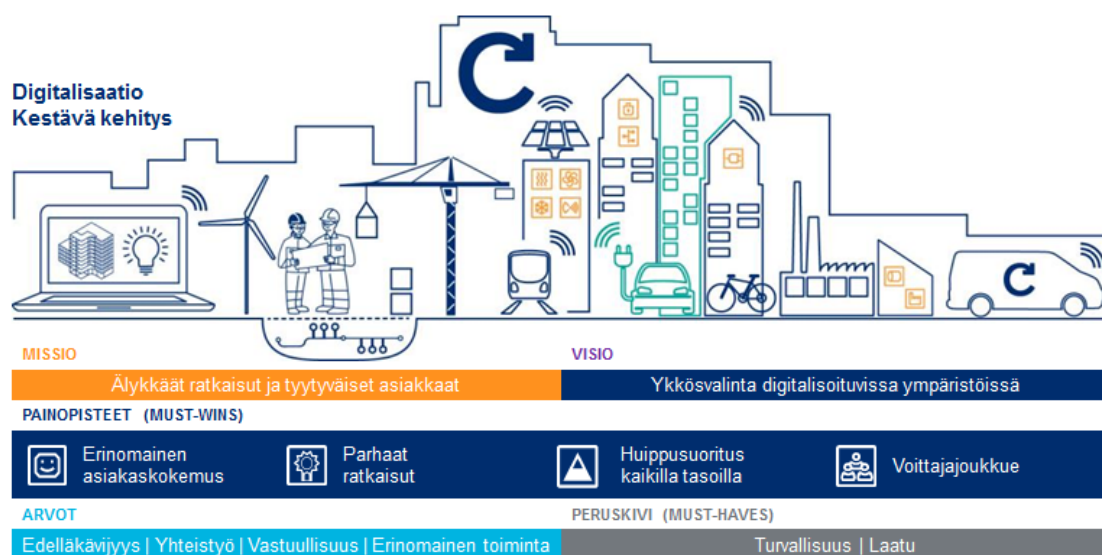
Caverionin liiketoiminta jakautuu kahteen liiketoimintayksikköön: Palvelut ja Projektit. Palveluiden osuus oli 63 % ja projektien 37 % yhtiön liikevaihdosta vuoden 2020 kolmannen kvartaalin jälkeen. Palvelut-liiketoimintayksikköön kuuluu tekninen huolto, kunnossapito ja kiinteistöjohtaminen, sekä älykkäät ratkaisut, että energia- ja asiantuntijapalvelut. Yhtiö panostaa erityisesti digitalisaatioon, energiatehokkuuteen, laajaan palveluverkostoon ja etähallintaan, jotka mahdollistavat asiakkaille joustavan ja laadukkaan palvelun. (Caverion liiketoimintayksiköt 2020.)

Projektit-liiketoimintayksikön toiminta on talotekniikkaprojektien toteutus uusissa ja peruskorjattavissa kiinteistöissä. Yhtiön vahvuus projektiliiketoiminnassa perustuu kansainvälisyyteen, kokonaisvaltaiseen teknisiin ratkaisuihin, design&build -osaamiseen ja integroituihin elinkaaritoimituksiin. Rakennusprojektien laatu ja tuottavuus pohjautuu ammattimaiseen projektinjohtoon, esivalmistukseen, projektien suunnitteluun ja toteutukseen digitalisoinnin avulla. Digitalisoinnissa hyödynnetään BIM, Building Information Model -tekniikkaa. (Caverion liiketoimintayksiköt 2020.)

### Visio ja Strategia

Caverionin visiona on olla ykkösvalinta digitalisoituvissa ympäristöissä asiakkaiden, työntekijöiden, kumppaneiden ja sijoittajien keskuudessa. Caverionin strategia on *Kunnossa kasvuun*. Se julkaistiin marraskuussa 2017 ja on esitetty kuvassa 1. Strategia on

muodostettu yrityksen missiosta, joka on *Älykkäät ratkaisut ja tyytyväiset asiakkaat*. Strategia jakaantuu kahteen vaiheeseen: Kunnossa ja Kasvuun. Yhtiön liiketoimintaa on parannettu Kunnossa-vaiheen aikana, tosin joidenkin divisioonien tulosta pyritään edelleen nostamaan, kuten myös Projektit-liiketoimintaa. Yhtiö on nyt valmis Kasvuun-vaiheeseen ja onkin alkanut sen suhteen toimenpiteisiin.



Kuva 1. Caverionin missio, visio ja strategia (Caverion strategia 2020).

### 3 Opinnäytetyön taustatekijät

#### 3.1 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön kohdeyrityksenä on Caverion Suomi Oy, joka on osa Caverion-konsernia. Kohdeyrityksen projektiliiketoiminnassa oli kertynyt dataa vanhoista hankkeista valtavasti, joten sen hyödyntämisessä nähtiin paljon potentiaalia muun muassa tuleviin tarjouslaskentoihin. Datan järjestämiseen ja varastointiin ei siis ollut kehitetty työkalua. Lisäksi koettiin tarpeelliseksi työkalu, jolla saadaan yksinkertaisesti ja lyhyessä aikaikkunassa selvitettyä ilmanvaihtourakan hinta ja sen vaatimat resurssit riittävällä tarkkuudella. Riittävä tarkkuus tarkoitti tässä yhteydessä työkalun avulla laskentakohteesta saatua kustannustietoa ja resurssimäärää, sillä tarkkuudella, jonka perusteella voidaan tehdä ennakoivia päätelmiä esim. projektin koosta, kestosta ja hinnasta ennen tarkempaa laskentaa ja analysointia. Työn lopullisena tarkoituksena on opinnäytetyön tulosten hyödyntäminen Caverion Suomi Oy:n projektiliiketoiminnassa, tuoda esiin tarjouslaskennan kehitysajatuksia ja hyödyntää työn kehitysajatuksia yrityksessä menossa oleviin tai tuleviin vastaaviin opinnäytetöihin.

Kohdeyrityksen hankekehityspuolen erään asiantuntijan lausunto sopii hyvin taustaksi opinnäytetyön tavoitteisiin: ”Meidän datamme on ja pysyy vaikeasti analysoitavana niin kauan kuin emme luo selkeitä sääntöjä, kuinka sitä käsitellään.” (Caverion projektihinnoittelu, verkkokysely 2019.)

Työkalun tavoiteltuja käyttäjiä ovat lähtökohtaisesti Caverionin tarjouslaskijat sekä myyntihenkilöstö hankekehityksestä yksikön johtoon. Työn tavoitteen toteutuessa tarjouslaskija voisi esimerkiksi tarkistaa ja verrata laskemansa kohteen kustannusta työkalun antamiin tunnuslukuihin vastaavasta kohteesta ja tarkistaa miten lähellä arvot ovat toisiaan. Hankekehityksen asiantuntijat voisivat puolestaan käyttää työkalua laaja-alaisemmin erilaisissa kohteissa.

### 3.2 Lähdeaineisto ja tutkimusmenetelmä

Työtä varten haastateltiin kymmenen kohdeyrityksen asiantuntijaa lähinnä tarjouslaskennan ja hankekehityksen tehtävistä, mihin viitataan myöhemmin työssä *Insinööriyön haastattelut 2020* -viitteellä. Nämä haastattelut olivat työn tärkein tutkimusaineisto empiriaosuudessa luvusta 5 alkaen. Kyseisiä haastatteluja oli tukemassa kohdeyrityksessä vuonna 2019 tehty sisäinen verkkokysely projektihinnoitteluun liittyen, josta käytetään puolestaan viitettä *Caverion projektihinnoittelu verkkokysely 2019*. Verkkokyselyn oleelliset kysymykset on esitetty liitteessä 1.

Työn teoria-aineistoa kerättiin alan kirjallisuudesta, verkkoaineistosta ja -artikkeleista ja yrityksen sisäisistä materiaaleista. Lisäksi työn tekijän omaa IV-alan ammattitaitoa ja työkokemusta on hyödynnetty lähdeaineiston relevanttiuden arvioinnissa ja ylipäänsä teoria- ja empiriatiedon yhdistämisessä.

Työn tutkimusmenetelmänä käytettiin laadullista eli kvalitatiivista menetelmää pohjautuen edellä kuvattuihin haastatteluihin. Tähän yhdistettiin työn tekijän tulkinta lähdeaineistosta. Tavoitteena oli saada työlle selkeä kokonaisuus.

### 3.3 Aiheen rajaaminen

Työn rajaamiseen kiinnitetään tässä työssä erityistä huomioita, aiheen moniulotteisuuden vuoksi, ja että lukijalle asia olisi selkeä. Nimensä mukaisesti työssä keskitytään kehittämään työkalu, jolla tuetaan ilmanvaihtourakoinnin tarjouslaskentaa. Tässä opinnäytetyössä kehitettävästä työkalusta käytetään kahta eri nimeä: työkalu tai laskentatyökalu. Kehitettävässä työkalussa perehdytään erityisesti kustannuslaskentaan, jotka aiheutuvat IV-urakoinnissa tehdystä työstä ja materiaalihankinnoista. Myös resurssilaskenta on osa kehitettävää työkalua. Työn teoriaosuudessa mainitaan muitakin tarjouslaskennan kokonaisuuteen vaikuttavia tekijöitä, kuten riskilisä, kate ja työmaan siivous ja muut aputyöt, mutta niiden laajempi tarkastelu on jätetty empiriaosuudessa vähäiseksi.

Opinnäytetyössä on kuvailtu ne keskeiset ilmanvaihtourakoinnin muodot, joita Caverionissa tehdään, koska opinnäytetyössä kehitetty laskentatyökalu tukee kyseistä tarjouslaskentaa. Näitä ovat KVR-tyyppiset urakat, joita tehdään pääosin Caverionilla hankekehityksen asiantuntijoiden toimesta, sekä kilpailu-urakointi, jossa valmiista IV-kuvista tehdään tarjous tarjouslaskenta-asiantuntijoiden laskelmien perusteella. Hankekehityksen urakoissa on yleensä vain arkkitehdin suunnitelmat käytössä, joiden perusteella tarjous muodostetaan.

Työssä materiaalien hinta koostuu niistä IV-tuotteista, jotka sijoittuvat IV-konehuoneesta tuloilman osalta raitisilmasäleiköstä IV-päätelaitteeseen, joka sijaitsee esimerkiksi neuvotteluhuoneessa. Vastaavasti poistoilman osalta materiaalien hinta käsittää IV-tuotteet neuvotteluhuoneen päätelaitteelta alkaen poistoilmakoneen kautta poistoilmasäleikölle asti.

Työ tehtiin myös julkiseksi. Esimerkiksi kaikki yrityksestä saatu lähdeaineisto muutettiin siten, että esitettyjä lukuja ei voi kohdistaa mihinkään tiettyyn urakkaan, toiseen yritykseen, kohteeseen tai rakennukseen. Myös työtä varten haastateltujen asiantuntijoiden nimiä ei julkaistu.

## 4 IV-urakan tarjouslaskenta

### 4.1 Tarjouslaskennan merkitys

On yleisessä tiedossa, että niin rakennus- kuin talotekniikka-alan yrityksen kilpailukyky perustuu hyvin vahvasti hallittuun tarjouslaskentaprosessiin. Tarjouslaskennan ollessa laadullisesti hyvin toteutettu, toimii se myös tärkeänä perustana kustannustehokkaalle projektille. LVI-urakoissa kuten yleisestikin rakennusurakoissa kilpailu on tiukkaa, mikä edellyttää tarkkuutta laskelmien tekemisessä. Lisäksi LVI-alan tekniikka kehittyy nopeasti, mikä edellyttää laskijoilta kehityksen seuraamista ja uusien tekniikoiden hintatietoisuutta.

Tehdyistä tarjouksista vain pieni osa johtaa tilaukseen. Yritysten väliset erot saattavat olla hyvin vähäiset, joten pienetkin erot tarjouksissa kallistavat vaa'an toisen yrityksen hyväksi. Jos tehdyssä tarjouksessa on pieniä puutteita tai jotain sinne kuulumatonta, voivat ne näyttäytyä tilaajalle epämääräisinä. Näiden seikkojen johdosta on tärkeää, että koko prosessi tarjouslaskennassa saadaan tehokkaaksi. Näin ollen myös tarjouslaskennan ammattilaisten tulee tuntea tarjouslaskentaprosessi kokonaisuutena hyvin, vaikka ovatkin todennäköisesti vain tiettyjen osa-alueiden erikoisosaajia. (Saastamoinen & Autio 2014: 3-4.)

Tarjouslaskenta vaatii vahvaa käytännön kokemusta riskien ja kohteen työvaiheiden ymmärtämisessä. Yksi tärkeimpiä asioita tarjouslaskennassa on sisäistää, ettei mikään kohde ole samanlainen eli laskelmia ei voi kopioida. Tarjouslaskennan onnistuminen vaatii alla lueteltuja asioita:

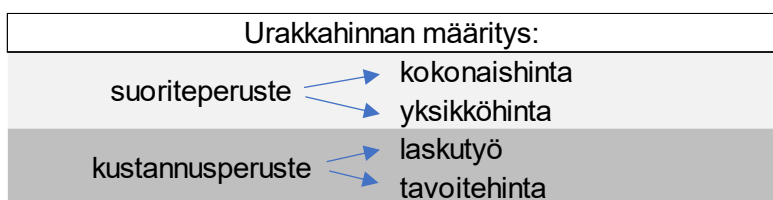
- kokonaisuuden ymmärtäminen
- oman verkoston tuki
- kilpailutilanteen ja kilpailijoiden tunteminen
- saatavilla olevien resurssien tunteminen ja
- riskien tiedostaminen. (Miten minusta tuli...tarjouslaskentapäällikkö 2018.)

