



M1-puhtausluokiteltujen ilmankäsittelykoneiden hankinnan laadunvarmennus toimitilakohteissa

Juha Tihvonen

Opinnäytetyö, ylempi AMK
Syyskuu 2021
Tekniikan ja liikenteen ala
Teknologiaosaamisen johtaminen

Tihvonen Juha

M1-puhtausluokiteltujen ilmapuhdistuskoneiden hankinnan laadunvarmennus toimitilakohteissa

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. **Syyskuu 2021**, 84 sivua.

Tekniikan ja liikenteen koulutusala, Teknologiaosaamisen johtaminen, opinnäytetyö YAMK

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

Toimitilakohteiden ilmapuhdistusjärjestelmille asetetaan tänä päivänä suuret vaatimukset viranomaisten ja tilaajien kautta. Toimitilakohteet ovat usein julkisen hankinnan piirissä ja tämä asettaa myös omat erityisvaatimukset ilmapuhdistusjärjestelmän toteutukselle. Toimitilakohteiden käyttö ja toiminnallisuus korostaa myös osaltaan sisäilmalle asetettuja korkeita vaatimuksia.

Brado Oy:n toimesta on havaittu puutteita ilmapuhdistuskoneiden työmaalla tehtävien laadunvarmennustoimenpiteiden käytänteissä ja epäselvyyksiä osapuolien välisissä vastuualueissa. Hankintaan ja toimitukseen liittyy useita eri toimijoita, kuten rakennuttaja, LVI-urakoitsija, LVI-suunnittelija ja varsinaisen rakentamisen päätoteuttaja. Osapuolien vastuut ja roolit vaihtelevat liittyen ilmapuhdistuskoneiden hankintaan erilaisten urakan toteutusmuotojen ja niiden hankintarajojen välillä.

Tavoitteena oli selvittää ilmapuhdistuskoneiden hankintaan ja toimitukseen liittyvät toimintamallit ja vastualueet eri osapuolien välillä. Tutkimustyö toteutettiin kvalitatiivisena tutkimuksena, jossa kysymykset laadittiin toimijoiden vastuualueiden mukaan. Toisena tavoitteena oli tarkentaa eri osapuolien tehtäviä prosessin eri vaiheissa kokonaisanalyysin perusteella. Erityisesti painotettiin rakennuttajan roolia tilaajan etujenvälvojana sekä päätoteuttajan vastuuta hankintaprosessin eri vaiheissa.

Tutkimustyön johtopäätöksenä todettiin, että ilmapuhdistuskoneiden toimituksen laadunvarmennustoimenpiteitä ja osapuolien välisiä vastuualueita on tarpeellista tarkentaa ja selkeyttää. Osapuolien vastuut muuttuvat erilaisissa projektien toteutusmuodoissa ja näiden huomioiminen projektin aikana on tärkeää. Todettiin myös, että eri osapuolilla on sisäistä henkilöstön koulutus tarvetta sekä toimijoiden toimintatapojen tarkentamisessa ja asiantuntijuuden kehittämisessä.

Sisäilmasto, ilmapuhdistusjärjestelmä, sisäilmastoluokat, M1-puhtausluokka, ilmapuhdistuskone, laadunvarmennus, laadunhallinta

Muut tiedot

Liite 1 on salassa pidettävä, ja se on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste on julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liike- tai ammattisalaisuus. Salassa pitoaika on viisi vuotta ja päättyy 11.10.2026

Tihvonen Juha

M1-quality assurance of the procurement of classified HVAC units at business premises

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, September 2021, 84 pages.

Engineering and transport education, technology competence management, master's degree

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Today, great demands are placed on the HVAC systems of business premises through authorities and customers. Premises are often subject to public procurement and this also sets its own special requirements for the implementation of a HVAC system. The use and functionality of business premises also contribute to emphasizing the high standards set for indoor air.

Brado Oy has identified shortcomings in the practices of quality assurance measures performed at the HVAC units at construction site and ambiguities in the areas of responsibility between the parties. Procurement and delivery involve several different operators, such as a builder, a HVAC contractor, a HVAC designer and the main contractor for the actual construction. The responsibilities and roles of the parties vary in relation to the procurement of air handling units between different forms of contract implementation and their procurement limits.

The aim of this research work is to find out the operating models and responsibilities between the various operators related to the procurement and delivery of HVAC units. The research work was carried out as a qualitative study, in which the questions were prepared according to the responsibilities of the operators. The second objective is to clarify the roles of the different parties at different stages of the process based on an overall analysis. Emphasis is placed on the builder's role as guardian of the client's interests and the responsibility of the main contractor at the various stages of the procurement process.

The conclusion of the study was that it is necessary to specify and clarify the quality assurance measures for the supply of air handling units and the responsibilities between the parties. The responsibilities of the parties change in different project implementations and it is important to take these into account during the project. It was also noted that there is a need for internal staff training for the various parties, both in refining the operating methods of the actors and in developing their expertise.

Indoor climate, ventilation system, indoor climate classes, M1 purity class, air handling unit, quality assurance, quality management

Miscellaneous

For example, the confidentiality marking of the thesis appendix, see Project Reporting Instructions, section 4.1.2 Annex 1 is to be kept secret and has been removed from public service. The basis for secrecy is Section 24, Item 17 of the Publicity Act 621/1999, the company's business or professional secret. The period of secrecy is five years and ends on October 11, 2026

Sisältö

1	Johdanto	10
1.1	Taustaa ja aiheen valinta.....	11
1.2	Työn tavoitteet.....	12
1.3	Työn rajausta.....	14
1.4	Tutkimusmenetelmä	15
1.5	Tiedonhaku ja lähdeaineisto	17
1.6	Opinnäytetyön rakenne	17
2	Toimeksiantaja	18
2.1	Brado Oy.....	18
2.2	SRV Rakennus Oy.....	18
3	Rakennusteollisuus Suomessa.....	20
4	Talotekniikka rakentamisessa	21
4.1	Ilmanvaihtojärjestelmille asetettuja vaatimuksia	23
4.2	Ilmastointikoneet ja konehuoneet.....	25
4.3	Ilmastointikoneiden jaottelu.....	26
4.4	Koteloidut ilmankäsittelykoneet	26
5	Rakennushankkeiden laatu	28
5.1	Tilaajan rooli rakennushankkeen laatuun.....	30
5.2	Rakennushankkeen suunnittelijoiden rooli laadunhallinnan suhteen	31
5.3	Rakennushankkeen urakoitsijoiden laadunhallinnan toimenpiteet.....	32
5.4	Viranomaisten rooli rakennushankkeen laadunhallinnassa	33
6	Tutkimusongelman viitekehys.....	34
6.1	Rakennuttajan ja rakennuttajakonsultin tehtävät ja vastuut	34
6.2	Talotekniikkasuunnittelijan vastuut ja velvollisuudet.....	35
6.3	Talotekniikkaurakoitsijan tehtävät ja vastuut.....	36
6.4	Talotekniikka- ja rakennustöidenvalvojan tehtävät ja vastuut.....	38
6.5	Päätoteuttajan ja pääurakoitsijan tehtävät ja vastuut	39
6.5.1	Projektinjohtourakoitsijan hankintatoimi	40
6.5.2	Hankintatoimen laadunvarmennus	41
6.6	Sisäilmastolle asetetut vaatimukset	41
7	Tutkimuksen toteutus.....	43
7.1	Rakennuttajan ja rakennuttajakonsultin haastattelukysymyksien asettelu.....	44
7.2	Talotekniikkaurakoitsijan haastattelukysymyksien asettelu	44

7.3	Päätoteuttajan haastattelukysymyksien asettelu.....	45
7.4	Talotekniikkasuunnittelijan haastattelukysymyksien asettelu	46
8	Tutkimustyön tulokset	46
8.1	Tulokset rakennuttajan tai rakennuttajakonsultin haastatteluista	47
8.2	Tulokset päätoteuttaja tai -urakoitsija haastatteluista.....	47
8.3	Tulokset talotekniikkaurakoitsijoiden haastatteluista	48
8.4	Tulokset talotekniikkasuunnittelijan haastattelusta.....	48
8.5	Tulokset tilaajan projektipäällikön haastattelusta.....	49
9	Tutkimuskysymyksien vastauksien analysointi	49
9.1	Aineiston litterointi	50
9.2	Aineiston kuvailu	50
9.3	Aineiston luokittelu	51
10	Johtopäätökset.....	51
10.1	Jatkotoimenpiteet ja kehitysehdotukset	53
11	Työn luotettavuus ja eettisyys	55
12	Lähdeluettelo	58
	Liite 1.	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

Keskeisiä tähän raporttiin liittyviä talonrakennusalan käsitteitä

Seuraavat määritelmät ovat tässä raportissa käytettäviä ilmastointijärjestelmiin liittyviä keskeisiä käsitteitä. Ne ovat kyseisellä teollisuuden alalla yleisesti käytettäviä määritelmiä ja käsitteitä.

Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmällä voidaan hallita sisäilman laatutavoitteita, kuten ilman puhtautta ja säätää ilmanvaihdon tehoa tarpeenmukaisesti. Järjestelmä mitoitetaan tilojen epäpuhtauksien perusteella.

Ilmastointijärjestelmä

Ilmastointijärjestelmällä voidaan hallita ja varmistaa sisäilman laatutavoitteet laajemmin, kuten puhtaus, lämpötila ja kosteus riippumatta ulkona olevista olosuhteista. Järjestelmä rakennetaan ja mitoitetaan sisäilmastolle asetettujen laatutavoitteiden mukaan.

Ilmastointikone

Rakennuksien ilmanvaihto- ja/tai käsittelyjärjestelmien kone, jolla mahdollistetaan ilman poistaminen tiloista ja sen käsittely laatuvaatimuksien mukaan. Käsite sisältää ilmanvaihto- ja ilmankäsittelykoneiden alaryhmittelyn.

