

Kalle Kuurila

# ILMANVAIHDON TARJOUSLASKENTA- OHJELMA JA URAKOINTIOHJE

Opinnäytetyö

Talotekniikan insinööri

Marraskuu 2021



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä	Kalle Kuurila
Työn nimi	Ilmanvaihdon tarjouslaskentaohjelma ja urakointiohje
Toimeksiantaja	Kuurila Invest Oy
Vuosi	Marraskuu 2021
Sivut	41 sivua
Työn ohjaaja	Henri Varis

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda tulevalle talotekniikka-alan yritykselle ilmanvaihdon tarjouslaskentaohjelma. Lisäksi työssä luotiin tämän yrityksen käyttöön ilmanvaihtourakointia käsittelevä ohjedokumentti. Toimeksiantajayrityksenä tässä työssä toimi opinnäytetyöntekijän oma yritys, joka on lähitulevaisuudessa siirtymässä talotekniikka-alalle.

Tarjouslaskenta on tärkeä osa-alue ilmanvaihtourakoinnissa, jotta urakointia voidaan toteuttaa talouden näkökulmasta kannattavasti. Ilmanvaihtourakoitsijan tulee myös tietää, mitä toimenpiteitä projektin eri vaiheissa täytyy suorittaa, sekä on tiedettävä omat vastuut ja velvollisuudet urakoinnissa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa yrityksen käyttöön tarjouslaskentaohjelma, joka on luotettavakäyttöinen. Lisäksi ohjelma voitiin toteuttaa vastaamaan vain tämän yrityksen tarpeita, jolloin ohjelma voidaan räätälöidä erinomaisesti toimeksiantajayritykselle. Tämän tulisi voida säästää huomattavasti aikaa yrityksen tarjouslaskentavaiheessa sekä helpottaa kyseistä toimenpidettä. Lisäksi työn tavoitteisiin kuului koko ilmanvaihtourakointiprosessin helpottaminen urakointiohjeella, johon yritys voi tukeutua missä tahansa vaiheessa urakointia. Yrityksen tulisi löytää luodusta dokumentista mahdollisimman helposti tietoa ja ohjeita projektin toteuttamisen eri vaiheille.

Toimeksiantajan asettamiin tavoitteisiin opinnäytetyössä päästiin erinomaisesti. Yritykselle luotiin Excel-laskentataulukko-ohjelmaa käyttäen ilmanvaihtourakan tarjouslaskentaohjelma, joka on yritykselle erittäin hyvin soveltuva. Tällä voidaan tarjouslaskentaprosessi tulevaisuudessa toteuttaa ensiluokkaisesti. Lisäksi tavoitteisiin päästiin myös urakointiohjeen laatimisessa. Yritys löytää tästä dokumentista todella kattavasti ohjeita ja tietoa urakoinnin eri vaiheille. Toimeksiantajayritys voi tukeutua tähän dokumenttiin tulevaisuudessa, kun yritys suorittaa ilmanvaihtourakointia.

**Asiasanat:** Ilmanvaihto, tarjouslaskenta, urakointi

Degree	Bachelor of Engineering
Author	Kalle Kuurila
Thesis title	Offer calculation program and contracting guide for ventilation
Commissioned by	Kuurila Invest Oy
Time	November 2021
Pages	41 pages
Supervisor	Henri Varis

## ABSTRACT

The purpose of the thesis was to create a ventilation offer calculation program for a building services engineering company. A contracting guide was also created for the company. The company for which the work was carried out is the author's own company. This company will begin operations later in the building services engineering industry.

The offer calculation phase is a very important aspect of profitable contracting. A ventilation contractor should know what responsibilities it has in carrying out the contracting. In addition, he should know what measures are required at different stages of the work.

The aim of the thesis was to create a reliable offer calculation program for the company. The program was implemented to meet the needs of the company. This program should help save time and money in the offer calculation phase. The work also aims to facilitate the implementation of the ventilation contracting process. This was carried out by drafting a contracting guide for ventilation. With the help of the contracting guide the company should find information and instructions for the various stages of the project as easily as possible.

The objectives set by the company in the thesis were achieved excellently. A ventilation offer calculation program was created for the company using the Excel spreadsheet program, which is very suitable for the company. This will allow the offer calculation process to be carried out superbly in the future. The objectives of the thesis were also achieved in the preparation of the contracting guide. The contracting guide contains a comprehensive set of instructions and information for the various stages of the contracting. The company can rely on the contracting guide in the future.

**Keywords:** Ventilation, offer calculation, contracting

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ILMANVAIHTO YLEISESTI .....	7
2.1	Painovoimainen ilmanvaihto .....	9
2.2	Koneellinen poistoilmanvaihto .....	10
2.3	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.....	13
3	ILMANVAIHTOURAKOINTI.....	15
3.1	Tarjouspyyntö .....	17
3.1.1	Kaupalliset asiakirjat .....	17
3.1.2	Tekniset asiakirjat .....	19
3.2	Tarjouslaskenta .....	19
3.3	Tarjous.....	22
3.4	Urakkaneuvottelu.....	23
3.4.1	Tilaus .....	24
3.5	Urakkasopimus.....	24
3.5.1	Maksuerätaulukko.....	25
3.6	Projektin aloittaminen .....	26
3.6.1	Aloituskokous.....	26
3.6.2	Urakoitsijan aloituspalaveri .....	26
3.6.3	Aliurakointi .....	27
3.6.4	Aikataulu ja hankinnat.....	27
3.6.5	Riskit ja ongelmat .....	28
3.7	Projektin toteutusvaihe .....	28
3.7.1	Urakoitsijapalaveri .....	28
3.7.2	Työmaakokous .....	29
3.7.3	Katselmukset .....	29
3.7.4	Lisä- ja muutostyöt.....	29
3.8	Projektin luovutus .....	31

3.8.1	Itselle luovutus .....	31
3.8.2	Urakoitsijoiden toimintatarkastukset .....	31
3.8.3	Toimintakokeet .....	32
3.8.4	Vastaanottotarkastus .....	32
3.9	Takuuaika .....	33
3.9.1	Vastuu takuuajan jälkeen.....	33
4	TARJOUSLASKENTAOHJELMA .....	34
5	TULOKSET.....	38
6	POHDINTA.....	39
	LÄHTEET.....	40

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäyte käsittelee ilmanvaihtourakointia sekä ilmanvaihtourakan tarjouslaskentaprosessia. Työn toimeksiantajana toimii tämän opinnäytetyön tekijän oma yritys, joka on perustettu vuonna 2018. Yritys ei opinnäytetyötä tehdessä vielä ole päätoimialtaan talotekniikka-alan yritys, vaan yrityksen päätoimiala on toistaiseksi muualla luokittelemattomat rahoituspalvelut. Yrityksen tarkoituksena on muuttaa päätoimiala talotekniikka-alan yritykseksi, kun toimitusjohtaja on valmistunut talotekniikan insinööriksi.

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda edellä mainitulle yritykselle ilmanvaihdon tarjouslaskentaohjelma sekä urakointiohje. Tarjouslaskentaohjelma toteutetaan käyttämällä Excel-laskentataulukko-ohjelmaa. Tarkoituksena on luoda sellainen ohjelma, joka on räätälöity tulevan yrityksen tarpeisiin. Tämän lisäksi ohjelman tulee olla helppokäyttöinen, sekä koko urakantarjouslaskentaprosessi voidaan toteuttaa yhdellä ohjelmalla.

Opinnäytetyössä tutkitaan myös, miten ilmanvaihtourakointi toteutetaan kokonaisuudessaan. Tämän pohjalta yritykselle laaditaan ilmanvaihtourakointiohje, johon yritys voi tukeutua ilmanvaihtourakoinnissa. Ohjeen on tarkoitus helpottaa yrityksen urakointia siten, että ohjeesta voidaan selvittää, mitä eri asioita täytyy tai voidaan tehdä tietyissä vaiheissa urakan etenemistä. Ohjeen on tarkoitus käsitellä ilmanvaihtourakointi tarjouslaskentaprosessista aina takuuajan jälkeisiin toimenpiteisiin asti. Ohje toteutetaan siten, että yritys voi yhdestä dokumentista löytää tiedot urakan toteuttamiseen.

Työn tavoitteena on nopeuttaa ja helpottaa tulevan yrityksen ilmanvaihtourakointia sekä tarjouslaskentaprosessia. Tavoitteena on myös tehdä tarjouslaskentaohjelmasta yritykselle sopivampi ja nopeampi käyttää kuin saatavilla olevat maksulliset ohjelmat.

## 2 ILMANVAIHTO YLEISESTI

Ilmanvaihdon tehtävänä on poistaa rakennuksen sisäilmastosta epäpuhdasta ilmaa sekä tuoda rakennuksen sisäilmastoon tilalle puhdasta ilmaa. Ilmanvaihdolla toteutetaan siis rakennukseen terveellinen ja viihtyisä sisäilmasto. Rakennuksesta poistettava ilma sisältää hiukkasmaisia ja kaasumaisia epäpuhdistuslähteitä, joita rakennuksen sisäilmaan syntyy muun muassa ihmisistä ja ruoanlaitosta /1/. Puhdas ilma rakennukseen tuodaan ulkoilmasta joko koneellisesti tai painovoimaisesti.

Ilmanvaihdosta puhuttaessa tarkoitetaan yleisesti sisäilman laadun ylläpitämistä ja parantamista ilmaa vaihtamalla, joka usein sekoitetaan termiin ilmastointi. Ilmastoinnista puhuttaessa tarkoitetaan yleisesti huoneilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden ja ilman liikkeen hallintaa tulo- tai kierrätysilmaa käsittelemällä. Ilmastointia on siis esimerkiksi, kun ilmaa voidaan jäähdyttää tai kostuttaa. /2, s. 15./

Rakennuksen käyttäjille toimiva ilmanvaihto on erittäin tärkeää, jotta tämä voisi hengittää mahdollisimman puhdasta ilmaa. Tämä on tärkeää, koska ihminen viettää suurimman osan elämästään sisätiloissa, jolloin ihminen hengittää myös sisäilmaa suurimman osan ajan elämästään. Kyseessä on siis todella suuria määriä ilmaa, koska tavanomaisesti ihmisen keuhkojen kautta kulkee ilmaa yli 15000 litraa vuorokaudessa /3/. Terveellisellä sisäilmastolla voidaan välttää useita terveyshaittoja rakennuksen käyttäjiä ajatellen. Tämän lisäksi sisäilman laatu vaikuttaa rakennuksen käyttäjän viihtyisyyteen ja tehokkuuteen.

Toimiva sisäilmasto on myös rakennuksen kannalta tärkeää. Ilmanvaihdolla poistetaan epäpuhdasta ja kostea ilmaa. Liian kostea ilma rakennuksessa voi olla rakennukselle haitallista, minkä takia tämä on tärkeää saada poistettua tehokkaasti rakennuksesta. Tällainen epäpuhdas ja liian kostea ilma aiheuttaa rakennukseen suotuisat olosuhteet erilaisille mikrobikasvustoille. Tämän takia toimivalla ilmanvaihdolla saadaan rakennukselle toteutettua piempi elinkaari.

Pelkästään riittävällä poistoilman määrällä ei kuitenkaan voida rakennukseen toteuttaa terveellistä ja viihtyisää sisäilmastoa, vaan on myös huolehdittava, että rakennukseen tuodaan tai johdetaan riittävä määrä korvausilmaa tilalle. Tällöin rakennuksen painesuhteet pysyvät oikeanlaisena. Liiallisen alipaineen takia rakennuksen sisäilmaan muodostuu enemmän epäpuhtauksia esimerkiksi rakenteista kulkeutumalla. Liiallinen ylipaine taas voi aiheuttaa rakennukseen suuria kosteusrasituksia. Tämän takia ilmanvaihdon painesuhteet pyritään suunnittelemaan ja säätämään tasapainoiseksi eli 0 Pascalin paine-ero ulkoilmaan ilmaan verrattuna. Ennen rakennukset suunniteltiin tarkoituksella hieman alipaineiseksi, mutta ajan myötä on huomattu ja tutkittu tasapainoisen ilmanvaihdon olevan parempi ratkaisu. /4./

Ilmanvaihdon toteutuksessa on otettava huomioon myös äänitasot, jotta rakennuksen käyttäjille voidaan toteuttaa hyvät sisäilmaolosuhteet. Liiallinen ääni tilassa aiheuttaa käyttäjille ongelmia viihtyvyydessä ja tehokkuudessa. Ilmanvaihto on suunniteltava ja toteutettava siten, että ääniolosuhteet tilassa on tilan vaatimusten mukaiset. /5./

Rakennuksen ilmanvaihdon toteuttamiseen tarvitaan ilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtojärjestelmät voidaan kategorioida kolmeen erilaiseen järjestelmään normaaleissa rakennuksissa:

- Painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä
- Koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä
- Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä.