## 4.2 Urakkamuodot

Urakan toteutusmuodon valinnalla vaikutetaan tekijöihin, joiden perusteella urakoitsija ja rakennuttaja toimivat kyseisessä projektissa. Valinta on keskeinen rakennuttajan tehtävä. Yleisinä tavoitteina on, että valinta on tilaajan näkökulmasta edullinen. Myös tilaajan tavoitteet, riskinottohalukkuus, kohteen ominaisuudet ja olosuhteet ja niiden aiheuttamat riskit ovat ratkaisevia valintatekijöitä. Kun tilaajalla ja rakennuttajalla on selkeä kuva hankkeen tavoitteista, on toteutusmuodon valinta silloin selkeämpää. Ei siis ole yhtä urakkamuotoa, joka sopisi parhaiten kaikkiin kohteisiin, vaan valinta on aina tapauskohtainen. Toteutusmuodon valinta vaikuttaa kaikkeen:

- Hankeprosessi ja aikataulu muuttuvat.
- Tilaajan ja rakennuttajan tehtävät muuttuvat.
- Vastuut, työmäärä ja asiakirjat muuttuvat.
- Suunnittelutyö, suunnitelma-asiakirjat ja edelleen suunnitteluratkaisujenkin pitäisi muuttua. (Junnonen & Kankainen 2004: 44; Kiiras 2020: 767.)

Urakan hinta voidaan määrittellä suorite- tai kustannusperusteisena. Suoriteperusteinen hinta määritetään joko kokonaishintana tai yksikköhintoina. Kustannusperusteinen hinta määräytyy termsä mukaisesti syntyneiden kustannusten perusteella ja niitä ovat laskutyö- ja tavoitehintaperuste. (Lindholm 2009: 35.) Kuva 2 selventää tätä jakoa.



Kuva 2. Urakkahinnan määrittely.

### Kokonaishintaurakka

Kokonaishintaurakassa kustannus- ja määräriskistä vastaa urakoitsija. Mahdolliset lisä- ja muutostyöt hinnoitellaan tarjouksen yksikköhintaluettelon mukaisesti tai omakustannehintaan. (Lindholm 2009: 35-36.) Kokonaishintaurakassa urakoitsija siis sitoutuu teke-

mään projektin valmiiksi kiinteällä kokonaishinnalla. Riskinä ovat mahdolliset kesken-eräiset suunnitelmat, jotka tarkoittavat yleensä kohonneita rakentamiskustannuksia runsaina lisä- ja muutostöinä. (Urakkamuodot 2020.)

#### Yksikköhintaurakka

Yksikköhintaurakassa hinta muodostuu määräluettelon nimikkeiden ja tarjouksien yksikköhintojen tulon mukaan. Tässä tapauksessa suunnitelmien ei tarvitse olla täysin valmiita, vaan riittää että työvaiheet ja sisältö voidaan arvioida. Tarjouksen asiakirjoista tulee kuitenkin selvittää työn laajuus, laatuvaatimukset ja vallitsevat olosuhteet, jotta yksikköhinnan määrittäminen on mahdollista. Riskiksi muodostuvat tässä urakkamuodossa määrät, jotka koituvat rakennuttajalle. (Lindholm 2009: 36.)

#### Laskutyöurakka

Laskutyöurakassa rakennuttaja maksaa urakoitsijalle työn todelliset kustannukset niiden toteutumisen mukaan. Kustannukset todetaan tositteiden avulla. Tässä tapauksessa riski kustannuksista koituu rakennuttajalle. Yleensä laskutyöurakkaa käytetään kiireellisissä kohteissa tai jos suunnitelmat ovat puutteellisia. Kyseinen urakointimuoto edellyttää hyvää luottamusta urakoitsijan ja rakennuttajan välillä. (Lindholm 2009: 37.)

#### Tavoitehintaurakka

Tavoitehintaurakka on samanlainen kuin laskutyöurakka, mutta siinä sovitaan hinnalle tavoite, jonka alittuessa urakoitsijan voitto-osuus lisääntyy. Näin ollen tällä urakkamuodolla on mahdollista vähentää laskutyöurakkaan liittyvää riskiä kustannusten kohoamisesta yli mahdollisen budjetin. (Urakkamuodot 2020.)

#### Muita urakkamuotoja

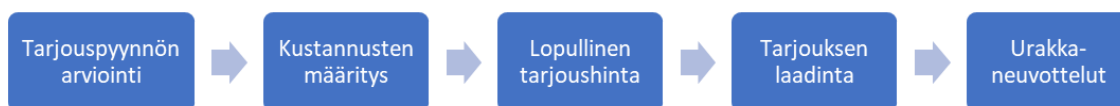
Edellä lueteltiin tyypilliset urakkahintaan perustuvat urakoiden tyypit. Urakoita voidaan jakaa myös suoritusvelvollisuuden perusteella seuraavien urakkatyyppien mukaisesti:



- kokonaisurakka
- KVR-urakka
- projektinjohtourakka
- elinkaarihanke ja
- allianssiurakka. (Liuksiala & Laine 2011: 13-17; RT 16-10768 2002.)

### 4.3 Tarjouslaskennan vaiheet

Tarjouslaskenta aloitetaan, kun asiakkaan tarjouspyyntö on vastaanotettu. Ennen laskentapäätöstä tulee esimerkiksi päättää, onko tarjouksen voittamiselle perusedellytykset, onko tarjouksen lähettäjä entuudestaan tuttu vai onko kyseessä pelkkä hinnan tarkistus. On myös tarkkaan pohdittava, sopiiko kohde yritykselle, onko riittävästi resursseja tarjolla ja onko kohteen tekniikka yritykselle tuttua, jotta uuden oppimisesta ei muodostu liian suurta hidastetta ja sitä kautta liian suurta riskiä onnistuneelle toteutukselle. Tarjouslaskennan vaiheet on kuvattu kokonaisuudessaan kuvassa 3. (Saastamoinen & Autio 2014: 17-18.)



Kuva 3. Tarjouslaskennan vaiheet (Saastamoinen & Autio 2014: 17-18).

Tarjouspyynnön arvioinnissa tutustutaan asiakkaan tarjouspyynnössä oleviin asiakirjoihin, jotka toimivat myös tukena tarjouspyynnön arvioinnissa, että myös kustannusten määrittämisessä. Asiakirjoja ovat urakkaohjelma, urakkarajaliite, yksikköhintaluettelo, tarjouslomake, tekniset asiakirjat, kuten työselostukset, laiteluettelot ja tasokuvat. Muita asiakirjoja voi olla kytkentäkaavio ja detaljikuvat. Asiakirjoista tulee selvittää esimerkiksi kohteen tyyppi, sijainti, urakoinnin laajuus, sisältö, laatutekijät ja urakan eri vaiheet. Tarjoajia ei tule asettaa eriarvoiseen asemaan, jonka vuoksi tarjouspyynnön asiakirjat tulee toimittaa kaikille osapuolille samantyyppisillä sisällöillä. (Junnonen & Kankainen 2017: 68-75; Lindholm 2009: 21.)

#### 4.4 Tarjouksen kustannustekijät

Tarjouslaskennan perusta on kohteesta tehty kustannusarvio, joka kertoo kohteen omakustannushinnan (Lindholm 2009: 31). Sen selvittäminen on myös tarjouslaskennan suuritoisin osuus. Ensin tulee selvittää tarvittavat tarvike- ja työmäärät, niiden hinnat ja mahdolliset muut kustannukset, kuten esimerkiksi alihankintatöiden osuus, purkutyöt, logistiset kustannukset ja mahdolliset mittaus- ja säätötyöt.

##### 4.4.1 Materiaalikustannukset

Materiaalimäärien tai tuotemäärien selvitystä suunnittelukuvia hyödyntäen kutsutaan massalaskennaksi eli massoitteluksi. Tähän on olemassa erilaisia tyyplejä, kuten myös tekijöitäkin. Esimerkiksi kerrostalossa yhden kerroksen massat voidaan kertoa kerrosten lukumäärällä, jolloin massoittelun tarkkuus tulee kärsimään. Tavoitteena on kuitenkin saada kohteen massoista tarkka arvio. Yksi tarkimmista keinoista on laskea massat yhteen kaikista kohteen asiakirjoista. Massoittelun helpottamiseksi on olemassa erilaisia tietokoneavusteisia ohjelmia nopeuttamaan ja tarkentamaan massoittelua. (Saastamoinen 2014: 23.)

Kirjoittajan omakohtaisen kokemuksen mukaan massalaskennan alkuvaiheessa on hyvä laittaa tarjouskyselyt niistä osista ja kohteista, joiden vastauksissa ennakoidaan menevän pisimpään. Näitä ovat tyypillisesti pienivolyymiset erikoisosat, esimerkiksi tiettyyn erikoissävyyden maalatut IV-päätelaitteet. Tarjouslaskijan tulee myös tietää mitkä osa-alueet kuuluvat esimerkiksi IV-urakkaan ja mitkä puolestaan vaikkapa LV- eli putkiurakkaan. Tämä jako voi tulla yrityksen sisäisistä sopimuksista tai tarjouspyynnön urakkarajaliitteen määritelmästä. Massalaskennan loppuvaiheessa kaikkien massojen olleessa tiedossa voidaan laittaa tarjouskyselyt lopuistakin materiaaleista.

Toinen keino saada tarjouskohteen materiaalien hinnat selville on hyödyntää sitä varten tehtyä tarjouslaskentaohjelmistoa. Varsinkin bulkki- eli yleismateriaaleille tämä hinnoittelumenetelmä toimii hyvin, sillä ohjelmistoon on syötettynä yleisimmin eri työmailla käytetyt materiaalit ja niiden hinnat. Käytössä oleva hinnasto tulee yleensä sopimustoimittajilta. Edellä kuvatut erikoismateriaalit ovat harvinaisempia ja siten niiden hintoja ei

yleensä löydy ohjelmistosta, ja vaikka löytyisikin, tulee niissä suorittaa hinnan tarkistus riippuen, milloin hintoja on viimeksi päivitetty. Tarjouslaskijan tulee myös varmistua saatujen tarjousten perusteella, täyttääkö tuote ne vaatimukset, jotka kohde sille asettaa. (Kohdeyrityksen toimintatyyli.) Myös Saastamoisen (2014: 25) mukaan yrityksillä on usein kaupallinen tarjouslaskentaohjelmisto, johon on kerätty dataa LVI-alan materiaaleista hintoineen ja siten saadaan helpotusta tarjouslaskentaan.

#### 4.4.2 Työn kustannukset

Työn kustannus muodostuu edellä kuvatun massalaskennan tuloksesta, josta muodostetaan työaika käyttäen apuna voimassa olevaa LVI-toimialan työehtosopimusta. Siinä olevien määräysten mukaan tietyn tuotteen asennukseen käytetystä työajasta muodostetaan normiaika, jonka suuruus riippuu asennettavan tuotteen koosta, olosuhteista, muodosta, painosta ja itse tuotteen kategoriasta. Normiaikaa kutsutaan työehtosopimuksessa normitunniksi. Kohteen urakan kokonaistyömäärän hinta saadaan siten tietyn kohteen laskettujen normituntien ja kyseisen kohteen tuotteiden lukumäärän tulona. (Saastamoinen 2014: 27; Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus 2020: 146-160.)

Yksinkertaisena esimerkkinä voidaan ottaa IV-kanavan asennus, jossa asentaja on asentanut eristämätöntä pyöreää IV-kanavaa 50 metriä. Kanavan halkaisija on 250 mm. Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimuksen (2020: 149) mukaan kyseisen kanavan yhden metrin asennukseen käytetty normituntikerroin on 0,25. Näin ollen edellä mainitun työn asennusaika normitunteina lasketaan alla olevan yhtälön (1) mukaan. Tässä esimerkissä ei huomioida mitään olosuhteellisia tai muita erikoislisiä. Esimerkki tyyppillisestä olosuhteellisestä voisi olla työskentelykorkeus lattiasta IV-kanavaan, jonka ylittäessä 5,0 metriä tulee + 25 % asennuslisää.

$$X = NH \cdot n = 0,25 \frac{NH}{m} \cdot 50 m = 12,5 NH \quad (1)$$

$X$  on työn asennusaika normitunteina

$NH$  on normituntikerroin

$n$  on määrä tai pituus

Kokonaistyöaika määräytyy siis edellä esitetyn menetelmän avulla. Tarjouslaskijan on laskettava jokainen massoittelemansa materiaali kyseisellä menetelmällä saadakseen selvitettyä urakan kokonaistyöaika. Tässä tarjouslaskijalla oli apuna tarjouslaskentaohjelmisto. Kun kokonaistyöaika on selvitetty, se kerrotaan tuntiveloitushinnalla, jonka suuruuden jokainen alan yritys päättää sisäisessä hinnoittelupolitiikassaan. Näin saadaan lopulta kokonaisurakan työn hinta selville.