Ilmanvaihtokone

Ilmanvaihtojärjestelmien kone, joka mitoitetaan tilojen epäpuhtaiden ilmassojen mukaan poistamaan ne tiloista hallitusti. Voi sisältää myös tuloilman puhalluksen, sekä sen suodatuksen ja esilämmityksen. Pien- ja rivitalojen yleinen konetyyppi, sekä kerrostalojen hajautetuissa järjestelmissä.

Ilmankäsittelykone

Koteloituina käytetään ilmastointijärjestelmien keskuskoneina tai erillisinä yksiköinä palvelemaan tilojen ilman laadun vaatimuksia. Koneellinen tulo- ja poistoilmankäsittely, missä tuloilmaa voidaan tarvittaessa lämmittää ja jäähdyttää, suodattaa epäpuhtaudet sekä kostuttaa tai kuivattaa. Poistopuhalluksessa tarvittaessa ilman puhdistus ja lämmöntalteenotto. Kone mitoitetaan ja varustetaan sisäilmastolle asetettujen laatuvaatimuksien mukaan.

Sisäilmasto

Käsittää rakennuksien ja niihin liittyvien tilojen sisäilman fysikaalisia, kemiallisia ja mikrobiologisia tekijöitä, joilla on vaikutus ihmisen terveyteen ja viihtyvyyteen.

Sisäympäristö

Laajempi käsite rakennuksien ja niihin liittyvien tilojen ilman laadun kuvaamiseen. Sisältää sisäilmaston määritykset, sekä tilojen akustiset ja valaistus olosuhteet. Sisäympäristö määrittää myös tilojen tilasuunnittelun ja sisustuksen esteettiset tekijät.

Sisäympäristön tavoitearvot

Sisäympäristön tavoitearvojen määrittämisen kautta hankkeen tilaaja asettaa tavoitearvot sisäilmastolle. Tavoitearvon kautta määräytyy sisäilmastoluokka, mikä toimii suunnittelun ja toteutuksen määrittävänä laatuvaatimuksena.

Sisäilmastoluokat

Sisäympäristön tavoitearvojen kautta määritetään projektille sisäilmastoluokka. Luokitus on kolmiportainen, missä S1-luokka on vaativin ja S3-edustaa eri viranomaisvaatimuksien vähimmäistasoa.

Ilmanvaihtojärjestelmien puhtausluokitus

Sisäilmastoluokitus 2018 määrittää suunnitteluarvot lämmitys- ja ilmastointijärjestelmien mitoitukselle, asettaa vaatimukset ilmanvaihtojärjestelmän läpi virtaavan tuloilman laadulle sekä ilmanvaihtojärjestelmän eri osien puhtaudelle.

Urakkaohjelma

Rakennushankkeen kaupallinen sopimusasiakirja, mikä sisältää tilaajan ja urakoitsijan väliset kaupalliset ehdot ja keskeiset tiedot.

Urakkarajaliite

Urakkarajaliite on urakkaohjelmaa täydentävä kaupallinen asiakirja, millä tilaaja ja urakoitsija määrittävät rakennushankkeen vastuut ja velvoitteet.

Suunnittelusopimus

Suunnittelusopimuksella määritetään jokaiselle suunnittelualalle, tilatun suunnittelijan työn sisältö, laajuus sekä vastualueet.

Laadunhallinta vrt. laatujohtaminen

Organisaatioiden laatu politiikan kokonaisuus koostuu eri toimenpiteistä, joita ovat laadun suunnittelu, laadunvarmistus ja toiminnan jatkuva parantaminen. Laadunhallinnan kautta organisaatio jalkauttaa laatu politiikan keinot ja vastuut henkilöstölle.

Laadunhallintajärjestelmä

Organisaatioiden ohjausjärjestelmä, jolla määritetään toimintojen resurssit ja keinot laatuvaatimuksien toteutumiseen. Määrittää myös organisaation toimintatavan laadun aikaansaamiseksi ja ylläpitämiseksi.

Laatujohtaminen

Johtamisen toimintamalli, missä viitekehyksenä on organisaation laatusuunnitelma. Korostaa organisaation toiminnan laatua johtamisessa.

Laadunohjaus

Organisaation toiminnan ja valvonnan ohjausmalli, jonka tavoitteena on varmistaa prosessien, palveluiden ja tuotteiden laatu.

Laadun suunnittelu

Organisaation ja projektien toiminnan, resurssien, käytänteiden ja ohjeiden suunnittelun malli. Tavoitteena on tuotteelle tai palvelulle asetettujen laatuvaatimuksien täyttyminen.

Laadun tarkastus

Projekteille ja organisaatioiden toiminnalle asetettu toimenpide, jolla todennetaan tuotteilta ja palveluilta vaaditut laatuvaatimukset.

Laadunvarmistus

Laadunhallinnan kokonaisuuden toimenpide, jolla varmistetaan luotettavalla tavalla, että tuotteen, toiminnan tai palvelun laatu vastaa sille asetettuja vaatimuksia.

1 Johdanto

Rakennuksien taloteknisille järjestelmille asetetaan nykyään erittäin suuret vaatimukset tilaajaorganisaatioiden puolelta sekä viranomaisten ja käyttäjien taholta. Taloteknisten järjestelmien ja niiden toimintaa ohjaavan automaation voimakas kehitys on mahdollistanut myös niiden tehokkaamman yhteistoiminnan. Automaation kautta järjestelmien yhteistoiminta on tehostunut ja samalla järjestelmille on asetettu aiempaa kovempia vaatimuksia. Osaltaan myös toimialan ulkopuolelta tulevat vaatimukset ovat pakottaneet järjestelmien suunnittelijat ja toimittajat kehittämään, niiden ominaisuuksia vastaamaan näihin vaatimuksiin paremmin. Rakennusteollisuus ja talotekniikka-ala sen osana on sitoutunut vastaamaan osaltaan kansallisiin ilmaston muutoksen aiheuttamiin haasteisiin ja talotekniikan eri järjestelmien kehittämisellä päästään lähemmäksi näitä tavoitteita.

Taloteknisistä järjestelmistä juuri ilmanvaihdolla on merkittävä rooli, kun arvioidaan rakennuksien sisäilmaston laatua sekä rakennuksien energiatehokkuutta. Hyvin suunnitellulla ja toteutetulla ilmanvaihdolla varmistetaan ja voidaan vaikuttaa rakennuksen sisäilmastoon ja sitä kautta ihmisten viihtyisyyteen ja terveydellisyteen. Rakennuksissa esiin tulleet sisäilmaongelmat ovat pakottaneet rakennusteollisuuden toimijat kehittämään toimintatapoja sekä toisaalta itse järjestelmiä tehokkaammiksi ja helpommin puhdistettavaksi. Rakennuksiin johdettavan ilman ominaisuuksia voidaan nykyään muokata tehokkaasti vastaamaan sille asetettuja vaatimuksia, mikä on osaltaan ohjannut alan kehitystyötä. Kehittyneiden järjestelmien ja automaation ohjauksen kautta sisäilmaston tavoitearvot voidaan saavuttaa tarkemmin ja energiatehokkaasti.

Sisäilmaston laadun suurimmat vaatimukset asetetaan toimitilakohteissa, kuten terveydenhoitoalan, opetuksen sekä teollisuuden kiinteistöissä. Toimitilakohteiden erilaiset toiminnot ja prosessit asettavat sisäilmaston laadulle korkeat vaatimukset puhtauden, lämpötilan ja kosteuden suhteen. Näissä kiinteistöissä myös sisäilmassa tapahtuville muutoksille on asetettu tiukat raja-arvot. Nämä vaatimukset edellyttävät ilmapuhdistusjärjestelmälle kokonaisuutena laadukasta toteutusta sen eri vaiheissa, kuten suunnittelun, toteutuksen ja säätämisen osalta.

Laadukkaan ilmapuhdistusjärjestelmän toteuttaminen toimitilakohteissa vaatii kaikkien siihen osallistuvien osapuolien osalta saumatonta ja hyvää yhteistyötä. Tilaajan ja hänen edustamiensa

käyttäjien on tiedettävä tarkkaan minkälaisen vaatimuksen heidän toimintansa asettaa sisäilmas-
tolle, jotta suunnittelutyön lähtötiedot saadaan alusta asti oikealle tasolle. Suunnittelijoiden on
ymmärrettävä tilaajan vaatimukset sekä tunnettava toimittajien järjestelmien mahdollisuudet
täyttää ne. Ilmankäsittelyjärjestelmän toimittajan on pyrittävä järjestelmien tuotekehityksessä
vastaamaan tilaajien, käyttäjien ja prosessien kasvaviin vaatimuksiin sisäilmaston laadun suhteen.

1.1 Taustaa ja aiheen valinta

Opinnäytetyön tutkimusongelman lähtökohtana oli rakennushankkeiden ilmastointijärjestelmien
ilmankäsittelykoneiden toimituksissa havaitut laadulliset puutteet. Ilmankäsittelykoneiden toimi-
tuksien yhteydessä työmaalla tehdyissä tarkastuksissa löydettiin koneista poikkeamia, jotka ovat
johtaneet jopa niiden palautuksiin tehtaalle tai ainakin laajoihin korjaustoimenpiteisiin työmaalla.
Työmaalla tehtyjen tarkastuksien yhteydessä on myös todettu, että itse tarkastusmenettely ei ole
ollut täysin aukoton, koska osaa laatupoikkeamista oli jäänyt huomaamatta ennen koneiden asen-
nusta. Koneissa havaitut puutteet ovat olleet sen luonteisia ja tasoisia, että niillä olisi ollut merkit-
tävä vaikutus koneiden lopullisen toiminnan suhteen. Ilmankäsittelykoneet eivät olisi täyttäneet
niille tilaajan määrittämien sisäilmaston tavoitearvojen vaatimuksia.

