



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Vesa Kinnaslampi

Kilpailukyvyn parantaminen alihankinnan työvaiheissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

30.10.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Vesa Kinnaslampi Kilpailukyvn parantaminen alihankinnan työvaiheissa 36 sivua 30.10.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI, urakointi
Ohjaajat	toimitusjohtaja Saku Tykkä IV-tuotantopäällikkö Jukka Räsänen lehtori Hanna Sulamäki
<p>Insinööriyössä oli tavoitteena tutkia alihankintana myytävien työvaiheiden kannattavuutta tehdä yrityksen omana työnä talotekniikan uudistuotantoprojekteissa. Insinööriyössä tutkittiin kolmen työvaiheen kannattavuutta, mitkä Putkiwuorio Oy usein tilaa alihankkijoilta. Tutkittavat työvaiheet olivat LVI-eristykset, LVI-järjestelmien mittaus- ja säätötyöt sekä rakennusautomaatio. Työvaiheiden kannattavuutta tutkittiin laskelmien avulla, ja tuloksia verrattiin Putkiwuorio Oy:n toteutuneisiin projekteihin.</p> <p>Eristystöiden kannattavuuslaskelmien lähtökohtana olivat työkustannukset ja materiaalitointimittajilta saadut hintatiedot, jotka perustuivat oletettuun tilausvolyyymiin. Työkustannukset laskettiin urakkahinnoitteluperusteisesti ja hinnat määriteltiin talotekniikka-toimialan työehtosopimuksen mukaan. Materiaalihinnoittelussa käytettiin kahta eri hintatasoa; Putkiwuorio Oy:n nykyiseen tilauskantaan sopivaa sekä reilusti ylimitoitettua tilausvolyyymia. Näiden tietojen avulla pystyttiin vertailemaan myös mahdollisia säästöjä, jos tilauskanta suurentuisi nykyisestä.</p> <p>LVI-järjestelmien mittaus- ja säätötöiden suurimmat kustannukset olivat työkustannukset. Työkustannukset laskettiin säätö- ja päätelaitteiden määrän avulla, urakatyöhön motivoivalla työajalla. Järjestelmien mittaus- ja säätötöissä ei havaittu mahdollisia säästöjä. Automaatiojärjestelmien tutkinnassa perehdyttiin automaatiojärjestelmiä asentavan yrityksen kulurakenteeseen.</p> <p>Opinnäytetyön avulla löydettiin asioita, joiden avulla mahdollisesti pystyisi parantamaan kilpailukykyä ja asiaa olisi syytä tutkia tarkemmin. Opinnäytetyössä ei ole otettu huomioon rakennusalan mahdollisia nousu- ja laskukausia.</p>	
Avainsanat	kilpailukyky, alihankinta, eristystyöt

Author Title	Vesa Kinnaslampi Competitive Advantage by Subcontracting Work Phases
Number of Pages Date	36 pages 30 October 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Saku Tykkä, Chief Executive Officer Jukka Räsänen, Procurement Manager Hanna Sulamäki, Senior Lecturer
<p>The purpose of this bachelor's thesis was to study whether subcontracting some phases of a building services engineering project is actually profitable as compared to working without a subcontractor. The work phases studied were insulation, automation, and measurements and adjustments, which companies often outsource. The savings were examined by calculations which were compared with actual, completed projects.</p> <p>The cost of work calculations were based on the collective labour agreement and the material pricing calculations were based on annual contracts received from suppliers. Two sets of material pricing calculations were done, one based on the current order book of the commissioning company and another based on a substantially oversized volume of orders. Thus, it was possible to compare the potential savings in case of an increase in orders.</p> <p>The calculations were promising for the insulation phase, but no potential savings were found for the measurement and adjustment phases. The price structure of the automation work phase was also investigated. The thesis identified things that could potentially improve competitiveness and would be worth to study further.</p>	
Keywords	subcontract, competitive advantage, insulation installation

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Insinööriyön tavoite ja tausta	1
1.2	Laskentamenetelmä ja rajaukset	1
2	Alihankinta	2
2.1	Yleisimmät alihankinnan muodot LVI-urakoinnissa	3
2.1.1	Kokonaishintaurakka	3
2.1.2	Laskutyöurakka	3
2.2	Vastuun jako	3
2.3	Alihankinnan hyödyt ja haitat	4
2.3.1	Hyödyt	4
2.3.2	Haitat ja riskit	5
2.4	Alihankintasopimus	6
3	Putkiuorion käyttämät alihankintatyöt	7
3.1	Eristystyöt	7
3.2	Säätö- ja mittaustyöt	7
3.3	Automaatiotyöt	8
4	Laskentaperusteet	8
4.1	Alkuinvestoinnit	8
4.1.1	Työntekijän suojarustus	8
4.1.2	Eristystöiden alkuinvestoinnit	9
4.1.3	Säätö- ja mittaustöiden alkuinvestoinnit	10
4.1.4	Automaatiotöiden alkuinvestoinnit	11
4.2	Työntekijästä aiheutuvat kustannukset	11
4.3	Työvoiman tarve	13
4.3.1	Eristystöiden laskentaperusteet	14
4.3.2	Mittaus- ja säätötöiden laskentaperusteet	15
5	Automaatiotöiden kannattavuus	16
5.1	Henkilöstötarpeet	16

5.2	Järjestelmätoimittajat	16
5.3	Työn hinnoittelu	17
5.4	Työn sujuvuus	17
6	Laskennallisesti suoritettu vertailu toteutuneisiin kuluihin	18
6.1	Eristystöiden laskentaprojektit	18
6.1.1	Ilmanvaihtokanavien eristykset	18
6.1.2	Putkien ja viemäreiden eristykset	23
6.2	Mittaus- ja säätötyöt	26
6.2.1	Ilmanvaihtojärjestelmän mittaus- ja säätötyöt	26
6.2.2	Käyttö- ja lämmitysveden mittaus- ja säätötyöt	29
7	Kannattavuus	30
7.1	Eristystyön kannattavuus	30
7.1.1	Skenaario 1	30
7.1.2	Skenaario 2	31
7.2	Mittaus- ja säätötöiden kannattavuus	32
8	Yhteenveto	33
	Lähteet	35

Selitykset

alihankinta	Tilaajan kanssa sopimussuhteessa oleva ulkopuolinen työvoima
hinnat	Investointi- ja materiaalihinnat on mainittu hintoina, jotka eivät sisällä arvonlisäveroa (ALV 0 %)
NH	Työehtosopimuksen mukainen normituntiyksikkö
Pa	pascal, paineen yksikkö
säätöpiste	Säätöpisteellä tarkoitetaan ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyön venttiiliä, säätöpeltiä tai vesikalustetta, minkä virtaamaa työvaiheen aikana on säädettävä, jotta järjestelmä saadaan suunnitelmien mukaiseen tasapainoon
työvaihe	Rakennustyömaalla työt jaotellaan vaiheisiin, jotka suoritetaan omina työvaiheinaan. Esimerkiksi ilmanvaihtokanavat asennetaan omana työvaiheena, ja kanavien eristykset omana työvaiheena
YSE1998	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot

1 Johdanto

1.1 Insinööriyön tavoite ja tausta

Rakennusala on ollut nousukiidossa vuodesta 2015 lähtien, ja rakentamisen työllistämien määrä on noussut vuosien 2015–2018 aikana 30 000:lla [1]. Nousukiidosta huolimatta talotekniikan urakoiden hinnat asuinkerrostaloprojekteissa eivät ole huomattavasti nousseet, vaikka kysyntä on ollut suurta. [2]

Insinööriyön tavoitteena on etsiä keinoja kilpailukyvyyn tehostamiseksi tutkimalla alihankintoihin liittyvien työvaiheiden tekemistä omana työnä. Putkiwuorio Oy tekee projektinsa päätoimisesti kokonaisurakkana, eli alihankintana pääurakoitsijalle. Kokonaisurakka sisältää usein erilaisia työvaiheita, jotka Putkiwuorio myy alihankkijoille. Näihin työvaiheisiin kuuluvat eristys-, automaatio-, mittaus- ja säätötyöt.

Tämä insinööriyö on tehty Putkiwuorion tutkimustyönä. Putkiwuorio on pääkaupunkiseudulla toimiva talotekniikan urakoitsija, joka keskittyy uudis- ja saneerausurakointiin. Putkiwuorion päätoimialana on asuinkerrostalojen lämpö-, vesi-, viemäri- ja ilmanvaihtourakointi.

Putkiwuorio on perustettu vuonna 1934 ja sen liikevaihto vuonna 2018 oli 15,5 miljoonaa euroa. Yritys työllistää vakituisesti noin 70 työntekijää, joista 12 henkilöä ilmanvaihtourakoinnissa, 54 henkilöä putkiurakoinnissa ja neljä henkilöä taloushallinnossa. [3]

1.2 Laskentamenetelmä ja rajaukset

Insinööriyössä tutkitaan laskennallisesti työvaiheiden kannattavuutta. Laskenta perustuu vuoden 2019 hintatasoon. Laskennassa käytetään hyödyksi myös Putkiwuorion toteuttamia projekteja hintojen vertailuun. Projektien nimiä ei työssä mainita, vaan projektit mainitaan numeroituna.

Materiaalien hintaan vaikuttaa tilausten volyymi, eli mitä suuremmat vuosikohtaiset ostot materiaalitoimittajalta on, sitä suotuisemmat ovat myös vuosisopimukset. Esimerkiksi ilmanvaihtokanavien eristystöissä materiaalin osuus voi olla jopa 60 % koko hinnasta. [2]

Materiaalien hinnat ovat laskelmissa arvioita. Laskennassa käytettävien materiaalien hinnat perustuvat oletettuun tilausvolyyymiin, ja materiaalitoimittajat ovat antaneet materiaalihinnat oletetun tilausvolyymin perusteella. Materiaalien hinnat ovat luottamuksellisia ja salassa pidettäviä.

Materiaalien hinnoittelun lisäksi on myös huomioitava itse työn tekemisen hinta. Eristystyön hinnoittelussa käytetään hyödyksi talotekniikka-alan työehtosopimusta [4]. Työn hinnoittelu on laskettu urakkatyönä. Mittaus- ja säätötöiden kannattavuuden laskennassa työhinnoittelu on arvioitu aikaisemmin toteutuneiden kohteiden perusteella. Työn hinnoittelussa on huomioitu myös tarvittavat matka-, ateriakorvaus- ja sosiaalikulut.

Insinööri työ on rajattu koskemaan uudistuotantoa. Uudistuotanto ja saneerausrakentaminen ovat kaksi toisistaan poikkeavaa kokonaisuutta, joiden hinnoitteluperusteet ovat erilaiset.

2 Alihankinta

Rakennustyömailla on useasti töissä yrityksiä, jotka eivät ole rakennuttajan kanssa suorassa sopimussuhteessa. Tätä kutsutaan alihankinnaksi, mikä yksinkertaistetusti tarkoittaa ulkopuolisen työvoiman käyttöä. [5] Alihankintaa rakennustyömaalla voidaan käyttää esimerkiksi, kun tilaajan kanssa sopimussuhteessa olevalla yrityksellä on resurssipula, tai heiltä puuttuu tiettyyn työvaiheeseen vaadittavaa osaamista [4].

LVI-urakointi suoritetaan useasti alihankintatyönä pääurakoitsijalle. Useasti näissä projekteissa pääurakoitsija on sopimussuhteessa tilaajan kanssa ja LVI-urakoitsija on sopimussuhteessa pääurakoitsijan kanssa, eli LVI-urakoitsija on vastuuvollisuudessa pääurakoitsijalle eikä tilaajalle. LVI-urakoitsijan käyttämät alihankkijat ovat puolestaan vastuuvollisuudessa LVI-urakoitsijalle.