#### 4.4.3 Muut kuluerät

Jokaisessa urakassa on edellä kuvattujen materiaali- ja työkustannuksien lisäksi muitakin kuluja, jotka voivat olla merkittävän suuruisia. Näitä kulueriä ovat esimerkiksi urakkohteessa tavaroiden kuljetus- ja siirtotyöt eli haalaus, telinetyöt, nostintyöt, purkutyöt, viranomaistarkastukset, takuutyöt, vakuutukset, sosiaalikulut, työnjohdon eli projektinhoidon kustannukset ja työkohteen sijainnista johtuvat erilliskustannukset. Näiden kustannusten vastuut tulee selvittää urakkarajaliitteestä. Edellä mainittujen kustannusten määrä arvioidaan tyypillisesti prosentuaalisesti kokonaisurakkasummasta. Arvioinnin lähtökohta on aiemmat vastaavanlaiset urakat, mutta tapauskohtaisesti on otettava huomioon kohteen haasteellisuus, sijainti, suunnitelmien valmiusaste ja laatu ja kohteessa tapahtuvan työn muodot ja riskit. (Saastamoinen 2014: 33-42.)

IV-urakoinnissa aliurakointi voi muodostaa merkittävän osuuden sekä asennustyöstä että myös edellä kuvatuista töistä. Esimerkiksi kohdeyrityksen IV-urakoinnissa tyypillistä alihankintatyötä ovat IV-kanavien eristys- ja nuohoustyö, paine-, tiiveyskoe- ja säätötyö sekä suunnittelutyö. Sen sijaan siivous-, logistiikka- ja haalaustyön kustannukset kuuluvat usein urakkarajaliitteen mukaan pääurakoitsijalle, ei niinkään IV-urakoitsijan töihin, joskin IV-urakoitsijan, kuten muiden urakoitsijoiden tulee siivota omat roskat ja ylijäämätuotteet aina asennustyön päätteeksi omalta työpisteeltään. Aliurakointia suoritetaan IV-asennustyössä erityisesti niinä aikoina, kun suhdanteet ovat huipussaan ja omat resurssit ovat täysin sidotut. (Kohdeyrityksen toimintatyyli.)

#### 4.5 Tarjouksen muodostaminen

Tarjouksessa urakoitsija ilmoittaa, mihin hintaan hänellä on mahdollisuus tehdä tarjouspyynnön kohde. Tarjouslaskelmaan sisältyy yrityksen tekemä kustannusarvio, sen tarjouspolitiikan mukainen katetavoite, riskivaraus, sekä kustannustason muutosvaraus, joka muodostuu kohteen ominaisuuksien perusteella. Riskivaraus ja kate lisätään omakustannehintaan, koska yrityksen on kyettävä tekemään kannattavaa liiketoimintaa. Myös tästä syystä yrityksen johto on mukana tarjouslaskennassa. (Lindholm 2009: 31.)

##### Tarjouksen riskivaraus

Riskillä tarkoitetaan yllättäen esille tulevaa poikkeamaa toivotussa tapahtumassa. Riskeihin voidaan varautua tarjouslaskennassa esimerkiksi hintaa korottavina riskivarauksina tai riskilisinä. Riskit pyritään kohdistamaan sopimuksessa eri osapuolille. Rakennustuotannossa kohdataan riskejä, joita aiheuttavat yritys itse, rakennuttaja ja ulkoiset olosuhteet. Riskivarauksessa huomioidaan kohteen tekniset ratkaisut, urakan ehdot sekä toteutustapa. (Lindholm 2009: 31-33.) Myös kohdeyrityksessä toimintatyöli riskien suhteen on samanlainen - esimerkiksi tarjouspyynnössä tuodaan mahdolliset epäselvyydet esiin ja niiden vaikutus tarjoushintaan (Kohdeyrityksen toimintatyöli).

Yleisiä kustannuslaskennassa käsiteltäviä riskejä ovat tekniset, hallinnolliset, sopimustekniset, epätarkkuus- ja muut riskit. Tekninen riski on uuden menetelmän tai rakennusratkaisun aiheuttama riski, johon varaudutaan korottamalla työ- tai tarvikemenekkiä. Hallinnollinen riski on toiminnan laajuuden muutos, joka näkyy vaikkapa työkonehankinnan kertainvestoinnin muodossa. Sopimustekninen riski puolestaan näkyy laskenta-asiakirjan vaikeasti hinnoiteltavana ehtona. Epätarkkuusriski ilmenee puolestaan määrälaskennan ja sitä kautta hinnoittelun epätarkkuutena. Muita riskejä ovat mahdolliset rahoituksen riskit, ulkomaan toiminnan riskit, työturvallisuuteen liittyvät riskit tai juridiset riskit. Kaikki edellä mainitut riskit tulee siis huomioida hinnan muodostamisessa tarjouslaskennassa. (Lindholm 2009: 33-34.)

## Tarjouksen kate

Kate on tarjouslaskennan erä, jolla tarkoitetaan työmaakatetta, ja joka on jäätävä työmaalta rakennusyrityksen käyttöön. Katteen suuruuteen vaikuttavat yrityksen tilauskanta ja suhdanne. Yrityksen voitto saadaan, kun kaikkien kohteiden työmaakatteesta vähennetään yrityksen kiinteät kulut. Näin ollen yrityksen voittotavoite ohjaa työmaakatteiden kokoa. (Lindholm 2009: 31.)

## 4.6 Tarjouslaskentaohjelmistoja

Tarjouslaskentaan ja sitä tukevia ohjelmistoja on markkinoilla saatavilla tänä päivänä useita erilaisia vaihtoehtoja. Yritykseen sopiva tai sitä varten räätälöity tarjouslaskentaohjelmisto tekee koko prosessista sujuvampaa nopeuttamalla sitä ja vähentämällä virheiden määrää. Seuraavana kerrotaan lyhyesti Suomessa tarjolla olevista tarjouslaskentaan ja massoitteluun tehdyistä ohjelmistoista ja tarjouslaskentaa tukevista ohjelmista.

### Broker Estimate

Oy Mercus Software Ltd markkinoi tarjouslaskentaohjelmaa nimeltä Broker Estimate, jonka toinen osa on Broker Site Manager. Jälkimmäinen on rakennettu yrityksen toiminnan elinkaariajattelua varten. Broker Estimate on suunniteltu tarjouslaskennan loppuosaan, jossa hyödynnetään jo tehtyä määrälaskentaa. Ohjelma asennetaan käyttäjän koneelle, kun taas Broker Site Manager toimii pilvipalvelun välityksellä eli kyseinen ohjelma on käyttöjärjestelmäriippumaton. Site Managerissa sijaitsee myös ohjelmiin syötettyjen tietojen niin sanottu äitikanta. Estimate ja Site Manager siis keskustelevat keskenään pilvipalvelun välityksellä ja vaativat tiedostojen päivityksen työskentelyn aluksi, jotta hinnastot ja muut tehdyt muutokset ovat viimeisimmät versiot. Estimatussa eri käyttäjät voivat seurata toisiaan omilta koneiltaan eli ohjelma tukee useamman käyttäjän työskentelyä saman projektin äärellä. (Broker Estimate -ohjeet 2020.)

## Adminet

Admicom Finland Oy markkinoi Adminet-nimistä toiminnanohjausjärjestelmää, joka toimii pilvipalveluna edellä mainitun Broker Site Managerin tapaan. Adminet on suunniteltu pienille ja keskisuurille talotekniikka-alan yrityksille. Adminetissa eri toiminnot on pyritty automatisoimaan käyttäjän kannalta mahdollisimman paljon, jolloin käsin syöttämistä olisi vähemmän ja näin saadaan aikasäästöä. Siinä on myös mahdollista yhdistää yrityksen toiminnot ja taloushallinto tarjouslaskennasta sähköiseen kirjanpitoon saakka. Ohjelmisto voidaan siis räätälöidä yrityskohtaisesti koon ja tarpeiden mukaan. (Adminet tuote-esittely 2020.)

Adminet hyödyntää hinnoittelussa STUL:n Tapalsin sekä Vesi&Watin pakettirekistereitä. Tehdyt massalaskelmat voi syöttää ohjelmaan suoraan esimerkiksi CAD-aineistosta tai Excelistä tai hyödyntää ohjelman omaa pakettipointintaa. Ohjelmasta näkee tarjoukseen jo syötettyjen tuotteiden hinnat töiksi ja tarvikkeiksi eriteltyinä sekä niihin voi tehdä muutoksia. Ohjelma mahdollistaa myös järjestelmäkokonaisuuksien syöttämisen, kuten konehuoneet. (Adminet tarjouslaskenta 2020.)

## SAP

SAP-yritys on eräs maailman suurimpia ohjelmistovalmistajia. SAP-ohjelmisto on tehty yritykseen kokonaisvaltaiseksi toiminnanohjausjärjestelmäksi, jolloin se on tiiviissä yhteydessä yrityksen toimintojen ja taloushallinnon välillä. Myös SAP hyödyntää pilvipalvelua ja on räätälöitävissä eri kokoisille yrityksille, joskin se soveltuu paremmin globaaleille suuryrityksille. SAP-ohjelmiston lisäosaa, kuten SAP ECP eli SAP easy, cost, planning -ohjelmistoa voidaan käyttää myös tarjouslaskennan loppuosassa, jossa yleensä hyödynnetään jo tehtyä urakointikohteen määrälaskentaa, vaikkakin määrälaskennan tulokset eli massat voidaan kerätä myös suoraan SAP ECP:hen. Kyseiseen ohjelmistoon on tehty kaikille materiaaleille asennuspaketit eli hinnastot, joita päivitetään kunkin yrityksen oman tarjouspolitiikan mukaisesti. Hinnastot sisältävät tarvittavat materiaalit sekä työn osuuden. (SAP tuotteet 2020.)

## Microsoft Excel

Kirjoittajan omakohtainen kokemus mukaan Excel on ohjelma, joka oletettavasti on monissa yrityksissä tukemassa tarjouslaskentaa toisena ohjelmana itse tarjouslaskenta-ohjelman rinnalla, kuten SAP, tai se on yrityksen ainoa tarjouslaskentaan käytössä oleva ohjelma. Exceliä hyödynnetään usein erityisesti tilanteissa, joissa laskentaa kehitetään, laskelman tuloksia pitää analysoida tai muuttaa visuaalisempaan muotoon. Excelin avulla esimerkiksi urakointikohteesta tehty massoittelu voidaan hinnoitella tuotteiden ja töiden osalta, pilkkoa osiin, seurata eri urakoiden kannattavuutta, ylläpitää hintarekistereitä ja niin edelleen soveltaa sitä moniin vastaaviin tarkoituksiin.

Hyvänä esimerkkinä Excelin avulla tehtävästä urakkalaskemisen helppoudesta toimii Rakennusliitto Ry:n sivuilla saatavilla olevat valmiit laskentapohjat. Niiden avulla saadaan selvitettyä esimerkiksi IV-urakanlaskennassa urakkakohteen massalaskennan normitunnit ja niiden euromäärät, sillä kyseisissä pohjissa on valmiiksi huomioitu uusimmat TES:it. (Palkat ja työehdot talotekniikka-alalla 2020.)

## Microsoft Project

Microsoft Project on tehty projektin johdon työkaluksi aikatauluhallintaan, joka perustuu esimerkiksi työvaiheiden keston ja työntekijöiden allokointiin projektille (Microsoft Project 2020). Kohdeyrityksessä sitä käytetään tietyiltä osin projektikohtaisesti normituntien allokointiin jo heti projektin eli urakointikohteen suunnitteluvaiheessa, jos vain mahdollista. Näin voidaan muodostaa kuva urakan resurssitarpeesta eli työmiesten määrä kussakin urakan eri vaiheessa. Tulosten analysoinnissa on kuitenkin huomioitava, että ne ovat vain suuntaa antavia, sillä tuloksiin vaikuttaa esimerkiksi henkilöstön osaaminen. Työmaiden resurssitarve on tärkeä tieto erityisesti silloin, kun yrityksellä on käynnissä useita eri työmaita samanaikaisesti.

## Tarjouslaskentaa tukevat ohjelmat JCAD ja MagiGAD

JCAD LVI Määrät ja JCAD Kustannuslaskenta ovat JCAD - Quanttos Oy:n rakentamia ohjelmia. Kyseinen yritys on ohjelmistotalo, jonka toiminta keskittyy tarjoamaan asiak-



kaillien ratkaisuja määrälaskentaan. JCAD LVI Määrät -ohjelma on suunniteltu tarjouslaskentaprossin alkuvaiheeseen tuotteiden massoitteluun. JCAD Kustannuslaskenta -ohjelma puolestaan hinnoittelee JCAD Määrät -ohjelmalla lasketut massat. Kyseiset ohjelmat asennetaan käyttäjän koneelle. Ne lukevat yleisimpiä formaatteja, kuten DWG ja PDF. Kyseessä on siis sähköinen massoittelun työkalu, jonka tavoite on tehostaa massoittelua verrattuna käsin tehtyyn massoitteluun. (Määrälaskenta LVI 2020.)