Opinnäytetyön ongelman lähtökohtana oli selvittää, kuinka rakennushankkeeseen ryhtyvä voi var-
mistaa ilmastointijärjestelmän konetoimituksen suunnitelmien, toimitussopimuksen ja laatuvaati-
muksien mukaisen toteutumisen. Toimintavalmiin ilmastointijärjestelmän toteutus on erittäin
laaja ja monivaiheinen hankinta, minkä yhtenä osana on itse koneiden hankinta, toimitus, asennus
ja käyttöönotto. Tilaajan vastuulla on varmistaa hankkeen toteutusmuodosta riippumatta, että se
täyttää viranomaisten sille asettamat vaatimukset. Tilaajan edustajan rakennuttajalla tai rakennut-
tajakonsultilla on tässä suuri rooli ja vastuu.

Ilmastointijärjestelmän ja sen eri osien hankinta voi koostua hyvin erilaisista hankintakokonaisuuksista.
Hankinta määräytyy projektille valitun toteutustavan mukaan, ja siihen vaikuttaa myös tilaa-
jan ja päätoteuttajan välinen hankintasopimus. Ilmankäsittelykoneiden hankinta pääasiassa tapah-
tuu, joko tilaajan, hankkeen päätoteuttajan tai ilmastointijärjestelmän asennusurakoitsijan
toimesta. Ilmastointijärjestelmän hankintaan liittyy myös, sitä ohjaava ja säätävä automatiikka va-
rusteineen, sekä koneiden ja laitteistojen takuun aikaiset huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet.

Opinnäytetyössä selvitettiin ja tutkittiin myös, kuinka ilmastointijärjestelmään liittyvän konetoimituksen laatu ja suunnitelmien mukaisuus varmistetaan hankinnan ja toteutuksen eri vaiheessa. Työn kautta selvitettiin myös, kuinka suunnitelmien ja laatuvaatimusten mukainen toteutus varmistetaan eri urakkamuodoissa ja kuinka eri hankintatavat vaikuttavat toimitukseen liittyvien osapuolien vastuisiin ja velvollisuuksiin. Hankintaan liittyviä laadunvarmennustoimia on mm. toimittajan sisäinen laatujärjestelmä, mikä on yleisesti lähtökohtana, kun toimittajia lähdetään valikoimaan. Laatujärjestelmällä toimittaja osoittaa ja kuvaa prosessin toimintaa. Hankintavaiheessa on tapana myös tehdä tehdaskatselmuksia toimittajan tehtäisiin osana laadunvarmennustoimintaa.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on viranomaisvaatimusten mukaan varmistettava, että valmis rakennus täyttää sille asetetun sisäilmastoluokan mukaisen vaatimukset. Sisäilmastoluokitus määritetään rakennuksille hankkeen suunnitteluvaiheessa ja eri luokille on asetettu kansalliset tavoitearvot. Nämä arvot toimivat myös ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelun lähtökohtana.

Tutkimusongelman tutkiminen on tärkeää, koska tänä päivänä niin uudis- kuin saneerauskohteissa on esiintynyt sisäilman laadussa vakavia puutteita jo takuuajana. Rakennuksien ilmastointijärjestelmällä on tässä merkittävä rooli, koska sen vaikutusalue ulottuu koko rakennuksen. Ilmastointijärjestelmän koneet ovat osa tätä järjestelmään ja siksi niiden toimituksen laadunvarmennus on tärkeää tutkia.

Tutkimustyössä selvitetään myös, kuinka ilmastointijärjestelmän koneiden toimituksen laatu varmistetaan tilaajan toimesta ja onko siihen olemassa selkeää ohjetta tai toimintaprosessia. Tilaaja asettaa tavoitearvot sisäilmastolle ja sitä kautta vaatimukset määräytyvät toimitettavalle ilmastointijärjestelmälle. Tilaajan projektiorganisaation tehtävänä on varmistaa näiden vaatimusten toteutuminen.

1.2 Työn tavoitteet

Tutkimustyön tavoitteet asetettiin tutkittavan ongelman esiintymisen ja sen ominaisuuksien perusteella vaiheittaiseksi. Ensinnäkin tutkimustyön tavoitteeksi asetettiin selvittää ilmastointijärjestelmän ilmankäsittelykoneiden hankintaan liittyvien osapuolien väliset vastuut ja velvollisuudet.

Tunnistavatko osapuolet nämä vastuut ja riittääkö heidän osaamisensa näiden vastuiden täyttämiseen.

Toisena tavoitteena asetettiin selvittää ilmankäsittelykoneiden hankintaa osallistuvien osapuolien osaamisen taso henkilöstön ja organisaation tasolla. Vastaako organisaatioiden osaaminen sille asetettuja vaatimuksia ja kuinka heidän laatusuunnitelmansa ohjaavat henkilöstön toimintaa projektien eri vaiheissa.

Tavoitteet asetettiin tutkimustyölle myös osapuolien näkökulmasta työmaalla tapahtuvalle tarkastustoiminnalle, eli kuinka hyvä osaamisen taso heillä tämän suhteen on henkilöstön ja organisaation sisällä. Jalkautuuko projektien vaatimukset käytännön toimenpiteiksi työmaalle ja miten organisaatioiden sisäinen toimintasuunnitelman toimintaa tämän suhteen ohjaa.

Tutkimustyön ongelmia lähdettiin selvittämään seuraavien tutkimuskysymyksiä kautta:

- kuinka tilaajaorganisaatio varmistaa oman henkilöstön ja sopimusosapuolien osaamisen verrattuna hankkeen asettamiin laatuvaatimuksiin?
- kuinka rakennuttajaorganisaatio varmistaa henkilöstön osaamisen ja kuinka organisaation heitä työssä ohjeistaa?
- tunnistaako tilaaja- ja rakennuttajaorganisaatio ja sen henkilöstö, kuinka eri urakkamuodot vaikuttavat vastuiden jakautumiseen?
- selvittää kuinka talotekniikkaurakoitsijoiden laadunvarmennussuunnitelmat ja sen ohjaamat toimenpiteet huomioivat ilmankäsittelykoneiden toimituksen?
- mikä on päätoteuttajan rooli erilaisien hankintatapojen kohdalla ja kuinka henkilöstö nämä tunnistavat?
- Riittääkö organisaatioiden osaaminen ja toimintatavat vastaamaan toimitilakohteiden korkeisiin laatuvaatimuksiin?
- Selvittää kuinka toimijat tunnistavat erilaiset rakennushankkeiden toteutustavat sekä niiden erilaiset hankinnanmallit, ja kuinka ne vaikuttavat heidän toimintaansa?

Tutkimuksessa etsittiin vastauksia kysymyksiin, kuten rakennuttajan vastuut ja velvollisuudet, LVI-urakoitsijan sekä -suunnittelijan vastuu eri toteutusmalleissa. Ilmankäsittelykoneet hankitaan

usein myös päätoteuttajan kautta ja tutkimuksessa selvitetään, kuinka he tunnistavat heille kuuluvat vastuut laadunvarmennuksen osalta.

1.3 Työn rajaus

Tutkimustyö rajattiin käsittelemään toimitilakohteiden sisäilmastoluokituksen S1 mukaan luokitettuja ilmapuhdistuskoneiden hankintaa ja toimitusta. Sisäilmastoluokka S1 on luokitusjärjestelmän vaativin luokitus ja sen mukaisilla vaatimuksilla suunnitellaan pääasiassa kaikki toimitilakohteet Suomessa tällä hetkellä. Sisäilmastoluokan S1 mukaan tulee vaatimus, minkä mukaan kaikki ilmastointijärjestelmän osien tulee täyttää puhtausluokan M1 vaatimukset. Tutkimustyö rajattiin käsittelemään pääasiassa näitä M1 puhtausluokiteltuja ilmastointijärjestelmiä, niiden korkean laatuvaatimuksen takia. Toimitilakohteissa sisäilmastoluokka S1 ja sen mukainen M1-puhtausluokitus valitaan pääasiassa aina projekteille, joissa ollaan rakentamassa, mm. terveydenhoitoalan rakennuksia tai varhaiskasvatus- ja opetustiloja. (Rakennustietosäätiö, 2018)

Tutkimustyö rajattiin käsittelemään ilmastointijärjestelmän ilmapuhdistuskoneiden osuutta ja niiden toimituksen laadunvarmennusta. Ilmapuhdistuskoneen hankinta voi olla hankkeen toteutusmuodon mukaan LVI-urakoitsijan, tilaajan tai päätoteuttajan tekemä, mikä tarkoittaa myös hankintatarajojen ja niiden vastuiden muuttumista osapuolien välillä. Edellä mainittujen vastuurajojen muuttuminen hankkeen toteutustavan mukaan ja voi jättää pahimmassa tapauksessa aukkoja laadunvarmennuksen toimenpiteisiin ja kenen vastuulla sen todentaminen on. Tutkimustyön ongelmien lähtökohta voi jäädä näissä tapauksissa huomaamatta, eikä vaatimuksien mukaista toteutusta voida näin varmistaa.

Ilmapuhdistuskoneet valmistetaan toimittajien omissa tehtaissa ja toimitukseen liittyvät laadulliset vastuut ovat aina toimittajalla työmaalle saakka. Toisaalta koneet tarkastetaan, kun ne saapuvat työmaalle, mutta niiden vaatimuksien ja sopimuksen mukainen toiminta voidaan todentaa vasta järjestelmän käyttöönoton yhteydessä. Toimituksen ja käyttöönoton välissä voi olla hankkeista riippuen kuukausia, jopa vuosi, ennen kuin laitteita aletaan käynnistämään. Tämä asettaa suuren haasteen työmaalle koneiden toimituksen aikaiseen laaduntarkastukseen sekä konetoimittajan omaan laadunvarmennukseen myös logistiikkaketjun osalta.