2.1 Yleisimmät alihankinnan muodot LVI-urakoinnissa

Yleisimpiä alihankintamuotoja, joita Putkiuoriorio käyttää, ovat kokonaishintaurakkana ja laskutyönä suoritettavat työvaiheet. Projektien eristys-, sukitus-, automaatio- ja lattialämmitystyöt suoritetaan usein kokonaishintaurakkoina. Laskutyönä suoritetaan yleensä projektien mittaus- ja säätötyöt sekä yllättävän resurssipulan korvaus.

2.1.1 Kokonaishintaurakka

Kokonaishintaurakassa sovitaan tilaajan ja alihankkijan välillä tehtävän projektin työvaiheelle kiinteä hinta sekä sovitaan maksujen maksua varten maksuerätaulukko. Kokonaishintaurakka on alihankintamuotona yleensä turvallinen, sillä suunnitelmat ovat hyvin suunniteltu ja alihankkija sitoutuu projektin sovittuun aikatauluun.

Kokonaishintaurakasta on tärkeä tehdä huolellisesti urakkasopimus alihankkijan ja tilaajan välillä. Kun urakkasopimus on huolellisesti tehty alihankkijan kanssa, ei projektin edetessä tule yllättäviä laskuja, minkä lisäksi mahdolliset suunnitelmamuutoksista johtuvat lisä- ja muutostyöt pystytään yleensä LVI-urakoissa laskuttamaan tilaajalta. [6]

2.1.2 Laskutyöurakka

Laskutyöurakan alussa sovitaan tilaajan ja alihankkijan välillä tehtävän projektin veloitushinnasto. Laskutyöurakassa taloudellinen riski on tilaajalla ja laskutyöurakkaa käytetään yleensä ennalta vaikeasti hinnoiteltavissa projekteissa. [6] Laskutyöurakassa on hyvä myös olla kokemusta alihankkijasta ja niiden työtavoista.

2.2 Vastuun jako

LVI-urakoitsijan käyttäessä alihankkijaa projekteissaan on LVI-urakoitsija aina vastuuvollisuudessa alihankkijasta pääurakoitsijalle tai tilaajalle riippuen urakkamuodosta. Vastuun ollessa LVI-urakoitsijalla on tärkeitä sopimusvaiheessa käydä läpi projektin

mahdolliset ongelmakohdat ja aikataulu sekä varmistaa käytettävien materiaalien sopivuus tilaajan kanssa.

Kokonaishintaurakassa tilaaja on vastuussa projektin etenemisen valvonnasta. Esimerkkinä vastuusta on tilanne, jossa LVI-urakoitsija on ostanut kokonaishintaurakkana projektiin eristystyöt, jolloin LVI-urakoitsija on tilaaja ja eristystyön tekijä on alihankkija. Tilaajan on ilmoitettava alihankkijalle, milloin nämä pääsevät tekemään työsuoritusta ja koska sen pitäisi olla valmis. Tilaajan on myös hyvä käydä seuraamassa projektin etenemistä rakennustyömaalla.

Tilaajan selvitysvelvollisuudesta ja vastuusta ulkopuolista työvoimaa käyttäessä on olemassa laki (laki tilaajan selvitysvelvollisuudesta ja vastuusta ulkopuolista työvoimaa käytettäessä 1233/2006, jäljempänä tilaajavastuulaki). Tilaajan pitää selvittää, että käyttämänsä alihankkija täyttää tilaajavastuulain edellyttämät asiat. [7]

2.3 Alihankinnan hyödyt ja haitat

2.3.1 Hyödyt

Alihankinnan hyödyntäminen tuo yrityksille mahdollisuuden tarjota isoja kokonaisuuksia kokonaisurakkana. Yritykseltä ei tarvitse löytyä jokaista työvaihetta kohden erityisosaimista, vaan se pystyy hankkimaan erityisosaimisen ulkopuolisena työvoimana yrityksiltä, joiden erikoisalaa työvaihe on. Pienet yritykset puolestaan pystyvät keskittymään kapealle sektorille ja alihankkijana pääsemään mukaan isoihinkin rakennusprojekteihin.

Projektin työvaiheen kilpailuttaminen kokonaishintaurakkana voi pienentää työvaiheen arvioituja kustannuksia. Kun kilpailuttaminen tapahtuu samoilla lähtötiedoilla jokaiselle mahdolliselle alihankkijalle, on urakkatarjousten läpikäyminen myös selkeää.

Ennen projektin alkua huolellisesti sovitut aliurakkasopimukset antavat tilaajalle tarkan arvion työvaiheen hinnasta, eikä projektin edetessä tule suuria lisäkuluja, jos suunnitelmat ovat olleet valmiit ennen tarjouskyselyn alkua.

LVI-urakoinnissa voi tulla työvaiheita, jota ei usein tule tehtäväksi. Näiden harvinaislaatuisten työvaiheiden osalta voi tulla lisäkuluja tarvittavien koulutusten ja lupien ylläpitämisestä. Tällaisessa tilanteessa alihankinnan käyttö on todennäköisesti aina halvempi vaihtoehto kuin työn itse tekeminen. Alihankkija keskittyy usein tiettyyn osa-alueeseen rakennustyömaalla, minkä avulla on mahdollista säästää myös työajassa, kun työt tulee tekemään työvaiheen ammattilaiset.

Alihankintaa puoltaa lisäksi se, että alihankinta hyödyntämällä ei tarvitse erikseen hankkia työhön vaadittavaa kalustoa, vaan alihankkija tuo oman kalustonsa ja tarvittavat materiaalit. Tämä mahdollistaa tilaajayritykselle pienemmät varastotilat.

Alihankinnan avulla on helpompi kontrolloida tilauskannan nopeaa vaihtelua. Tilaajan puolella tämä pienentää tilauskannan hankintapaineita eikä aiheuta ylimääräisiä kuluja, kun tilauskannassa ei riitä selvästi töitä kaikille. Hyödyiksi voi myös luokitella mahdolliset sairauspoissaoloista tulevat kulut, jotka eivät tule tilaajan maksettavaksi, kun käytetään alihankkijoita.

2.3.2 Haitat ja riskit

Alihankinnan toimittaja on yleensä yhtiö. Yhtiön tarkoituksena on tuottaa osakkeenomistajilleen voittoa, eli yrityksen tavoite on harjoittaa taloudellisesti kannattavaa toimintaa. [9] Alihankkija tarjoaa työn tilaajalle hinnalla, joka sisältää alihankintayritykselle jäävän voittomarginaalin kaikkien kulujen jälkeen. Alihankkija voi myös yrittää tehdä työt mahdollisimman halvoilla materiaaleilla, mikä heikentää työn laatua.

Projektin etenemisen valvonta on tilaajan vastuulla. Jos alihankkijayritys jostain syystä osoittautuu kelvottomaksi hoitamaan sovittua työvaihetta loppuun, on tilaajan etsittävä toinen alihankkija tai suoritettava itse työt loppuun, mikä todennäköisesti aiheuttaa lisäkuluja.

Alihankintaa käytettäessä työsuoritukselle tulee yksi välivaihe lisää, mikä voi aiheuttaa tiedonvälityksessä ongelmia. Tieto ei välttämättä koskaan saavu oikealle työntekijälle tai

tieto vääristyy matkan varrella, mikä voi aiheuttaa työvaiheiden viivästymisiä. Alihankkijan työntekijät eivät ole sopimussuhteessa tilaajan työnjohtajien kanssa, minkä takia työn tekemiseen liittyvät asiat sovitaan alihankkijan työnjohtajien kanssa, eikä työsuorituksen tekevän asentajan kanssa.

2.4 Alihankintasopimus

Alihankintasopimus on kirjallinen sopimus, jonka avulla tilaaja pystyy varmistumaan alihankkijan sitoutumisesta projektin työvaiheen suorittamiseen alusta loppuun sopimuksessa sovitun mukaisesti.

Kun työvaiheen alihankkija on päätetty, on suositeltavaa, että tilaaja hyväksyttää alihankkijan pääurakoitsijalla ennen sopimuksen solmimista. Kun tilaaja saa hyväksynnän pääurakoitsijalta, tilaaja solmii työsuoritteesta alihankintasopimuksen. Alihankintasopimuksessa on huomioitava mahdollisen urakkaneuvottelun pöytäkirja, josta selviävät urakkaan sovitut työt, materiaalit sekä aikataululliset asiat, jos ne poikkeavat tarjouspyyntö materiaalista. Sopimuksesta pitää myös ilmetä, mihin kohteeseen sopimus sitoo alihankkijan, sekä hankkeen kesto, aikataulu, mahdolliset korvaukset sopimuksen rikkomisesta, sakolliset välitavoitteet, maksuehdot, sovittu hinta, mahdollinen takuu-aika, laatuvaatimukset ja muut mahdolliset sopimusehdot. [5]

Alihankintasopimuksessa on tärkeää tarkasti sopia projektin kulkuun liittyvistä sakollisista välitavoitteista, aikatauluista ja viivästysakoista, jotta nämä eivät tule projektin suoritusvaiheessa yllätyksenä osapuolille. Sopimusehdot sidotaan yleensä rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin. YSE 1998:n sopimusehtojen 26 §:n mukaan *”urakoitsija vastaa oman urakkansa sopimuksenmukaisesta toteuttamisesta 24-25 §:ien mukaisessa laajuudessa”*, mikä asettaa urakoitsijan, eli tässä tapauksessa alihankkijan, vastuuseen omasta työalueestaan. [8]

Alihankintasopimuksessa alihankkijan kannalta on tärkeää sopia, minkä suunnitelmien mukaan tarjous on annettu, mitkä suunnitelmat olivat käytössä tarjouslaskentavaiheessa ja mille päivämäärälle piirrosluettelo on päivätty.

3 Putkiuorion käyttämät alihankintatyöt

3.1 Eristystyöt

Putkiuorio käyttää LVI-töissä usein alihankkijaa. Putkiuorio laskee projektien tarjouslaskentavaiheessa hyvin useasti omilla tarjouslaskentaohjelmilla eristystöille budjettihinnan, joka on arvio eristysliikkeiden työtarjouksesta. Poikkeuksena ovat suuremmat kohteet, esimerkiksi isot toimitilarakennukset ja varastot, joissa turvaudutaan eristysliikkeiden ennakkotarjoushintoihin.

Projektin varmistuessa pidettyjen urakkaneuvotteluiden jälkeen Putkiuorio pyytää eristystöistä työtarjoukset kahdelta tai kolmelta eristysliikkeeltä. Alihankkijaksi valikoidaan parhaimman tarjouksen jättänyt yritys, jonka kanssa solmitaan alihankintasopimus. Aliurakkasopimuksessa sovitaan työn aikataulu, maksuehdot ja muut tarvittavat asiat työsuoritetta varten.

Alihankintasopimuksen allekirjoittamisen jälkeen ja projektin lähtiessä käyntiin Putkiuorion projektinvetäjä pystyy keskittymään putki- tai ilmanvaihtoasennuksien projektinjohtamiseen, kun taas alihankkijan työnjohtaja hoitaa eristystöihin liittyviä työvaiheita. Putkiuorio on vastuussa alihankkijana toimivan eristysliikkeen töistä, minkä takia työn etenemisen valvominen suoritetaan työmaakäyntien yhteydessä. Valvomisesta aiheutuvan työmäärän pienentämiseksi Putkiuorio käyttää tuttuja yhteistyökumppaneita ja sitoo eräkohtaiset maksuehdot itselleluovutuksen vaativaksi, esimerkiksi ehdoin ”toisen kerroksen kanavat eristetty ja itselleluovutukset tehty”.