MagiCAD on tietomalliohjelmisto, joka mahdollistaa nopean massoittelun valmiista DWG-tiedostosta. Ohjelma on integroitu AutoCAD-ohjelmistoalustaan ja sitä käytetään lähtökohtaisesti suunnitteluun. Sen on kehittänyt MagiCAD Group, joka kuuluu kansainväliseen Glodon Group -konserniin. Kun massoittelu on tehty MagiCAD:in avulla, itse hinnan muodostaminen tarjoukselle pitää tehdä jonkin muun ohjelman tukemana. (MagiCAD 2020.)

## 5 Laskentatyökalu IV-urakoinnissa

### 5.1 Haastattelut ja tukimateriaali

Työn merkittävin lähde oli kohdeyrityksen asiantuntijoiden haastattelut ja näitä tukeva materiaali - yrityksessä tehty projektihinnoittelun verkkokysely (Liite 1). Haastattelujen tukimateriaalina käytettiin taulukon 1 mukaista aihiota. Aihio muodostettiin ennen haastatteluita perustuen seuraaviin tekijöihin:

- opinnäytetyön aloituskeskusteluissa työpaikkaohjaajan antama ohjeistus
- yrityksessä tehty projektihinnoittelun verkkokysely
- opinnäytetyön tekijän IV-alalta kertynyt työkokemus
- lähdekirjallisuuden hyödyntäminen.

Taulukko 1. Haastatteluita varten tehty tukimateriaali.

<b>Opinnäytetyön nimi:</b>				
Kustannus- ja resurssihallintatyökalun kehittäminen ilmanvaihtourakoinnin tarjouslaskentaan				
<b>Työn tekijä lyhyt alustus haastatteluun (kuka on, mitä tekee, miksi opinnäytetyö tehdään...)</b>				
<b>Haastattelukysymykset:</b>				
Mitä projektin dataa pitää kerätä?				
Mihin projektin dataa pitää kerätä?				
Miten projektin dataa pitää kerätä?				
Miten kerättyä dataa voidaan hyödyntää tulevilla tarjouskohteissa?				
<b>Tukimateriaalia haastatteluun:</b>				
Urakointikohteen tiedot:				
<u>Kiinteistö:</u>	<u>Neliöt (m<sup>2</sup>):</u>	<u>Menetelmä:</u>	<u>Palopeltijärjestelmä:</u>	<u>IV-ratkaisu:</u>
Toimisto	brutto m <sup>2</sup>	Saneeraus	kyllä	IMS
Päiväkoti	hyöty m <sup>2</sup>	Uudiskohde	ei	VVS
Koulu	suhde (%)		muu?	muu?
<u>Jäähdytys / lämmitysratkaisu:</u>		<u>Muita huomioita:</u>		
Säteilijät/paneeli		Haluttu ilmamäärä		
Puhallinkonvektorit		Huonetilavuus		
Ilmastointimoduulit		Huone lkm		
muu?		IV-koneiden uusinta/huolto?		
		Pinta-ala		
		Tavoiteltu aikataulu		
		Kylmä/lämmin esim. parkkihallissa		
<u>Riskitekijät:</u>	Luokitellaanko vain %-riskilisiä kokemustiedon perusteella?			
	Kohde			
	Aikataulu			
	Muita tekijöitä?			
<u>Tulos / tunnusluvut:</u>	xx	NH/m <sup>2</sup>		
	xx	€/m <sup>2</sup>		
	xx	Projektinhoitovahvuus (hlöä)		
	xx	Työntekijävahvuus (hlöä)		
<u>Oheistieto / tarina:</u>	TES-hinnoittelu...			
	Yms.			

Yrityksessä tehdyssä projektihinnoittelun verkkokyselyssä käsiteltiin osin tarjouslaskennan tilaa ja siihen liittyviä kehitysajatuksia eri näkökulmista. Yhteistä haastateltavilla oli,

että kaikki olivat hyvin kokeneita LVI-alan ammattilaisia ja toimivat joko tarjouslaskennan, projektihinnoittelun tai hankekehityksen työtehtävissä. He toimivat muun muassa tittleillä, kuten Liiketoimintapäällikkö, Hankekehityspäällikkö ja Tarjouslaskenta-asiantuntija.

Tämän työn haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina, jotta pystyttiin keskittymään vain kyseisen yksilön työtehtäviin ja edelleen haastattelun teemoihin kokonaisvaltaisesti. Ryhmähaastattelussa tähän syvälliseen keskusteluun olisi ollut hankala päästä. Työtä varten haastatellut Caverionin asiantuntijat edustivat pääasiassa hankekehityksen aluetta IV-urakoinnissa, kun kaksi haastateltavaa edusti kilpailu-urakoinnin tarjouslaskennan asiantuntemusta. Tämä epätasapaino korjattiin tekemällä useampi haastattelu kyseisiltä kilpailu-urakoinnin asiantuntijoilta.

Haastatteluissa tukeuduttiin edellä mainittuun taulukkoon 1, jonka lisäksi haastattelut vietiin läpi seuraavien teemojen mukaan:

- henkilön oma näkemys tarjouslaskennasta tai projektihinnoittelusta ja sen työvaiheista
- mahdolliset haasteet, puutteet tai virhemahdollisuudet kyseisessä työssä
- dokumentointi ja käytetyt työkalut tarjouslaskennassa tai projektihinnoittelussa
- tehty hinnoittelu versus toteutushinta ja esiintyneet erot
- kehitysideat ja tulevaisuuden näkemys esimerkiksi tietomallin käytöstä tarjouslaskennassa.

## 5.2 Haastattelujen kooste ja vertaus kirjallisuuteen

Yrityksen tarjouslaskennan ja projektihinnoittelun tila laskentaprosessina oli hyvin samantyylinen kuin mitä lähdekirjallisuuden viittauksissa tässä työssä aiemmin tuotiin esiin, varsinkin kun huomioitiin yrityksen itse räätälöimät prosessit. Eroja syntyi enemmänkin dokumentoinnissa, laskentaohjelmissa ja haastateltavien omista työskentelytyyleissä kustannuslaskennan ja hinnoittelun suhteen. Oleelliset ja yksityiskohtaisemmat haastatteluiden syntyneet ajatukset ja niiden konsensus tulevat esiin seuraavassa kappaleessa esitetyissä työn tuloksissa.

Talotekniikka-alan kirjallisuus paljastui tarjouslaskennan suhteen varsin suppeaksi, joten asiantuntijoiden ajatuksia IV-tarjouslaskennasta, projektihinnoittelusta ja työskentelymehodeista verrattuna kirjallisuuteen voidaan tehdä vain suuntaa antavia johtopäätöksiä. Sen sijaan rakennusalaan yleisesti koskien kustannusten luokittelusta, -malleista ja -standardeista löytyi paljon teoretietoa. Usein kustannuksia jaoteltiin aineettomat ja aineelliset kustannukset -perusteella tai muuttuvat ja kiinteät kustannukset -luokittelulla. Aineellisia kustannuksia olisivat esimerkiksi materiaalit, kuten IV-kanava ja aineettomia kustannuksia kyseisen kanavan asennus. Muuttuvia kustannuksia olisi puolestaan esimerkiksi myös kyseinen IV-kanava, mutta myös kyseisen kanavan asennuskustannus. Kiinteitä kustannuksia taas olisi esimerkiksi työnjohdon palkat ja mahdolliset työmaaparakkien vuokrat, jotka pysyvät samana vaikka toiminnan volyyymi muuttuisi.

Haastattelujen jälkeen myös huomattiin, että haastatteluja varten tehty taulukko 1 mukainen aihio oli varsin toimiva ja riittävä, jonka mukaan haastattelut etenivät jouhevasti. Taulukossa 1 esitetyt otsikoinnit ja niiden alakohtaiset jaottelut toimivat riittävän hyvin keskustelun punaisena lankana.

### 5.3 Tulokset

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi miten IV-tarjouslaskentaan kehitettiin tarjouslaskennan avuksi työkalu, miten se rakennettiin ja mitä tuloksia siitä saatiin. Varsinainen laskentatyökalu oli Excel-pohjainen, joten sen esittely on tehty kuvakaappauksien, selitteiden ja taulukoiden avulla. Tuloksien esittelyssä käytetyt euromääräiset luvut olivat fiktiivisiä, mutta ne pyrittiin pitämään lähellä markkinahintaa, jotta kustannuksien vaikutus olisi lukijalle realistinen.

#### 5.3.1 Laskentatyökalun lähtödata

Caverionissa oli IV-urakoinnista historiatietoa ja dataa paljon hyödynnettäväksi. Kyse oli enemmänkin, miten sitä voitiin hyödyntää ja mikä tieto oli jo vanhentunutta. Lähtökohtaisesti 3-4 vuotta vanhat IV-urakat ja niistä saatava tieto oli vielä relevanttia, ja myös mää-

rällisesti tietoa oli riittävästi kyseiseltä aikaikkunalta. Työkalun myöhemmässä kehitystyössä tämän historiatiedon analysointi, jaottelu ja hyödyntäminen koettiin perustana tässä työssä kehitettävälle työkalulle.

Työn rajaustiedoissa tuotiin esiin, että työssä keskitytään kustannuksiin ja resurssilaskentaan, jotka koituvat työstä ja materiaaleista. Tarkemmin ottaen tällä tarkoitetaan seuraavia asioita:

- materiaalien kustannus tulee suoraan niiden hankintahinnoista
- resurssilaskenta koostuu asennettavien IV-materiaalien määrästä, massalaskennan tuloksesta, joiden perusteella lasketaan TES:n mukaiset normitunnit, jolloin saadaan tieto tarvittavista resursseista eli asentajien määrästä.

Jäljempänä työn tuloksissa esitetään miten edellä mainitut materiaalikustannus ja normitunnit ilmentävät tarjouslaskennan tulosta ja mitä johtopäätöksiä niistä on tehtävissä.

Laskentatyökalun kehittäminen tehtiin siis yhdessä yrityksen hankekehityksen ja tarjouslaskenta-asiantuntijoiden kanssa, koska tavoitteena oli, että kyseinen työkalu hyödyttäisi mahdollisimman laaja-alaisesti yrityksen IV-tarjouslaskentaa ja projektihinnoittelua. Tästä syystä joidenkin asiantuntijoiden mielestä työkalussa oli liikaa ja joidenkin mielestä liian vähän esimerkiksi lähtötietoja tai lopputuloksena syntyviä avainlukuja. Työkalun kehittämisessä toki pyrittiin konsensukseen edellä mainittujen tavoitteiden suhteen. Kehitettävän työkalun ei ollut tarkoitus jäädä tässä työssä kehitettyyn tilaan, vaan tarkoitus oli työkalun jatkuva kehitys haluttuun suuntaan sen käytön mukaisesti.

Koska kyseessä oli erilaisiin datalähteisiin ja numeeriseen lähtötietoon perustuvan työ, koettiin sen kehitystyön parhaiten toimivaksi alustaksi Excel-taulukkolaskentaohjelmisto ainakin ensivaiheessa. Tulevissa kehitysversioissa olisi sitten valittavana joko markkinoilta tai talon omaan jo olemassa olevaan järjestelmään istuva tai räätälöitävä työkalu, joka mahdollisesti hyödyntäisi tietovarastoa pilvestä ja niin edelleen toteutettavaa implementointia (katso laskentaohjelmia luku 4.6).

### 5.3.2 Laskentatyökalun rakenne

Laskentatyökalua lähdettiin aluksi ideoimaan ja kehittämään Excel-pohjaisena, ja toiseksi Excel-muotoon jäi myös työkalun viimeisin kehitysversio. Laskentatyökalu rakenne koostui erilaisista syöttötauluista. Taulukossa 2 havainnollistettiin laskentatyökaluun syötettävät projektitiedot. Laskentatyökalussa hyödynnettiin Excelin perustekniikoita, kuten alavetovalikoita ja erilaisia funktioita. Taulukon 2 alaosaan koostetut ryhmittelyt ovat juuri näitä Projektitiedot-osion syöttötietojen alavetovalikoista avautuvia vaihtoehtoja, kuten Sopimustyyppi ja Rakennusluokitus. Työkalun kehityksessä oli parempi kerätä alusta alkaen mieluummin liikaa kuin liian vähän tietoja. Näin tehtiin syystä, että olisi helpompi myöhemmässä vaiheessa karsia epärelevantit tiedot kuin lisätä niitä. Taulukon 2 projektitiedoissa sijaintitieto ja säävyöhyke olivat merkittäviä rakennusluokituksen ja projektityypin ohella, sillä ne toivat suoran vaikutuksen esimerkiksi hankkeen kustannuksiin. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

Taulukko 2. Laskentatyökalun syöttötiedot projektitietojen osalta.