1.4 Tutkimusmenetelmä

Tutkimustyön ongelman ja sen ominaisuudet määrittivät pitkälle tutkimusmenetelmän valinnan. Tutkimusmenetelmäksi valittiin henkilöhaastatteluna ja se toteutettiin kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimusmenetelmän keinoin. Haastattelut kohdennettiin pääasiassa rakennuttajan tehtävää hoitaviin henkilöihin, koska heidän roolinsa ongelman esiintymisen kannalta on merkittävien. Haastatteluihin pyydettiin henkilöitä myös muista asiantuntijaryhmistä, joiden vastuut osuvat tutkimustyön ongelman ilmenemisen alueella.

Hirsjärvi & Hurme (2009) kuvaa kvalitatiivista haastattelumenetelmää tehokkaaksi silloin kun halutaan tietoa vaikeasti mitattavasta ongelmasta, missä on vielä useita muuttujia ja riippuvuuksia. Kvantitatiivisen haastattelu- ja tutkimusmenetelmän avulla haetaan vastauksia ongelmiin, jotka ovat idenfioitavissa, mitattavissa ja niiden välisiä eroja on helppo tutkia. (Hirsjärvi & Hurme, 2009)

Tutkimusmenetelmänä teemahaastattelulla ohjataan haastattelukysymyksiä kautta haastateltava tiettyjen teemojen pariin, jotka antavat siten vastauksen tutkimuksen ongelmaan. Teemahaastattelussa on harkittava tarkkaan, kuinka mahdollistetaan ja halutaanko mahdollistaa haastateltavien roolin ja osaamisen kautta tulevat painotukset haastattelun etenemiseen. (Matti;Pirjo;& Johanna, 2017)

Teemahaastattelu rakentuu kolmen eritason kysymyksistä, joita ovat tutkimus-, haastattelu- ja rekrytointikysymykset. Tutkimuskysymykset eivät ole varsinaisia tieteellisiä tutkimuskysymyksiä, joilla saadaan haastateltavalta tietoa ongelman ratkaisuun. Tutkimuskysymyksillä haastateltava johdetaan tutkittavan ongelman aihepiiriin ja haastateltava esittää niillä mihin kontekstiin ongelma kuuluu. (Matti;Pirjo;& Johanna, 2017)

Teemahaastattelun varsinaisten haastattelukysymyksiä tarkoitus on kerätä tutkijalle tietoa ongelman ratkaisun kannalta kriittisistä asioista. Haastattelukysymyksissä on hyvä antaa tilaa haastateltavan omalle näkemykselle ja ajatukselle, jotta tutkimuksen kannalta kriittinen tieto saadaan esille. Kysymykset tulee olla sellaisia, joihin haastateltava ei tiedä vastausta ennalta. (Matti;Pirjo;& Johanna, 2017)

Tutkimustyön teemahaastatteluun valittiin tutkittavan ongelman ympärillä toimivia asiantuntijoita. Eri asiantuntijaryhmistä henkilöitä haastatteluihin saatiin kuvion 1 mukaisesti.

Teemahaastattelujen vastaajien määrä: 12

Rakennuttajat /- konsultit		5
Talotekniikkasuunnittelija		1
Talotekniikkaurakoitsija		2
Päätoteuttajan / -urakoitsija proktipäällikkö		3
Tilaaajan projektipäällikkö		1
	yht.	12

Kuvio 1. Teemahaastatteluihin osallistuneet osapuolet

Rakennuttajien ja rakennuttajakonsulttien osuus haastatteluun kutsutuista ja siihen osallistuneista on suurin, koska heidän roolinsa tutkimustyön ongelman ratkaisun suhteen on merkittävä. Päätoteuttajan henkilöstön osuus haastatelluista on myös iso osittain tutkimustyön tilaaajan näkökulmasta, mutta myös osaltaan tämän päivän rakennushankkeiden hankintatoimen takia. Hankkeiden toteutusmuodot tekevät päätoteuttajasta usein mm., näiden ilmankäsittelykoneiden hankkijan ja siksi heillä on kokonaisuuden suhteen suuri rooli. Haastateltavat asiantuntijat oli valittu yhdessä työelämäohjaajan kanssa ja kriteerinä oli riittävä kokemus ja asiantuntijuus verrattuna tutkittavaan ongelmaan, sekä työkokemusta toimitilahankkeista.

Haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluin ja haastattelut nauhoitettiin, jotta tutkimuksen kannalta kaikki tarvittava tieto saatiin luotettavasti kerättyä. Haastattelukysymykset lähetettiin kohdehenkilöille etukäteen, jotta heillä tuli kuva ongelmasta ja mikä heidän roolinsa oli sen suhteen. Haastattelukysymykset laadittiin kaikille asiantuntijaryhmille erikseen ja haastattelun aikana esiintulleita aiheita tarkennettiin tarvittaessa täydentävillä kysymyksillä. Nauhoitetut vastaukset litte-roitiin kyselylomakkeella ja niiden antama tieto kerättiin erilliseen taulukkoon, jotta niitä pystyttiin arvioimaan ja vertaamaan keskenään.

1.5 Tiedonhaku ja lähdeaineisto

Tutkimustyön tietoperustaan kerättiin kirjallisuudesta, opinnäytetöistä, rakennusteollisuuden yleisistä laatuvaatimuksista, sekä talotekniikka-alalle laadituista oppaista ja ohjeista. Lähteissä pyrittiin aina varmistamaan uusin saatavilla oleva tietolähde tai viimeisin julkaisu. Opinnäytetöiden lähde-
luetteloista selvitettiin myös niissä käytettyjä tietolähteitä ja arvioitiin niiden käytettävyyttä ko-
ongelman suhteen. Tietoperustaa haettiin myös vieraskielisestä aineistosta.

1.6 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyön ensimmäisessä kappaleessa käsitellään työn taustaa, tavoitteita, tutkimusmenetelmää ja lähdeaineistoa sekä työn rakennetta. Toisessa kappaleessa esitellään opinnäytetyön tilaajaorganisaatiot ja kuvataan niiden toimialaa tutkimustyön ongelman esiintymisen suhteen.

Kappaleissa kolme ja neljä kuvataan tutkimusongelman viitekehyyksi rakennusteollisuuden ja talotekniikkateollisuuden kehitystä Suomessa, ja kuinka tutkimustyön kohteena olevat järjestelmät ovat kehittyneet tähän päivään mennessä. Kappaleessa neljä käsitellään rakennushankkeiden laadunhallinnan kokonaisuutta eri osapuolien näkökulmasta. Laadunvarmistuksen kehittämisen näkökulmasta osapuolien erilaiset vaatimukset ja vastuut laadunhallinnan kokonaisuudessa käsiteltiin tässä kappaleessa.

Kappaleessa viisi käsitellään tutkimusongelman viitekehystä ja kuinka se esiintyy eri osapuolien tehtävien ja vastuiden kautta. Laadunhallinnan kokonaisuudessa eri osapuolilla olevat tehtävät ja vastuut rajautuvat ja asettuvat tutkimusongelman suhteen hieman eri tavalla. Osapuolien tehtävien ja vastuiden kuvaamisen kautta muodostettiin myös tutkimuskysymyksien ensimmäiset versiot.

Kappaleessa seitsemän esitettiin varsinaisen tutkimustyön prosessia ja tuloksia. Kappaleen rakenne seuraa tässä tutkimuskysymyksien järjestystä eri osapuolille tehtyjen teemahaastattelukysymyksien mukaisesti.

2 Toimeksiantaja

Opinnäytetyölle ilmaantui jo aikaisessa vaiheessa kaksi toimeksiantajaa. Molemmilla toimijoilla on oma merkittävä rooli ilmankäsittelykoneiden hankintaan liittyen, sekä halu kehittää omia toimintoja siihen liittyen.

SRV Rakennus Oy toimiin lukuisien toimitilahankkeiden projektinjohtourakoitsijana, ja toimivat usein ilmankäsittelykoneiden hankkijan roolissa näissä hankkeissa. Projektinjohtourakoitsija hakee näillä hankinnoilla kustannussäästöä projektinjohtourakoinnin periaatteiden mukaan ja tästä syystä hankintoja tehdään heidän kauttansa. Myös projektinjohtourakoitsijan henkilöstön osaaminen saadaan näin paremmin hyödynnettyä projektilla.

Brado Oy tavoitteena oli kehittää laadunvarmennuksen toimintoja rakennustöiden valvonnan, rakennuttajan ja puhtaudenhallinnan asiantuntijapalveluiden näkökulmasta. Tutkimustyön avulla he voivat tarkentaa omia toimintamalleja ja parantaa siten asiakkaille tarjottavien palvelujen laatua.

2.1 Brado Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Veli-Matti Hokkasen perustaman rakennusalan asiantuntijapalveluja tarjoava yritys Brado Oy. Brado Oy on perustettu vuonna 2016 ja tällä hetkellä sillä on toimintaa Keski-Suomen lisäksi myös Etelä Savossa ja Pirkanmaalla. Brado Oy tarjoa palveluja rakentamisen ja kiinteistöjen hallinnan toimialoille, mm. rakennuttamisen, rakennustöiden valvonnan ja puhtaudenhallinnan muodossa. Noin vuoden ajan Brado Oy on tarjonnut palveluja myös yrityksien laatujärjestelmien laatimiseen ja kehittämiseen, pääasiassa rakennusalan yrityksille. Työntekijöitä yrityksessä on tällä hetkellä 20 hlö. (Veli-Matti Hokkanen, 2017)

2.2 SRV Rakennus Oy

SRV Rakennus Oy on Suomen johtava projektinjohtourakoitsija ja tämän urakkamuodon uranuurtaja. Yritys on kehittänyt projektinjohtourakoinnista toimintatavan mitä kutsutaan nykyään SRV Malliksi.