Edellä mainittuja järjestelmiä käytetään normaaleissa rakennuksissa, mutta teollisuuden puolella käytetään useita erilaisia ilmanvaihtojärjestelmiä. Teollisuudessa ilmanvaihdon toteuttaminenkin on hieman erilaista, koska ilmanvaihdon tärkein mitoittava tekijä on prosessin ominaisuudet. Normaalisissa ilmanvaihdossa tärkeimpänä mitoittavana tekijänä on tilankäyttäjät ja rakennuksen rakenteet. /2./



## 2.1 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä oli vallitseva järjestelmä aina 1960-luvulle asti. Painovoimainen ilmanvaihto perustuu ulko- ja sisäilman lämpötilaerojen ja tuulen aiheuttamaan paine-eroon. Kyseessä on siis täysin itsestään toimiva järjestelmä, joka lämpötilaeroista johtuen toimii huomattavasti paremmin talviaikaan kuin kesäaikaan. Painovoimaisen järjestelmän toteuttaminen ja järjestelmän ylläpitäminen on edullista, mutta kyseinen järjestelmä on huono riittämättömän ilmanvaihtuvuuden takia kesähelteillä. Tämän lisäksi järjestelmä kuluttaa paljon energiaa, koska lämpöenergiaa ei voida ottaa talteen ja tuleva korvausilma on ulkolämpötilan asteista. Painovoimainen järjestelmä voi myös aiheuttaa vedon tunnetta. Järjestelmän ylläpitäminen itsessään on siis edullista, mutta käytännössä kallista, kun lämpöenergiaa menee hukkaan, sekä tilojen lämmitystarve kasvaa ulkoilman ollessa viileämpää. /6./

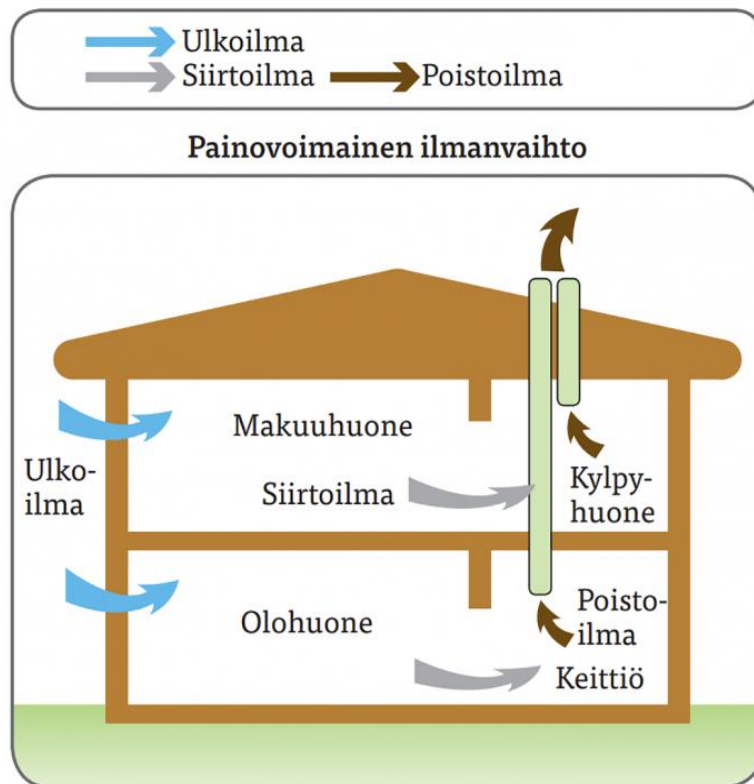
Painovoimaisessa ilmanvaihdossa poistoilmaventtiilit sijoitetaan tiloihin, joissa epäpuhtaus lähteitä syntyy eniten, sekä tiloihin, joista suuret kosteuskuormat täytyy saada poistettua. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi WC-tilat, kylpyhuoneet, keittiöt, pesuhuoneet, vaatehuoneet ja saunat. Poistoilmaventtiilit asennetaan poistoilmakanaviin, jotka johdetaan yläpohjan läpi katolle, josta ilma poistuu ulkoilmaan.

Kyseisessä järjestelmässä tuloilma johdetaan rakennukseen käyttämällä korvausilmaventtileitä, jotka yleensä sijoitetaan oleskelutiloihin sekä esimerkiksi saunaan. Korvausilmaventtiilit sijoitetaan usein ulkoseiniin, ikkunoiden karmeihin tai tuuletusikkunoihin, mutta korvausilma voidaan johtaa rakennukseen käyttämällä ilmanvaihtokanavaa, johon korvausilmaventtiili asennetaan. Korvausilmaventtiilien valinnassa on suositeltavaa valita suodattimella varustettu malli, jotta suodatin pystyy suodattamaan suurimmat epäpuhtaushiukkaset tulevast ulkoilmasta. Tällä saadaan rakennukseen parempi sisäilman laatu. /6./

Painovoimainen ilmanvaihto toimii parhaiten talviaikana sekä tuulisella säällä. Tällöin rakennuksen paine-ero ulkoilmaan nähden on suurimmillaan, joten ilma vaihtuu tehokkaammin. Järjestelmä tuo rakennuksen käyttäjille usein vedon tunnetta, koska kylmä korvausilma virtaa rakennuksen sisälle. Tätä voidaan kuitenkin ehkäistä asentamalla erilaisia lämmitysvastuksia

korvausilmaventtiileihin sekä voidaan sekoittaa ulko- ja sisäilmaa keskenään, ennen kuin ilma virtaa oleskeluvyöhykkeelle. Järjestelmää voidaan myös tehostaa asentamalla poistoilmahormien päihin laitteita, jotka parantavat vetoa hormissa. /6./

Painovoimaista ilmanvaihtojärjestelmää ei tänä päivänä suosita, koska se ei ole energiatehokas ratkaisu. Tämän lisäksi järjestelmä ei aina pysty vaihtamaan rakennuksessa ilmaa riittävästi. Kuvassa 1 on esitetty painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä, jossa korvausilma johdetaan oleskelutilaan, josta ilma siirtyy siirtoilmana kohti epäpuhtaita tiloja, jossa poistoilmaventtiilit sijaitsevat. Epäpuhtaista tiloista ilma kulkeutuu poistoilmahormien kautta katolle ulkoilmaan.



Kuva 1. Painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä /6/

## 2.2 Koneellinen poistoilmanvaihto

Koneellisella poistoilmanvaihtojärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jossa poistoilma johdetaan ulos rakennuksesta koneellisesti, esimerkiksi käyttämällä huippuimuria. Järjestelmän periaate on samanlainen kuin painovoimaisessa järjestelmässä, mutta järjestelmää on kuitenkin tehostettu koneellisesti.

Tämän takia riittävän korvausilman saanti on entistä tärkeämpää. Korvausilman riittämätön saanti johtaa rakennuksen alipaineiseksi, jolloin koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä imee tarvittavan korvausilman rakenteiden läpi, jolloin sisäilmastoon muodostuu suuria määriä epäpuhtauksia, jotka ovat haitallisia niin rakenteille kuin rakennuksen käyttäjillekin. /6./

Koneellista poistoilmanvaihtojärjestelmää alettiin käyttämään Suomessa 1960-luvun puolivälistä aina 2000-luvulle. Kyseinen järjestelmä eroaa painovoimaisesta ilmanvaihdosta siten, että poistettava ilma imetään rakennuksesta pois koneellisesti, sekä myös ilmanvaihtokanavisto on erilainen. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa käytetään erilliskanavointia, jolloin poistoilmaventtiililtä ilma kulkeutuu suoraan ylös katolle, jolloin se poistuu ulkoilmaan. Koneellisessa poistoilmajärjestelmässä käytetään yhteiskanavointia, jolloin poistoilmaventtiililtä lähtevä kanava kytkeytyy runkokanavaan, johon huippumuri on asennettu. Huippumuri yleensä sijaitsee rakennuksen katolla, jolloin se imee kanaviston kautta poistettavan ilman, jonka se sitten puhaltaa rakennuksen katolla ulkoilmaan.

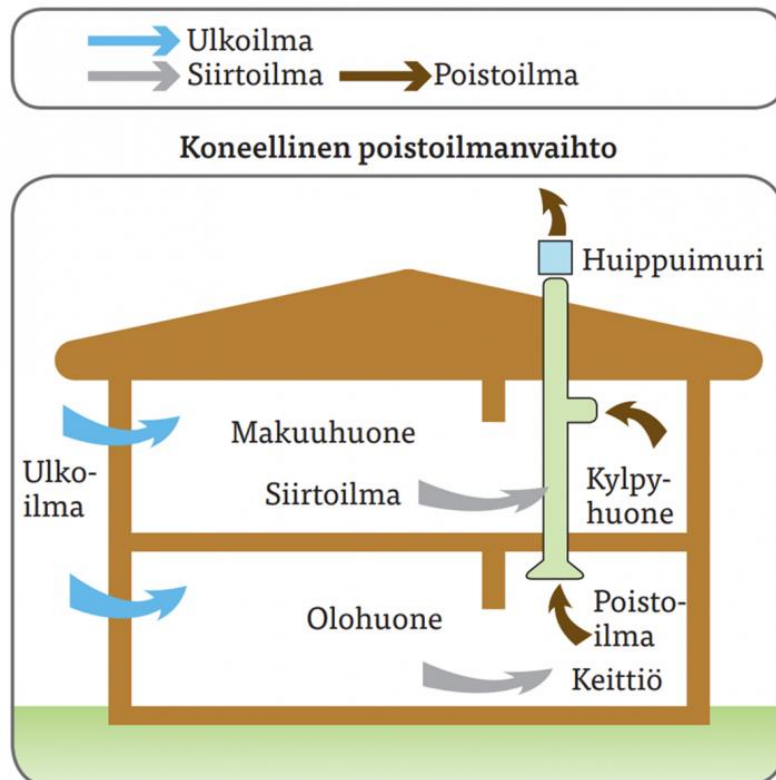
Kyseisessä järjestelmässä poistoilmaventtiilit sijoitetaan tiloihin, joissa syntyy eniten epäpuhtauslähteitä sekä suuria kosteuskuormia. Yleensä tällaisia tiloja ovat mm. WC-tilat, kylpyhuoneet, keittiöt, pesuhuoneet, vaatehuoneet ja saunat. Poistoilmaventtiilit asennetaan kytkentäkanaviin, jotka liittyvät runkokanavaan, jossa huippumuri sijaitsee.