3.2 Sääto- ja mittaustyöt

Sääto- ja mittaustyöt Putkiuoriolle tekevät tutut yhteistyökumppanit laskutyöurakkana. Monen vuoden yhteistyön aikana on projekteihin löydetty urakkatarjousvaiheessa sopiva säätopestehinta, jonka mukaan tarjouslaskentavaiheessa lasketaan mittaus- ja sääto- töille budjettihinta.

3.3 Automaatiotyöt

Tilaaaja määrittelee tarjouspyynnössä, mistä urakoista tilaaja haluaa saada tarjouksen. Aika ajoin tarjouspyynnöissä pyydetään tarjoamaan kohteeseen vesi-, viemäri-, ilmanvaihto- ja automaatiourakka. Putkiwuorio pyytää tarjouslaskentavaiheessa automaatiourakoitsijoilta ennakkotarjouksen laskettavan kohteen automaatiotöistä. Mikäli kohteen tarjouksen jälkeen tulee kutsu urakkaneuvotteluihin, pyydetään automaatiotyön tarjonneelta yhteistyökumppanilta tarvittaessa tarkennettu hinta, jolla automaatiourakka tullaan toteuttamaan, jos kohteen LVIA-urakka varmistuu.

4 Laskentaperusteet

Laskennat on suoritettu kahdella eri skenaariolla, joita on verrattu toteutuneiden projektien kustannuksiin. Skenaarioiden lähtökohtina on käytetty Putkiwuorion nykyiselle tilauskannalle sopivaa työmäärää sekä tilannetta, jossa on tutkittu mahdollisia säästöjä, jos Putkiwuorion tilauskanta suurentuisi nykyisestä.

4.1 Alkuinvestoinnit

4.1.1 Työntekijän suojarustus

Työmailla työtä tekevän työntekijän on käytettävä lain mukaisia suojarusteita. Lain vaatimat suojarustus sisältävät esimerkiksi heijastavan varoitusvaatetuksen ja suojakypärän. Näiden suojarustusten lisäksi työnantajan on varustettava työntekijä työolosuhteiden tai työkuvan edellyttämällä tavalla. [13] Monet tilaajat ja pääurakoitsijat vaativat tietyn tasoista suojarustusta työmailleen tulevilta työntekijöiltä, ja tällaiseen työvaatetukseen kuuluvat esimerkiksi turvakengät, suojalasit, viiltosuojahanskat ja kuulosuojaimet. Uudelle työntekijälle hankitaan usein kesä- ja talvityötä varten suojarustus. Uuden työntekijän henkilökohtaisen suojarustuksen hinta on noin 900 euroa.

4.1.2 Eristystöiden alkuinvestoinnit

Eristystyöntekijän työkalupakin työkaluille on annettu soveltuvassa työehtosopimuksessa määritelmät. Työnantaja on velvollinen hankkimaan työntekijälle työehtosopimuksessa määritellyt työkalut, tai muuten työnantaja on korvausvelvollinen työntekijälle päiväkohtaiseen työkalukorvaukseen, joka on 1.6.2019 lähtien ollut 1,80 euroa päivässä. [4] Työehtosopimuksen mukaisen työkalupakin kustannus asentajaa kohden on noin 370 euroa [10].

Edellytyksenä työkalukorvauksen saamiselle ensimmäisen työvuoden jälkeen on, että putkieristäjällä on seuraavat työkalut:

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| – linjapihdit | – liimakannu ja suti |
| – villapuukko | – naskali |
| – puukko kumille | – villasakset |
| – sakset 1 kpl | – peltisakset |
| – metrimitta (tallmeter) | – popniitti pihdit |
| – otsalamppu | |

Työnantaja hankkii kustannuksellaan otsalamppuun paristot.

Kuva 1. TES:n mukainen eristäjän työkalupakki [4].

Eristystyöntekijät tekevät myös eristyksen pinnoitustyöt. Näkyville jäävien ilmanvaihtokanavien eristysten pinnoitus on useasti peltiä, ja näihin töihin eristäjät tarvitsevat sähkötyökaluja peltipinnoitteen käsittelyyn. Pinnoitustöihin vaadittavia työkaluja on muun muassa akkuporakoneen, hakaskone ja akkusikkikone. Nämä koneet maksavat noin 2 450 euroa, josta akkusikkikone maksaa noin 1 700 euroa. Pinnoitustöitä ei yleensä tehdä kuin näkyville jäävien eristeiden ja alle kahden metrin korkeudessa olevien eristysten pinnoitukseen, eli pinnoitustöissä vaadittavia työkaluja ei tarvitse olla jokaisella työntekijällä.

Tarvittavia turva- ja suojarusteita on hyvä huomioida myös investoinneissa. Eristeiden materiaalit voivat olla esimerkiksi kivivillaa ja lasivillaa, joista irtoaa villapölyä. Eristys-

kohteina voi olla alueita, joissa pitää huomioida suojaruusteet putoamista varten. Hyvien valjaiden hinta on noin 300 euroa ja hengityssuojainten pakettihinnat noin 30–40 euroa.

4.1.3 Sääto- ja mittaustöiden alkuinvestoinnit

Mittaus- ja säätötöiden isoimmat materiaalikustannukset tulevat alkuinvestoinneista. Työssä käytettävät mittarit ovat kalliita, mutta ne ovat myös hyvin huolella pidettyinä pitkäkestoisia. Ilmanvaihdonmittauksia varten hyvä investointi on monitoimimittari, joka pystyy mittaamaan paine-eroa ja ilmannonpeutta, esimerkiksi VelosiCalc TC9565, jonka hinta on 1 600 euroa. [11] Mittarin lisäksi tarvitaan säätötulkisetti, joka sisältää säätötulkin, koukkumittasondin ja tikkumittasondin.

Ilmanvaihtokanaviston tiiveyskokeiden suorittamiseen tarvitaan kanavien paineistuspuhallin. Paineistuspuhaltimen pitää olla tarpeeksi tehokas, ja sen pitää myös olla portaattomasti säädettävissä. Ympäristöministeriön sisäilmasto ja ilmanvaihto -asetus vaatii yli-paineisten poistoilmakanavien tiiveyden olevan D-luokkaa. Talotekniikkainfo-sivustolla kerrotaan, että ylipaineisten poistoilmakanavien mittauksen suositellaan tapahtuvan 1 000 Pa:n ylipaineella vaipan yli. [12] Tiiveyskokeita varten suunnitellun puhaltimen hinta on noin 2 800 euroa [11].

Rakennusten käyttöönottoon vaaditaan ilmanvaihtokanavista tulevan puhallinmelun äänitasomittaukset vähintään pistokoemittauksena, ja usein tilaajat vaativat mittaukset tehtäväksi jokaisesta asunnosta. Äänitasomittaukset on hyvä suorittaa heti ilmanvaihtojärjestelmän mittaus- ja säätötöiden valmistuttua, mieluiten saman henkilön toimesta, joka ilmanvaihtojärjestelmän on säätänytkin. Tarkka äänitasomittari maksaa noin 1 500 euroa. [11]

Vesivirtojen-, putkistojen paine- ja lämpötilamittauksia varten tarvitaan myös oma mittausväline, esimerkiksi Ta-Scope-vesipainemittari, jonka premium-hinta on 3 070 euroa. Vesipainemittarin lisäksi tarvitaan huonelämpötilamittauksia varten lämpötilamittari.

4.1.4 Automaatiotöiden alkuinvestoinnit

Automaatiotöiden aloittamiseen ei tarvita suuria alkuinvestointeja, jos yritykseltä löytyy automaatiotöitä tehnyt työntekijä. Automaatioasentaja käyttää sähköasentajan työkaluja ja projektinhoitaja tarvitsee työkalujen lisäksi kannettavan tietokoneen järjestelmän ohjelmointia varten. [16] Sähköasentajalle kattava työkalupakki, joka sisältää myös jännitemittarin ja jänniteilmaisimen, maksaa noin 1 000 euroa työntekijää kohden, ja kannettavan tietokoneen hinta noin 800 euroa.

4.2 Työntekijästä aiheutuvat kustannukset

Laskelmissa työntekijän perustuntipalkka on laskettu LVI-toimialan työehtosopimuksen palkkaryhmä kolmen mukaan. Talotekniikkatöitä tekeville on maksettava työehtosopimuksen mukaan kolmannen ryhmän ulosmaksu takuupalkkana. [4] Laskentaperusteena käytetty tuntipalkka on 16,58 euroa tunnissa. Laskelmissa urakkatyön eteneminen on laskettu niin, että työntekijän keskituntiansio on 18 euroa tunnissa. Vuotuiset palkkakustannukset sosiaalikuluihin ovat noin 59 000 euroa vuodessa työntekijää kohden.

Automaatiotyöntekijänä toimiva projektinhoitajan kuukausipalkka on noin 4 000 euroa kuukaudessa, eli automaatiotyöntekijän kustannukset sosiaalikuluihin vuodessa ovat noin 75 000 euroa. [16]

Urakkapalkan lisäksi on huomioitu matkalippu- ja ateriakorvaukset sekä matka-aikakorvaus kohteiden sijainnin mukaan. Ateriakorvaus on 1.1.2018 lähtien ollut 10,50 euroa päivältä ja päiväkohtainen matkalippukorvaus Helsingin alueella sijaitsevalle työmaalle 5 euroa ja pääkaupunkiseudulla mutta Helsingin ulkopuolella olevalle työmaalle 10 euroa. Matka-aikakorvaus on huomioitu LVI-toimialan työehtosopimuksen liitteen 7 mukaisesti, ja päiväkorvaus on 11,06 euroa. [4]

Työntekijän palkan ja korvausten lisäksi työntekijäkohtaiset sosiaalikulut ovat iso osa palkkakustannuksia. Työntekijälle maksetun palkan päälle on lisätty sosiaalikulutusprosentti, jonka LVI-tekniset urakoitsijoiden mukaan on 71,3 % vuonna 2019 (taulukko 1.).

Taulukko 1. LVI-tekniset Urakoitsijat Sosiaalikulut 2019, laskelmissa käytetty sosiaalikulutusprosentin sisältämät kulut [20].