<b>Caverion</b>		
<b>Projektitiedot</b>		=syöttötieto
Kohde	Koulukeskus1	
Paikkakunta	Helsinki	
Osoite	Umpikuja 9	
Tarjousnumero	12345	
Säävyöhyke *	I	
Vastuuhenkilö 1	Antti Lehonmaa	
Vastuuhenkilö 2	Matti Meikäläinen	
Asiakas	Kouluyhtymä Oy	
Pääurakoitsija	YIT Oyj	
Projektityyppi	Uudisrakentaminen	
Sopimustyyppi	KVR (kumppanuushanke)	
Rakennusluokitus	H Opetusrakennukset	
Status	Voitettu/Rakenteilla	
Hanke/tarjous alkaa	5/2019	
Hanke/tarjous päättyy	3/2020	
<u>Sopimustyyppi</u>	<u>Rakennusluokitus</u>	<u>Status</u>
Elinkaarimalli	A Asuinrakennukset	Laskennassa
TATE-PJU (IPT)	B Vapaa-ajan asuinrakennukset	Voitettu/Rakenteilla
Tavoite/Katto	C Liikerakennukset	Voitettu/Ylläpidossa
Laskutyöurakka	D Toimistorakennukset	Hävitty
Allianssi	E Liikenteen rakennukset	
Jaetut urakat (kilpailu-urakat)	F Hoitoalan rakennukset	<u>Säävyöhykkeet</u>
KVR (kumppanuushanke)	G Kokoontumisrakennukset	I
Rakennusliike-KVR (aliurakka)	H Opetusrakennukset	II
	J Teollisuusrakennukset	III
<u>Projektityyppi</u>	K Varistorakennukset	IV
Uudisrakentaminen	L Palo- ja pelastustoimen rakennukset	
Korjausrakentaminen	M Maatalousrakennukset	
Korjaus- ja uudisrakentaminen	N Muut rakennukset	



\* Säävyöhykkeet I-IV

Asiantuntijoiden haastatteluista selvisi myös, että projektitietojen ohella hankkeesta on hyvä kirjata ylös oleellisia tietoja, kuten bruttoneliöt, kokonaistuloilma ja IV-koneiden lukumäärä. Lisäksi hyvä tietää -asioita, kuten kerrosten, neuvotteluhuoneiden ja luokkien lukumäärä, että myös käyttäjien lukumäärä koettiin tarpeelliseksi mahdollisia myöhempiä analyysejä varten. (Insinööriyön haastattelut 2020.) Nämä tiedot koostettiin taulukon 3 mukaisesti.



Taulukko 3. Laskentatyökalun syöttötiedot rakennustietojen, IV-tekniikan ja rakennuksen käyttäjätietojen osalta.

<b>Rakennustiedot ja IV-tekniikka</b>	
Rakennuksen tilavuus, $\text{m}^3$	28 000
Bruttoneliöt, $\text{brm}^2$	8 000
Kokonaistuloilma, $\text{m}^3/\text{s}$	27,8
Ilmamäärä l/s per $\text{brm}^2$	3,5
IV-tuloilmakoneet, lkm	10
IV-poistoilmakoneet, lkm	10
Kerrostien lkm	5
Neuvotteluhuoneet, lkm	8
Luokat, lkm	30
Puhallinkonvektorit, lkm	0
Ilmastointimodulit, lkm	120
<b>Käyttäjätiedot</b>	
Henkilökunta, lkm	40
Oppilaat, lkm	100
Lapset, lkm	40
Käyttäjät, lkm yhteensä	180

Laskentatyökalussa haluttiin myös kertoa kohteen erikoisjärjestelmistä taulukko 4:n mukaisesti. Oliko esimerkiksi koulun teknisissä luokissa purunpoistoa, tuliko kohteeseen kuuma- vai valmisruokakeittiö ja edelleen keittiön huuvat ja rasvanpoiston lämmöntalteenoton eli LTO valinta: Esimerkiksi markkinoilla olevat neulalämmönsiirtimiä hyödynnettävä Retermia tai muu LTO-systeemi (Retermia 2020). Haastatteluissa tuli myös esiin, että vapaa sanallinen kuvaus kohteesta on tarpeen, jotta saa kohteen erikoispiirteet ja -järjestelmät kuvattua paremmin. Samaan taulukkoon kuvattiin huomautuskenttään eri käyttäjiä varten esimerkiksi mitä tietyt euromäärät ja lukumäärät pitävät sisällään. (Insinöörihaastattelut 2020.)

Taulukko 4. Laskentatyökalun syöttötiedot erikoisjärjestelmissä ja vapaa sanallinen lisätieto kohteesta.

<b>Erikoisjärjestelmät</b>		
<input type="checkbox"/> Parkkihalli/ autopaikat, lkm	Retermia	
<input type="checkbox"/> Kuumakeittiö		
<input checked="" type="checkbox"/> Valmisruokakeittiö		
<input checked="" type="checkbox"/> Keittiön huuvat		
<input checked="" type="checkbox"/> Keittiön rasvapoiston LTO		
<input type="checkbox"/> Keittiön ilmanvaihtokatto		
<input type="checkbox"/> Koneellinen savunpoisto		
<input type="checkbox"/> Vakioilmastointikonejärjestelmä		
<input type="checkbox"/> Oviverhokoneet		
<input type="checkbox"/> Kiertoilmakoneet		
<input type="checkbox"/> Split-järjestelmät		
<input checked="" type="checkbox"/> Purunpoistojärjestelmä		
<input type="checkbox"/> Keskuspölynpoistojärjestelmä		
<input checked="" type="checkbox"/> Siivouspisteet, lkm		44
<input checked="" type="checkbox"/> Liikuntasali		
<b>Lisätieto kohteesta:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haluttu ilmanvaihtoratkaisu on IMS-pohjainen</li> <li>- Koulussa liikuntasali sis. korkeus 9 m.</li> <li>- Palopeltien ohjauskeskus jyvitetty palopeltien hintaan.</li> <li>- Alapohja ja ullakotilat alle 0,9 m.</li> <li>- Eristyshinta hinnoiteltu itse.</li> <li>- Puhtausluokka P1</li> </ul>		
<p>Taulukon laskelmissa ei ole mukana seuraavia tekijöitä:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rahti</li> <li>• Nostotyöt</li> <li>• Suunnittelutyö</li> <li>• Työnjohdon kustannus</li> <li>• Voittomarginaali</li> <li>• Riskilisä</li> </ul> <p>Taulukossa on tiettyjä osa-alueita ylimääräisenä tietona tilastointia varten ja optiona myöhempää kehitystyötä ajatellen.</p> <p>Huom! Taulukon laskelmien kohdetiedot ovat anonyymejä.</p>		

Laskentatyökaluun haluttiin myös taulukko, josta näkisi kohteen kustannuksien, materiaalien ja resurssien avulla laskettuja tuloksia tarjouskohteen eri osa-alueista, kuten liikuntahalli. Taulukko 5 rakennettiin tähän tarkoitukseen. Kyseistä menetelmää kutsuttiin pistehinnoitteluksi, ja se oli ollut käytössä hankekehityksessä jo kauan aikaa. Jyvitystapoja kustannusten ja lukumäärien suhteen oli toki valittavana useita. Tässä tapauksessa jako suoritettiin IV-koneiden palvelualueiden suhteen. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

Taulukon 5 tuloksista henkilöresurssikäyttöä kuvaava normituntien (NH) määrä per kohteen bruttoneliometriä (brm<sup>2</sup>) kohden tai ilmanvirta (l/s) per päätelaitetta kohden olivat monen haastateltavan mukaan relevantteja avainlukuja tarjouslaskennassa (Laskentatyökalan tulokset on kokonaisuudessaan esitetty seuraavassa luvussa). Taulukkoon 5 lisättiin myös kaavatulkki eli himmennetyt tekstit kertomaan miten saadut luvut koostettiin. Taulukko 5 on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

Taulukko 5. Laskentatyökalan tuloksia (Insinööriyön haastattelut 2020).

<b>Caverion</b>						
<u>Kaavatulkki:</u>						
Tuloilma m <sup>3</sup> /s	Tulo- ja poisto (l/s)	Kaikki materiaali, €	IV-kone, €	NH yht. lkm	NH, lkm yht.	
	päätel. lkm	m <sup>3</sup> /s	Tulo- ja poistoilma m <sup>3</sup> /s	brm <sup>2</sup> , lkm		
	Tuloilma	l/s	€	€	NH	NH
Kohde:	m <sup>3</sup> /s	päätel. lkm	m <sup>3</sup> /s	IV-kone	brm <sup>2</sup>	kaikki
Koulukeskus1			yht	m <sup>3</sup> /s	yht	
H306 opetus itäsiipi	4,6	74	14 910 €	2 081 €		875
H305 esikoulu	2,5	79	16 447 €	2 081 €		564
H310 opetus eteläsiipi	2,9	79	16 400 €	2 081 €		599
H304 päiväkot	2,1	75	16 675 €	2 081 €		457
H301 aula ruokala	2,3	50	14 131 €	2 081 €		408
H302 valmistuskeittiö	3,4	620	24 824 €	3 079 €		406
H303 liikuntahalli	2,7	79	10 847 €	2 081 €		338
H309 hallinto	1,3	51	19 262 €	2 081 €		365
H307 tekninen työ	1,8	92	18 088 €	3 079 €		296
H308 pukuhuone ja sos	4,2	40	14 243 €	3 079 €		992
<b>koko koulu:</b>	<b>27,8</b>	<b>71</b>	<b>16 401 €</b>	<b>2 417 €</b>	<b>0,66</b>	<b>5301</b>

### 5.3.3 Laskentatyökalun tulokset

Edellisessä luvussa 5.3.2. esitettiin laskentatyökalun erilaiset syöttötaulut, joihin urakan oleelliset lähtötiedot syötettiin. Näitä tietojen hyödynnettiin Excel-tekniikan avulla tulosten saamiseksi. Laskentatyökalun tulokset muodostuivat seuraavista tekijöistä:

- euromääräiset materiaalin ja työn kustannukset
- työn resursointi normituntien avulla
- näistä johdetut avainluvut.

Seuraavana esitetty Seuraava taulukko 6 tehtiin havainnollistamaan kehitetyn laskentatyökalun tuloksia (Insinööriyön haastattelut 2020). Siinä kolme ensimmäistä kohtaa havainnollistavat juuri näitä työn tuloksen osa-alueita. Taulukossa näytettiin myös teoriaosuuden esitetty (ks. luku 5.2) kustannusten luokittelu aineettomat ja aineelliset sekä muuttuvat ja kiinteät kustannukset, ja se, miten ne asettuivat työn tuloksiin.

Taulukko 6. Laskentatyökalun tuloksia - kustannusten ja resurssien jakautumisen havainnointi

Kustannusten ja resurssien jakautuminen ja selitteet					
	Kustannuslaji:	Määrä / selite:	Avainluku:		
1.	Materiaalikustannukset	Kohteen mukaan	Materiaalikustannus €/brm <sup>2</sup>		Aineelliset kustannus
	IV-koneet		Materiaalikustannus €/m <sup>3</sup> /s		
	Erikoiskoneet		Materiaalikustannus €/päätelaite		
	Savunpoistopuhaltimet		IV-konehinta €/m <sup>3</sup> /s		
	kanava(pyör)+osat		Kanavapotti €/m <sup>3</sup> /s		
	kanava(kant)+osat		Osuus urakassa (%)		
	Päätelaitteet + kanavavarusteet				
2.	Työkustannukset	NH (=normitunti)	Asennusresurssi NH/brm <sup>2</sup>	Muuttuva kustannus	Aineettomat kustannus
	Alueittain TES:n mukaan	- Määrä materiaaleista	Osuus urakassa (%)		
		TES:n mukaan.			
		- NH:n hinta sovitaan hinnanmäärityksessä.			
3.	Alihankintakustannukset	Kohteen mukaan	Osuus urakassa (%)		Aineettomat kustannus
	Eristystyö				
	IV-säätötyö				
	Nuohoustyö				
	Paine- ja tiiveyskoetyö				
Suunnittelu					
4. optio	Aputyöt	Kohteen mukaan	Osuus urakassa (%)		Aineettomat kustannus
		Siivous			
		Logistiikka			
		Nostotyö			
5. optio	Projektinhoito	Kohteen mukaan	Osuus urakassa (%)	Kiinteä kustannus	
		Uudiskohde	4-6%		
		Saneeraus	6-12%		
		Open book	10-12%		

Taulukossa 6 esitettiin myös kaksi optioksi merkattua osa-aluetta, koska ne tulivat asi-  
antuntijoiden haastatteluissa esiin: kohta 4 Aputyöt ja kohta 5 Projektinhoito. Nämä tuo-  
tiin havainnollistamaan mahdollista seuraavaa kehitysaskelta laskentatyökalussa, sillä  
niiden osuus urakkahinnassa oli merkittävä. Logistiikka sisälsi tässä tapauksessa sekä  
haalauksen että mahdolliset rahtikustannukset, ja nostotöihin lukeutui esimerkiksi nos-  
turin tilauskustannukset. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

Taulukon 6 Projektinhoito optiosta mainittakoon, että se arvioitiin aina tapauskohtaisesti  
laajuus- ja työmääräarviona. Siitä voitiin kuitenkin antaa ajansaatossa havaitut hankkeen  
kustannuksiin suhteutetut seuraavanlaiset jakaumat riippuen kohteen koosta:

- Uudiskohde 4-6%,
- saneeraus 6-12% ja
- open book 10-12%, joka tarvitsi suhteessa enemmän projektinhoitoa. (In-  
sinööriyön haastattelut 2020.)