Koneellisessa poistoilmanvaihtojärjestelmässä korvausilmaventtiilit ovat tärkeässä roolissa, jotta rakennukseen saadaan tuotua riittävä määrä korvausilmaa. Korvausilmaventtiilit on syytä varustaa suodattimella, jotta sisäilmaan kulkeutuisi mahdollisimman vähän haitallisia epäpuhtauksia. Korvausilmaventtiilit sijoitetaan yleensä oleskelutiloihin, josta ilma kulkeutuu kohti epäpuhtaimpia tiloja. Ilmanvaihtojärjestelmä tulee suunnitella siten, että ilma kulkeutuu aina puhtaammasta tilasta epäpuhtaampaan tilaan. Korvausilmaventtiilit sijoitetaan yleensä ulkoseiniin, ikkunan karmeihin tai tuuletusikkunoihin. Korvausilmaventtiili voidaan myös asentaa tilaan, joka ei ole yhteydessä rakennuksen ulkoseiniin. Tämä toteutetaan yleensä käyttämällä ulkosäleikköä, johon liitetään ilmanvaihtokanava, joka johdetaan siihen tilaan, johon korvausilmaventtiili asennetaan. Korvausilmaventtiili asennetaan tämän jälkeen tilaan

johdettuun kanavaan. Tässä järjestelmässä esiintyy myös vedon tunnetta, koska tuloilma ei ole lämmitettyä, mutta tätä voidaan ehkäistä markkinoilta saatavilla lämmitysvastuksen sisältävillä korvausilmaventtiileillä. /6./

Asuin- ja rivitaloissa koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä on lähes aina liitetty keittiön liesikupuun, jolloin rakennuksen käyttäjä voi säätää itse poistoilmanvaihdon tehokkuutta. Asuinkerrostaloissa koko järjestelmä on yleensä toteutettu yhteisellä järjestelmällä, jolloin asukkaalla ei ole mahdollisuutta tehostaa ilmanvaihtoa. /6./

Koneellinen poistoilmanvaihto ei painovoimaisen ilmanvaihdon tavoin ole myöskään energiaystävällinen järjestelmä, mutta se kuitenkin toimii vuodenajasta riippumatta, sekä ilmanvaihtuvuutta voidaan säätää puhaltimen kierrosnopeutta muuttamalla. Koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän toiminta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä /6/

### 2.3 Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

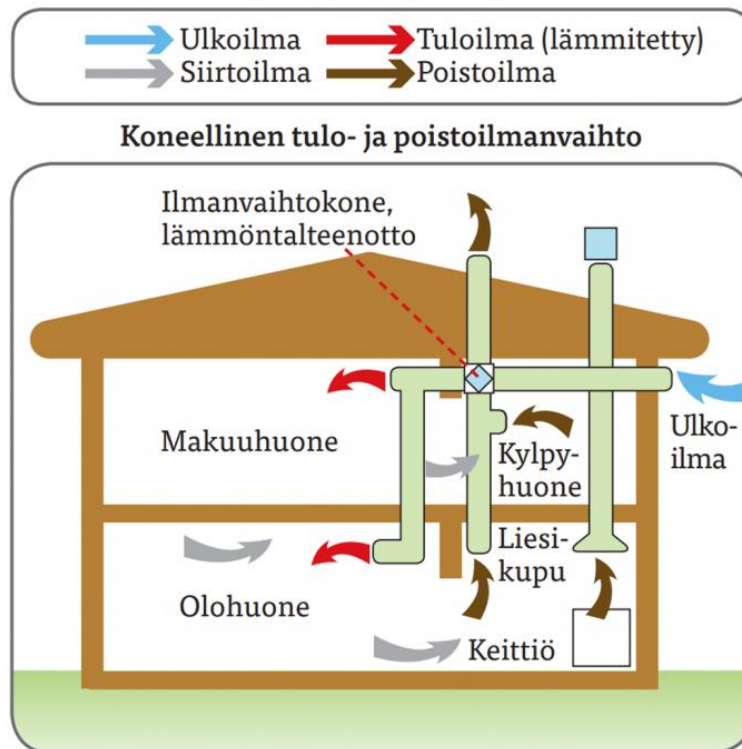
Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä kehitettiin jo 1970-luvulla, mutta se yleistyi asuinrakennuksissa Suomessa 1990-luvulla /7, s. 116/. Nykyään lähes jokaisessa uudisrakennuksessa käytetään kyseistä järjestelmää. Järjestelmässä tuloilma johdetaan koneellisesti rakennukseen ilmanvaihtokoneen avulla. Poistoilma johdetaan myös ilmanvaihtokoneen avulla rakennuksesta ulos. Järjestelmän avulla saadaan toteutettua energiatehokas ilmanvaihto, sekä vedon tunnetta ei esiinny, kun tuloilmaa lämmitetään ennen rakennuksen tiloihin johtamista. Järjestelmällä saadaan myös hallitusti ohjattua ilmavirtoja rakennuksessa, sekä tuloilman suodatus on korkealaatuinen, jolloin rakennukseen voidaan ohjata mahdollisimman puhdasta ilmaa. /6./

Ilmanvaihtokoneella saadaan otettua lämmöntalteenoton avulla poistoilmasta lämpöenergiaa talteen, jolla voidaan lämmittää rakennukseen tulevaa ilmaa. Tämä on erittäin energiatehokas ratkaisu, kun verrataan järjestelmää esimerkiksi koneelliseen poistoilmanvaihtoon. Tuloilman lämmitykseen tarvitaan kuitenkin myös lämmityspatteri, koska lämmöntalteenotto laite ei yleensä riitä pelkästään lämmittämään tuloilmaa haluttuun lämpötilaan, ennen kuin se johdetaan eri tiloihin. Lämmityspatteri on yleensä nestekiertoinen patteri, mutta asuintaloissa lämmityspatterina käytetään useasti sähkölämmityspatteria. Tuloilman lämmittämällä vältetään vedon tunteelta, koska ilma voidaan ohjata tiloihin ja sitä kautta oleskeluvyöhykkeille lähes huoneen lämpöisenä. Tuloilmaa ei tarkoituksella lämmitetä liikaa, jotta vältetään tilojen liialliselta lämpenemiseltä. Tuloilman lämmittäminen myös pienentää tilojen lämmitystehontarvetta. /8./

Ulkoilma imetään ilmanvaihtokoneen tuloilmapuhaltimen avulla ulkosäleiköstä ilmanvaihtokoneelle, jossa ulkoilma suodatetaan ja lämmitetään. Tämän jälkeen ilma johdetaan ilmanvaihtokanavistoa pitkin rakennuksen eri tiloihin tuloilmapäätelaitteiden avulla. Järjestelmä tuottaa esimerkiksi puhaltimien takia melua, jolloin on syytä sijoittaa ilmanvaihtokoneessa olevien vaimentimien lisäksi kanaviin erillisiä äänenvaimentimia. Rakennuksesta poistettava ilma johdetaan poistoilmapäätelaitteiden avulla kanavistoa pitkin ilmanvaihtokoneelle poistoilmapuhaltimen avulla. Poistoilma suodatetaan ennen ilmanvaihtokoneetta, jolloin vältetään turhilta epäpuhtauksilta ilmanvaihtokoneessa.

Ilmanvaihtokoneessa poistoilma kulkee lämmöntalteenottolaitteen läpi, jossa poistoilmasta otetaan lämpöenergiaa talteen. Tämän jälkeen poistoilma johdetaan rakennuksesta ulos yleensä rakennuksen vesikatolle, josta se ohjataan ulkoilmaan.

Koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmällä voidaan myös toteuttaa muun muassa tilojen jäähdyttämistä tai kostuttamista. Jäähdyttäminen yleensä toteutetaan joko ilmanvaihtokoneessa sijaitsevalla jäähdytyspatterilla tai ilmanvaihtokanavassa olevalla jäähdytyspatterilla. Kyseessä on silloin ilmastointijärjestelmä, kun tuloilmaa käsitellään eli tässä tapauksessa jäähdytetään. Kuvassa 3 on esitetty koneellinen tulo- ja poistojärjestelmä, jossa ei ole jäähdytintä tai muuta vastaavaa.



Kuva 3. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä /6/

### 3 ILMANVAIHTOURAKOINTI

Projektin ensimmäinen vaihe on, kun tilaajalla on tarve ilmanvaihdon saneerauselle tai rakennetaan uudiskohdetta, johon täytyy toteuttaa ilmanvaihtojärjestelmä. Tämän jälkeen kohteeseen suunnitellaan tuleva ilmanvaihto sekä luodaan ilmanvaihtourakoinnille tarvittavat asiakirjat, joita käytetään tarjouslaskentavaiheessa. Kyseiset asiakirjat voivat myös olla jo toteutusvaiheen asiakirjat, jolloin kohteesta voidaan antaa tarkempi tarjous. Asiakirjojen ja piirustusten valmistuttua valmistellaan tarjouspyyntöön tarvittavat asiakirjat, minkä jälkeen lähetetään tarjouspyyntöasiakirjat usein sähköpostilla valitsemilleen yrityksille, jotka täyttävät halutut vaaditut asetukset. Asiakirjojen lähettäjä on yleensä suunnittelutoimisto, tilaaja tai rakennuttaja. Tämä malli pätee silloin, kun tilaajana on yritys, yhteisö tai yksityishenkilö. Kuntien ja kaupunkien hankkeiden tarjouspyynnön valmisteluprosessi on hieman erilainen. Tällaiset kohteet tulevat yleiseen tarjouskilpailuun, jolloin yritykseltä vaaditaan tiettyjä resursseja, joten kohteen ilmanvaihtourakan voivat suorittaa vain nämä yritykset, jotka täyttävät vaatimukset.

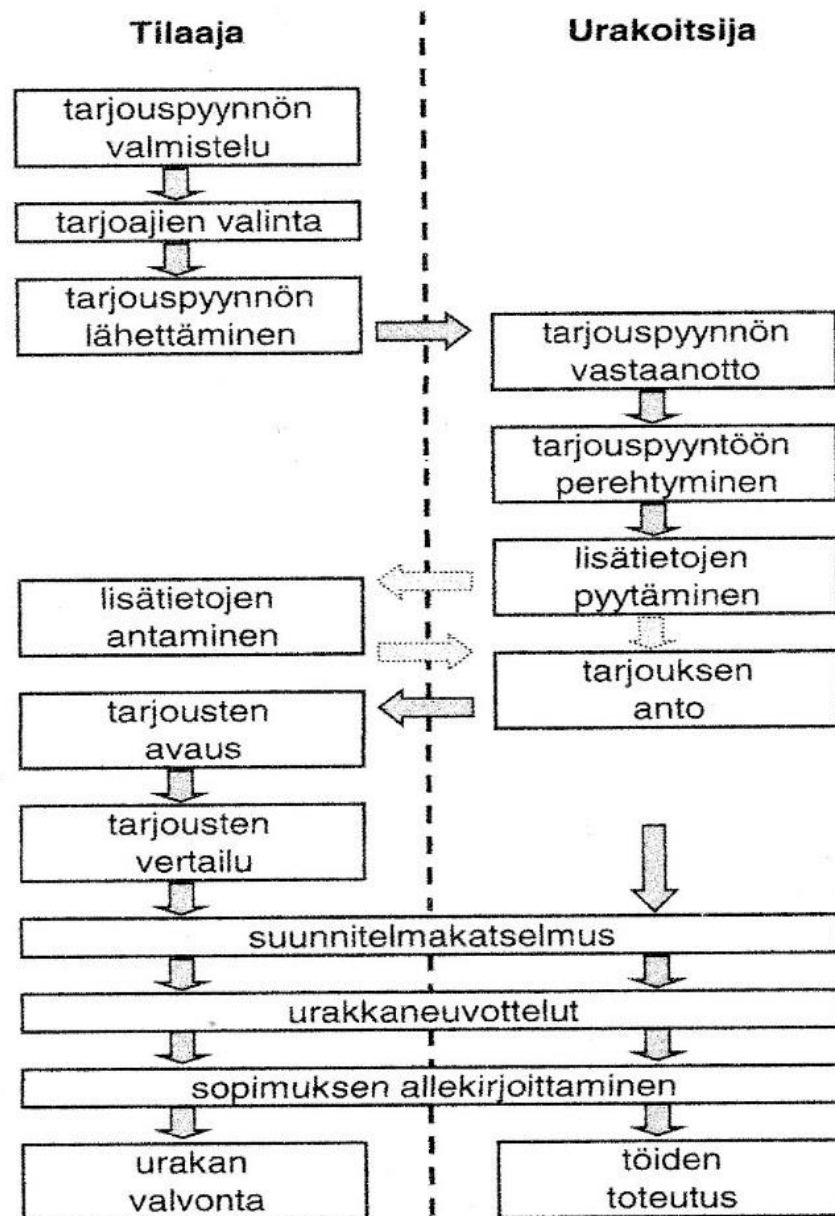
Tarjouspyyntöasiakirjojen saavuttua yritykselle yritys tekee päätöksen, haluaako yritys tarjota kyseisen kohteen ilmanvaihtourakan. Yleensä yrityksen täytyy pohtia, onko tällä tarvittavat resurssit urakan toteuttamiseen. Tämän jälkeen, jos yritys on päättänyt tarjota kohteen, siirtyvät tarjouspyyntöasiakirjat yrityksen tarjouslaskijalle.