Olemme vuonna 1987 perustettu, Helsingin pörssissä vuodesta 2007 listattu yhtiö. Toimimme kasvukeskuksissa Suomessa ja Venäjällä. Liikevaihtomme vuonna 2018 oli 960 miljoonaa euroa ja meillä työskentelee yli 1 000 ihmistä. Lisäksi työllistämme hankkeissamme lähes 4 000 alihankkijan verkoston. (SRV Rakennus Oy, 2018)

SRV Rakennus Oy:n emoyhtiön SRV Yhtiöt Oy:n kuuluu myös erilliset hankekehitys ja talotekniikka –yksikkö, joiden tehtävä on tukea ja palvella konsernin muita yksiköitä, mm. hankinnoissa ja projektien kehittämisessä. Alueelliset yksiköt vastaavat toiminnasta kotimaassa, SRV Sisä-Suomi Oy, SRV Lounais-Suomi Oy, SRV Pohjois-Suomi Oy ja Rakennusliike Purmonen Joensuussa. (SRV Rakennus Oy, 2018)



Kuvio 2. SRV Visio 2020

SRV Yhtiöt Oy:n vision mukaan, kuvio 1, SRV:n tavoite on luoda alan paras asiakas kokemus kaupunkikeskuksien rakentajan. Visio 2020 arvoiksi, jotka ohjaavat osaltaan henkilöstön päivittäistä työpanosta on kirjattu:

- vastuullisuus
- innostus tekemiseen
- rohkeus kehittää
- tuloksellisuus
- avoin yhteistyö.

SRV Yhtiöt Oy:n missiona on elämän laadun parantaminen rakennetun ympäristön kestäväillä ratkaisulla. Visio 2020 lähtökohtana on ollut vallitsevat megatrendit ja johdon asettamat päämäärät, mihin pyritään erillisten kehitysohjelmien kautta.

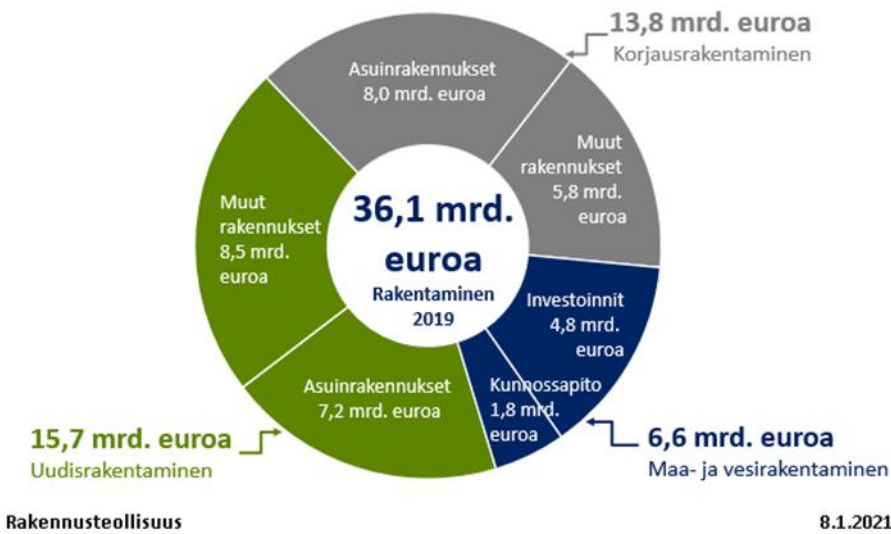
3 Rakennusteollisuus Suomessa

Suomessa talonrakennuksen teollisuudenalaan sisältyy, uudisrakentaminen sekä vanhan rakennuskannan ylläpitoon ja sen korjaamiseen tähtäävä korjausrakentaminen. Talonrakennusteollisuus luo toiminta mahdollisuudet ihmisten toiminnalle ja heidän tarpeiden tyydyttämiseen kuten asuminen, koulutus, työpaikat ja terveydenhuolto. Infrarakentamisen tarkoituksena on osaltaan luoda mahdollisuudet ihmisen toiminnalle liikenneväylien ja -terminaalien sekä vedenhankinnan, energiensaannin ja teknisen huollon vaatimat järjestelmät. (Junnonen & Jouko, Rakennuttaminen, 2017)

Suomen maantieteellisen sijainnin takia rakennuskannalle asetetaan tavallista korkeammat vaatimukset. Rakennuskanta on Suomessa kansakunnan tärkein kansallisomaisuus ja sen keskiarvoltaan korkeampi verrattuna moniin muihin teollisuusmaihin. Rakennuskannan osuus kansallisvarallisuudesta on n. 60%. Laajassa ja harvaan asutussa maassa infrastruktuuri muodostaa suhteessa suuren osan kansallisomaisuudesta. Ilmasto asettaa erityiset vaatimukset rakennuksille rakentamisen ja käytön aikana, mikä näkyy selkeästi rakentamiselle asetetuissa vaatimuksissa. (Junnonen & Jouko, Rakennuttaminen, 2017)

Suomessa rakennustuotannon arvo on vuonna 2015 ollut yhteensä 29 miljardia euroa, missä rakentamisen osuus on ollut 22,6 miljardia ja infrarakentamisen 6,3 miljardia euroa. Rakennustuotannon arvosta n. 50% muodostuvat välillisten hankintaketjujen kautta, kuten metsäteollisuudesta, metalli-, ja mineraalituotteiden valmistuksesta. (Junnonen & Jouko, Rakennuttaminen, 2017)

Rakennustuotannon arvo vuonna 2019



Kuvio 3. Rakennustuotannon arvo vuonna 2019. (Rakennustietosäätiö, 2021)

Yllä esitetyssä kuviossa on kuvattu rakennustuotannon arvoa vuonna 2019. Arvo on kasvanut neljässä vuodessa yli 20%, mitä voidaan pitää merkittävän kasvuna yhden teollisuuden alan kohdalla. Tämä osoittaa selkeästi kuinka suuresta kansallisesta varallisuudesta on kyse ja kuinka suuresta työllistäjästä on kyse. Vuosien 2015-2019 välisenä aikana tapahtuneen arvon nousu on nostanut rakennustuotannon osuuden kansallisvarallisuudesta yli 70%. (Rakennustietosäätiö, 2021)

4 Talotekniikka rakentamisessa

Talotekniikalla rakentamisessa tarkoitetaan rakennuksiin asennettavia teknisiä järjestelmiä, kuten lämmitys-, käyttövesi-, viemärointi- ja ilmanvaihtojärjestelmät. Talo-tekniisiin järjestelmiin liittyy myös edellä mainittujen lisäksi sähkö- ja automaatiojärjestelmät, joiden avulla varmistetaan eri järjestelmien tarkoituksen mukainen ja energiatehokas toiminta.

Sandberg kuvaa kirjassa nykyaikaisten taloteknisten järjestelmien kehityksen lähteneen liikkeelle 1900-luvun alussa. 1900-luvun alussa määriteltiin rakennuksissa vaikuttavan ilmaston määritelmä ja sille annettiin ensimmäisen kerran erilliset vaatimukset. (Sandberg, 2014)

Suomessa talotekniset järjestelmät ovat kehittyneet voimakkaasti viimeisien kahden vuosikymmenen aikana. Talotekniset järjestelmät alkoivat kehittymään ja yleistymään Suomessa vasta toisen maailman sodan jälkeen. Ensimmäinen tunnettu koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä on Suomessa rakennettu vuosina 1935-1937. (Sandberg, 2014)

Rakennuksiin talotekniset järjestelmät tulivan ensimmäisenä lämmitykseen ja sen jakoon liittyvien järjestelmien kautta. Lämmityksen tehostuessa tuli tarve kehittää ja hallita paremmin rakennuksien sisäilmaa. Ensimmäisessä vaiheessa rakennuksiin tehtiin huoneistokohtaisia poistohormeja, mutta tuloilma saatiin huoneistoihin edelleen rakennuksen epäjatkuvuuskohdista, kuten ikkunoista. Poistohormien tehokkuutta ja mahdollisuutta poistoilman säätämiseen edistettiin asentamalla poistoilmapuhallin hormin päähän. (Sandberg, 2014)

Rakennustekniikan kehityksen ja 1970-luvun öljykriisien takia rakentamisen määräykset kiristyivät, minkä takia rakentamisen laatu parani huomattavasti. Rakennuksen vaipan tiiveyden takia tuloilma oli saatava huoneistoihin hallitusti tuloilmaventtiilien kautta. Myös rakennuksien lämpökuorma nousi merkittävästi osittain vaipan kasvaneen tiiveyden, mutta myös mm. tehokkaampien valaistusjärjestelmien takia. 1970-luvulla koneellisiin ilmanvaihtojärjestelmiin alettiin vaatia myös lämmön talteenottojärjestelmiä. (Sandberg, 2014)

Rakennus- ja erityisesti talotekniikan voimakas kehitys 2000-luvulla asettaa tämän päivän järjestelmille erittäin suuret vaatimukset. Taloteknisten järjestelmien on pystyttävä vastaamaan niille yleisissä laatuvaatimuksissa asetetut vaatimukset, kuten:

- hygienia
- terveys
- meluntorjunta
- käyttöturvallisuus
- paloturvallisuus
- energiatalous
- ympäristö
- korjattavuus
- huollettavuus.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on varmistettava, että suunnitellut kohteen talotekniset järjestelmät täyttävät edellä mainitut vaatimukset. (Rakennustieto Oy, 2002)

4.1 Ilmanvaihtojärjestelmille asetettuja vaatimuksia

Rakennuksien ilmapölykäsittelyjärjestelmille asetetaan vaatimuksia hyvin monesta suunnalta. Toimialan sisältä ohjeistetaan järjestelmien hyvää toteutustapaa talotekniikan rakentamisen yleisten laatuvaatimusten (jatkossa TalotekniikkaRYL) kautta, rakennushankkeiden tilaajia, suunnittelijoita, urakoitsijoita sekä päätoteuttajia ja pääurakoitsijoita. TalotekniikkaRYL-kirjoissa kirjatut asiat ovat yleisesti hyväksytyt rakennustavan kuvaus, ja niiden kautta määritetään vaatimukset eri toimijoille ja ohjataan heidän työskentelyänsä. (Rakennustieto Oy, 2002)

Tutkimustyön ongelman näkökulmasta TalotekniikkaRYL-kirjassa on ilmanvaihtojärjestelmälle ja sen eri osille asetettu yleiset vaatimukset liittyen niiden toimitukseen työmaalle, sekä käsittelyyn ja varastointiin siellä. Järjestelmän kaikkien materiaalien, tarvikkeiden, koneiden ja laitteiden on oltava ehjiä ja ennen käyttämättömiä. Järjestelmän osien varastointi- ja käsittelyohjeet on toimitettava työmaalle viimeistään ensimmäisen toimituksen yhteydessä. Tuotteiden pakkauksissa sekä toimitukseen liittyvissä asiakirjoissa on oltava niiden sisällön tiedot, joiden mukaan voidaan todentaa mm:

- valmistaja tai maahantuojaa
- tuotteen nimi
- valmistusvuosi
- rakennepaino
- paino
- tuki- ja nostopisteet siirtoja vasten
- käsittely- ja varastointiohjeet.