Seuraavassa taulukossa 7 esitetään materiaali-, työ- ja alihankintakustannukset sekä  
niiden eri kustannustekijät. Alla olevassa luettelossa on materiaalikustannukset kuvattu  
tarkemmin:

- IV-koneet  
Laskelmassa olivat mukana sekä tuloilma- että poistoilmakoneet sisältäen  
koneisiin kuuluvat oheismateriaalit, kuten puhaltimet, suodattimet ja ää-  
nenvaimentimet ja lämmöntalteenotto pois lukien taajuusmuuttajat.
- Erikoiskoneet  
Laskelmassa huomioitiin valmistuskeittiön ja koulun teknisen luokan purun-  
poiston IV-koneet tai huippuimurit.
- Savunpoistopuhaltimet  
Tässä urakassa ei ollut savunpoistoa. Siksi myös arvona oli 0 €.
- Kanava(pyöreä) + osat  
Laskelmassa tarkoitettiin pyöreää kierresaumakanavaa, jossa olivat mu-  
kana osat, kuten lähtökaulukset, kulma- ja muuntoyhteet.
- Kanava(kantti) + osat  
Laskelmassa tarkoitettiin kantikasta kanavaa, jossa olivat mukana osat, ku-  
ten lähtökaulukset, kulma- ja muuntoyhteet.

- Päätelaitteet + kanavavarusteet

Päätelaitteet olivat laskelmassa tulo- ja poistoilmaventtiilit. Kanavavarusteita olivat erilaiset ilmamäärien säätölaitteet, kuten perus säätöpelti, vakioilmavirtasäädin ja ultraäänitoiminen ilmavirtasäädin.

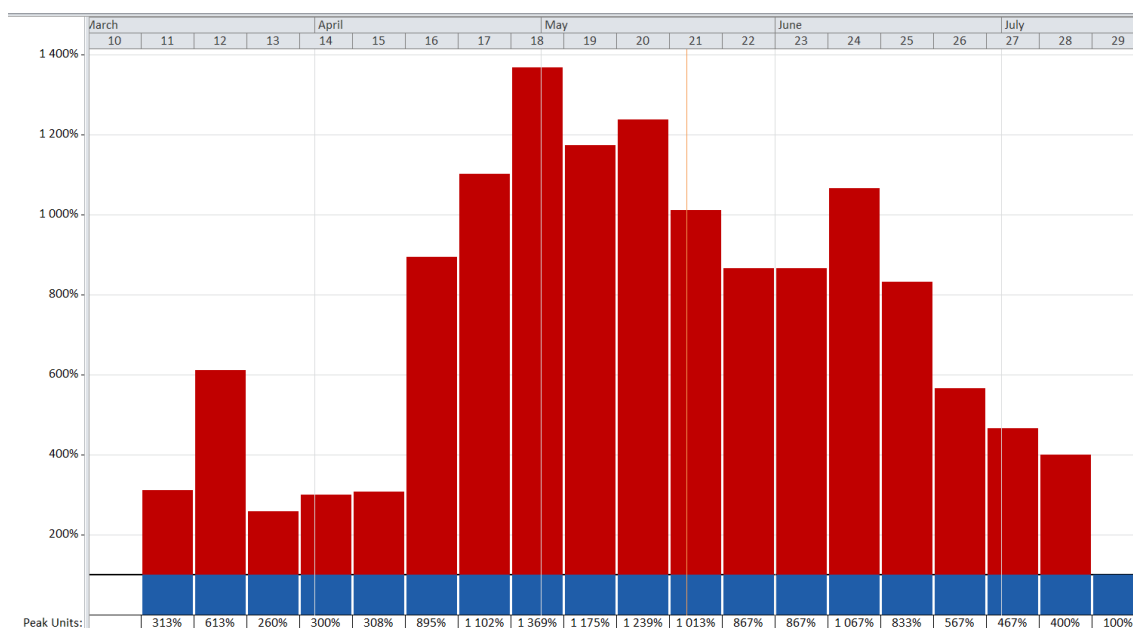
Taulukko 7. Laskentatyökalun euromääräiset tulokset

<b>Materiaalikustannukset</b>	
IV-koneet	134 565 €
Erikoiskoneet	22 100 €
Savunpoistopuhaltimet	0 €
Kanava(pyör)+osat	89 780 €
Kanava(kant)+osat	25 402 €
Päätelaitteet + kanavavarusteet	184 761 €
Materiaalit yhteensä	456 608 €
<b>Työkustannukset</b>	
Asennustyö, NH	5 301
Asennustyö, €/NH	38,5 €
Asennustyö yhteensä	204 074 €
<b>Alihankintakustannukset</b>	
Eristystyö	142 000 €
IV-säätötyö	22 000 €
Nuohoustyö	16 000 €
Suunnittelu	41 000 €
Paine- ja tiiveyskoetyö	4 900 €
Alihankinta yhteensä	225 900 €
<b>Total kustannus (Materiaali+työ+alihankinta)</b>	
	<b>886 582 €</b>

Taulukon 7 työkustannukset muodostuivat urakan asennustyöhön suunnitelluista henkilöresursseista eli normituntien määrästä, joka kerrottiin kohdeyrityksen normituntin hinnalla, ja näin saatiin työn kustannus Caverionin omalle työlle pois lukien alihankinta. Normituntien määrän muodostuminen tuotiin esiin työn teoriassa (ks. luku 4.4.2).

Edellä esitetyn taulukko 7:n kolmas osio oli alihankintakustannukset. Niiden kustannukset perustuivat yleensä saatuihin hankekohtaisiin tarjouksiin, ja ne tuli syöttää sellaiseen kyseisiin kohtiin. Näin saatiin laskentatyökalun täysimääräiset tulokset euroina kyseisestä hankkeesta huomioiden materiaali, työ ja alihankinta.

Normituntien määrän jakautumisen visualisoinnissa ajallisesti urakkaan nähden yrityk- sessä oli käytössä Microsoft Project -ohjelma, joka otettiin myös tämän työn laskenta- työkalun käyttöön visualisoimaan normituntijakaumaa. Kuvassa 4 havainnollistetaan, mi- ten normitunnit yleensä jakaantuvat urakan aikaikkunaan. Kuvassa 100% vastaa yhtä työntekijää, joten huhti-toukokuun vaihteessa maksimi määrä oli noin 13 työntekijää. Kyse oli laskennallisesta määrästä, jota piti tulkita työmaakohtaisesti. Kuvaajasta voitiin helposti havaita mahdolliset poikkeamat, jotka oli aina syytä tutkia ja tiedostaa.



Kuva 4. Normituntien määrän jakautuminen hankkeessa.

Laskentatyökalun ajatus oli, että se toimisi myös tallennusalustana uusille projekteille, jolloin ajan saatossa kertyisi dataa, ja siitä edelleen voisi tehdä herkkyysanalyysjä eri- laisilla vertailu- ja tunnusluvuilla. Näin koettiin myös tuloksissa esitetyt tunnusluvut eli laskennan avainluvut, jotka havainnollistettiin taulukkoon 8. Kyseiset avainluvut koettiin niin sanottuina vakioina tai referensseinä, jolloin niitä voisi myös vertailla tulevien hank- keiden avainlukuihin. Juuri näiden vakioiden avulla koettiin, että IV-urakoinnin tarjous- laskentaa ja projektihinnoittelua kyettäisiin nopeuttamaan muun muassa relevantin ver- tailutiedon avulla, kunhan tietoa saataisiin ensin tallennettua vanhoista hankkeista. Sama näkemys vallitsi sekä kilpailu-urakoinnin kuin myös hankekehityksen asiantuntijoi- den keskuudessa. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

Taulukko 8. Laskentatyökalun tulokset tunnuslukujen osalta.

<b>Avainluvut</b>	Tämä kohde:	Aiemmat kohteet keskiarvo:	Ero (%)
Total €/brm <sup>2</sup>	110,8	105,0	5 %
Materiaalikustannus €/brm <sup>2</sup>	57 €	55 €	4 %
Materiaalikustannus €/m <sup>3</sup> /s	16 401 €	17 900 €	-9 %
Materiaalikustannus €/pääteleite	579 €	590 €	-2 %
IV-konehinta €/m <sup>3</sup> /s	2 417 €	2 260 €	6 %
Kanavapotti €/m <sup>3</sup> /s	6 649 €	6 550 €	1 %
Asennusresurssi NH/brm <sup>2</sup>	0,66	0,61	8 %
l/s per brm <sup>2</sup>	3,5	3,4	2 %
l/s per pääteleite	71	65	8 %
Materiaalin osuus urakassa (%)	52 %	52 %	-1 %
Alihankinnan osuus urakassa (%)	25 %	15 %	41 %
Työn osuus urakassa (%)	23 %	24 %	-4 %
<i>Taulukon lukuohje:</i>			
<i>"Materiaalikustannus" on kaikkien materiaalien kustannus yhteensä</i>			
<i>"m<sup>3</sup>/s" tarkoittaa tuloilmamäärää poislukien IV-konehinta -tuloksessa, jossa huomioitu tulo- ja poistoilma.</i>			
<i>"l/s per pääteleite" -avainluvussa huomioitu tulo- ja poistoilman summa.</i>			

Taulukko 8:n avainluvut olivat haastattelujen perusteella hankkeen yleisimpiä tai seuraavimpia avainlukuja. Myöhemmin työkalun jatkokehityksessä niitä oli toki lupa muuttaa. Myös taulukossa olevat harmaalla merkatut numerot eli *Aiemmat kohteet keskiarvo* -sarake havainnollistettiin mahdollista myöhempää kehitystyötä varten. Lisäksi *Ero (%)* -sarakeessa laskettiin %-erot avainlukujen arvoille. Jos ero oli kuusi prosenttia tai enemmän, solu maalattiin punaiseksi havainnon paremmaksi erottumiseksi.

Taulukon 8 avainlukuista ehkäpä klassisin, todennäköisesti alan muissakin kilpailevissa yrityksissä tarjouslaskennassa käytetty vakio oli Materiaalikustannus €/brm<sup>2</sup>. Kyseinen luku olikin varmasti yleispätevä antamaan suuntaa hankkeen kustannuksista, mutta sen tulkinnassa tuli olla huolellinen. Esimerkiksi kyseisessä luvussa huomioitiin kohdehankkeen kaikki alueet, myös nekin, jotka jätettiin niin sanotuille raakapinnoille. Näin tehtiin vaikkapa, jos tulevan vuokralaisen tahtotila ei ollut vielä selvillä tai vuokralainen ei ollut tiedossa. Näin ollen kyseinen avainluku olisi näyttänyt todellista pienempää kustannusta.



Tätä pätevämpi avainluku oli esimerkiksi Materiaalikustannus €/pääteleite, johon ei jäänyt tulkinnan varaa, koska luku huomioi asennetut todelliset materiaalit euroissa jaettuna asennetuilla todellisilla päätelaitteilla. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

Edellisen taulukon avainluvuista relevanttina avainlukuna koettiin myös Kanavapotti €/m<sup>3</sup>/s. Siinä laskettiin materiaalikustannus kaikista kanavista varusteineen, joita olivat:

- IV-kanavat mukaan lukien kantti- ja pyöreät kanavat
- kanavavarusteet esim. IMS, säätöpellit ja palopellit
- eristystä ei huomioitu eikä päätelaitteita.

Tämä potti jaettiin tuloilmalla m<sup>3</sup>/s. Kyseinen avainluku jätti vain vähän tulkinnan varaa ja oli siten relevantti luku. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

Mainittakoon vielä klassisena avainlukuna kohteen henkilöresursseista kertova Asennusresurssi NH/brm<sup>2</sup>. Tämä koettiin tärkeänä avainlukuna, tosin sitä koski samat haasteet ja luvun relevanttiutta vesittävät tekijät kuin mitä edellä tuotiin esiin Materiaalikustannus €/brm<sup>2</sup> -avainlukuun liittyen. Muita yleispäteviksi valittuja avainlukuja olivat l/s per brm<sup>2</sup> ja l/s per pääteleite. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

#### 5.4 Tietomallin hyödyntäminen

Työssä asiantuntijoiden haastatteluissa heiltä kysyttiin myös näkemys tietomallin käytöstä tarjouslaskennassa ja sitä, miten tietomallia olisi mahdollista hyödyntää ilmanvaihtourakoinnin tarjouslaskentaan ja projektihinnoitteluun. Haastateltavien asiantuntijoiden keskuudessa vallitsi melko samanlainen näkemys ja tietämys erilaisten tietomallien käyttöä kohtaan, joskin kukaan heistä ei käyttänyt tietomallintavaa työkalua työssään ainakaan aktiivisesti. Haastateltavien mukaan tietomallit eivät olleet vielä laajassa käytössä myöskään yrityksen ulkopuolella vastaavissa käyttötarkoituksissa. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

Yrityksen hankekehitys-asiantuntijoiden laskemissa projektihinnoissa KVR-tyylisissä hankkeissa lähtötiedot olivat yleensä vain arkkitehdin suunnitelmat, ollen kyseessä sitten

joko uudis- tai saneerauskohteeseen. Näin ollen oli siis selvää, ettei näihin kohteisiin tietomallia olisi voinutkaan hyödyntää. Sen sijaan niin sanotussa peruslaskennassa, esimerkiksi kilpailu-urakoiden tarjouslaskennassa, jossa valmiista massaluetteloista muodostettiin tarjoushinta, tietomallinnuksen olisi koettu tarjoavan laskijalle nopeutta ja tarkkuutta laskentaan. Vastaava mahdollisuus nähtiin allianssihankeissa, joissa tavoitehinta määriteltiin kehitysvaiheen jälkeen. Tämä tosin olisi edellyttänyt myös optimaalista tilannetta, jossa suunnitelmat olisi kehitysvaiheessa tehty niin pitkälle, että niistä saisi massalaskelmat. (Caverion projektihinnoittelu verkkokysely 2019; Insinööriyön haastattelut 2020.)