Tarjouslaskentaprosessissa kohteesta lasketaan hinta, jolla yritys voi projektin toteuttaa tilaajalle. Hinnan muodostamisen jälkeen kohteen ilmanvaihtourakoinnista annetaan tarjouspyyntöasiakirjojen mukaisesti tarjous tilaajalle, jolla yritys on valmis toteuttamaan projektin.

Tilaaja vertailee saamiaan tarjouksia yrityksiltä, joille kohdetta on tarjottu. Tämän jälkeen tilaaja yleensä valitsee tarjouksista muutaman halvimman tarjouksen, jonka jälkeen kohteesta käydään vielä urakkaneuvottelu näiden valittujen yritysten kanssa. Urakkaneuvottelussa tilaaja ja mahdollinen urakoitsija käyvät tarjouspyyntöasiakirjat läpi, sekä tilaaja usein kilpailuttaa mahdolliset urakoitsijat sekä tinkii heidän viimeisensä hintansa kohteesta. Tilaajan saatua viimeiset hinnat hän tekee valintansa ilmanvaihtourakan toteuttamasta

yrityksestä. Tämä yritys ei aina ole se edullisin, vaan se voi olla hieman kalliimpikin kuin halvin, mutta tilaaja pitää mielestään tätä yritystä luotettavampana vaihtoehtona projektin toteuttamiselle.

Tämän jälkeen ilmanvaihtourakan toteuttajana toimiva yritys sekä tilaaja allekirjoittavat urakkasopimuksen. Allekirjoittamisen jälkeen urakoitsija yritys aloittaa projektin toteuttamisen. Kuvassa 4 on esitetty projektin kulku toteuttamisvaiheeseen asti, minkä jälkeen on työn luovutus sekä sen jälkeinen takuu-aika.



Kuva 4. Projektin kulku



### 3.1 Tarjouspyyntö

Ennen tarjouspyyntövaihetta kohteesta tehdään LVI-suunnitelmat, jotka sisältävät kaupalliset ja tekniset asiakirjat. Näiden laadittujen asiakirjojen avulla urakoitsijat voivat laskea oman tarjouksen kohteesta, jolloin asiakirjojen valmistelun jälkeen nämä voidaan lähettää haluamilleen yrityksille, jotka voisivat tarjota kyseisen kohteen ilmanvaihtourakan.

#### 3.1.1 Kaupalliset asiakirjat

Kaupallisiin asiakirjoihin sisältyy seuraavat asiakirjat:

- Tarjouspyyntökirje
- Urakkaohjelma
- Urakkarajaliite
- Tarjouslomake
- Mahdollinen yksikköhintaluettelo.

Tarjouspyyntökirje on kirjelmä, jossa määritetään työkohte. Tämän avulla kohteesta pyydetään tarjous sen liitteenä olevien asiakirjojen määrittelemästä suorituksesta. Tarjouspyyntökirjeessä selvitetään, minne kohteesta annettava tarjous tulee toimittaa sekä milloin tarjouksen on viimeistään oltava perillä. Tästä tulee selvittää myös, mihin asti tarjouksen tulee sitoa urakoitsijaa, joka tarjouksen kohteesta antaa.

Urakkaohjelma on sopimusasiakirja, joka tulee liittää tarjouspyyntökirjeeseen. Tämä asiakirja sisältää tilaajan ja urakoitsijan väliset kaupalliset ehdot projekti-kohtaisesti. Urakkaohjelmassa määritetään myös urakan keskeiset ehdot. Edellä mainittujen ehtojen myötä urakkaohjelmaa nimitetäänkin usein urakan hanke-ehtosopimukseksi. Tässä asiakirjassa usein myös selvennetään, käytetäänkö kyseisessä urakassa rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja, sekä jos käytetään, miten laajasti. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1998 on laadittu ohjekortti yritysten välisiin urakkasopimuksiin, koska Suomessa ei ole tähän erikseen lainsäädäntöä /9/. Tämä on osa Rakennustieto Oy:n toimittamaa ohjekortistoa. Urakkaohjelmassa määritetään esimerkiksi, noudatetaanko asiakirjoissa YSE 1998 -asiakirjapätevyysjärjestystä vai jotain muuta järjestystä.

YSE 1998 -asiakirjojen pätevyysjärjestys on seuraava:

A. Kaupalliset asiakirjat

- a) urakkasopimus;
- b) urakkaneuvottelupöytäkirja;
- c) nämä yleiset sopimusehdot;
- d) tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset;
- e) urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot;
- f) urakkarajaliite;
- g) tarjous;
- h) määrä- ja mittaluettelot;
- i) muutostöiden yksikköhintaluettelo

B. Tekniset asiakirjat

- j) työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset;
- k) sopimuspiirustukset;
- l) yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset /9/.

Urakkarajaliite on asiakirja, joka laaditaan rakennushankkeen eri urakoitsijoille. Tällä asiakirjalla selvitetään työmaan hallintojärjestelyt, yhteistoimintavelvoitteet, yleiset järjestelyt ja palvelut. Tällä myös tarkennetaan käyttöönottoon ja vastaanottomenettelyyn liittyvät tehtävät sekä yksilöidään eri urakoitsijoiden urakkarajat, jotka eivät ole saatavilla muista asiakirjoista.

Tarjouslomake liitetään tarjouspyyntöasiakirjoihin. Tämän avulla tilaaja voi varmistua siitä, että eri urakoitsijoiden tarjoukset saapuvat samanlaisina, jolloin tilaajan on huomattavasti helpompi vertailla saamiaan tarjouksia. Tarjouslomakkeella varmistetaan myös, ettei urakoitsijoiden tarjoukset sisällä heidän omia ehtojaan.

Yksikköhintaluettelo ei ole pakollinen asiakirja, mutta tämä on LVI-urakoinnissa yleistymään päin. Tilaaja toimittaa tämän urakoitsijoille jo tarjouslaskentavaiheessa sekä vaatii tämän urakkatarjouksen yhteydessä. Yksikköhintaluetteloä käytetään muutostöiden hinnoitteluun. Tätä voidaan käyttää muutosten lisäyksen hinnoitteluun sekä muutosten vähennysten hinnoitteluun.

### 3.1.2 Tekniset asiakirjat

Teknisiin asiakirjoihin sisältyvät seuraavat asiakirjat:

- LVI-työselostus
- LVI-suunnitelmat.

LVI-työselostuksessa esitetään rakennuskohteen ominaisuudet, rakennusosaratkaisut ja käytettävät tarvikkeet. LVI-työselostus määrittelee myös kyseisen kohteen laatuvaatimukset. Tätä asiakirjaa käytetään kohteen piirustusten tukena. LVI-työselostus on asiakirjojen pätevyysjärjestyksessä vahvempi asiakirja kuin kohteesta laaditut piirustukset /9/.

LVI-suunnitelmat sisältävät rakennushankkeen LVI-tasopiirustukset, laiteluettelot ja säätökaaviot /10/. Näitä asiakirjoja käytetään tarjouslaskentavaiheessa hinnan muodostamiseen, sekä näitä käytetään urakan toteuttamiseen.

### 3.2 Tarjouslaskenta

Tarjouslaskennan tavoitteena on määrittää kohteen muuttuvat kustannukset. Tällaisia kustannuksia muodostuu työstä, materiaaleista, alihankintakuluista sekä mahdollisista muista kuluista, kuten esimerkiksi henkilönostimen vuokraus. Tarjouslaskennassa siis määritetään kohteen omakustannushinta. Tarjouslaskentavaihe on erittäin tärkeä vaihe urakoinnissa, kun halutaan toteuttaa kannattavaa urakointia.

Tarjouslaskentavaiheessa yritys on saanut tarvittavat tarjouspyyntöasiakirjat käyttöönsä. Usein tilaaja, suunnittelutoimisto tai rakennuttaja lähettää asiakirjat sähköisessä muodossa yrityksille. Tämän jälkeen yrityksessä perehdytään pintapuolisesti kyseiseen kohteeseen. Kohteesta selvitetään muun muassa, kuinka laaja hanke kyseessä on sekä minkälainen aikataulu kohteelle on kaavailtu. Tämän jälkeen voidaan arvioida, voidaanko kyseistä kohdetta toteuttaa tällä yrityksellä. Jos yritys pystyy kyseisen projektin toteuttamaan, siirtyvät tarjouspyyntöasiakirjat yrityksen tarjouslaskijalle.

Tarjouspyyntöasiakirjoista selvitetään, että kaikki tarvittavat asiakirjat ovat varmasti tulleet tarjouspyyntökirjeen mukana. On tärkeää ilmoittaa mahdollisista puuttuvista asiakirjoista viipymättä tilaajalle. Tämän lisäksi tarjouslaskijan

tulee selvittää, haluaako tilaaja tarjoushinnan eriteltynä, jolloin tarjouslaskentavaiheessa voidaan eritellä kyseiset osa-alueet.

Yrityksen tarjouslaskijan täytyy ensin tutustua huolellisesti kohteen kaupallisiin ja teknisiin asiakirjoihin, jolloin vältytään turhilta virheiltä tarjouslaskentavaiheessa. Tämän jälkeen kohteen LVI-piirustuksista voidaan laskea työhön tarvittavat materiaalit, eli yleisimmin puhuttuna lasketaan kohteen massat. Nämä lasketaan piirustuksista yleensä PDF-ohjelman avulla, mutta laskenta voidaan myös toteuttaa täysin manuaalisestikin piirustuksista. Tällainen PDF-ohjelma voi esimerkiksi olla Adobe Acrobat Pro. LVI-piirustukset on suunniteltu ja piirretty lähes aina mittakaavaan, jolloin PDF-ohjelman avulla voidaan kuvista esimerkiksi laskea tarvittavat kanavametrit. Materiaalien laskennassa käytetään piirustuksien lisäksi muita teknisiä asiakirjoja, jotta kaikki kohteen materiaalit saadaan kirjattua ylös.

Kohteesta laskettujen massojen jälkeen ne syötetään tarjouslaskentaohjelmaan. LVI-urakoinnissa tällaisia ohjelmia voi olla esimerkiksi Ecom ja Visma. Tämän opinnäytetyön tuloksena toimeksiantaja yritys saa käyttöönsä Excel-tilukkolaskentaohjelmaan toteutetun tarjouslaskentaohjelman, jota tämä yritys tulee käyttämään. Periaate tällä ohjelmalla on sama kuin edellä mainituilla ohjelmilla, eli ohjelmaan syötetään massat, josta ohjelma laskee massojen hinnan sekä massoille asennusajan. Kyseinen Excel-ohjelma tulee tosin olemaan kyseisen yrityksen käyttöön parempi ohjelma kuin edellä mainitut maksulliset versiot. Ohjelmat käyttävät asennusaikojen määrittämiseen apuna voimassa olevaa talotekniikka-alan työehtosopimusta /11/. Työehtosopimukseen on määritetty eri tuotteille niiden ohjeasennusaikoja, jota hyödynnetään urakasumman muodostamiseen. Tähän sopimukseen on myös määritelty erilaisia työaika korottavia lisiä. Kuvassa 5 on esitetty työehtosopimuksen taulukko, johon on määritetty eri tuotteiden ohjeasennusaikoja. Työehtosopimuksesta löytyy samantyyllisiä taulukkoja, mutta eri tuotteille useita erilaisia.