Sosiaalikulut 2019

LVI-asennusalan sosiaalikulut 1.1.–31.12.2019

		Palkkasumman 2 086 500 euron osalta %	Palkkasumman 2 086 500 euron ylittävältä osalta %
A	SOSIAALIPALKAT		
A1	Vuosilomapalkka + lomarahat	18,500	18,500
A2	Sairausajanpalkka	2,300	2,300
A3	Arkipyhäkorvaukset	4,500	4,500
A4	Työajan lyhennys	5,500	5,500
A5	Muut sosiaalipalkat	2,000	2,000
A	SOSIAALIPALKAT YHTEENSÄ	32,800	32,800
B	SOSIAALIMAKSUT		
B1	Tapaturmavakuutusmaksu	4,640	4,640
B2	Työttömyysvakuutusmaksu	0,500	2,050
B3	Ryhmähenkivakuutusmaksu	0,070	0,070
B4	Työnantajan sairausvakuutusmaksu	0,770	0,770
B5	Eläkevakuutusmaksu	17,350	17,350
B6	Työnantajan vastuuvakuutusmaksu	2,020	2,020
B7	Työmarkkinajärjestön jäsenmaksu	0,430	0,430
B8	Muut sosiaalimaksut	0,510	0,510
B9	Vapaaehtoiset sosiaalimaksut	0,750	0,750
B	SOSIAALIMAKSUT YHTEENSÄ	27,040	28,590
C	TYÖVAATETUS YMS.	0,500	0,500
D	SOSIAALIKULUT YHTEENSÄ	69,209	71,260

Työnjohtajasta yritykselle tulevat kustannukset ovat keskimäärin 7 500 euroa kuukaudessa. Työnjohtajan kustannukset sisältävät palkan, sosiaalikulut, kilometrikorvaukset ja parkkipaikkakustannukset. [3]

Laskelmissa ei ole huomioitu työmaalla vaadittujen valttikorteista ja työturvallisuuskorteista tulevia lisäkustannuksia. Valttikortin hinta työntekijää kohden on 26 euroa, ja kortti on voimassa viisi vuotta tilauksesta. [14]. Työturvallisuuskorttikoulutuksen hinta on noin 80–90 euroa työntekijää kohden, ja työturvallisuuskortti on voimassa viisi vuotta koulutuksesta. [15] Mahdollisia lisäkuluja tulee myös työntekijöiden virkistystoimintaan suunnatuista virikeseteleistä.

4.3 Työvoiman tarve

Työntekijän arvioitu tehokas työaika vuonna 2019 on noin 1620 tuntia. Työajassa on otettu huomioon kesä- ja talvilomat, työajanlyhennykset, arkivapaapäivät ja kahvitauot. (Taulukko 2.) Työntekijä voi halutessaan ottaa työajanlyhennyksen rahana, jolloin tehokas työaika on 1716 tuntia vuodelta.

Taulukko 2. Työtunnit rakennusalalla vuonna 2019 [4].

Työtunnit vuodessa rakennusalalla 2019	
Päivät	365 päivää
Viikot	52 viikkoa
Työpäivän pituus	8 tuntia
Työpäivät viikossa	5 päivää
Työtunnit vuodessa	2080 tuntia
Lomat	5 viikkoa
Lomapäivät	25 päivää
Lomatunnit vuodessa	200 tuntia
Työajan lyhennys	96 tuntia
Arkivapaapäivät 2019	10 päivää
Arkivapaatunnit 2019	80 tuntia
Työpäivät vuodessa	213 päivää
Työtunnit vuodessa	1704 tuntia
Kahvitauat päivässä	0,4 tuntia
Kahvitauat vuodessa	85,2 tuntia
Tehokas työaika vuodessa	1 618,8 tuntia

4.3.1 Eristystöiden laskentaperusteet

Eristystöiden laskelmien lähtötiedot pohjautuvat kahteen eri skenaarioon. Ensimmäisen skenaarion tilauskantana on käytetty Putkiwuorion nykyiseen tilauskantaan vaadittavia työvoimaresursseja. Toisen skenaarion tilauskanta on laskettu optimaalisen tilanteen mukaan, jossa tilauskanta on huomattavasti suurempi kuin verrattuna Putkiwuorion nykyisiin resursseihin.

Ensimmäisen skenaarion eristystöiden vuotuinen tilauskanta on noin 700 000–800 000 euroa, josta materiaaliostot ovat yli 400 000 euroa. Tämä skenaario vaatisi neljä eristystyöntekijää, mutta ei vaatisi erillistä työnjohtajaa eristystöitä varten, vaan nykyiset projektihoitajat pystyisivät toimimaan eristystyöntekijöille työnjohtajana pienellä lisävai-
valla.

Toisessa skenaariossa eristystöiden vuotuinen tilauskanta on noin 1 750 000–2 000 000 euroa, josta materiaaliostot ovat yli 1 000 000 euroa. Tämä skenaario vaatisi 10 eristystyöntekijää ja erillisen työnjohtajan.

4.3.2 Mittaus- ja säätötöiden laskentaperusteet

Mittaus- ja säätöiden henkilömäärä on laskelmassa mitoitettu Putkiwuorion nykyisen tilauskannan mukaan. Työvaiheen suurin kustannuserä on alkuinvestoinnit ja työvoima, sen sijaan itse työvaiheen suorituksessa ei suuria materiaalikustannuksia tule.

Laskelmissa on oletettu projektien valmistuvan niin, että aina kun projekti on saatu valmiiksi, seuraava alkaa sen jälkeen heti. Laskelmissa ei ole otettu huomioon samaan aikaan tapahtuvaa työvaihetta eri projekteissa tai hetkiä, jolloin ei ole mittaus- ja säätötöitä saatavilla.

Putkiwuoriolla oli käynnissä ja alkamassa olevia projekteja vuoden 2019 heinäkuussa ilmanvaihtopuolella 16, joissa projektin kesto on keskimäärin 12 kuukautta, eli käytännössä yksi projekti valmistuu kerran 3–4 viikossa. Säätoajat riippuvat paljon kohteiden koosta, mutta viimeisen kahden vuoden aikana ilmanvaihtojärjestelmien mittaus- ja säätötyövaiheet ovat kestäneet keskimäärin 100 työtuntia projektia kohden.

Vesi- ja viemäripuolella käynnissä ja alkamassa olevia projekteja vuoden 2019 heinäkuussa oli 20 ja projektien keskimääräisen kesto oli samat 12 kuukautta kuin ilmanvaihtourakoissa. Yksi projekti valmistuu kerran kolmessa viikossa.

Putkiwuorion tämänhetkisellä tilauskannalla ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyöt työllistävät yhden työntekijän vuodessa, ja vesivirtojen säätötyöt ja lämpötilamittaukset työllistävät yhdestä kahteen työntekijää vuodessa.

5 Automaatiotöiden kannattavuus

Automaatiotöiden kannattavuutta tutkiessani en saanut käyttööni rakennusautomaatioissa käytettävien järjestelmien toimittajilta tarvittavia hintatietoja, joten laskennallista koeprojekteja en pystynyt tekemään. Automaatiotöiden laskemallisen kannattavuuden sijaan keskityn asioihin, jotka on huomioitava urakkalaskentavaiheessa. Automaatiotyösiota varten olen haastatellut Putkiwuorion yhteistyökumppania, automaatiotekniikkaa opiskelevaa henkilöä sekä automaatioasentajaa. Automaatiotöiden suurimmat menoterät ovat järjestelmälaitteet ja henkilöstökulut. [16]

5.1 Henkilöstötarpeet

Automaatiotöiden henkilöstön tarve Putkiwuorion nykyisen tilauskannan mukaan olisi yksi projektinhoitaja, joka myös samalla hoitaisi kentällä tehtävät asennustyöt. Putkiwuoriolla oli käynnissä heinäkuussa 2019 kolme automaatioprojektia, mutta vuosien 2017–2019 aikana automaatioprojekteja on ollut noin viidestä kuuteen vuodessa. Nykyinen tilauskanta ei tulisi riittämään yhdelle automaatioprojekteja hoitavalle työntekijälle.

5.2 Järjestelmätoimittajat

Jokaisella järjestelmätoimittajalla on omanlaisensa järjestelmä. Järjestelmien käyttöä varten asentajien ja projektinhoitajien on käytävä järjestelmätoimittajan koulutuksissa säännöllisin väliajoin. Jokaisella toimittajilla on myös erilliset lisenssimaksut, joiden laskutusperusteet vaihtelevat toimittajien välillä. [16] Lisenssimaksut voivat olla työntekijäkohtaisia, mutta ne voivat olla myös yritysکوhtaisia [17].

Usein tarjouslaskentavaiheessa tilaaja pyytää tietyn järjestelmätoimittajan rakennusautomaatiojärjestelmää toimitettavaksi kohteeseen. Jos automaatiourakoitsija haluaa tarjota urakat tilaajan toivomilla järjestelmillä, on urakoitsijan mahdollisesti maksettava monen eri järjestelmätoimittajan koulutukset ja lisenssimaksut vuodessa. Pienelle automaatiourakoitsijalle monen eri järjestelmän lisenssi- ja koulutusmaksut tuovat reilun me-

noerän, mikä on otettava huomioon urakkalaskentavaiheessa isompana katteena. Toinen vaihtoehto olisi urakoitsijalle toimia vain yhden järjestelmän toimittajana, jolloin urakkatarjouksen jätössä on ilmoitettava, jos järjestelmä poikkeaa suunnitellusta.

5.3 Työn hinnoittelu

Tarjouslaskentavaiheessa on käytössä laskettavan kohteen rakennusautomaatiosuunnitelmat. Rakennusautomaatiosuunnitelmien mukana tulee kohteen pisteluettelo. Pisteluettelosta selviää erilliset automaatiopisteet, joita kohteeseen tulee. Automaatiopisteiden avulla automaatiojärjestelmää ohjaava valvontakeskus ohjaa kohteen tekniikkaa halutulla tavalla. Työaika hinnoitellaan pisteluettelon pisteiden mukaan ja pistehinnat vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. [16] Yleisimpiä automaatiopisteitä ovat lämpötila-anturi, paineanturi tai mittauspiste.

Työhinnoittelun esimerkkinä voidaan antaa asuinkerrostalo, jonne tulee huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet. Ilmanvaihtokoneet ohjautuvat laitteen omalla automaatiojärjestelmällä, mutta ilmanvaihtokoneista halutaan saada tilatiedot kerrostaloa palvelevaan rakennusautomaatiojärjestelmään. Yhden ilmanvaihtokoneen tilatiedon vieminen automaatiojärjestelmään vaatii moduulien asennuksen, kaapelien kytkennät ilmanvaihtokoneeseen ja valvontakeskukseen, antureiden asennukset, antureiden ja järjestelmän positiointimerkkaukset, sekä testaukset ja toimintakokeet. [18] Yhden huoneistokohtaisen koneen tilatiedon vienti alakeskukseen vaatii usean tunnin työn.

5.4 Työn sujuvuus

Automaatiotöiden etenemistä ei pystytä arvioimaan tarjouslaskentavaiheessa, eikä se projektin edetessä ole välttämättä automaatiourakoitsijan käsissä. Automaatiotöihin liittyvät kaapelivedot tekee sähköurakoitsija, joka myös kytkee sähkövirran toimilaitteisiin. Jos työmaalla toimivan sähköurakoitsijan työt viivästyvät aikataulusta tai työ muuten etenee epäjärjestelmällisesti, se aiheuttaa todennäköisesti ylimääräisiä kuluja automaatiourakoitsijalle. Näihin asioihin olisi hyvä allokoida tarjouslaskentavaiheessa ylimääräistä työaikaa.

6 Laskennallisesti suoritettu vertailu toteutuneisiin kuluihin

6.1 Eristystöiden laskentaprojektit

Eristystöiden ilmanvaihto- ja putkiurakoiden laskelmat on suoritettu kolmesta projektista, jotka ovat valmistuneet tai ovat olleet käynnissä vuosien 2017–2019 aikana. Valitut projektit ovat asunto-osakeyhtiömuotoisia asuinkerrostaloja, jotka on rakennettu tai ovat rakenteilla pääkaupunkiseudulle.

Skenaarioiden kustannuksien laskennassa on käytetty tavarantoimittajilta saatuja vuosisopimusten mukaisia alennus- ja vuosihyvitysprosentteja. Materiaalien hinnat ja vuosihyvitysprosentit muuttuvat ensimmäisen ja toisen skenaarion välillä, kun taas työkustannuksen hinnoittelu ja materiaalmäärät pysyvät samana. Jokaisessa lasketussa kohteessa on käytetty materiaalien toimittajina kahta pääkaupunkiseudulla toimivaa yritystä.