Käsittely- ja varastointiohjeessa on esitettävä vastaanottajalle tai varastoinnista vastaavalle henkilölle ohjeet tuotteiden käsittelystä työmaaolosuhteissa sekä ohjeet pitkä- ja lyhytaikaiseen varastointiin. Käsittelyohjeessa on myös oltava varoitus vahingollisen käsittelyn aiheuttamista seurauksista ja toimittajan on varmistettava ohjeiden kelpoisuus koko toimitusketjulle tehtaalta työmaalle. (Rakennustieto Oy, 2002)

Suomessa rakentamiseen liittyviä vaatimuksia ja määräyksiä on kirjattu Ympäristöministeriön laatimisiin Rakentamismääräyskokoelma -asiakirjoihin. Rakentamismääräyskokoelman kirjaukset perustuvat Maankäyttö- ja Rakennuslakiin (132/2000) ja siinä on määritetty rakentamista koskevat yleiset edellytykset, vaatimukset tekniselle toteutukselle sekä rakentamisen lupamenettelyt ja viranomaisvalvonta. Rakentamismääräyskokoelman vaatimukset ja määräykset kokevat pääsääntöisesti uudishankkeita, mutta niitä voidaan soveltaa myös korjausrakentamiseen, kun toimenpiteen laatu tai laajuus on rinnastettavissa uudishankkeeseen. (Ympäristöministeriö, 2017)

Ympäristöministeriön laatimassa asetuksessa 1009/2017 uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta on ilmanvaihtojärjestelmille ja niiden eri osille asetettu seuraavia vaatimuksia:

- järjestelmä on suunniteltava ja toteutettava siten, että se vastaamaan rakennuksen käyttötarkoitusta ja luo osaltaan edellytykset terveelliselle turvalliselle ja viihtyisälle sisäilmastolle
- järjestelmä on suunniteltava ja toteutettava siten, että se oikein käytettynä ja huollettuna palvelee sen suunnitellut käyttöiän ajan rakennusta ja sen käyttäjiä
- järjestelmän toimintaa on voitava valvoa ja ohjata
- järjestelmän koneet ja laitteet on suunniteltava ja toteutettava siten, että niissä on huolto-työn turvallisuuden varmistamiseksi suoja- ja varolaitteet
- järjestelmän toiminta voidaan häiriötilanteessa kokonaisuudessa pysäyttää.

(Ympäristöministeriö, 2017)

Sisäilmastoluokitus 2018 on yksi yleisesti rakennusalalla käytössä oleva Rakennustieto Ry:n laatima opas alan toimijoille. Sisäilmastoluokitus 2018 oppaan kehitystyö on alkanut jo vuonna 1995 ja sitä pidetään suunnittelun ja toteutuksen hyvän toteutustavan mukaisena ohjeena rakennushankkeen eri osapuolille. Luokitus on laajasti käytössä rakennus- ja talotekniikka-alalla sen eri toimijoiden keskuudessa, erityisesti toimitilarakentamisessa. Luokituksen antaman ohjeistuksen avulla rakennushankkeiden tilaaja, sekä muut osapuolet pystyvät sopimaan sisäilmastolle asetettavien laatuvaatimusten tason ja kuinka ne varmistetaan toteutuksen yhteydessä. (Sisäilmayhdistys, 2021)

Sisäilmastoluokitus 2018 on tarkoitettu rakennus- ja taloteknisen suunnittelun ja urakoinnin sekä rakennustarviketeollisuuden avuksi sisäympäristön tavoite- ja suunnitteluarvojen valitsemiseksi ja asettamiseksi. Sisäilmastoluokitusta käytetään, kun tavoitteena on rakentaa sisäympäristöltään

terveellisiä, turvallisia ja viihtyisiä rakennuksia. Se tukee rakennuttajien, suunnittelijoiden, laitevalmistajien, urakoitsijoiden ja käyttöhenkilöstön työtä. (Rakennustietosäätiö, 2018)

Eri rakennusteollisuuden toimijat ovat yhteistyössä laatineet erilaisia ohjeita ja oppaita alan toimijoille. Talotekniikka-alan yhteistyöjärjestö on nimeltään Talotekninen teollisuus ja kauppa ry, mihin kuuluu alan tuotetoimittajien ja tukkukauppiaita. Yhdistyksen tavoitteena on saattaa yhteen talotekniikka-alan toimijoita ja sitä kautta olla osaltaan parantamassa alan toimintatapoja ja menetelmiä.

Talotekninen teollisuus ja kauppa ry (Talteka) on elinkeinopoliittinen yhteistyöjärjestö, joka kokoaa yhteen alan toimijoita ja pyrkii parantamaan jäsenyritystensä toimintaympäristöä ottamalla kantaa ja vaikuttamalla alaan liittyviin teollisuus-, talous-, tuote-, energia-, ympäristö- ja koulutuspoliittisiin kysymyksiin. (Talteka ry, 2021)

4.2 Ilmastointikoneet ja konehuoneet

Ilmanvaihtojärjestelmän merkittävin yksittäinen laitteisto on varsinainen ilmastointikone ja siihen liittyvät sen ominaisuuksien mukaan valitut lisälaitteet sekä varsinainen konehuone, joka luo fyysisen tilan laitteistolle. Tietolähteitten mukaan ilmastointikoneista käytetään myös nimitystä ilmankäsittelykone. Nimitys ilmankäsittelykone kuvaa nykyaikaisten koneiden toimintaa paremmin, kun aiemmin käytetty ilmastointikone. Sisäilmastolle asetetut vaatimukset tarkoittavat, että ennen tuloilman johtamista tiloihin on sen ominaisuuksia muutettava. Tuloilmaa lämmitetään esilämmityksen kautta, sitä voidaan kostuttaa tilojen käytön vaatimuksien mukaan ja sen puhdistaminen epäpuhtauksista ovat yleisimpiä esimerkkejä sen käsittelystä.

Konehuoneen suunnittelulle ja toteutukselle on asetettu vaatimuksia, jotta niiden toiminnallisuus on tarkoituksenmukainen käyttäjien näkökulmasta. Konehuone tulee olla varattu vain sille asetettua käyttötarkoitusta varten, eikä sitä tule käyttää palvelemaan muita toimintoja. Huoneen suunnittelussa tulee huomioida järjestelmien tilan tarve, sekä huoltotoimenpiteiden ja järjestelmien päivityksen tarvitsema tilan tarve. (Sandberg, 2014)

4.3 Ilmastointikoneiden jaottelu

Ilmastointikoneet jaotellaan nykyään pääasiassa rakenteiden, käyttökohteiden ja varusteiden mukaan. Yhtenä yleisenä ilmastointikoneiden jaotteluna käytetään seuraavia ryhmiä:

- pienet ilmanvaihtokoneet
- koteloidut ilmankäsittelykoneet
- toimintavalmiit ilmankäsittelykoneet
- erilliset puhaltimet.

Edellä kuvattu jaottelu on hyvin karkea ja erilaisten kohteiden laitteisto voi koostua useammasta järjestelmästä. (Sandberg, 2014)

4.4 Koteloidut ilmankäsittelykoneet

Koteloituja koneita käytetään suurissa ilmanvaihtojärjestelmissä, missä ne toimivat keskusilmanvaihtokoneina. Koneet on yleensä asennettu erilliseen konehuoneeseen tai ne voivat sijaita myös palveltavassa tilassa, jos se on mahdollista rakennuksen käytön suhteen. Monesti palvelualueiden toiminnan vaatimukset eivät koneiden asennusta sinne mahdollista, mm. äänitekniikan vaatimusten takia. (Sandberg, 2014)

Tutkimustyössä käsiteltiin pääasiassa vain koteloituja ilmankäsittelykoneita koska ongelmat, joita tutkimustyöllä pyrittiin ratkaisemaan, esiintyivät näissä konetyypeissä. Koteloidut ilmankäsittelykoneiden rakenne koostuu teräsrakenteisesta rungosta ja niihin kiinnitetyistä pelti - villa - pelti—elementeistä, missä eristysvillana käytetään pääasiassa mineraalivillaa. Seinämissä käytetään materiaalina sinkittyä peltiä tai jos olosuhteet ovat erityisen syövyttäviä tai korkean hygienian tason koneissa voidaan materiaalina käyttää myös ruostumatonta terästä. Koneiden suunnittelussa pyritään niiden moduulien koko aina maksimoimaan ottaen kuitenkin huomioon työmaan logistiset rajoitteet ka käytössä olevat tilat. Tilojen rajallisuus voi olla koneiden kokoa rajoittava tekijä erityisesti saneerauskohteissa. (Sandberg, 2014)

Koteloituja ilmankäsittely koneita on kehitetty 1950-luvulta lähtien. Kehityksen alussa ne koostuivat erillisistä toiminto-osista, kuten puhallin, suodatin ja tuloilman lämmitys. 1960-luvun aikana alkoi yleistymään koneiden kotelointi, mikä paransi merkittävästi koneen tehokkuutta, äänitekniisiä ominaisuuksia ja sen tilan tarve pieneni. Lämmöntalteenotto alkoi yleistymään koneissa 1970-

luvulla ja samalla myös toiminto-osia alettiin yhdistämään työntökiskoperiaatteella. 1980-luvulla alettiin kehittämään koneiden moduulirakennetta, mikä sai alkunsa uusien tiiviys- ja hyötösuhdevaatimuksien kautta. (Sandberg, 2014)