## IV-URAKAN NORMITUNTITAUUKKO

### Mom. 1. PYÖREÄT KANAVAT JA OSAT

Sarake	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Halkaisija		– 50 mm	50 – mm							
D cm	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH
- 125	0,18	0,37	0,58	0,18	0,48	1,98	0,37	0,28	0,70	0,23
- 200	0,21	0,40	0,63	0,30	0,53	1,98	0,40	0,30	0,75	0,26
250	0,25	0,48	0,75	0,35	0,58	1,98	0,48	0,36	0,90	0,31
315	0,28	0,60	0,93	0,44	0,75	1,98	0,60	0,45	1,13	0,35
400	0,32	0,68	1,06	0,53	0,96	2,84	0,68	0,51	1,28	0,40
500	0,41	0,84	1,34	0,67	1,03	2,84	0,85	0,63	1,58	0,51
630	0,54	1,08	1,69	0,80	1,46	2,84	0,96	0,80	2,00	0,68
800	0,60	1,30	2,04	1,07	1,98	3,97	1,30	0,97	2,43	0,75
1000	1,02	1,60	2,48	1,34	2,65	3,97	1,59	1,18	2,90	1,28
1250	1,34	1,98	2,92	1,79	3,44	3,97	1,87	1,33	3,33	1,68

1. Eristämätön kanava
2. Eristetty kanava ÄE, LE, PE - 50 mm
3. Eristetty kanava ÄE, LE, PE 50 - mm
4. Eristämätön, MY, KY, TY, LKP, TULPPA, ulkoliitin kanavasta < 1 m, SP, YHDEPL, lämpölaajenemiskompensaattori, tarkastusluukku valmiiseen osaan
5. Eristetty KY, TY, MY, LKP, TP, EP, JATKO, kylmäkutistepantaliitos
6. Ulospuhallinhajoittaja, Esim. Eyma

Kuva 5. Esimerkki ohjeasennusaikataulukosta /11/

Ilmanvaihdon normituntitaulukosta saadaan määritettyä ohjeaika tuotteen asennukseen. Esimerkkinä määritetään kuvassa 6 olevan EYMA-ulospuhallushajottimen ohjeasennusaika työehtosopimuksen mukaan. Ulospuhallushajotin on kokoa 630, jolloin taulukon halkaisija sarakkeesta katsotaan tätä kokoa vastaava rivi. Tämän jälkeen katsotaan taulukon alapuolelta, mihin sarakkeeseen ulospuhallushajotin kuuluu. Tässä tapauksessa huomataan oikean sarakkeen olevan 6. Tällöin kohdasta 630 liikutaan oikealle sarakkeeseen 6, jolloin huomaamme ohjeasennusajan olevan 2,84 normituntia. Kuvassa 7 on esitetty tämän ohjeasennusajan määrittäminen.



Kuva 6. Ulospuhallushajotin Fläktgroup EYMA 630 /12/

## IV-URAKAN NORMITUNTITAU LUKKO

### Mom. 1. PYÖREÄT KANAVAT JA OSAT

Sarake	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Halkaisija		- 50 mm	50 - mm							
D cm	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH
- 125	0,18	0,37	0,58	0,18	0,48	1,98	0,37	0,28	0,70	0,23
- 200	0,21	0,40	0,63	0,30	0,53	1,98	0,40	0,30	0,75	0,26
250	0,25	0,48	0,75	0,35	0,58	1,98	0,48	0,36	0,90	0,31
315	0,28	0,60	0,93	0,44	0,75	1,98	0,60	0,45	1,13	0,35
400	0,32	0,68	1,06	0,53	0,96	2,84	0,68	0,51	1,28	0,40
500	0,41	0,84	1,34	0,67	1,03	2,84	0,85	0,63	1,58	0,51
630	0,54	1,08	1,69	0,80	1,46	2,84	0,96	0,80	2,00	0,68
800	0,60	1,30	2,04	1,07	1,98	3,97	1,30	0,97	2,43	0,75
1000	1,02	1,60	2,48	1,34	2,65	3,97	1,59	1,18	2,90	1,28
1250	1,34	1,98	2,92	1,79	3,44	3,97	1,87	1,33	3,33	1,68

1. Eristämätön kanava
2. Eristetty kanava ÄE, LE, PE - 50 mm
3. Eristetty kanava ÄE, LE, PE 50 - mm
4. Eristämätön, MY, KY, TY, LKP, TULPPA, ulkoliitin kanavasta < 1 m, SP, YHDEPL, lämpölaajenemiskompensaattori, tarkastusluokku valmiiseen osaan
5. Eristetty KY, TY, MY, LKP, TP, EP, JATKO, kylmäkutistepantaliitos
6. Ulospuhallinhajoittaja, Esim. Eyma

Kuva 7. Ohjeasennusajan määrittäminen /11/

### 3.3 Tarjous

Hankkeen tarjouksen muodostaminen onnistuu, kun tarjouslaskentavaihe on suoritettu. Tällöin kohteesta on saatu määritettyä massojen hinta sekä massojen asennusajat. Tämän jälkeen näistä muodostetaan urakan omakustannushinta. Tarjouslaskentavaiheen kaikki massojen hinnat lasketaan yhteen, jolloin tarvikkeista muodostetaan kokonaishinta ilman veroa. Lisäksi massojen asennusajat lasketaan kaikki yhteen, jolloin kohteesta muodostuu työaika kokonaisuudessaan. Tämä työaika on verrannollinen työehtosopimuksen määrittämään normituntikertoimeen, joka voimassa olevassa työehtosopimuksessa tällä hetkellä on 17,22 €/NH /11/.

Tiedettäessä kohteen ohjeasennusajat voidaan laskea kohteen urakkasumma kertomalla normituntiajat voimassa olevalla normituntikertoimella. Tämän jälkeen yritys määrittelee, millaisia muuttuvia kuluja työntekijöiden palkoissa on, kuten esimerkiksi sosiaalikulut sekä matkakulut. Näiden määrittämisen jälkeen yritys saa laskettua hankkeen omakustannushinnan, joka tarkoittaa,

paljonko hankkeen toteuttaminen yritykselle itselleen tulee maksamaan. Omakustannushinnan määrittämisen jälkeen yritys lisää tähän hintaan haluamansa myyntikatteen, jolloin muodostuu urakanhinta ilman arvonlisäveroa. Tämän jälkeen lasketaan myös arvonlisäverollinen hinta.

Hintojen määrittämisen jälkeen hanke voidaan tarjota tilaajalle sillä hinnalla, mitä laskemien tuloksena on saatu. Hankkeen tarjoaminen tulee toteuttaa tilaajalle tarjouspyyntökirjeen mukaisesti.

### **3.4 Urakkaneuvottelu**

Urakkaneuvottelu ei ole pakollinen toimenpide, mutta LVI-urakoinnissa tämä usein pidetään. Neuvottelun tarkoituksena on, että tilaaja ja urakoitsija selvittävät keskenään tarjouspyyntöasiakirjoja. Tällöin voidaan varmistua siitä, että molemmat osapuolet ovat ymmärtäneet kyseiset tarjouspyyntöasiakirjat samalla tavalla. Usein tilaisuudessa tilaaja myös tinkii urakoitsijalta kohteen niin sanotun viimeisen hinnan.

Urakkaneuvotteluista pidetään aina pöytäkirjaa, johon kirjataan neuvottelussa läpi käydyt asiat. Urakkaneuvottelusta laadittu pöytäkirja on urakoinnissa erittäin vahva asiakirja, kun katsotaan asiakirjojen pätevyysjärjestyksiä. Tästäkin syystä urakkaneuvotteluun tulee valmistautua huolellisesti. Mielellään yrityksen kannattaa luoda itselleen ohjeita urakkaneuvotteluun valmistautumiseen, jotta urakoitsija muistaa käydä neuvottelussa itselleen tärkeät asiat varmasti läpi tilaajan kanssa. Tämän lisäksi urakoitsija, joka on hankkeesta tilanteen tasalla, on usein tilaajan mielestä luotettavamman oloinen urakoitsija.

Urakkaneuvottelut käydään yleensä tilaajan omissa tiloissa yhden urakoitsijan kanssa kerrallaan. Neuvotteluissa usein voi tulla suunnitelmiin muutoksia tai täsmennyksiä asiakirjoihin, jolloin se vaikuttaa urakan tarjoushintaan. Tällöin urakoitsijayritys suorittaa neuvotteluiden jälkeen tarjouslaskennan uusiksi niiltä osin, joihin urakkaneuvotteluissa tuli muutoksia tai tarkennuksia. Urakoitsijan kannattaa vaatia tilaajalta riittävä aika tarkistetun tarjouspyynnön tekemiseen.

### 3.4.1 Tilaus

Urakkaneuvotteluiden jälkeen tilaajalle toimitetaan urakoitsijoiden viimeiset tarjoukset hankkeesta määräaikaan mennessä. Tilaaja voi tämän jälkeen valita haluamansa urakoitsijayrityksen hankkeen toteuttamiseen. Tämän jälkeen tilaaja ilmoittaa valitsemalleen urakoitsijayritykselle, että on hyväksynyt heidän urakkatarjouksensa.

### 3.5 Urakkasopimus

Urakoitsijalta on tilattu hanke, jolloin tilaaja ja urakoitsija tekevät keskenään urakkasopimuksen. Tämä koostuu urakoitsijan ja tilaajan allekirjoitetusta sopimuksesta sekä tämän liiteasiakirjoista. Urakkasopimuksessa määritetään hankkeen tavoiteltu tulos sekä urakan toteuttamisesta maksettava korvaus. Tämän lisäksi sopimuksessa eritellään tilaajan ja urakoitsijan urakkasuoritukseen liittyvät toimenpiteet, velvollisuudet ja vastuut. Urakkasopimuksessa voidaan myös tarkentaa urakkaan liittyviä menettelytapamääräyksiä.

Rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin perustuen urakkasopimuksen sisältö voi olla seuraavanlainen /13/:

1. Sopijapuolet
2. Muut osapuolet
3. Sopimusehdot ja käsitteistö
4. Urakoitsijan suoritusvelvollisuudet
5. Sopimusasiakirjat
6. Tilaajan myötävaikutusvelvollisuus
7. Laadun varmistus
8. Urakka-aika
9. Viivästyssakko
10. Takuu-aika
11. Vakuudet
12. Vakuutukset
13. Urakkahinta
14. Urakkahinnan maksaminen
15. Hintasidonnaisuudet
16. Suunnitelmien muuttamisen vaikutus urakkahintaan
17. Omistusoikeus
18. Lisä- ja muutostöiden tilaaminen
19. Valvonta
20. Työnjohto
21. Työsuojelu
22. Yhteiset toimitukset
23. Muut sopimusasiat / erityisiä määräyksiä
24. Riitaisuuksien ratkaiseminen.



### 3.5.1 Maksuerätaulukko

Ennen urakkasopimuksen allekirjoittamista tulee laatia maksuerätaulukko, joka liitetään osaksi urakkasopimusta. Maksuerätaulukko on urakoitsijan laatima asiakirja, jossa eritellään, milloin urakkasumman eri osat tulevat maksettavaksi tilaajalle /14/. Käytännössä urakoitsija jakaa kokonaisurakkasumman maksueriin, jotka urakoitsija laskuttaa tilaajalta määritetyissä vaiheissa urakkaa.

Maksuerätaulukon laatimiseen on rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa määritetty urakan ensimmäisen ja viimeisen erän suuruudet. Ensimmäinen maksuerä on 5 % koko urakkasummasta. Tämä voidaan tilaajalta laskuttaa heti, kun molemmat sopijapuolet ovat allekirjoittaneet urakkasopimuksen. Viimeinen maksuerä laskutetaan tilaajalta, kun urakka on vastaanottotarkastuksessa hyväksytysti suoritettu sekä tarvittavat luovutusasiakirjat ovat luovutettu tilaajalle. Viimeisen maksuerän suuruus on 10 % urakkasummasta. /9./

Maksuerätaulukon laatimisessa urakoitsijan kannattaa pyrkiä siihen, että omien maksuerien ja tarvikeostojen välinen aika verrattuna laskutettavien erien aikaan olisi mahdollisimman lyhyt. Tällöin urakoitsijalla kassavirta pysyy positiivisena, jolloin yritys toimii tehokkaammin. Maksuerätaulukon laatimisessa urakoitsijan kannattaa myös pyrkiä painottamaan mahdollisimman useita maksueriä projektin toteutuksen alkupuolelle sekä laatia maksueriä heti, kun työmaalle on hankittu kalliimpia laitteita, kuten ilmanvaihtokoneet. Maksueriä tulee olla mieluummin liikaa kuin liian vähän, sekä pyritään välttämään erien nimeämisessä sanoja, jotka viittaavat viimeisimpien työvaiheiden täysin valmiiseen suoritukseen, kuten "eristystyöt valmiit".