Caverionissa tietomallinnuksen hyödyntäminen teki siis vielä tuloaan laajempaan käyttöön ja se herätti myös kehitysajatuksia. Yrityksen erään hankekehitysasiantuntijan näkemyksen mukaan oli mahdollista rakentaa jo tehdyistä tietomalleista eräänlainen yleismalli, johon syöttämällä vain vähän muuttujia saataisiin kohteesta tuloksena valmis hinta ja kuvat. Tämän tyylinen mallintava kehitysaihe myös kuulemma kehitettiin jo kauan aikaa sitten, mutta se ei sittemmin saanut hyväksyntää toimimattomuutensa tai riittämättömän skaalautumiskykynsä vuoksi. (Caverion projektihinnoittelu verkkokysely 2019.)

Kaikki haastatellut asiantuntijat kuitenkin tunnistivat tietomallien potentiaalin, ja niille nähtiin myös toiminnan edellytyksiä erityisesti tulevaisuudessa. Yhden näkemyksen mukaan tietomallin käyttö olisi ollut järkevää, sillä edellytyksellä, että kohteen rakenteet olisivat tiedossa. Näin ollen kohteen tekniikka olisi voitu mallintaa sijoittamalla se rakennuksen sisälle. Tästä olisi edelleen voitu nähdä esimerkiksi asennuksen ristiriidat ja muut haasteet. Tietomalli nähtiin myös mahdollisesti hyödylliseksi suunnitelmien kustannustehokkuustarkastelussa, jos suunnitelmat olivat tietomallinnettavissa, ja samoin mahdollisesti hyödylliseksi jälkilaskennassa toteutusbudjettia varten. Myös toteutuksen ohjauksessa tietomalli olisi ollut varsin hyödyllinen. (Caverion projektihinnoittelu verkkokysely 2019; Insinööriyön haastattelut 2020.)

Työhön haastatellun kohdeyrityksen ulkopuolisen LVI-suunnittelijan näkemyksen mukaan tietomallin hyödyntämisessä oli toki paljon potentiaalia, ja hän myös yhtyi edellä kerrottuihin yrityksen asiantuntijoiden näkemyksiin tietomallin käytön haasteista:

Tietomallin hyödyntäminen vaatisi erityisesti enemmän yhteistyötä arkkitehtien ja suunnittelijoiden kesken ja sikäli kulttuurin muutosta. Jos näin tapahtuisi, olisi se hyvä asia, jolloin näkisi nopeasti muun muassa ristiriidat eri aselajien suhteen, kuten IV, sähkö ja putki. (Frisk 2020).

Sujuvan mallinnuksen edellytyksenä nähtiin, että suunnittelijat tekisivät huolellista työtä, mitä tänä päivänä valitettavasti ei useinkaan ollut mahdollista ajanpuutteen ja muiden syiden takia.

## 5.5 Tulosten analysointi ja pohdinta

Edellä esitetyt tulokset olivat niin sanottu kultainen keskitie, jonka haastateltavat asiantuntijat toivat esiin, ja jota muu taustatieto ja työn tekijän tulkinta olivat tukemassa. Näiden esitettyjen tulosten avulla käytiin myös vaihtoehtoisia tapoja ja jatkokehitysajatuksia läpi. Yksi niistä havainnollistetaan kuvaan 5. Siinä nähdään hankkeen kokonaiskustannus muuten samalla tavoin kuin edellä esitetyissä työn varsinaisissa tuloksissa, mutta sillä poikkeutuksella, että materiaalikustannukset, kuten myös normituntien eli NH lukumäärä kerrotaan tietyllä vakiohintakertoimella. Tämä vakiohintakerroin muodostettaisiin jo tehtyjen hankkeiden dataa hyväksikäyttäen laskemalla sieltä kyseiset vakiot. Kokonaissummana tästä muodostuisi hankkeen kokonaiskustannus. Muut erät, kuten riskilisä ja kate voitaisiin lisätä myös hankkeen hinnanmäärittelyn yhteydessä. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

<p>Materiaalikustannus € x materiaalihintakerroin (= esim. 1,2 sis. rahti, haalaus, nostotyö)  + NH lkm x NH hintakerroin (= esim. 45-70 €/NH)  + Alihankintatyöt</p> <hr/> <p>Hankkeen kokonaiskustannus</p>
---

Kuva 5. Laskentatyökalun tulosten vaihtoehtoinen esitystapa

Tämä menetelmä materiaalikustannusten suhteen olisi toki edellyttänyt huolellista perehtymistä itse dataan, sen luotettavuuteen, ja että kyseinen data olisi muodostettu keskenään samanlaisista kohteista. Samat edellytykset datan suhteen olisivat koskeneet

myös normituntien hintakerrointa määrittäessä, joskin asiantuntijoiden mukaan normituntin hinta oli hyvin hankekohtainen, jolloin tulokinnan varaa olisi mahdollisesti syntynyt liiaksi. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

Myös normituntien allokoinnissa huomattiin ja ideoitiin useita erilaisia laskentatapoja seuraavien kysymysten saattamana:

- Voidaanko muodostaa normituntien määristä vakioita samanlaisten hankkeiden kesken?
- Onko muita fiksuja ohjelmia kuvaamaan normituntien ajallista jakautumista kuin MS Project?
- Voidaanko muodostaa vakioita normituntien ajallisesta jakautumista tietynlaisissa hankkeissa?

Näiden kysymysten johdattamana pohdittiin erilaisia tyylejä ja vaihtoehtoja tuloksissa esitetyn ratkaisun lisäksi. Kuitenkin normituntien käyttäytyminen varsinkin saneeraus-hankkeissa oli joskus hyvin vaihtelevaa. Sen sijaan uudiskohteissa niistä olisi ollut mahdollista saada data-analyysin avulla tiettyjä vakioita ja mallinnuksia tuloksina, mikä samoin kuin edellisten hintakertoimien analysoinnissa olisi edellyttänyt huolellista historiatietojen analysointia. (Insinööriyön haastattelut 2020.)

Edellä esitetyistä tuloksista olisi ollut mahdollisuus tehdä Excel-tekniikoita hyödyntäen erilaisia herkkyyksianalyyskejä sen jälkeen, kun vähintään useampi hanke olisi syötetty tulosten osoittamalla tavalla kehitettyihin Excel-taulukoihin. Näitä olisi ollut esimerkiksi:

- yleisesti erilaiset vertailut erityisesti taulukon tuloksien kesken
- paikkakuntien kesken
- diskonttaus ja muut mahdolliset nykyarvolaskennat vanhoista hankkeista
- normituntien allokointi kohteelle edellä esitetyn kuvan 4 mukaisesti
- työn optio-osuuteen määritellyt projektinhoitokustannukset
- aputyöt alaryhmineen.

Näin olisi varmasti myös mallinnettukin, mutta kyseinen mallintava tyyli oli kehitteillä kohdeyritykseen tehtävässä diplomityössä, joten se osa-alue jätettiin tästä työstä pois päällekkäisyyksien ja työn laajuuden karsimiseksi.

Tietomallinnus oli kohdeyrityksessä menetelmä, jota ei vielä juurikaan käytetty hinnoittelun apuna, mutta varmasti oli vain ajan kysymys, kun se tulisi ottaa käyttöön jo pelkätään liiketaloudellisista ja kilpailullisistakin syistä. Tietomallinnus olisi omiaan myös helpottamaan ja nopeuttamaan projektihinnoittelua, sujuvoittamaan työmaalla toteutusvaiheen seurantaa ja niin edelleen.

Kohdeyrityksessä ja alalla yleisesti tänä päivänä kiinnitettiin erityishuomioita työturvallisuuteen, koska sillä oli suora yhteys yrityksen imagoon ja edelleen kilpailutilanteessa etulyöntiasemaan, jos esimerkiksi yrityksen työturvallisuuden tunnusluvut olisivat olleet kilpailijoita paremmalla tasolla. Näin olleen tässäkin työssä mahdollinen jatkokehityksen kohde olisi ollut työturvallisuuden linkittäminen hankkeiden hinnoitteluun.

## 6 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli kehittää kohdeyritykselle työkalu tukemaan IV-projektien tarjouslaskentaa, jolla tarjottavan kohteen pääasialliset kustannukset ja sen vaatimat resurssit kyettäisiin määrittelemään vaivattomasti ja riittävällä tarkkuudella. Tavoitetta lähestyttiin haastattelemalla kohdeyrityksen asiantuntijoita, jotka työskentelivät talotekniikkahankkeiden tarjouslaskennan tai hankekehityksen parissa. Myös tekijän omaa alan ammattitaitoa hyödynnettiin.

Työn tuloksena syntyi Excel-pohjainen laskentatyökalu, jonka syöteinä olivat kohdeyrityksen asiantuntijoiden haastatteluissa saadut tärkeimmät tekijät tarjouskohteena olevan IV-urakan kustannusten muodostamiseksi. Myös tarjouskohteen resurssimäärittely saatiin mukaan kehitettyyn laskentatyökaluun. Laskentatyökalun tuloksena olivat avainluvut, niin sanotut referenssiluvut tarjouskohteesta, joita tarjouskohteen laskija käyttäisi vertailutietona laskiessaan uutta kohdetta.

Jotta kohdeyrityksessä päästäisiin hyödyntämään kehitettyä työkalua, tulisi siihen vielä rakentaa tietovarasto vanhoista hankkeista, sillä laskentatyökalun tulokset perustuivat juuri vanhojen hankkeiden datan keskiarvolukuihin. Lisäksi nyt kehitetty työkalu oli ensimmäinen vedos, joten mahdollisen jatkokehityksen myötä se voisi muuttua oleellisestikin. Koska kyseessä oli laskentatyökalu ensimmäinen versio, siihen tuotiin runsaasti erilaisia tekijöitä ja ulottuvuuksia syystä, että niiden karsimisen koettiin olevan helpompaa kuin lisäämisen. Työn tuloksia ja kehitetyn laskentatyökalun käyttökokemuksia olisi hyvä myös hyödyntää tilanteessa, jossa yritykseen päätettäisiin hankkia uusi tai kehittää olemassa olevaa tarjouslaskentaohjelmaa.

Työn tuloksia määritettäessä huomattavaa oli, että talotekniikka-alan ilmanvaihtourakoiden tarjouslaskenta oli melko moniulotteista tekemistä ja sitä olisi voinut tehdä erilaisin menetelmin ja sitä tukevin järjestelmin. Kuitenkin mitä enemmän tarjouslaskentaan sai linkitettyä tekniikkaa eli mahdollisia tarjouslaskentaa varten tehtyjä tai sitä tukevia ohjelmia ja BIM-tekniikka, sen tehokkaampaa tarjouslaskennasta olisi tullut. Kohdeyrityksessä oli myös muita aiheeseen liittyviä opinnäytetöitä tekeillä, jotka osaltaan valmistuksessaan tulevat edistämään kohdeyrityksen tarjouslaskentaa ja mahdollisesti hyödyntävät tämänkin työn tuloksia.

## Lähteet

Adminet tarjouslaskenta. 2020. Verkkoaineisto. Admicom Finland Oy. <<https://www.admicom.fi/palveluko-konaisuus/ohjelmistopalvelut/projektit/tarjouslaskenta-urakkalaskenta/#tarjouslaskenta-urakkalaskenta>>. Luettu 4.1.2021.

Adminet tuote-esittely. 2020. Verkkoaineisto. Admicom Finland Oy. <<https://www.admicom.fi/palvelukokonaisuus/ohjelmistopalvelut/adminet/>>. Luettu 4.1.2021.

Broker Estimate -ohjeet. 2020. Verkkoaineisto. Oy Mercus Software Ltd. <<https://support.mercus.net/fi/broker-estimate/>>. Luettu 31.12.2020.

Caverion historia. 2020. Verkkoaineisto. Caverion Suomi Oy. <<https://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/caverion-lyhyesti/historia>>. Luettu 5.1.2021.

Caverion liiketoimintayksiköt. 2020. Verkkoaineisto. Caverion Suomi Oy. <<https://www.caverion.fi/sijoittajat/caverion-sijoituskohteena/liiketoimintayksik%C3%B6t>>. Luettu 5.1.2021.

Caverion lyhyesti. 2020. Verkkoaineisto. Caverion Suomi Oy. <[https://cdn.caverion.com/docs/default-source/investors-docs/publications/caverion\\_lyhyesti\\_fin\\_2019\\_final\\_web.pdf?sfvrsn=1ae8467a\\_2](https://cdn.caverion.com/docs/default-source/investors-docs/publications/caverion_lyhyesti_fin_2019_final_web.pdf?sfvrsn=1ae8467a_2)>. Luettu 5.1.2021.