1980-luvulle asti koneiden puhaltimien moottorit olivat hihnavetoisia ja niiden tuottamaa ilmavirtaa säädettiin kanaviin asennettujen säätöpeltien avulla. Taajuusmuuttajien kehittymisen takia 1980-luvulla pystyttiin moottorin pyörimisnopeutta säätämään tehokkaammin ja ilmavirtojen säätäminen muuttui helpommaksi. 2000-luvulla alkoivat yleistymään suorakäyttöiset kammiopuhaltimet ja hihnakäyttöisistä alettiin samalla luopumaan. Nykyään kaikki koteloitujen ilmankäsittelykoneiden toiminta perustuu suorakäyttöisiin kammiopuhaltimiin, niiden paremman hyötösuhteen takia. (Sandberg, 2014)



Kuvio 4. Koteloitu modulaarinen ilmankäsittelykone. (FläktWoods)

Tutkimustyön ongelma on esiintynyt työmaalle toimitetuissa koteloituissa ilmankäsittelykoneissa. Toimitettujen moduulien suojaukset ovat pettäneet logistiikkaketjun jossain vaiheessa ja pakkauksien sisälle on pääsy, mm. vettä, pölyä ja pieneläinten jätöksiä. Tarkastuksissa on havaittu myös vesimärkiä äänenvaimentimien osia, sekä moduulien seinäelementit ja niissä olevat mineraalivillaeristeet ovat olleet vesimärkiä. Toimituksen yhteydessä tehdyissä visuaalisissa tarkastuksissa nämä puutteet pääasiassa on helppo havaita, pl. seinäelementtien välissä oleva mineraalivillan tilanne vaatii tarkemman tutkimuksen rikkovalla menetelmällä. Rikkovaa menetelmää käytettiin vain

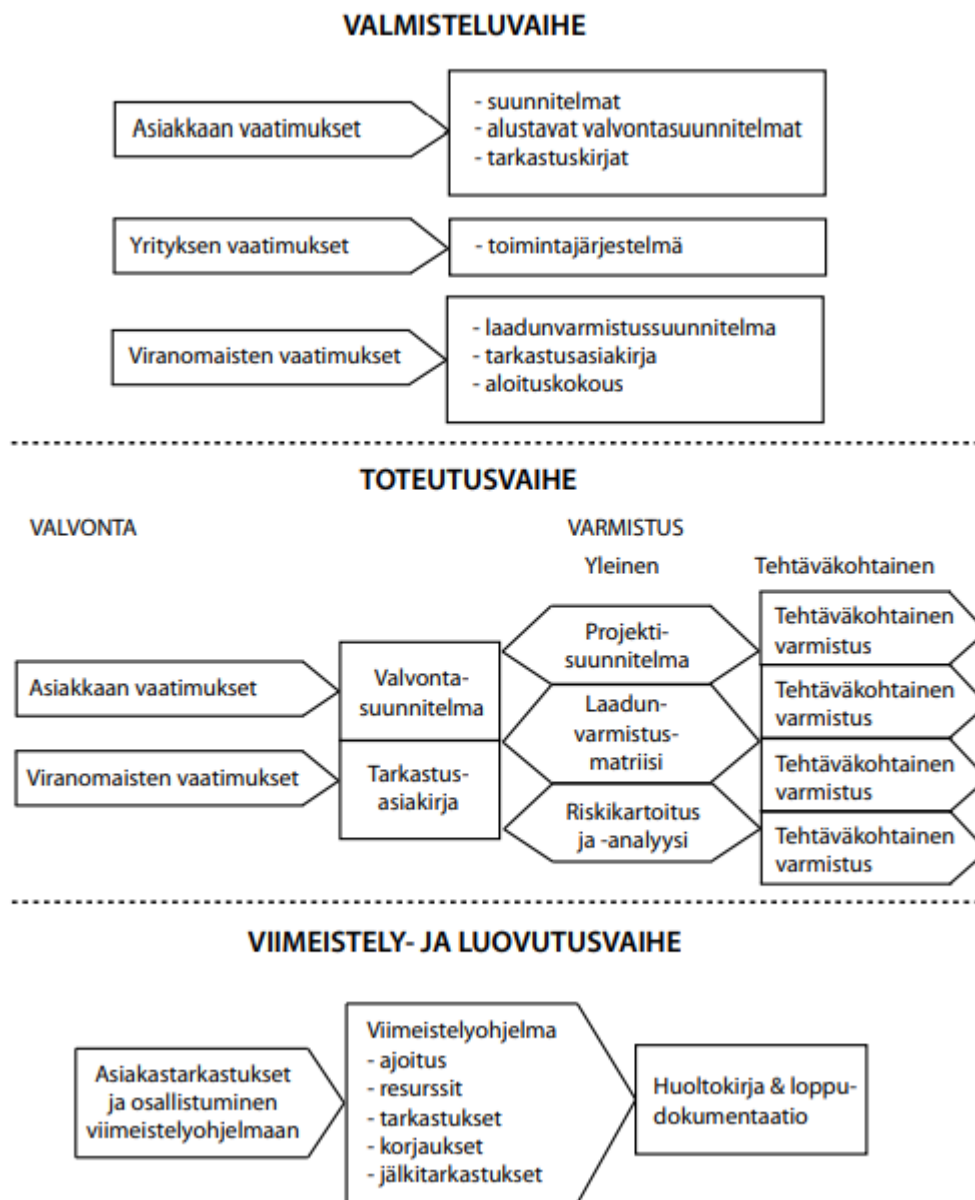
niissä tapauksissa, joissa todettiin tehdassuojauksien pettäneen logistiikkaketjun aikana. Kastuneiden elementtien tarkempi tutkimus tehtiin yhteistyössä toimittajan kanssa, jotta takuuajan vakuutukset eivät raukea. Rikkova tutkimustyö tehtiin aina toimittajan opastuksella ja heidän hyväksymällä menetelmällä.

5 Rakennushankkeiden laatu

Rakennustyön laatu Suomessa nousee otsikoihin säännöllisin ajoin julkisuudessa yleensä tilanteissa, kun ongelmia alkaa esiintymään hankkeiden aikatauluissa, kustannuksissa tai laadullisten poikkeamien takia. Rakennustyömaalla sattuu myös paljon onnettomuuksia, joiden takia ala esiintyy ajoittain negatiivisessa valossa.

Rakennushankkeiden laadunhallinta ja sen varmistaminen toteutusvaiheessa on kaikkien projektin osapuolien yhteistyön tulos. Osapuolilla on erilaiset vastuut ja tehtävät laadunhallinnan kokonaisuudessa, mutta sen kokonaisuus ei ole koskaan vain tietyn ryhmän vastuulla. Tässä kappaleessa käsitellään rakennushankkeen laadunhallinnan kokonaisuutta tutkimustyössä määritettyjen osapuolien kautta.

Rakennushankkeen eri vaiheissa laadunhallinta esiintyy erilaisten toimintamallien ja -menetelmien kautta. Rakennushankkeen vaiheiden edetessä myös osapuolien vastuiden ja velvollisuuksien painotukset muuttuvat. Laadunhallinnan kokonaisuuden painotuksia on esitetty kuvassa XX.



Kuvio 4. Rakennushankkeen vaiheet. (Rakennustietosäätiö, 2017)

Rakennustietosäätiö Ry:n ja Talonrakennusteollisuus Ry:n julkaisussa *Rakennustöiden laatu 2017*, on laatu käsite jaettu seuraavalla tavalla:

Rakentamisen laatu käsitteen voi myös jakaa neljään osaan: suunnittelun, tuotannon, asiakkaan ja ympäristön laatuun. (Rakennustietosäätiö, 2017)

Suunnittelun laatu ja sen hallinta on pääosin tilaajan organisaation hallinnoimaa ja heillä on myös suuri rooli tämän laadunvarmistuksen toimenpiteistä. Hankkeet toteutetaan pääosin tilaajan hankkimien suunnittelijoiden ja heidän laatimien suunnitelmien kautta, jotka ovat myös tilaajan organisaation hyväksymiä. Rakennushankkeen toteutustavan perusteella on rakentajalla myötävaikutusvelvollisuus tilaajan suunnitelmiin, niissä havaitsemiin poikkeamiin ja puutteisiin.

Rakennustöiden laatu 2017-julkaisussa suunnittelun laadusta kirjoitetaan seuraavasti: *Suunnittelun laatua on rakentamisessa se, että rakennushankkeen suunnitelmat ja rakennustoimet ovat tilaajan tarpeiden ja toivomusten mukaisia sekä täyttävät viranomaisten ja hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset.* (Rakennustietosäätiö, 2017)

Tuotannon laatua rakennushankkeissa määritetään ja ohjataan ensisijaisesti tilaajan organisaation laatimien hankeasiakirjojen kautta, sekä viranomaisten asettamien vaatimuksien kautta. Rakennustuotannon laatua määrittää myös paljon päätoteuttajan projektijohtamisen osaaminen, sekä sen organisaation hankintaosaaminen. Päätoteuttajan projektinhallintasuunnitelman perusteella, he määrittävät ne tarvittavat toimet ja käytännötoimenpiteet, joilla tuotannon laatu saavuttaa sille asetetun tason.