Maksuerätaulukko tulee toimittaa tilaajalle, kun urakoitsija on saanut sen laadittua. Tämän jälkeen tilaaja tarkastaa taulukon, jolloin yleensä tilaaja vaatii tähän omia muutoksiaan. Muutoksien suorittamisen jälkeen maksuerätaulukko voidaan liittää osaksi urakkasopimusta, minkä jälkeen urakoitsija ja tilaaja voivat allekirjoittaa urakkasopimuksen.

### **3.6 Projektin aloittaminen**

Projektin aloittaminen vaatii urakoitsijalta erilaisia toimenpiteitä. Urakointi aloitetaan yleensä työmaalla pidettävällä aloituskokouksella, johon työmaalla toimivat urakoitsijat saavat kutsun. Tämän jälkeen urakoitsija yleensä pitää yrityksen sisäisen aloituspalaverin, jossa käsitteellään, miten urakointi onnistuisi mahdollisimman tehokkaasti. Tämän lisäksi urakoitsija sopii mahdollisista aliorakoitsijoista.

#### **3.6.1 Aloituskokous**

Projekti aloitetaan yleensä työmaalla pidettävällä aloituskokouksella. Tähän osallistuvat urakan toteuttamisessa mukana olevat urakoitsijoiden edustajat sekä hankkeessa mukana olleet suunnittelijat ja tilaaja. Aloituskokouksessa käydään muun muassa seuraavia asioita läpi:

- Hankkeen lähtötietojen esilletuonti
- Hankkeen toteuttamiseen vaikuttavien asioiden esilletuonti
- Ratkaisut
- Mahdolliset ongelmakohtat
- Aikataulu
- Projektin seurantatapa
- Urakoitsijoiden yhteystiedot
- Vastuuhenkilöiden määrittäminen ja yhteystiedot.

Työmaalla pidettävästä kokouksesta luodaan pöytäkirja, jonka jokainen urakoitsija ja vastuuhenkilö on velvollinen allekirjoittamaan. Tämän jälkeen pöytäkirjasta teetetään urakoitsijoille omat kopiot, jotka heille myöhemmin annetaan.

#### **3.6.2 Urakoitsijan aloituspalaveri**

Projektin aloitusvaiheessa on suotavaa pitää myös yrityksen sisäinen aloituspalaveri. Tämä palaveri pidetään yleensä työmaalla käydyn aloituskokouksen jälkeen, koska kokouksessa voi ilmetä urakkaan liittyviä asioita, mitä ei ole aikaisemmin ollut tiedossa. Aloituspalaverissa kohde käydään läpi järjestelmitäin sekä käydään läpi tarjouslaskentavaiheessa huomatuksi kohteen erityispiirteet. Aloituspalaverin pitäminen on tärkeää, jotta voidaan omaa urakointia aikatauluttaa selkeämmin sekä voidaan arvioida eri tuotteiden toimitusaikoja,

jolloin urakka saataisiin toteutettua tilaajan vaatimassa aikataulussa. Tämän lisäksi sovitaan urakan yleisistä asioista sekä mahdollisista aliurakoitsijoista.

### **3.6.3 Aliurakointi**

Ilmanvaihtourakoinnissa aliurakoitsijoita käytetään usein ilmanvaihtokanavien eristämässä. Urakoitsijan halutessaan käyttää aliurakoitsijoita on otettava huomioon kyseisen urakan urakkamuoto sekä oma asema urakoinnissa. Tiettyissä urakkamuodoissa ei voida ketjuttaa urakointia aliurakoitsijan aliurakoitsijalle.

Valitsemilleen aliurakoitsijoille laaditaan tarjouspyyntö, jossa määritetään aliurakan hankintakokonaisuus ja siihen liittyvät urakkarajat. Aliurakoitsijoiden valinnassa tulee selvittää heidän yrityksensä tilaajavastuuraportti, jotta voidaan tarkastella, onko yritys suorittanut yhteiskunnalliset velvoitteensa. Ilmanvaihtourakoitsijan saadessa aliurakoitsijoilta tarjousehdotukset voi ilmanvaihtourakoitsija järjestää urakkaneuvottelut. Tällöin varmistutaan, että sopimuskohtaiset asiat on ymmärretty sopijaosapuolten kesken samalla tavalla. Urakkaneuvotteluiden jälkeen tulee aliurakoitsijalta pyytää oma maksuerätaulukko, minkä jälkeen voidaan urakasta kirjallinen sopimus allekirjoittaa. /15./

### **3.6.4 Aikataulu ja hankinnat**

Urakoitsijan on syytä laatia itselleen alustavaa aikataulua urakan toteuttamisesta. Aikataulun täytyy pohjautua työmaan omaa aikataulua. Aikataulun laatimisella urakoitsija pystyy suoriutumaan urakan toteuttamisesta tehokkaammin. Urakoitsija selvittää eri vaiheiden suoritukseen menevän ajan sekä selvittää eri tuotteiden toimitusaikoja. Urakka sisältää aina tuotteita, joiden toimitusaika on viikkoja, jolloin urakoitsija voi tilata tällaiset tuotteet hyvissä ajoin. Tällä tavalla urakoitsija pysyy työmaan yleisessä aikataulussa sekä urakointi on tehokkaampaa. Aikataulua tulee seurata koko urakan toteuttamisen ajan, jolloin sitä voidaan myös päivittää urakan etenemisen mukaan.

### 3.6.5 Riskit ja ongelmat

Urakoitsijan tulee arvioida urakan toteuttamiseen liittyviä riskejä. Riskien ja ongelmien arvioimisella voidaan usein välttää niiden syntyminen. Urakan toteuttamiseen liittyy useita eri riskejä, joita voi epähuomiossa syntyä. Tällaisia riskeihin ja ongelmiin liittyviä kohteita voi olla esimerkiksi seuraavissa asioissa:

- Tarjouslaskentavaiheen riskit
- Aikatauluun ja hankintaan liittyvät riskit
- Taloudelliset ongelmat
- Sopimusasiakirjoihin liittyvät riskit
- Tilaajaan liittyvät riskit.

## 3.7 Projektin toteutusvaihe

Projektin toteutusvaiheessa tulee pitää urakoitsijoiden kesken erilaisia ennalta määritettyjä palavereja. Tilaisuuksissa käsitellään projektin kulkua. Tämän lisäksi voidaan toteutusvaiheessa suorittaa erilaisia katselmuksia projektin etenemisestä sekä ongelmakohtista. Urakan toteuttamisessa tulee myös usein erilaisia lisä- ja muutostöitä, joita urakoitsija täytyy osata käsitellä asianmukaisella tavalla.

### 3.7.1 Urakoitsijapalaveri

Urakoitsijapalaverien tarkoituksena on varmistaa urakan eteneminen suunnitelmien mukaisesti. Nämä tilaisuudet mahdollistavat myös pääurakoitsijan toimimaan velvollisuuksiensa mukaan, koska pääurakoitsijan on määrä valvoa ja ohjata työmaan toimintaa. Urakoitsijapalavereja järjestetään sopimuksien ja YSE 1998:n mukaisesti yleensä viikoittain /9/. Tilaisuuteen tulee osallistua jokaisen projektissa toimivan urakoitsijan edustaja sekä tilaaja tai hänen edustajansa. Tilaisuuksista luodaan myös pöytäkirja, jotta palaverissa käytyt asiat voidaan kirjata muistiin.

Tilaisuudessa jokainen urakoitsija kertoo oman urakan etenemisvaiheen sekä sen, miten seuraavaksi edetään. Tällöin urakoitsijapalaverissa voidaan seurata hankkeen työaikataulun toteutumista. Tilaisuudessa voidaan keskustella urakoitsijoiden mahdollisista tarpeista sekä erilaisista ongelmista urakan toteuttamiseen liittyen.

### **3.7.2 Työmaakokous**

Työmaakokouksen pitäminen ei ole YSE 1998:n mukaan pakollinen toimenpide urakoinnissa /9/. Työmaakokous voidaan kuitenkin urakkaohjelmassa määrätä pidettäväksi. Tilaisuuksia pidetään kuitenkin harvemmin kuin urakoitsijapalavereja, kuten esimerkiksi kerran kuukaudessa. Työmaakokouksesta laaditaan palaverien tavoin pöytäkirja, joka on projektin päätösten virallinen kirjaamistilaisuus.

Tilaisuudessa käsitellään lähes samoja aiheita kuin urakoitsijapalaverissa, mutta huomattavasti laajemmalla mittakaavalla. Kokouksesta muodostuu siis todella tarkka kuvaus rakennushankkeen etenemisestä. Tilaisuuteen osallistuu pääsääntöisesti samat henkilöt kuin urakoitsijapalaveriin. Työmaakokouksen puheenjohtajana toimii tilaajan edustaja, joka usein on myös kohteen päävalvoja.

### **3.7.3 Katselmukset**

Urakan toteuttamisen aikana on hyvä järjestää katselmuksia. Tällöin voidaan todeta urakan toteuttamiseen liittyviä asioita, kuten laatuvirheitä tai kohteen valmiusvaihe. Katselmukset ovat määrätty pakollisiksi, jos urakoitsija tai tilaaja esittää oman vaatimuksensa katselmuksen suorittamiseen. Katselmus on keino selvittää urakan toteuttamisessa ilmenneitä erimielisyyksiä tilaajan ja urakoitsijan välillä. /9./

Urakoitsija tai tilaaja voi myös kutsua katselmukseen puolueettoman asiantuntijan, jolloin varmistutaan siitä, että katselmus on jokaiselle sopijapuolelle asianmukainen. Katselmuksesta tulee laatia pöytäkirja, johon tulee katselmukseen osallistujien allekirjoitukset.

### **3.7.4 Lisä- ja muutostyöt**

Lisä- ja muutostöidenhallinta on kannattavalle urakoinnille erittäin tärkeää. Tällaisia töitä muodostuu lähes jokaisessa rakennushankkeessa, koska projektin edetessä huomataan asioiden olevan paremmin toteutettavissa tai lopputuloksesta saadaan parempi kuin rakennushankkeen suunnitelmissa on esitetty.