Ensimmäisen skenaarion materiaalien alennusprosentit ovat 40 % palo- ja lämpövillaeristeiden osalta ja 65 % solukumieristeiden osalta. Vuosihyviteprosentti villaeristeille on nolla ja solukumieristeille neljä prosenttia. Toisessa skenaariossa materiaalien alennusprosentit ovat 45 % palo- ja lämpövillaeristeille ja solukumieristeille 65 %. Vuosihyviteprosentti villaeristeille on viisi prosenttia ja solukumieristeille kahdeksan prosenttia. Materiaalikustannukset sisältävät eristeet, asennustarvikkeet, pinnoitteet ja rahtikulut. Työkustannukset sisältävät eristystyöntekijöiden palkkakustannukset, matka- ja ateriakorvauksen. Työkustannukset eivät sisällä työnjohtokustannuksia

6.1.1 Ilmanvaihtokanavien eristykset

6.1.1.1 Ilmanvaihtokanavien eristyksien laskenta

Ilmanvaihtokanavien eristystyön urakkahintojen laskentaa varten tein erillisen laskentataulukon Microsoft Excel -ohjelmalla. Laskentataulukolla pystytään erittelemään jokaiselle eristysmetrille tarkka työ- ja materiaalihinta riippumatta kyseessä olevan kanavan koosta. Työn hinnoittelun perusteena on käytetty talotekniikka-alan LVI-toimialan työeh-

tosopimusta [4]. Työehtosopimus huomioi eristeen materiaalin ja paksuuden, ilmanvaihtokanavan halkaisijan ja mahdollisen pinnoituksen sekä ilmanvaihtosennuksissa käytetyt kanavaosat. Materiaalien hinnoitteluun on sisällytetty materiaalin toimittajan lupaa-
man villamateriaalin neliöhintaa silloin, kun vuosisopimusten ehtojen oletetaan täyttyvän.
(Taulukko 3.)

Taulukko 3. EI60-paloeristeen massalaskelma.

Paloeriste EI60										
Eristeen paksuus	80									
Eristeen hinta m ²	50,00 €									
Urakkayksikön kerroin	3,70 €									
Pelti hinta m ²	8,50 €									
Suorakanava EI60										
Kanava Ø mm	Neliöt metriä kohden EI 60		NH	EI60+P NH	Metrit EI60	Metrit EI60+P	Pelti yhteensä	Eriste yhteensä	Työ yhteensä	Eriste + NH Yhteensä €
100	0,82	0,87		1,50			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
125	0,90	0,94		1,64	1064		0,00 €	47 632,83 €	3 700,59 €	51 333,42 €
160	1,01	1,02		1,80	6		0,00 €	301,59 €	22,64 €	324,24 €
200	1,13	1,15		2,01			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
250	1,29	1,27		2,25			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
315	1,49	1,53		2,69			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
400	1,76	1,85		3,26			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
500	2,07	1,97		3,50			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
630	2,48	2,38		4,14			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
800	3,02	2,9		5,05			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
1000	3,64	3,53		6,14			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
1250	4,43	4,26		7,41			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
							0,00 €	47 934,42 €	3 723,24 €	51 657,66 €
Rakennusmuovi										
Hinta m ²	0,50 €	0,2								
Käyrät ja T-haarat EI60										
Kanava Ø mm	Neliöt käyrää kohden EI 60		NH	EI60+P NH	Metrit EI60	Metrit EI60+P	Pelti yhteensä	Eriste yhteensä	Työ yhteensä	Eriste + NH Yhteensä €
100	0,16	0,83		1,25			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
125	0,22	0,94		1,41	617	20	38,05 €	7 129,26 €	2 319,83 €	9 487,13 €
160	0,32	1,02		1,53		8	21,88 €	128,68 €	75,48 €	226,04 €
200	0,45	1,15		1,73			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
250	0,64	1,27		1,91			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
315	0,94	1,53		2,30			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
400	1,41	1,85		2,78		21	251,23 €	1 477,81 €	359,36 €	2 088,39 €
500	2,07	1,97		2,96			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
630	3,13	2,38		3,57			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
800	4,83	2,9		4,35			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
1000	7,29	3,53		5,30			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
1250	11,07	4,26		6,39			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
							311,15 €	8 735,74 €	2 754,67 €	11 801,56 €

Laskentataulukko laskee valmiiksi myös työn osuudelle tarvittavat matka- ja ateriakorvaukset sekä sosiaalikulut. Laskentataulukkoon pystytään myös lisäämään urakkatarjouslaskentavaiheessa työlle haluttu kateprosentti sekä työnjohtokustannukset. (Taulukko 4.) Laskelman ja toteutuneen urakkahinnan hintojenvertailussa on käytetty projektien nettokustannuksia, jonka kohteen eristystyöt tulisi vähintään maksamaan.

Taulukko 4. Yhteenvetosivu

Sosiaalikuluprosentti	71 %	Paloeriste EI30			
Sosiaalikuluyhteensä	398,33 €	Eriste	Työ	Pelti	Yhteensä
		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Asennustarvikeprosentti	7,00 %	Paloeriste EI60			
Asennustarvikkeet yhteensä	315,62 €	Eriste	Työ	Pelti	Yhteensä
		3 504,13 €	337,14 €	0,00 €	3 841,28 €
Tuntiveloitus	16,58 €	Laamivilla 30			
Työtunnit/päivät	29 / 4	Eriste	Työ	Pelti	Yhteensä
Matkakorvaus	20,5 / 74,79 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ateriakorvaus	10,5 / 38,31 €	Laamivilla 50			
		Eriste	Työ	Pelti	Yhteensä
Työnjohtokustannusprosentti	15,00 %	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Työnjohtokustannukset	748,90 €	Laamivilla 100			
Vuosihyviteprosentti	5 %	Eriste	Työ	Pelti	Yhteensä
Vuosihyvite yhteensä	225,44 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Eristeet ja työt yhteensä ilman katetta alv.0%	6 568,65 €	Eriste	Työ	Pelti	Yhteensä
Kate prosentti	0 %	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Hinta katteen kanssa alv. 0%	6 568,65 €	Solukumi 13			
		Eriste	Työ	Pelti	Yhteensä
		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
		Solukumi 19			
		Eriste	Työ	Pelti	Yhteensä
		1 004,68 €	146,74 €	0,00 €	1 151,42 €
		Solukumi 25			
		Eriste	Työ	Pelti	Yhteensä
		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

6.1.1.2 Laskentakohde 1

Laskentakohde 1 on Espooseen valmistuva 82-asuntoinen ja kaksiportainen asunto-osakeyhtiö. Ilmanvaihto asunnoissa on toteutettu asuntokohtaisella ilmanvaihtokoneella, eikä ilmanvaihtokoneissa ole jäähdyttävää toimintoa. Jokaisen ilmanvaihtokoneen jäteilmakanavat eristetään 13 millimetrin solukumieristeellä ja raitisilmakanavat eristetään 19 millimetrin solukumieristeellä. Vesikaton kaikki kanavat eristetään tulipalotilanteessa 60

minuuttia kestäväällä paloeristyksellä, joka kääritään kaksinkertaiseen muoviin. Kummankin portaan ensimmäisessä kerroksessa on yleisiä tiloja. Kohteen toteuttaneen alihankkijan eristysurakkahinta oli 54 000 euroa. Kohteeseen on laskettu 60 minuutin paloeristettä reilu 1 000 neliometriä, rakennusmuovia vesikatolle noin 900 neliometriä ja solukumieristeitä reilu 400 neliometriä.

Ensimmäisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 47 082,92 euroa. Eristäjän palkka- ja korvauskustannukset ovat 24 750,56 euroa. Työkustannukset sisältävät 842 työtuntia, matka- ja ateriakorvauksia 3 321,03 euroa. Materiaalikustannukset ovat 22 332,36 euroa. Vuoden ensimmäisellä neljänneksellä maksettavia vuosihyvitteitä tulisi 158,77 euroa. Projektissa mahdolliset säästöt ennen projektin hoitokuluja ovat 6 917,08 euroa, eli skenaario on noin 13 % halvempi kuin toteutunut urakkahinta. Vuosihyvitteiden kanssa projektin säästöt olisivat 7 075,85 euroa.

Toisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 45 565,88 euroa, joista työkustannukset pysyvät samana kuin ensimmäisessä skenaariossa. Materiaalikustannukset ovat 20 815,32 euroa. Projektista maksettava vuosihyvite on 1 119,81 euroa. Projektin mahdolliset säästöt ennen projektin hoitokuluja ovat 8 434,12 euroa, eli skenaario on noin 16 % halvempi kuin toteutunut urakkahinta. Vuosihyvitteiden kanssa projektin säästöt olisivat 9 553,93 euroa, eli skenaario on noin 18 % halvempi kuin toteutunut urakkahinta.

6.1.1.3 Laskentakohde 2

Laskentakohde on Helsingissä valmistumassa oleva asunto-osakeyhtiö, joka on kolmeportainen asuinkerrostalo. Taloyhtiön yhdessä rapussa asuntojen ilmanvaihtojärjestelmä on keskitetty ja kahdessa rapussa asuntojen ilma vaihtuu huoneistokohtaisella ilmanvaihtokoneella. Rakennuksien ilmanvaihto ei sisällä jäähdytysjärjestelmää. Jokaisen ilmanvaihtokoneen jäte- ja raitisilmakanavat eristetään solukumieristeellä. Ullakon kanavat on eristetty 60 minuutin paloeristeellä, joka täyttää EI30+LE50-eristeen vaatimukset. Kohteen toteutunut eritysurakan hinta on 35 000 euroa.

Ensimmäisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 31 430,32 euroa. Eristäjän palkka- ja korvauskustannukset ovat 12 717,36 euroa. Työkustannukset sisältävät 419 työtuntia sekä matka- ja ateriakorvauksia 812,15 euroa. Materiaalikustannukset ovat 18 712,95 euroa. Vuoden ensimmäisellä neljänneksellä maksettavia vuosihyvitteitä tulisi 66,31 euroa. Projektissa mahdolliset säästöt ennen projektinhoitokuluja ovat 3 569,69 euroa, eli skenaario on noin 10 % halvempi kuin toteutunut urakkahinta. Vuosihyvitteiden kanssa projektin säästöt olisivat 3 636,00 euroa.

Toisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 30 014,58 euroa, joista työkustannukset pysyvät samana kuin ensimmäisessä skenaariossa. Materiaalikustannukset ovat 17 297,22 euroa. Projektista maksettava vuosihyvite on 881,33 euroa. Projektin mahdolliset säästöt ennen projektin hoitokuluja ovat 4 985,42 euroa, eli skenaario on noin 14 % halvempi kuin toteutunut urakkahinta. Vuosihyvitteiden kanssa projektin säästöt olisivat 5 866,75 euroa, eli projekti olisi noin 17 % halvempi.

6.1.1.4 Laskentakohde 3

Laskentakohde on Helsingissä valmistumassa oleva asunto-osakeyhtiö, joka on yksiportainen asuinkerrostalo. Taloyhtiön asuntojen ilma vaihtuu keskitetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä. Ilmanvaihtojärjestelmä ei sisällä jäähdytystä. Jokaisen ilmanvaihtokoneen jäte- ja raitisilmakanavat eristetään 50 millimetriä ja 100 millimetriä paksuilla lämpöeristeillä. Vesikaton kanavat on eristetty 60 minuutin paloeristeellä, joka täyttää EI30+LE50-eristeen vaatimukset. Kohteen toteutunut eritysurakan hinta on 19 000 euroa.

Ensimmäisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 15 586,03 euroa. Eristäjän palkka- ja korvauskustannukset ovat 6 748,30 euroa. Työkustannukset sisältävät 247 työtuntia sekä matka- ja ateriakorvauksia 478,53 euroa. Materiaalikustannukset ovat 8 837,73 euroa. Vuoden ensimmäisellä neljänneksellä maksettavia vuosihyvitteitä tulisi 55,75 euroa. Projektissa mahdolliset säästöt ennen projektinhoitokuluja ovat 3 413,97 euroa, eli skenaario on noin 18 % halvempi kuin toteutunut urakkahinta. Vuosihyvitteiden kanssa projektin säästöt olisivat 3 469,72 euroa.

Toisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 14 970,33 euroa, joista työku-
stannukset pysyvät samana kuin ensimmäisessä skenaariossa. Materiaalikustannukset
ovat 8 222,03 euroa. Projektista maksettava vuosihyvite on 437,10 euroa. Projektin mah-
dolliset säästöt ennen projektin hoitokuluja on 4 029,67 euroa, eli noin 21 % halvempi
kuin toteutunut urakkahinta. Vuosihyvitteiden kanssa projektin säästöt olisivat 4 466,77
euroa, eli noin 24 % halvempi.

6.1.2 Putkien ja viemäreiden eristykset

Putkien ja viemäreiden eristyshintojen laskennassa on käytetty samanlaista Microsoft
Excel -taulukkoa kuin ilmanvaihtokanavien eristyshinnan laskennassa. Taulukon mas-
salaskentaosio on muotoiltu sopimaan paremmin vesi- ja viemärieristysten laskentaan.
Käyttövesiputkien ja lämpövesiputkien eristykset on usein merkitty projektien työselos-
teessa sarjoina, ja työselosteesta selviää myös eristykseen käytettävä materiaali. Las-
kentataulukosta nähdään myös viemärieristykseen tarvittavat materiaalit ja normituntiker-
toimet. (Taulukko 5.)

Taulukko 5. Vesi- ja viemärieristuksen massalaskentasivu.

Paroc Section Sarja 21	Ulko halkaisija	Metrit/kpl	Yhteensä	Ovh	nto / kpl	tarvike yht.	NH/kpl	Työ yht.	NH/€	Työ yht.
12/15	52		0	3,9	3,90	0,00 €	0,34	0	3,70 €	0,00 €
18	62		0	4,04	4,04	0,00 €	0,34	0	3,70 €	0,00 €
22	62		0	4,28	4,28	0,00 €	0,34	0	3,70 €	0,00 €
28	72		0	4,74	4,74	0,00 €	0,34	0	3,70 €	0,00 €
35	72		0	5,06	5,06	0,00 €	0,34	0	3,70 €	0,00 €
42	82		0	5,39	5,39	0,00 €	0,35	0	3,70 €	0,00 €
48	92		0	5,44	5,44	0,00 €	0,35	0	3,70 €	0,00 €
54	115		0	7,92	7,92	0,00 €	0,35	0	3,70 €	0,00 €
60	115		0	8,41	8,41	0,00 €	0,4	0	3,70 €	0,00 €
64	128		0	8,96	8,96	0,00 €	0,40	0	3,70 €	0,00 €
76	141		0	9,74	9,74	0,00 €	0,4	0	3,70 €	0,00 €
89	154		0	10,6	10,63	0,00 €	0,44	0	3,70 €	0,00 €
			0		0,00	0,00 €	0,45	0	3,70 €	0,00 €
Paroc Section Sarja 22										
12/15	72		0	5,45	5,45	0,00 €	0,34	0	3,70 €	0,00 €
18	82		0	5,54	5,54	0,00 €	0,34	0	3,70 €	0,00 €
22	82	226	226	5,83	5,83	1 317,58 €	0,34	76,84	3,70 €	284,31 €
28	92	112	112	5,91	5,91	661,92 €	0,34	38,08	3,70 €	140,90 €
35	92	102	102	6,67	6,67	680,34 €	0,34	34,68	3,70 €	128,32 €
42	102	74	74	7,18	7,18	531,32 €	0,35	25,9	3,70 €	95,83 €
48	115		0	7,25	7,25	0,00 €	0,35	0	3,70 €	0,00 €
54	128	49	49	9,96	9,96	488,04 €	0,35	17,15	3,70 €	63,46 €
60	141		0	10,2	10,18	0,00 €	0,4	0	3,70 €	0,00 €
64	141		0	10,6	10,63	0,00 €	0,40	0	3,70 €	0,00 €
76	154		0	11,9	11,91	0,00 €	0,4	0	3,70 €	0,00 €
89	167		0	13,1	13,06	0,00 €	0,44	0	3,70 €	0,00 €

6.1.2.1 Laskentakohde 1

Putki- ja viemärieristysten ensimmäinen laskentakohde on sama kuin ilmanvaihtoeristysten ensimmäinen kohde. Kohteen huoneistojen lämmitysjärjestelmänä ovat seinälle asennettavat lämmityspatterit. Patteriverkoston putkista eristetään kaikki piiloon jäävät asennukset ja kaikki näkyville jäävät runkoputket eristetään sekä päällystetään muovipinnoitteella. Patteriverkoston nousuputkia ei eristetä. Käyttöveden putket eristetään villakourulla ja kylmävesiputki eristetään kondenssitiiviiksi. Vesikaton tuuletusviemärit eristetään 30 minuutin paloeristyksellä, eristykset kääritään kaksinkertaiseen muoviin ja sadevesiviemärit eristetään 50 millimetrin paksuisella lämpöeristeellä. Alapohjan viemäreistä eristetään pelkästään sadevesiviemäri lämpöeristeellä. Kohteen toteutunut eristysurakkahinta on 26 300 euroa.

Ensimmäisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 21 437,20 euroa. Eristäjän palkka- ja korvauskustannukset ovat 10 056,90 euroa. Työkustannukset sisältävät 312 työtuntia sekä matka- ja ateriakorvauksia 1 207,39 euroa. Materiaalikustannukset ovat 11 380,30 euroa. Vuoden ensimmäisellä neljänneksellä maksettavia vuosihyvitteitä tulisi 0,00 euroa. Projektissa mahdolliset säästöt ennen projektinhoitokuluja ovat 4 862,80 euroa, eli skenaario on noin 18 % halvempi kuin toteutunut urakkahinta.

Toisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 20 520,17 euroa, joista työkustannukset pysyvät samana kuin ensimmäisessä skenaariossa. Materiaalikustannukset ovat 10 463,26 euroa. Projektista maksettava vuosihyvite on 418,53 euroa. Projektin mahdolliset säästöt ennen projektikuluja ovat 5 779,83 euroa, eli noin 22 % halvempi kuin toteutunut urakkahinta. Vuosihyvitteiden kanssa projektin säästöt olisivat 6 198,36 euroa, eli skenaario on noin 24 % halvempi.

6.1.2.2 Laskentakohde 2

Laskentakohde on Helsingissä 2019 vuonna valmistunut asunto-osakeyhtiö, joka on tarkoitettu opiskelija-asunnoiksi. Huoneistojen yhteydessä on myös liikuntahalli ja punttisali. Huoneistoja kohteessa on 103, ja huoneistojen lämmitysjärjestelmänä ovat seinälle asennettavat lämmityspatterit. Huoneistojen urakkaraja rajautui valmiina toimitettavaan

kylpyhuone-elementtiin. Eristystöiden määritelmät ovat samat kuin ensimmäisessä laskentakohteessa. Kohteen toteutunut urakkahinta on 36 884,00 euroa.

Ensimmäisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 32 377,77 euroa. Eristäjän palkka- ja korvauskustannukset ovat 9 553,44 euroa. Työkustannukset sisältävät 321 työtuntia sekä matka- ja ateriakorvauksia 620,97 euroa. Materiaalikustannukset ovat 22 824,33 euroa. Vuoden ensimmäisellä neljänneksellä maksettavia vuosihyvitteitä tulisi 0,00 euroa. Projektissa mahdolliset säästöt ennen projektinhoitokuluja ovat 4 506,23 euroa, eli skenaario on noin 12 % halvempi kuin toteutunut urakkahinta.

Toisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 30 500,82 euroa, joista työkustannukset pysyvät samana kuin ensimmäisessä skenaariossa. Materiaalikustannukset ovat 20 947,38 euroa. Projektista maksettava vuosihyvite on 1 047,37 euroa. Projektin mahdolliset säästöt ennen projektikuluja ovat 6 383,18 euroa, eli skenaario on noin 17 % halvempi kuin toteutunut urakkahinta. Vuosihyvitteiden kanssa projektin säästöt olisivat 7 430,55 euroa, eli skenaario on noin 20 % halvempi.

6.1.2.3 Laskentakohde 3

Kolmas laskentakohde on sama kuin ilmanvaihtoeristyksien kolmas laskentakohde. Huoneistojen lämmitysjärjestelmänä on vesikiertoinen lattialämmitys. Eristyksien määritelmät ovat samat kuin aikaisemmissa kohteissa, mutta patterilinjojen nousuputket on sijoitettu rappukäytävälle tehtyyn kuiluun, joissa runkoputket eristetään. Kohteen toteutunut eristyshinta on 32 000 euroa.

Ensimmäisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 26 537,70 euroa. Eristäjän palkka- ja korvauskustannukset ovat 8 146,91 euroa. Työkustannukset sisältävät 269 työtuntia, matka- ja ateriakorvauksia 520,27 euroa. Materiaalikustannukset ovat 18 390,79 euroa. Vuoden ensimmäisellä neljänneksellä maksettavia vuosihyvitteitä tulisi 0,00 euroa. Projektissa mahdolliset säästöt ennen projektinhoitokuluja ovat 5 462,30 euroa, eli skenaario on noin 17 % halvempi kuin toteutunut urakkahinta.

Toisen skenaarion nettokustannukset ovat Putkiwuoriolle 25 019,15 euroa, joista työku-
stannukset pysyvät samana kuin ensimmäisessä skenaariossa. Materiaalikustannukset
ovat 16 872,24 euroa. Projektista maksettava vuosihyvite on 674,89 euroa. Projektin
mahdolliset säästöt ennen projektikuluja ovat 6 980,85 euroa, eli noin 22 % halvempi
kuin toteutunut urakkahinta. Vuosihyvitteiden kanssa projektin säästöt olisivat 7 655,74
euroa, eli skenaario on noin 24 % halvempi.

6.2 Mittaus- ja säätötyöt

LVI-järjestelmän mittaus- ja säätötyöiden laskelmat on suoritettu kolmesta projektista,
jotka ovat valmistuneet vuosina 2018–2019. Valitut projektit ovat asunto-osakeyhtiömuo-
toisia asuinkerrostaloja, jotka on rakennettu pääkaupunkiseudulle. Laskelmien kustan-
nusten laskenta perustuu säätöpistekohtaiseen hinnoitteluun.