Caverion projektihinnoittelu verkkokysely 2019. Caverion Suomi Oy.

Caverion strategia. 2020. Verkkoaineisto. Caverion Suomi Oy. <<https://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/caverion-lyhyesti/caverionin-strategia>>. Luettu 5.1.2021.

Miten minusta tuli...tarjouslaskentapäällikkö. 2018. Verkkoaineisto. Destia Oy. <<https://www.destia.fi/uutishuone/miten-minusta-tuli-e2-80-a6-tarjouslaskentapaallikko.html>>. Luettu 20.12.2020.

Frisk, Mika. 2020. LVI-suunnittelija, Ramboll Oy. Haastattelu. 15.4.2020. Helsinki, Pitäjänmäki.

Insinööriyön haastattelut. Caverion Suomi Oy. 2020. Helsinki, Pitäjänmäki.

Määrälaskenta LVI. 2020. Verkkoaineisto. JCAD. <<https://www.jcad.fi/maaralaskenta-lvi>>. Luettu 4.1.2021.

Junnonen, Juha-Matti & Kankainen, Jouko. 2004. Rakennuttaminen. 2. painos. Tampere: Rakennustieto Oy.

Junnonen, Juha-Matti & Kankainen, Jouko. 2017. Rakennuttaminen. 5. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Urakkamuodot. 2020. Verkkoaineisto. Kiinteistöoikeus.fi <<https://kiinteistooikeus.fi/palvelumme/rakentaminen/urakkamuodot/>>. Luettu 22.12.2020.

Kiiras, Juhani. 2020. Toteutusmuodon valinta ”Tehtävätarjotin ja toteutusmuotokorit”. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010702.pdf>>. Luettu 21.12.2020.

Lindholm, Mika. 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Liuksiala, Aaro & Laine, Ville. 2011. Tavoite- ja kattohintaurakka. Tampere: Rakennustieto Oy.

MagiCAD. 2020. Verkkoaineisto. <<https://www.magicad.com/fi/magicad-group/>>. Luettu 4.1.2021.

Microsoft Project. 2020. Verkkoaineisto. <<https://www.microsoft.com/fi-fi/microsoft-365/project/project-management-software?ms.officeurl=project&rtc=1>>. Luettu 4.1.2021.

Palkat ja työehdot talotekniikka-alalla. 2020. Verkkoaineisto. Rakennusliitto. <<https://rakennusliitto.fi/palkat-ja-tyoehdot/sopimusalat/talotekniikka-ala/>>. Luettu 4.1.2021.

ReTermia. 2020. Verkkoaineisto. ReTermia Oy <<https://www.retermia.fi/fi/etusivu/>>. Luettu 6.1.2021.

RT 16-10768 Urakkamuodot ja -asiakirjat. 2002. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Saastamoinen, Arto & Autio, Isto. 2014. Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. 3. uudistettu painos. Tampere: Sähköinfo Oy.

SAP tuotteet. 2020. Verkkoaineisto. SAP. <<https://www.sap.com/finland/products/sme-business-software/erp.html>>. Luettu 4.1.2021.

Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus. 2020. Verkkoaineisto. Rakennusliitto. <<https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2020/11/Talotekniikka-alan-LVI-toimialan-tyoehtosopimus-1.5.2020-28.2.2022.pdf>>. Luettu 23.12.2020.



## Projektihinnoittelun verkkokysely Caverion Suomi Oy:ssä, vuosi 2019

- Kun saat tarjouspyynnön, niin mitä tietoa tarvitset jatkaaksesi työtä? esim. pinta-ala, käyttäjämäärä tms.
- Mitä tietoa keräät kohteesta hankkeen eri vaiheissa?
- Mihin keräät kyseisen tiedon?
- Mihin perustat hinnoittelun (historia, taku, oma, pistehinnoittelu tms.)?
- Onko sinulla jotain kokemuksen tuomia "nyrkkivakioita"? Jos, niin mitä?
- Suoritatko hinnoittelun yksin? Jos suoritat, niin kerro pääsyyt miksi (5 syytä)
- Miten näkemyksesi mukaan tietomallia voisi hyödyntää hankekehityshinnoittelussa ja missä vaiheessa?
- Pitäisikö mielestäsi olla yhteinen tiedonkeruulomake?
- Jos vastasit edelliseen kyllä, niin mitä oleellista tietoa lomakkeelle mielestäsi pitäisi kerätä?
- Kun hinnoittelet hanketta, käsitteletkö kustannuksia vai myyntihintoja?
- Pitäisikö tulevaisuudessa puhua aina kustannuksista vai myyntihinnoista, jos kaikkien pitää käsitellä tietoa samalla tavalla?
- Caverionilta lähtee kilpailu-urakoinnin tarjouksia maailmalle hyvin paljon. Miten ja millä tarkkuudella voisimme hyödyntää tarjouslaskennasta kerääntyvää dataa?
- Mihin tarjouslaskentadata pitäisi kerätä? Esim. pitäisikö olla oma tiedonkeruulomake tarjouslaskentadatalle?
- Mitä laajuustietoja rakennuksista pitää kerätä ja mikä on mielestäsi oikea tarkkuus? Käyttötarkoitus, tilavuus, pinta-alat (brm2/htm2/kem2), kerros-luku tms.

## Laskentatyökalun tuloksia laajemmin, pistehinnoittelumenetelmä

Caverion		Selite:					
		Tuloilma m³/s	kanava, pyör. (m)	kanava, pyör. (m)	kanava, pyör. (m)	Kaikki materiaali, €	Kaikki materiaali, €
		Tuloilma m³/s	vent. lkm	vent. lkm	m³/s	kanava, pyör. (m)	
		<b>Tuloilma</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>l/s</b>	<b>€</b>	<b>€</b>
<b>Kohde:</b>		<b>m³/s</b>	<b>m³/s</b>	<b>vent.</b>	<b>päätel.lkm</b>	<b>m³/s</b>	<b>m</b>
<b>Koulukeskus1</b>						<b>yht</b>	<b>yht</b>
H306 opetus itäsiipi		4,6	206	7,6	74	14 910 €	72,5 €
H305 eskoulu		2,5	179	7,1	79	16 447 €	91,8 €
H310 opetus länsisiipi		2,9	177	7,0	79	16 400 €	92,8 €
H304 päiväkot		2,1	203	7,7	75	16 675 €	82,0 €
H301 aula ruokala		2,3	174	4,4	50	14 131 €	81,3 €
H302 valmistuskeittiö		3,4	60	18,7	620	24 824 €	410,9 €
H303 liikuntahalli		2,7	126	5,0	79	10 847 €	86,4 €
H309 hallinto		1,3	297	7,6	51	19 262 €	64,9 €
H307 tekninen työ		1,8	161	7,4	92	18 088 €	112,0 €
H308 pukuhuone ja sos		4,2	316	6,3	40	14 243 €	45,1 €
<b>koko koulu</b>		<b>27,8</b>	<b>190</b>	<b>6,7</b>	<b>71</b>	<b>16 401 €</b>	<b>86,4 €</b>
Eristysurakka		27,8				5 101 €	25,5 €

Kaikki materiaali, €	IV-kone, €	kanava, pyör. €	vent. €	IMS. €	PP. €	SP. €	NH yht. lkm	NH yht. lkm
vent. lkm	Tulo- ja poistoilma m³/s	kanava, pyör. (m)	vent. lkm	IMS. lkm	PP. lkm	SP. lkm	brm², lkm	Tuloilma m³/s
€	€	€	€	€	€	€	NH	NH
vent	IV-kone	m	kpl	kpl	kpl	kpl	brm²	m³/s
yht	m³/s	pyör	vent	ims	pp	sp	yht	yht
548 €	2 081 €	15 €	127 €	287 €	333 €			192
653 €	2 081 €	23 €	145 €	288 €	988 €			222
649 €	2 081 €	21 €	144 €	290 €	733 €			207
628 €	2 081 €	22 €	138 €	282 €	791 €			217
356 €	2 081 €	14 €	69 €	311 €	296 €			178
7 696 €	3 079 €	27 €	3 535 €		239 €			119
431 €	2 081 €	17 €	77 €	348 €	312 €			123
493 €	2 081 €	18 €	90 €	272 €	396 €			275
830 €	3 079 €	13 €	91 €		214 €	41 €		165
283 €	3 079 €	13 €	61 €		126 €	17 €		237
<b>579 €</b>	<b>2 417 €</b>	<b>17 €</b>	<b>146 €</b>	<b>289 €</b>	<b>303 €</b>	<b>25 €</b>	<b>0,66</b>	<b>190</b>

NH yht. lkm	NH yht. lkm	NH, pyör. lkm	NH, vent. lkm	NH, IMS lkm	NH, PP lkm	NH, SP lkm	Kaikki materia, €	kanava(pyör) + osat, €
kanava, pyör. (m)	vent. lkm	kanava, pyör. (m)	vent. lkm	IMS. lkm	PP lkm	SP lkm		
<b>NH m yht</b>	<b>NH vent yht</b>	<b>NH pyör m</b>	<b>NH vent kpl</b>	<b>NH ims kpl</b>	<b>NH pp kpl</b>	<b>NH sp kpl</b>	<b>€ kaikki materiaalit</b>	<b>€ kanava(pyör) + osat</b>
0,93	7,05	0,56	1,41	1,42	1,83		67 989 €	14 488 €
1,24	8,81	0,72	1,56	1,38	4,20		41 775 €	10 607 €
1,17	8,20	0,64	1,57	1,46	3,18		47 397 €	10 572 €
1,07	8,16	0,67	1,54	1,29	3,74		35 185 €	9 616 €
1,03	4,49	0,53	0,57	1,60	1,31		32 361 €	5 716 €
1,97	36,95	0,82	12,09		1,50		84 651 €	5 521 €
0,98	4,90	0,58	0,86	1,90	1,73		29 720 €	5 851 €
0,93	7,03	0,59	1,09	1,19	3,74		25 618 €	7 085 €
1,02	7,58	0,63	1,16		1,41	0,42	32 377 €	3 637 €
0,75	4,72	0,55	0,84		1,50	0,27	59 534 €	16 687 €
<b>1,00</b>	<b>6,72</b>	<b>0,60</b>	<b>1,26</b>	<b>1,40</b>	<b>1,78</b>	<b>0</b>	<b>456 608 €</b>	<b>89 780 €</b>

kanava(kant) + osat, €	venttiilit, €	IV-koneet, €	Erikois- koneet, €	IMS, €	PP, €	SP, €	kanava (pyör), m	kanava kant, m²	vent, lkm
<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>metrit pyöreä</b>	<b>m² kantti</b>	<b>vent kpl</b>
<b>kanava(kant) + osat</b>	<b>venttiilit</b>	<b>IV-koneet</b>	<b>Erikois- koneet</b>	<b>ims</b>	<b>pp</b>	<b>sp</b>			
3 586 €	15 740 €	18 974 €		11 203 €	3 998 €		938	111	124
3 579 €	9 279 €	10 569 €		5 765 €	1 976 €		455	125	64
4 366 €	10 544 €	12 025 €		6 957 €	2 933 €		511	53	73
1 313 €	7 701 €	8 780 €		6 193 €	1 582 €		429	35	56
4 451 €	6 292 €	9 529 €		3 417 €	2 956 €		398	156	91
1 919 €	38 890 €	20 995 €	12 300 €		5 026 €		206	47	11
1 252 €	5 318 €	11 401 €		2 781 €	3 117 €		344	33	69
1 012 €	4 672 €	5 534 €		6 524 €	791 €		395	24	52
1 356 €	3 542 €	11 021 €	9 800 €		2 776 €	245 €	289	30	39
2 568 €	12 848 €	25 736 €			1 513 €	182 €	1320	79	210
<b>25 402 €</b>	<b>114 826 €</b>	<b>134 565 €</b>	<b>22 100 €</b>	<b>42 840 €</b>	<b>26 668 €</b>	<b>427 €</b>	<b>5285</b>	<b>692</b>	<b>789</b>

IMS, lkm	PP, lkm	SP, lkm	NH, lkm	NH, lkm	NH, lkm	NH, lkm	NH, lkm	NH, lkm	NH, lkm	NH, lkm
			kanava	kanava	vent.	IV-koneet	IMS	PP	SP	yht.
			(pyör.)	(kant.)						
kpl	kpl	kpl	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH
ims	pp	sp	pyöreä	kantti	vent	IV-koneet	ims	pp	sp	kaikki
39	12	0	527	82	175	14	55	22	0	875
20	2		327	87	100	14	28	8		564
24	4		328	95	115	14	35	13		599
22	2		289	33	86	14	28	7		457
11	10		213	91	52	22	18	13		408
	21		170	52	133	21		31		406
8	10		200	32	59	14	15	17		338
24	2		233	26	56	14	29	7		365
	13	6	183	33	45	14		18	3	296
	12	11	724	57	177	14		18	3	992
<b>148</b>	<b>88</b>	<b>17</b>	<b>3192</b>	<b>588</b>	<b>998</b>	<b>153</b>	<b>208</b>	<b>156</b>	<b>6</b>	<b>5301</b>