Muutostöillä tarkoitetaan työtä, joka ei ole alkuperäisen suunnitelman mukainen. Tällöin suunnitelmia muutetaan parempaan suuntaan, jolloin suunniteltu alkuperäinen työsuoritus muuttuu. Muutostöitä muodostuu myös silloin, kun tilaajan tai urakoitsijan toivomuksesta muutetaan urakoitsijan työtapaa tai käytettäviä materiaaleja. Tilaajalla on oikeus velvoittaa urakoitsijaa tekemään muutostyö, vaikka muutostyön kustannus- ja aikatauluvaikutuksista ei olisi sovittukaan. Muutostöissä on huomioitava myös mahdolliset vähennykset. Tällä tarkoitetaan sitä, että urakoitsija pystyykin toteuttamaan jonkun osa-alueen vähemmillä materiaaleilla sekä lyhyemmässä ajassa. Tällöin urakoitsija on velvollinen hyvittämään tämän tilaajalle urakkasummassa. Muutostöiden hinnoittelun määrittelyyn käytetään lähtökohtaisesti yksikköhintaluetteloa. Tätä luetteloa käyttäessä urakoitsijan ja tilaajan välille ei aiheudu niin helposti riitatilanteita kustannuksiin liittyen, koska yksikköhintaluettelo on laadittu jo tarjouslaskentavaiheessa. Muutostöiden vaikutuksesta urakkahintaan on kuitenkin aina sovittava kirjallisesti ennen muutostöiden suorittamisen aloittamista. Tilaaja voi vaatia urakoitsijaa toteuttamaan työn käyttäen yleiskustannuskatetta, joka on usein pienempi kuin urakoitsijan haluama myyntikate. /9./

Lisätyöllä tarkoitetaan työtä, kun urakoitsijalta tilataan työsuoritus, velvoite tai toimitus, joka ei ole aikaisemmin kuulunut urakoitsijan suoritusvelvollisuuksiin. Tällainen voi johtua esimerkiksi, kun urakka-alueen rajoja muutetaan alkuperäisistä suunnitelmista. Tilaaja ei kuitenkaan muutostyön tavoin voi velvoittaa urakoitsijaa toteuttamaan lisätöitä. Nämä työt toteutetaan alkuperäisten sopimuksien lisäyksenä tai kokonaan erillisellä sopimuksella. Lisätyöt kuitenkin usein urakointipuolella toteutetaan suullisella sopimuksella, minkä jälkeen urakoitsija laskuttaa työn tilaajalta. Tämän jälkeen tilaajalle voidaan eritellä, mistä hinta on muodostunut, jos tilaaja sitä vaatii.

### **3.8 Projektin luovutus**

Projektin luovutus on rakennushankkeen yksi tärkeimpiä osa-alueita, joten urakoitsijan tulee tietää, mitä luovutukseen liittyviä toimenpiteitä vaaditaan. Luovutukseen liittyy useita eri tarkastuksia. Tarkastuksia suoritetaan itselle, sekä tarkastuksia suoritetaan tilaajan edustajien ja muiden urakoitsijoiden kanssa. Ennen projektin luovutusta järjestelmät testataan ja todetaan vaatimusten mukaisiksi. Projektin luovutuksen yhteydessä myös järjestelmät käytöön otetaan sekä tilaajaa opastetaan asennettujen järjestelmien toimivuudessa. Tämän lisäksi kohteesta tulee dokumentoida luovutusaineisto, joka annetaan tilaajalle.

#### **3.8.1 Itselle luovutus**

Itselle luovutuksella tarkoitetaan, kun urakoitsija tarkastaa oman työsuorituksensa ennen varsinaista vastaanottotarkastusta. Tällä toimenpiteellä urakoitsija pystyy toteamaan virheelliset ja korjattavat asiat, jotka tulisivat kuitenkin myöhemmin korjattavaksi. Samalla tarkastetaan työnsuorituksen laatutaso. Tason tulee olla vähintään tilaajan ja sopimuksien mukainen, mutta urakoitsija on voinut asettaa myös itselleen vaativampia laatutasoja. Yrityksen on hyvä tuottaa laadukasta työn jälkeä, jotta yrityksen maine kasvaa luotettavana urakoitsijana ja tätä myötä yritystoiminta pysyy kannattavampana.

#### **3.8.2 Urakoitsijoiden toimintatarkastukset**

Toimintatarkastuksissa urakoitsija tarkastavat järjestelmien toimivuuden. Tarkastuksessa tulee huomioida, että tehdään käyttötilanteen tarkastuksen lisäksi myös poikkeusolojen mukaiset tarkastukset. Tällä varmistetaan järjestelmien toimivuus jokaisessa tilanteessa sekä varmistetaan, että järjestelmät toimivat suunnitelmien mukaisesti. Toimintatarkastukset tulee dokumentoida tarkastuslistoihin. Tällöin voidaan kirjata ylös järjestelmien oikeanlainen toiminta sekä voidaan merkitä, jos laitteissa tai järjestelmissä esiintyy ongelmia toimivuuden kanssa.

### 3.8.3 Toimintakokeet

Toimintakokeet suoritetaan urakoitsijoiden toimintatarkastuksien jälkeen. Toimintakokeiden tarkoituksena on varmistaa, että rakennuttaja ja urakoitsija on suorittanut työn vaaditulla laatutasolla. Toimintakokeiden aikana urakoitsijat osoittavat järjestelmien toimivuuden siten, kuin ne on suunniteltu. Toimintakokeiden jälkeen urakoitsijat voivat suorittaa omille järjestelmilleen säätötoimenpiteet sekä mittaukset.

### 3.8.4 Vastaanottotarkastus

Urakan varsinaisessa vastaanottotarkastuksessa kohde luovutetaan tilaajalle. Vastaanottotarkastus voidaan pitää silloin, kun projekti on valmis luovutettavaksi tilaajalle. Vähäiset viimeistelytyöt eivät kuitenkaan estä vastaanottotarkastuksen pitämistä, vaan ne voidaan suorittaa loppuun myös tarkastuksen jälkeen. Kohteen tulee kuitenkin olla pääpiirteiltään täysin valmis, eikä viimeistelytyöt saa aiheuttaa rakennuksen käytölle huomattavaa haittaa. Rakennushankkeen täytyy myös täyttää viranomaisvaatimukset, jotta rakennus voidaan ottaa käyttöön.

Vastaanottotarkastuksessa työn suoritusta verrataan sopimusasiakirjoihin, jolloin voidaan todeta työsuorituksen olevan sellainen kuin sopimuksissa on määritetty. Vastaanottotarkastuksen yhteydessä tilaajalle luovutetaan myös tarvittavat luovutusaineistot projektista. Luovutusaineiston laajuus on määritetty talotekniikan laatuvaatimuksissa /10/.

Vastaanottotarkastuksessa tilaajan ja urakoitsijan on esitettävä toisiinsa kohdistuvat vaatimukset, jotka ovat esitettävä siinä laajuudessa, kuin ne vastaanottotarkastuksen aikana ovat tiedossa. Tämä tehdään, koska tilaajalla eikä urakoitsijalla ole myöhemmin oikeutta esittää näitä, ellei näitä vaatimuksia ole esitetty urakkasuorituksen tarkastuksessa tai rakennuskohteen vastaanottotarkastuksessa.



### 3.9 Takuu aika

Urakoitsijalla on kahden vuoden ajan vastuu omasta työsuorituksestaan siitä päivästä lähtien, kun työsuoritus on hyväksytysti vastaanotettu vastaanottotarkastuksessa. Takuuajan pituudesta voidaan myös urakkasopimuksessa määrätä toisin, mutta yleisesti urakoinnissa työsuorituksen takuu aika on kaksi vuotta. Takuuajan tarkoitus on varmistaa, että työsuoritus on myös kestävästi toteutettu, koska asennuksissa tai laitteissa voi myöhemmin ilmaantua ongelmia, eikä näitä olisi voinut huomata vastaanottotarkastuksen yhteydessä.

Takuuajana kohteeseen suoritetaan takuutarkastus, jolloin kohteeseen tehdään tarkastus, jossa selvitetään takuuajan vastuupiirin kuuluvat asiat. Takuutarkastus tulee suorittaa kohteeseen kuukauden sisällä ennen takuuajan päättymistä. Viimeistään tämä tulee suorittaa takuun päättymispäivänä.

Takuutarkastuksessa osapuolet toteavat mahdolliset virheet ja puutteet kohteessa. Tätä varten rakennuttaja laatii luettelon takuuajana havaituista puutteista ja virheistä. Tarkastuksen jälkeen urakoitsija suorittaa mahdollisten virheiden ja puutteiden korjaamisen, jonka jälkeen rakennuttaja hyväksyy nämä. Tämän jälkeen urakoitsijan veloitteet ovat kyseisessä projektissa päättyneet.

#### 3.9.1 Vastuu takuuajan jälkeen

Takuutarkastuksen yhteydessä urakoitsijan veloitteet päättyvät, mutta tämä ei koske virheitä tai puutteita, jotka urakoitsija on tehnyt siten, että ne ovat törkeästi laiminlyöneet urakkasopimuksia. Urakoitsijalla on täten myös takuuajan jälkeinen vastuu, jolla vältetään, ettei projektissa olisi törkeitä tai tuottamuksellisia laiminlyöntejä tapahtunut.

Urakoitsijan vastuu takuuajan jälkeen on pituudeltaan kymmenen vuotta. Kymmenen vuoden takuuajalla ei kuitenkaan tarkoiteta, että virheitä voisi kerätä kymmenen vuoden ajan ja ilmoittaa vasta sitten, kun takuu aika on päättymässä. Virheistä on siis ilmoitettava urakoitsijalle viipymättä, kun virhe havaitaan.

#### 4 TARJOUSLASKENTAOHJELMA

Opinnäytetyössä yhtenä tehtävänä oli luoda yritykselle tarjouslaskentaohjelma, joka toteutettaisiin vain kyseisen toimeksiantajayrityksen käyttöön, jolloin tarjouslaskentaohjelmasta voidaan tehdä mahdollisimman hyvin kohdennettu ohjelma yrityksen omiin tarpeisiin. Ohjelmasta haluttiin myös sellainen, että tarjouslaskentaprosessi pystytään yrityksessä toteuttamaan yhdellä ohjelmalla. Tämä ideoitui siitä, että usein markkinoilla saatavilla olevien maksullisten tarjouslaskentaohjelmien tukena joudutaan käyttämään myös toista ohjelmaa, jotta urakkasumma voidaan helpoiten muodostaa yrityksen omien kriteerien mukaan. Usein yritykset käyttävätkin tarjouslaskentaohjelman tukena Excel-taulukkolaskentaohjelmaa, jolla lopullinen urakkasumma muodostetaan.

Tämä tarjouslaskentaohjelma toteutettiin käyttämällä ainoastaan Excel-taulukkolaskentaohjelmaa. Tämä onnistuu, koska talotekniikka-alan tukkuliikkeet päivittävät hinnastonsa Excel-taulukon muodossa. Tämän lisäksi tukkuliikkeet pääsääntöisesti käyttävät hinnastojen tiedostoformaattina OVT-standardia, joka on yhteensopiva useimpien talotekniikka-alan tarjouslaskentaohjelmien kanssa.

Talotekniikka-alan tukkuliikkeitä on useita, jolloin tarjouslaskentaohjelman suunnitteluvaiheessa täytyy miettiä, mitä tukkuliikkeitä tai tukkuliikettä tullaan käyttämään, jotta materiaaleille saadaan muodostettua hinta. Toimeksiantajayritys tulee toimimaan pääsääntöisesti Päijät-Hämeen alueella, joten tämä rajaa talotekniikka-alan tukkuliikkeitä useita, jotta tuotteita voidaan itse noutaa tukkuliikkeelta sekä mahdolliset rahtikulut pysyvät pienempinä. Edellä mainituista syistä sekä yrityksen omista toiveista johtuen päädyttiin tarjouslaskentaohjelmaan valitsemaan yksi tukkuliike, jotta ohjelma pysyy selkeämpänä sekä yrityksen tiedetään tulevan keskittämään ostoksensa kyseiseen tukkuliikkeeseen. Tämä kyseinen talotekniikka-alan tukkuliike on Dahl Suomi Oy. Tällä tukkuliikkeellä on talotekniikka-alan markkinoilla erittäin kilpailukykyiset hinnat sekä toimiva asiakaspalvelujärjestelmä, jossa asiakaspalvelijat ovat todella ammattitaitoisia ja palveluhenkisiä. Dahl Suomi Oy tarjoaa myös kuukausittain päivittyvät Excel-hinnastot, joita tarjouslaskentaohjelmassa voidaan käyttää /16/.