6.2.1 Ilmanvaihtojärjestelmän mittaus- ja säätötyöt

Ilmanvaihtojärjestelmän mittaus- ja säätötyön kustannusten laskennassa on laskettu 18
minuuttia työaikaä päätelaitetta ja säätöpeltiä kohden. Liesikupujen säätöajaksi on las-
kettu 30 minuuttia työaikaä. Huippuimureiden säätöaika on huippuimuria kohden yksi
tunti. Tiiveyskokeiden suorittamista varten työajaksi on laskettu neljä tuntia jokaista pai-
nettavaa keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän runkokanavalinjaa kohden. Äänimittauksien
yhden pisteen äänienmittauksen työaika on 90 sekuntia, ja säätöpöytäkirjan tekoa varten
on varattu jokaista 100:aa säätöpistettä kohti yksi tunti. (Taulukko 6.) Materiaalikustan-
nukset ovat vähäisiä, eikä niitä ole huomioitu. Työajan hinnoitteluun ei ole valmiita työ-
ehtosopimuksen mukaisia normituntikertoimia, vaan työaika on mietitty soveltuvaksi
urakkatyöhön, joka motivoisi mittaus- ja säätötyötä tekevän henkilön tekemään kohteista
urakkasopimuksen.

Taulukko 6. Ilmanvaihtojärjestelmän mittaus- ja säätötyön urakkalaskentalaskuri

Mittaus- ja säätötyön urakkalaskuri							
Venttiilit				Säätöpellit			
Malli	Määrä	h/kpl	Tunnit	Malli	Määrä	h/kpl	Tunnit
Tulo/poisto	672	0,3	201,6	IRIS	773	0,3	231,9
	0	0	0		0	0	0
	0	0	0		0	0	0
	0	0	0		0	0	0
Yhteensä	672		201,6 h	Yhteensä	773		231,9
Liesikupu				Huippuimurit ja savunpoistopuhaltimet			
Malli	Määrä	h/kpl	Tunnit	Malli	Määrä	h/kpl	Tunnit
Casa salsa	244	0,5	122	Vallox	10	1	10
	0	0	0	SP-puhallin	2	1,5	3
	0	0	0		0	0	0
	0	0	0		0	0	0
Yhteensä	244		122 h	Yhteensä	12		13
Säätöpöytäkirjat				Äänimittaukset			
Säätöpisteet	h/kpl	Tunnit		Asunnot	huoneet	h/kpl	tunnit
1945	0,01	19,5	h	244	1	0,025	6,1
Palkkakerroin		16,58	€/h	Tiiveyskokeet			
Työaika tunnit		626	h	Painettavat linjat			
Työaika päivät		78,26	d	8		h/kpl	tunnit
						4	32
Palkat yhteensä		10 379,91	€				
Sosiaalikulut	71,30 %	7 400,88	€				
Matkakulut	5,50 €	430,41	€				
Ruokaraha	10,50 €	821,69	€				
Projektinhoito							
kustannus	0 %	-	€				
Hinta yhteensä		19 032,88	€				

6.2.1.1 Laskentakohde 1

Kohde on asuinkerrostalo, joka valmistui 2019 vuoden alussa ja sijaitsee Helsingissä. Asuinkerrostalossa on yksi rappu, joka on kahdeksankerroksinen ja huoneistojen määrä on 32. Huoneistojen ilmanvaihtojärjestelmä on keskitetty ilmanvaihtokone ja kohteen yleisiä tiloja ja alapohjaa palvelee kolme huippuimuria. Kanaviston tiiveyskokeissa tarkastettiin kahden kanavalinjan tiiveydet. Huoneistojen äänitasomittaukset suoritettiin kahdesta ylimmän kerroksen kuudesta asunnosta, jotka sijaitsevat lähimpänä ilmanvaihtokonetta. Kohteen toteutunut laskutushinta oli alihankkijalta 3 286,00 euroa.

Kohde sisältää yhteensä 335 eri säätö- ja mittauspistettä, joiden yhteensä laskettu työaika on 115 työtuntia. Laskettu työhinta kohteelle on 3 501,13 euroa, ja ne sisältävät

matka- ja ateriakorvauksia 223,59 euroa. Projektin laskettu urakkahinta ylittää toteutuneen kustannuksen 215,13 eurolla, eli noin 7 %:lla

6.2.1.2 Laskentakohde 2

Kohde on asuinkerrostalo, joka valmistui Espoossa vuoden 2018 aikana. Asuinkerrostalossa on kuusi rappua ja yhteensä 191 huoneistoa. Huoneistoja palvelevat ilmanvaihtojärjestelmät sisältävät kuusi keskitettyä ilmanvaihtokonetta ja yleisiä tiloja palvelee 12 pienempää ilmanvaihtokonetta. Kohteessa on 12 huippuimuria ja kaksi savunpoistopuhallinta. Kanaviston tiiveyskokeissa tarkastettiin 12 kanavalinjan tiiveydet. Huoneistojen äänitasomittaukset suoritettiin lähimpänä ilmanvaihtokonetta olevista huoneistoista pistokokeina. Kohteen toteutunut laskutushinta oli alihankkijalta 21 258,35 euroa.

Kohde sisältää yhteensä 1943 eri säätö- ja mittauspistettä, joiden yhteensä laskettu työaika on 672 työtuntia. Laskettu työhinta kohteelle on 21 750,78 euroa, joka sisältää matka- ja ateriakorvauksia 2 652,73 euroa. Projektin laskettu urakkahinta ylittää toteutuneen kustannuksen 492,43 eurolla, eli noin 2 %:lla

6.2.1.3 Laskentakohde 3

Laskentakohde on Helsingissä 2019 vuonna valmistunut asunto-osakeyhtiömuotoinen asuinkerrostalo, joka on tarkoitettu opiskelija-asunnoiksi. Asuntoyhtiössä on kolme rappua ja yhteensä 244 huoneistoa. Huoneistoja palvelevat ilmanvaihtojärjestelmät sisältävät kaksi keskitettyä ilmanvaihtokonetta, ja yleisiä tiloja palvelee kuusi pienempää ilmanvaihtokonetta. Kohteessa on 12 huippuimuria ja kaksi savunpoistopuhallinta. Kanaviston tiiveyskokeissa tarkastettiin kahdeksasta kanavalinjan tiiveydet. Huoneistojen äänitasomittaukset suoritettiin jokaisen asunnon makuuhuoneista. Kohteen toteutunut laskutushinta oli alihankkijalta 19 617 euroa.

Kohde sisältää yhteensä 2189 eri säätö- ja mittauspistettä, joiden yhteen laskettu työaika on 626 työtuntia. Laskettu työhinta kohteelle on 19 032,88 euroa, joka sisältää matka- ja

ateriakorvauksia 1 252,10 euroa. Projektin mahdolliset säästöt ovat 584,12 euroa, eli noin 3 %.

6.2.2 Käyttö- ja lämmitysveden mittaus- ja säätötyöt

Käyttö- ja lämmitysveden mittaus- ja säätötyö kustannuksien laskennassa on laskettu viiden minuutin työaika vesikalustetta kohden. Säästöventtiilille laskettu säätöaika on 30 minuuttia. Huonelämpömittauksiin laskettu mittausaika on kahdeksan minuuttia huonetta kohden ja huoneistonmittauksiin 30 minuuttia asuntoa kohden sekä sen lisäksi yhdeksän minuuttia jokaista patteriventtiiliä kohden. Säästöpytökirjan tekoa varten on varattu jokaista 100 säätöpistettä kohti yksi tunti. Materiaalikustannukset ovat vähäisiä, eikä niitä ole huomioitu. Vesijärjestelmien mittaus- ja säätötöistä ei valitettavasti ole saatavilla toteutuneita kuluja, vaan laskelmia verrataan budjetoituun summaan.

6.2.2.1 Laskentakohde 1

Kohteen huoneistojen lämmitysjärjestelmänä on seinälle asennettavat patterit. Vesivirtojen säätöjä varten kohteessa on 112 vesikalustetta. Pattereiden määrä kohteessa on 114 ja linjasäästöventtiileitä on 50 kappaletta. Kohteeseen varattu budjetti mittaus- ja säätötöitä varten on 3 500,00 euroa. Laskennallisesti saatu hinta, mittaus- ja säätötöille on 2 538,10 euroa, joka sisältää 84 työtuntia ja matka- ja ateriakorvauksia 162,09 euroa. Mahdollinen säästö budjetoituun hintaan on 961,90 euroa.

6.2.2.2 Laskentakohde 2

Kohteen huoneistojen lämmitysjärjestelmänä on seinälle asennettavat patterit. Vesivirtojen säätöjä varten kohteessa on 625 vesikalustetta. Pattereiden määrä kohteessa on 526 ja linjasäästöventtiileitä on 361 kappaletta. Kohteeseen varattu budjetti mittaus- ja säätötöitä varten on 10 000,00 euroa. Laskennallisesti saatu hinta, mittaus- ja säätötöille on 13 407,16 euroa, joka sisältää 414 työtuntia ja matka- ja ateriakorvauksia 1 635,14 euroa. Laskettu hinta ylittää budjetoidun hinnan 3 407,16 eurolla.

6.2.2.3 Laskentakohde 3

Kohteen huoneistojen lämmitysjärjestelmänä on seinälle asennettavat patterit. Vesivirtojen säätöjä varten kohteessa on 742 vesikalustetta. Pattereiden määrä kohteessa on 442 ja linjasäätöventtiileitä on 609 kappaletta. Kohteeseen varattu budjetti mittaus- ja säätötöitä varten on 14 000,00 euroa. Laskennallisesti saatu hinta, mittaus- ja säätötöille on 16 496,25 euroa, joka sisältää 537 työtuntia ja matka- ja ateriakorvauksia 1 041,40 euroa. Laskettu hinta ylittää budjetoidun hinnan 2 307,17 eurolla.

7 Kannattavuus

Kannattavuuslaskelmat on tehty laskennallisesti, ja laskelmien tarkoitus on näyttää, kuinka paljon optimaalisessa tilanteessa mahdollista saada säästöjä. Työntekijätarve on myös arvioitu tasaiseksi. Todellisuudessa urakoinnissa yksi haastavimmista asioista on löytää tasainen työtilanne niin, että kaikilla työntekijöillä olisi aina töitä tehtävänä sopivasti. Työllisyystilanne tuskin tulisi koskaan olemaan täysin tasainen, vaan laskelmissa pitää myös ottaa huomioon mahdolliset työmäärän äkilliset kasvut. Mahdollisia sivukuluja on vuokratyövoiman käyttö sekä erilliset lisäinvestointikulut tavarankuljetukseen soveltuvaan pakettiautoon ja sen kuljettajaan. Useasti myös urakoinnissa tulee projektikohtaisia lisäkuluja mahdollisista urakkalaskentavirheistä, asentajavirheistä sekä tavara- ja työkaluhävikistä.

7.1 Eristystyön kannattavuus

7.1.1 Skenaario 1

Kun arvioidaan ensimmäisen skenaarion laskennallista keskiarvoa, niin keskimääräisen ilmanvaihtokanavien eristysurakan hinta on 36 000 euroa. Eristysurakan hinnasta noin 41 % on työntekijöiden palkkakustannuksia sekä ateria- ja matkakorvauksia, kun taas materiaalikustannusten osuus on noin 46 %. Laskennallinen katteen osuus on noin

13 %. Putkiuorion käynnissä olevien ilmanvaihtoasennusprojektien eristysurakkahinnat ovat yhteensä 320 000 euroa, ja jos eristykset suoritettaisiin Putkiuorion omana työnä, mahdollinen säästö olisi noin 42 000 euroa kyseisten projektien osalta.

Vesi- ja viemärineristysurakoiden keskimääräinen hinta on 32 000 euroa. Eristysurakan hinnasta palkkakustannuksia on 29 %, materiaalikustannuksia 55 %, ja katteen laskennallinen osuus on 16 %. Käynnissä olevien vesi- ja viemäriurakoiden eristysurakkahinnat ovat yhteensä 350 000 euroa, ja jos eristykset suoritettaisiin Putkiuorion omana työnä, mahdollinen säästö olisi noin 55 000 euroa kyseisten projektien osalta.