Tarjouslaskentaohjelma toteutettiin siten, että ohjelmaan voidaan syöttää yrityksen voimassa olevat alennusprosentit, jolloin ohjelmalla saadaan laskettua yrityksen tarjouslaskentavaiheen mukaiset hinnat. Dahl Suomi Oy:n Excel-hinnastossa on merkitty, mihin alennusryhmään jokainen tuote kuuluu. Tämän ansiosta ohjelmaan voidaan syöttää sellainen kaava, josta tuotekoodin mukaan haetaan tuotteen alennusryhmä sekä hinta. Näiden avulla saadaan muodostettua myös tuotteen hinta, minkä tuote maksaa todellisuudessa yritykselle. Tämä on tärkeää tarjouslaskennassa, koska yrityksen saadessa tuotteet listahintoja halvemmalla voi yritys tarjota projektista myös halvempaa hintaa, mutta saa projektista edelleen samaa myyntikatetta. Yrityksen voimassa olevien hintojen lisäksi ohjelma laskee myös listahinnan mukaiset, jolloin voidaan lopputuloksessa verrata näitä hintoja keskenään. Tämän vertailun avulla tarjouslaskija voi arvioida myyntikatteen määrää, jolla tarjous on vielä kilpailukykyinen muiden urakoitsijoiden tarjouksiin verrattuna.

Tarjouslaskentaohjelma toimii käytännössä siten, että ensiksi ilmanvaihtosuunnitelman asiakirjoista kerätään urakkaan tarvittavat massat eli materiaalit. Massojen keräyksen jälkeen nämä syötetään ohjelmaan, johon on luotu materiaaleja varten erilaisia taulukoita. Tällainen taulukko on esimerkkinä esitelty kuvassa 8. Ohjelman selkeyttämiseksi taulukoita on eritelty käyttämällä Excelin välilehtiä, jolloin voidaan erotella erilaiset materiaalit, kuten esimerkiksi kanavat ja osat -välilehti sekä päätelaitteet-välilehti.

Kanavakoko	Metrit	Ovh Alv 0%	Kuurila Alv 0%	Normitunti yksikkö	Normitunti summa
100	0	0,00	0,00	0	0,00
125	0	0,00	0,00	0	0,00
160	0	0,00	0,00	0	0,00
200	0	0,00	0,00	0	0,00
250	0	0,00	0,00	0	0,00
315	0	0,00	0,00	0	0,00
400	0	0,00	0,00	0	0,00
500	0	0,00	0,00	0	0,00
630	0	0,00	0,00	0	0,00
800	0	0,00	0,00	0	0,00
1000	0	0,00	0,00	0	0,00
<b>Summarivi</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		<b>0</b>

Kuva 8. Esimerkkitaulukko tarjouslaskentaohjelmasta

Kuvassa 8 esitetystä taulukosta on nollattu normituntiyksikkösarake, koska yrityksen käyttämät normituntiyksiköt eivät ole julkiseen käyttöön kuuluvaa tietoa.

Tarjouslaskentaohjelman kaikki välilehdet ovat suojattuja, joihin on jätetty suojaamatta tietyn väriset solut, joihin tarvittavat tiedot syötetään. Suojaamisella tarkoitetaan sitä, että ohjelmassa ei voida muuttaa muita soluja kuin niitä soluja, jotka ovat jätetty suojaamatta, sekä tässä tapauksessa nämä on merkitty tietyllä värillä. Käytännössä kaikki muut solut ovat erilaisten kaavojen takana. Tällöin ohjelma toimii siten, että suojaamatta olevan solun arvoa muutetaan, jolloin se automaattisesti laskee tarvittavat arvot, joita tarjouslaskennassa tarvitaan. Esimerkkitaulukosta voidaan siis muuttaa vain metrit-sarakkeen tietoja, jolloin ohjelma laskee hintatiedot sekä normituntien summan vastaamaan taulukkoon syötettyjen kaavojen arvoa.

Ohjelmaan on myös toteutettu taulukoita, joihin voidaan syöttää olosuhdelisäkertoimet. Tällä tarkoitetaan sitä, kun asennus on normaalia enemmän aikaa vievää, jolloin normituntiyksikköä korotetaan tietyn suuruisella prosentilla. Tämän toteuttamisessa oli tärkeää, että ohjelmaan voidaan syöttää sama tuote ilman olosuhdelisäkerrointa sekä kertoimen kanssa. Tällainen olosuhdelisäkertoimen vaativa asennus voi olla esimerkiksi korkealle asennettava kanava, jolloin on myös tärkeää, että ohjelmaan voidaan syöttää myös samankokoista kanavaa, joka asennetaan normaalin asennustavan mukaan.

Ilmanvaihtoeristykset ovat myös tärkeä osa ilmanvaihtourakointia, joten tarjouslaskentaohjelmaan toteutettiin myös eristykselle oma välilehti. Eristysalan hinnoittelu on hieman erilaista kuin ilmanvaihtoalan. Eristysalan saneerauslisät poikkeavat ilmanvaihtoalasta, jolloin ohjelmaan on toteutettu ratkaisu, jolla voidaan eristykset eritellä laskennasta. Tällöin eristyksille syötetään oma saneerauslisä, jolloin eristykset-osio ei korotu enää ilmanvaihtoalan saneerauslisän lisäämisen jälkeen. Eristysosio on toteutettu useiden kaavojen avulla vastaamaan kanavametritä aina totuuden mukaista neliömetrin määrää eristettä. Tällöin laskentavaihe helpottuu huomattavasti, kun ohjelmaan voidaan vain syöttää eristettävän kanavan metrit siihen taulukkoon, josta vaadittu eriste löytyy. Eristyksien lisäksi välilehdeltä löytyy myös eristuksen peltipinnoitukselle oma taulukonsa.



## 5 TULOKSET

Opinnäytetyön tuloksena yritys saa käyttöönsä erittäin hyvän tarjouslaskentaohjelman, joka on räätälöity kyseisen yrityksen tarpeisiin. Tämä ohjelma on tarkoitettu yrityksen ilmanvaihtourakoinnin tarjouslaskentavaiheen helpottamiseen. Kyseisellä ohjelmalla pyrittiin myös säästämään yrityksen tarjouslaskentaprosessiin käytettävää aikaa, jolloin yritys tulee säästämään ohjelman avulla myös rahaa. Kustannuksista säästetään myös sillä, ettei yrityksen tarvitse ostaa erillistä maksullisen tarjouslaskentaohjelman lisenssiä. Tämä on kuitenkin huomattavasti pienempi hyöty kustannuksiin nähden kuin mitä tarjouslaskentavaiheen ajan säästämällä saadaan. Tarjouslaskentaohjelma myös sisältää todella pätevän eristystyöhinnoitteluun tarvittavan lisäosan, jolloin yritys voi muodostaa ilmanvaihtourakointiin kuuluvan eristystyön hinnan selkeästi.

Tarjouslaskentaohjelman lisäksi yritykselle luotiin ilmanvaihtourakointia käsittelevä urakointiohje. Tämän urakointiohjeen tarkoituksena on helpottaa yrityksen ilmanvaihtourakointia. Yritys voi tukeutua dokumenttiin missä tahansa urakan vaiheessa, koska se on laajasti toteutettu, jolloin dokumentista löytyy kattavasti tietoa ilmanvaihtourakoinnin tarjouslaskentavaiheesta aina projektin takuuajan jälkeisiin toimenpiteisiin asti. Urakointiohjeen tarkoituksena on myös säästää tulevan yrittäjän aikaa, jolloin yrittäjä pystyy yhdestä dokumentista löytämään vastauksia urakan eri vaiheille. Dokumentti on toteutettu myös mahdollisimman selkeäksi lukijalle, jolloin siitä löytyy tieto huomattavasti helpommin kuin monista talotekniikka-alan ohjekorteista. Tämän lisäksi dokumenttiin on laadittu erilaisia ohjeita urakoitsijalle, miten tämän tulee toimia eri vaiheissa. Esimerkiksi dokumentista urakoitsija löytää ohjeita, mitä tulee tietää, ennen kuin urakoitsija osallistuu eri kokouksiin.

## 6 POHDINTA

Toimeksiantajan asettamiin tavoitteisiin opinnäytetyössä päästiin erittäin hyvin. Työtä tehdessä ongelmakohdat pystyttiin aina ratkaisemaan luotettavalla tavalla, jolloin lopputulokseksi muodostui erittäin hyvä tarjouslaskentaohjelma sekä todella pätevä ja laaja dokumentti, jota voidaan hyödyntää ilmanvaihtourakoinnin tukena. Edellä mainituilla asioilla säästetään tulevan urakoitsijan varoja sekä urakoitsijan kallisarvoista aikaa. Näiden lisäksi urakointi kokonaisuudessaan on helpompi kyseisen urakoitsijan toteuttaa.

Yritykselle luotiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaa käyttäen ilmanvaihdon tarjouslaskentaohjelma, josta muodostui tarjouslaskentaohjelma, joka on erittäin hyvä. Tämä tarjouslaskentaohjelma jopa ylitti toimeksiantajan omat odotukset.

Tarjouslaskentaohjelman lisäksi luotiin toimeksiantajalle ilmanvaihdon urakointiohje, josta muodostui erittäin kattava kokonaisuus, johon yrittäjä voi tukeutua missä tahansa vaiheessa urakkaa. Tämä dokumentti on selkeäkäyttöinen, jolloin urakoitsija löytää tästä tarvittavan tiedon helpommin kuin etsimällä talotekniikka-alan ohjekorteista. Dokumenttiin luotiin urakoitsijalle ilmanvaihtourakointiin ohjeita sekä erilaisia määräyksiä, joita urakoinnissa tulee noudattaa.

Opinnäytetyön tuloksena kyseisen toimeksiantajan on huomattavasti helpompi aloittaa tulevaisuudessa ilmanvaihtourakointi.

## LÄHTEET

1. Hengitysliitto. Ilmanvaihto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/ilmanvaihto/> [viitattu 15.9.2021].
2. Suomen talotekniikan kehityskeskus Oy. Teollisuusilmastoinnin opas. Helsinki: TAKE 2000.
3. Sisäilmayhdistys ry. Ilmanvaihdon perusteet. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet> [viitattu 16.9.2021].
4. Ympäristöministeriö. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kunto-  
tutkimus. PDF-dokumentti. 2016. Saatavissa: [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Rakennusten-paine-erojen-mittausohje-2019-10-11-7287C51D\\_EFAA\\_41F7\\_BCAC\\_7F81A18AAA4C-151430.pdf/df1a430e-554b-10d9-5a0f-2e2366165531/Rakennusten-paine-erojen-mittausohje-2019-10-11-7287C51D\\_EFAA\\_41F7\\_BCAC\\_7F81A18AAA4C-151430.pdf?t=1603260085078](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Rakennusten-paine-erojen-mittausohje-2019-10-11-7287C51D_EFAA_41F7_BCAC_7F81A18AAA4C-151430.pdf/df1a430e-554b-10d9-5a0f-2e2366165531/Rakennusten-paine-erojen-mittausohje-2019-10-11-7287C51D_EFAA_41F7_BCAC_7F81A18AAA4C-151430.pdf?t=1603260085078) [viitattu 1.11.2021].
5. RT 07-11299. Rakennustieto. Sisäilmastoluokitus. 2018.
6. Hengitysliitto. Ilmanvaihtojärjestelmät. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/ilmanvaihto/ilmanvaihtojarjestelmat/> [viitattu 1.11.2021].
7. Sandberg. E. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointiteknikka osa 1. Forssa: Talotekniikka-Julkaisut Oy. 2016.
8. Optiplan Oy, Asuinrakennusten ilmanvaihto. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050306.pdf> [viitattu 1.11.2021].
9. RT 16-10660. Rakennustieto Oy. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998.
10. Rakennustieto Oy. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. 2002.
11. LVI-TU ry ja Rakennusliitto ry. Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus. 2020–2022.
12. Onninen Oy. Ulospuhallushajotin Fläktgroup EYMA. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.onninen.fi/flaktgroup-ulospuhallushajotin-flaktgroup-eyma-2-063-1-2-laippaliitos/p/ACL846> [viitattu 2.11.2021].
13. RT 80260. Rakennustieto Oy. Urakkasopimus. 1998.
14. RT 80276. Rakennustieto Oy. Maksuerätaulukko. 2016.



15. Rakennusteollisuuden Keskusliitto & Tekes. Aliurakkasopimusmenetely. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s437.pdf> [viitattu 3.11.2021].
16. Dahl Suomi Oy. Hinnastot. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.dahl.fi/palvelut/hinnastot> [viitattu 4.11.2021].