Käynnissä olevien ilmanvaihto- ja putkieristysurakoiden laskennallinen säästö olisi yhteensä noin 97 000 euroa. Projektien eristykseen tarvittava eristystyöntekijöiden tarve on neljä työntekijää. Työntekijän työvaatteiden alkuinvestointihinta on noin 900 euroa ja henkilökohtaisen työkalupakin hinta noin 370 euroa. Tarvittavien erillistyökalujen hankintahinta on noin 2 000 euroa. Vuosittainen arvio työvaatteiden ja työkalujen uudelleen hankinnoista on noin 300 euroa työntekijää kohden. Virkistystoimintojen ja työturvallisuuslain edellyttämien korttien hankintojen kuluarvio työntekijää kohden on noin 200 euroa vuodessa. Alkuinvestoinnin hinta olisi kuudelle työntekijälle noin 8 500 euroa ja vuotuiset kustannukset 2 000 euroa.

Mahdolliset säästöt vuodessa olisi 90 000–95 000 euroa, jos projekteja hoitavat työnjohtajat hoitaisivat muiden töiden ohella myös eristystyöntekijöiden työnjohtamisen. Laskelmissa ei ole otettu huomioon työnjohtajien mahdollisia palkankorotuksia, jotka seuraisivat työmäärän lisääntyessä.

7.1.2 Skenaario 2

Toinen skenaario on laskettu yli 1 000 000 euron materiaalikustannuksilla olettamalla, että materiaalikustannukset on jaettu tasan kahden toimittajan kesken. Materiaalien kustannukset eivät ole suhteessa Putkiuorion nykyiseen tilauskantaan, mutta suurilla kustannuksilla saa huomattavasti edullisempia vuosisopimuksia tavaroiden toimittajille. Putkiuorion pitäisi arviolta kaksinkertaistaa nykyinen tilauskanta, jotta nämä hinnat olisivat realistisia.

Toisessa skenaariossa ilmanvaihtokanavien eristysurakoiden hinnasta työntekijöiden palkkakustannuksien osuus pysyy noin 41 % ja materiaalikustannusten osuus pienenee kolmella prosentilla 43 %. Laskennallinen katteen osuus vuosihyvitteiden kanssa on noin 18 %. Vesi- ja viemärieristysurakan hinnasta palkkakustannukset ovat 29 %, materiaalikustannuksia on 51 % ja laskennallinen katteen osuus vuosihyvitteiden kanssa on 22 %.

Yli 1 000 000 euron materiaaliostot vaativat eristysurakoinnissa arviolta 1 600 000 euron vuotuisen tilauskannan, josta arvion mukaan 750 000 euroa on ilmanvaihtokanavien eristyksiä ja 850 000 euroa vesi- ja viemäriputkien eristyksiä. Ilmanvaihtokanavien eristysurakan laskennallinen säästö vuodessa on noin 138 000 euroa ja vesi- ja viemäriputkien eristysurakan säästö noin 190 000 euroa. Mahdollinen vuotuinen säästö olisi noin 328 000 euroa.

Projektien eristykseen tarvittava eristystyöntekijöiden tarve on 10 työntekijää. Alkuinvestointihinta olisi noin 15 000 euroa, vuotuiset eristystyöntekijä kustannukset noin 5 000 euroa vuodessa ja eristystyönjohtajan vuosikustannuksien arvio on noin 90 000 euroa vuodessa. Näiden kustannuksien jälkeen mahdollinen säästö olisi noin 233 000 euroa vuodessa.

7.2 Mittaus- ja säätötöiden kannattavuus

Laskelmien perusteella ilmanvaihtojärjestelmän mittaus- ja säätötöissä ei ole saavutettavissa säästöjä. Kolmen kohteen toteutuneet kustannukset olivat 123,44 euroa halvemmalla kuin laskelmien laskettu työhinta. Mahdollinen säästökohde olisi päätelaitteen säätämiseen käytetyn ajan pienentäminen, mutta laskelmissa käytetty säätöaika päätelaitetta kohden on jo realistinen. Päätelaitteen säätöaikana on käytetty 18:ta minuuttia, joka sisältää suojaussien poiston, esisäädön ja tarkemman mittaus- ja säätötyön. Putkiuudistuksen yhteistyö alihankkijan kanssa on säästöjen kannalta järkevää ilmanvaihtojärjestelmän mittaus- ja säätötöissä.

Vesivirtojen mittaus- ja säätötöiden toteutuneet kustannukset eivät valitettavasti olleet käytettävissä, vaan verrattava hinta on budjettiin laskettu kustannus. Kolmen lasketun kohteen kohdalla ensimmäisessä laskentakohteessa olisi mahdollisia säästöjä saatu

27 %, kun taas laskentakohteessa 2 tappiota olisi tullut 34 %. Kokonaisuudessa kolmen kohteen työt olisivat maksaneet melkein 5 000 euroa enemmän kuin mittaus- ja säätötöihin on budjetissa varattu. Työnvaiheen budjetoinnissa on melko isoja eroja, eivätkä ne anna oikeaa vertailuhintaa tarkempaa analyysia varten.

8 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä kilpailukykyä parantavia säästöjä tutkimalla laskennallisesti alihankintatöiden nettokustannuksia, jos työt suoritettaisiin Putkiwuorion omilla työntekijöillä eikä alihankinnan avulla Putkiwuorion nykyisen käytännön mukaisesti. Opinnäytetyössä tutkittiin kolmea osa-aluetta: eristystöitä, mittaus- ja säätötöitä sekä automaatiotöitä.

Tulokset jakautuivat osa-alueittain; eristystöistä syntyisi laskelmissa vuositasolla mahdollisia säästöjä, mutta mittaus- ja säätötyöt näyttivät olevan edullisemmat alihankinnan kautta. Automaatiotöiden osalta en päässyt alkuperäiseen tavoitteeseeni, sillä tarvittavia järjestelmätoimittajien hintatietoja ei ollut käytettävissä.

Eristystöiden osalta laskelmat olivat lupaavia. Opinnäytetyön kolmen laskentakohteen jälkeen vaikuttaa laskentatyökalu olevan hyvin realistinen, ja laskelmat pystytään myös toistamaan toisissa kohteissa. Laskelmien avulla pystyttiin tutkimaan mahdollista kateprosenttia, joka olisi saatavissa projektin edetessä suunnitelmien mukaan. Putkiwuorion nykyisellä rakenteella mahdolliset säästöt voisivat olla vuodessa jopa 90 000 euroa. Omasta mielestäni eristystöiden osalta kannattaisi asiaan perehtyä tarkemmin, sillä potentiaalista säästöä on mahdollista saada tekemällä eristystyöt omana työnä. Mahdollisten säästöjen lisäksi on kuitenkin huomioitava rakennusalan lasku- ja noususuhdanteet, toimihenkilö- ja toimistokustannukset ja kalustokustannukset.

Mittaus- ja säätötöiden osalta ei löytynyt potentiaalista säästöpotentiaalia. Varsinkin ilmanvaihtojärjestelmien mittaus- ja säätöiden laskelmat olivat vertailukelpoiset toteutuneisiin projektikuluihin. Työn hinnoittelulaskelmissa työ tapahtui urakaluonteisesti ja työajat olivat realistiset. Nykyinen järjestely Putkiwuorion yhteistyökumppanin kanssa osoittautui tuottavaksi ja tehokkaaksi. Vesipuolen mittaus- ja säätötöiden osalta ei päästy

niin tarkkaan lopputulokseen, sillä pystyin vertaamaan hintoja pelkästään budjetoituihin kuluihin, enkä toteutuneisiin kuluihin. Vesipuolen budjetoituihin kuluihin verrattuna mitaus- ja säätötöiden suorittaminen Putkiwuorion omana työnä ei ole kannattavaa.

Automaatiotöiden osalta laskennallisesti en päässyt tavoitteisiini, mutta opinnäytetyösäni olen osoittanut automaatiourakoitsijoiden kulurakenteen ja hintojen koostumuksen. Automaatiourakoitsijan suurimmat menoerät ovat henkilöstö- ja järjestelmäkustannukset, mutta niiden lisäksi tulee kustannuksia järjestelmätoimittajien lisenssi- ja koulutuskustannuksista. Mielestäni automaatiotyön osuudet ovat jatkuvasti kasvaneet tekniikan kehittyessä. Omasta mielestäni automaatiotöiden kannattavuuteen olisi hyvä keskittyä lisää, koska automaatiojärjestelmiä asentavat yritykset tekevät taloustietojen mukaan jopa 15–20 % tulosta vuosittain liikevaihtoon verrattuna. [19]

Lähteet

- 1 Työmarkkinat. 2019. Verkkoaineisto. Rakennusteollisuus. <<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Tyomarkkinat/>> Luettu 25.6.2019.
- 2 Räsänen, Jukka. 2019. IV-tuotantopäällikkö, Putkiwuorio Oy, Toimisto, Helsinki, keskustelu 10.5.2019.
- 3 Tykkä, Saku. 2019. Toimitusjohtaja, Putkiwuorio Oy, Toimisto, Helsinki, Tuotantopalaveri 17.5.2019.
- 4 Talotekniikka alan LVI toimialan työehtosopimus 2018-2020. 2018. LVI-tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry ja Rakennusliitto ry
- 5 Siitonen, Marietta. 2011. Rakennusliikkeen alihankintojen ohjaus ja valvonta. Opinnäytetyö. Saimaan ammattikorkeakoulu
- 6 Parkkonen, Sampsa. 2015. Urakkamuotojen vertailua rakennuttajan näkökulmasta. Savonia ammattikorkeakoulu
- 7 Laki tilaajan selvitysvelvollisuudesta ja vastuusta ulkopuolista työvoimaa käytettäessä 2006/1233. Finlex
- 8 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998. RT 16-10660. Rakennustieto Oy
- 9 Käsitteet. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <<http://www.stat.fi/meta/kas/yri-tys.html>> Luettu 26.6.2019
- 10 Hinnasto. Verkkoaineisto. Kespet. <<https://www.kespet.fi/hinnasto/>> Luettu 13.7.2019
- 11 Hinnasto. Verkkoaineisto. Teknocalor. <<https://www.teknocalor.fi/mittauslaitteet>> Luettu 13.7.2019

- 12 Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>> Luettu 14.7.2019
- 13 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 2009/205. Finlex
- 14 Valttikorttien hinta muuttuu 1.1.2019. Verkkoaineisto. Tilaajavastuu. <<https://www.tilaajavastuu.fi/fi/rel/valttikorttien-hinta-muuttuu-1-1-2019/>> Luettu 14.7.2019
- 15 Korttikurssit. Verkkoaineisto. Työturvallisuuskortti. <<https://www.tyoturvallisuus-kortti.fi/>> Luettu 14.7.2019
- 16 Havurinne, Harri. 2019. Toimitusjohtaja, Hausmatic Oy. Sähköpostikeskustelu. 31.7.2019
- 17 Hautala, Samuli. 2019. Automaatiotekniikan insinööriopiskelija. Metropolia. Verkkokeskustelu. 11.7.2019
- 18 Sukanen, Ville. 2019. Automaatioasentaja. 15.9.2019
- 19 Taloustiedot. Verkkoaineisto. Finder. <Finder.fi> Luettu 19.9.2019
- 20 Sosiaalikulutukset 2019. LVI-tekniset urakoitsijat. Helsinki 2018