Rakennustöiden laatu 2017-käsikirjassa tuotannon laatu käsite on kirjoitettu seuraavasti: *Tuotannon laatua rakentamisessa on, että rakennustyö tehdään suunnitellussa aikataulussa ja kustannustavoitteessa sekä turvallisesti ja laadutavoitteiden mukaisesti hyvää rakennustapaa noudattaen.* (Rakennustietosäätiö, 2017)

5.1 Tilaajan rooli rakennushankkeen laatuun

Rakennushankkeen laadunhallinnan viitekehyksen asettaa jo sen alkuvaiheessa tilaajaorganisaatio. Tilaajan ja hänen hallinnoiman organisaation vastuulla on määrittää hankkeen laaduntuottoedellytykset, missä on huomioitu sen eri vaiheilla riittävät ajalliset, laadulliset ja taloudelliset resurssit. Edellä kuvatuilla resursseilla tilaaja mahdollistaa käyttäjien vaatimuksia vastaavan hankkeen toteutumisen. Tilaajan organisaatio asettaa myös vaatimukset hankkeen eri osapuolien osaamiselle ja todentaa sen myös tarvittavilla menetelmillä.

Tilaaaja toimii harvoin rakennushankkeessa varsinaisena toteuttavana organisaationa, vaan heidän edunvalvojanansa hankkeessa toimii projektinjohtamiseen erikoistunut henkilö tai organisaatio. Tilaaaja palkka pääsääntöisesti rakennuttajan tai rakennuttajakonsultin projektinjohtoon huolehti-
maan projekti laadukkaasta toteutuksesta. Tilaaajan laatuosaamista voi tätä taustaa vasten kuvata myös hankintaosaamisena ja puhua tilaamisen laadusta. Tilaaajan asettaa hankkeelle laatuvaati-
mukset ja hakee markkinoilta parhaat osaajat nämä vaatimukset toteuttamaan.

Tilaaaja- ja rakennuttajaorganisaatiolle on määritetty alan kirjallisuudessa laadunhallintaan sekä -
varmistukseen liittyen seuraavia tehtäviä:

- *Rakennuttaja vastaa myötävaikutus- ja huolehtimisvelvollisuutensa täyttämistä, antamalla mm. lähtötiedot urakoitsijan täydentävää suunnittelua varten ja huolehtimalla, että sivu-urakoitsijat hoi-
tavat omat velvollisuutensa sopimuksen mukaan ja aikataulussa*
- *Rakennuttaja hyväksyy hankkeeseen valitut toimittajat ja aliurakoitsijat sekä seuraa käytettyjen
tuotteiden kelpoisuutta*
- *Rakennuttaja valvoo hankkeen etenemistä*
- *Laatuun, laadunvarmistukseen, aikatauluun tai turvallisuuteen liittyvissä poikkeamatilanteissa ra-
kennuttaja ja valvoja arvioivat tilanteen, poikkeaman vakavuuden ja päättävät jatkotoimenpiteistä*
- *Rakennuttaja esittää hankkeen laadunvarmistuksen rakennusvalvontaviranomaisille seurantako-
kouksissa. (Rakennustietosäätiö, 2017)*

Rakennushankkeen suunnittelijat ovat suoraan sopimussuhteessa tilaaajan kanssa, mikä tarkoittaa, että tilaaajan vastuulla on varmistaa myös heidän toiminnan laadunhallinnan toimenpiteet ja mene-
telmät. Seuraavassa kappaleessa esitellään tarkemmin suunnittelijoille asetettuja vaatimuksia laa-
dunhallinnan suhteen.

5.2 Rakennushankkeen suunnittelijoiden rooli laadunhallinnan suhteen

Rakennushankkeen suunnittelijat vastaavat omien alojen suunnitelmien sekä muiden urakka-asia-
kirjojen oikeellisuudesta ja siitä että ne vastaavat tilaaajan, viranomaisten sekä rakennusalan yleis-
ten laatuvaatimuksien ohjeita ja määräyksiä. Pääsuunnittelija tehtävänä on varmistaa suunnitel-
mien yhteensopivuus sekä ristiriidattomuus. Pääsuunnittelija johtaa rakennushankkeen
suunnittelutiimiä ja vastaa sen toiminnan yhteensovituksesta ja varmistaa suunnitteluajankulun
toteutumisen. (Rakennustietosäätiö, 2017)

5.3 Rakennushankkeen urakoitsijoiden laadunhallinnan toimenpiteet

Rakennushankkeisiin osallistuvilta urakoitsijoilta vaaditaan aina heille kuuluvaan urakkasuoritukseen kohdennettu laatusuunnitelma. Vaatimus koskee sekä päätoteuttaja, että sivu- ja aliurakoitsijoita, mutta vaadittava dokumentti voi poiketa sisällöltään.

Rakennushankkeiden päätoteuttaja laatii projektille projektihallintasuunnitelman, mikä sisältää varsinaisen laatusuunnitelma osuuden. Rakennustöiden laatu 2017-käsikirjassa projektisuunnitelmalle on esitetty seuraavia kysymyksiä, mihin suunnitelman tulee vastata:

- *onko organisaatio toimiva?*
- *onko vastuut jaettu oikein?*
- *onko hankkeen riskit kartoitettu ja priorisoitu oikein?*
- *onko riskeille suunniteltu konkreettiset torjuntakeinot?*
- *onko tarpeellisiin torjuntakeinoihin ryhdytty?*
- *onko suunniteltu riittävät seuranta- ja ohjaustoimet?*
- *onko suunnitellut seuranta-, tarkastus- ja ohjaustoimet toteutettu: mallityöt ja tarkastukset sekä turvallisuus-, aikataulu- ja kustannuseuranta hoidettu?*
- *onko työmaasuunnitelman kattava ja rakentamisen eri vaiheissa päivittyvä?*
- *onko työmaan luovutussuunniteltu? (Rakennustietosäätiö, 2017)*

Rakennushankkeen urakoitsijoiden laadunhallinnan lähtökohtana on aina ko. projektille spesifioitu laatusuunnitelma tai projektihallintasuunnitelma. Edellä kuvattu lista kysymyksineen ohjaa urakoitsijat jo oikeaan suuntaan ja pakottaa heidän organisaationsa miettimään, millä tasolla suunnitelmassa vaaditut aiheet projektilla ovat.

Urakoitsijoiden vastuulla on myös projektin toteutusvaiheessa seurata laatusuunnitelman viitekehystä ja toimia työmaalla sen mukaan. Laadunvarmistusmenettelyn kautta urakoitsijat esittävät tilaajalle ja heidän edustajille työvaiheen tarkastuskäytänteet ja dokumentoinnin. Rakennustöiden laatu 2017-käsikirjassa urakoitsijoiden laadunvarmennustoimintaa on esitetty seuraavasti:

- *Pääurakoitsija perustaa rakennusvaiheen alussa hankkeelle laatukansion, johon kootaan kaikki hankkeen laadunvarmistusta koskevat dokumentit tai kopiot niistä*

- *Kukin urakoitsija huolehtii vastuullaan olevasta laadunvarmistustoimista ja työturvallisuustarkastuksista*
- *Mikäli laadussa tai aikataulussa ilmenee poikkeamia suunnitellusta, niistä tiedotetaan rakennuttajaa, valvojaa ja asianosaisia osapuolia*
- *Urakoitsijat hyväksyttävät tuotemallit, toimittajat ja aliurakoitsijat rakennuttajalla*
- *Suunnitelmat tarkastetaan ja hyväksytetään rakennuttajalla*
- *Hankkeen aikataulu- ja turvallisuustilanne esitellään työmaakokouksissa*
- *Poikkeamien merkittävyys arvioidaan ja niiden korjaamiseksi suunnitellaan keinot*
- *Työmaan tilanne sekä sitä koskevat toimet ja päätökset kirjataan pöytäkirjaan.*

(Rakennustietosäätiö, 2017)

5.4 Viranomaisten rooli rakennushankkeen laadunhallinnassa

Rakennushankkeet ovat Suomessa aina luvanvaraista toimintaa ja näin ollen tarvitsevat luvan paikalliselta rakennusvalvontaviranomaiselta. Asetuksissa puhutaan rakennushankkeen ryhtyvän velvollisuudesta hankkia tarvittavat luvat ennen luvan varaisten töiden aloitusta. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on oltava luonnollinen ja juridinen henkilö. Rakennushankkeilla rakennustyöhön ryhtyvä on yleensä tilaaja tai hänen edustajanansa toimiva rakennuttaja. Viranomaisvaatimuksena rakennustyöhön ryhtyvä vastaa rakennuttamisen organisoinnista ja nimeää hankkeelle rakennuttamisesta vastaavan tahon. (Junnonen & Jouko, Rakennuttaminen, 2017)

Rakennushankkeeseen ryhtyvälle taholle on Maankäyttö- ja Rakennuslaissa asetettu useita velvoitteita.

119 § (17.1.2014/41) Rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuus

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on oltava hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava myös siitä, että rakennushankkeessa on kelpoisuusvaatimukset täyttävät suunnittelijat ja työnjohtajat ja että muillakin rakennushankkeessa toimivilla on heidän tehtäviensä vaatimus huomioon otettuna riittävä asiantuntemus ja ammattitaito. (Maankäyttö- ja Rakennuslaki, 2021)

Rakennusvalvontaviranomainen asettaa rakennusluvan ehtoihin vaatimuksia tilaajille, rakennuttajalle, päätoteuttajalle sekä mahdollisille ali- ja sivu-urakoitsijoille. Vaatimukset kohdentuvat yleensä erilaisiin laadunvarmennustoimenpiteisiin, tarkastusasiakirjoihin sekä avainhenkilöiden osaamisvaatimuksiin. Rakennusluvan varaisen työn saa aloittaa vasta rakennusvalvontaviranomaisen aloituskokouksen jälkeen, missä todetaan luvan tilanne sekä selvitetään onko hankkeelle nimettyjen avainhenkilöiden osaaminen varmistettu.

6 Tutkimusongelman viitekehys

Tutkimusongelman viitekehystä lähdettiin rajaamaan perehtymällä ensin missä ympäristössä ja yhteydessä ongelma esiintyy. Mitkä asiantuntijaryhmät siihen voivat vaikuttaa ja millä tavalla, sekä mikä on heidän vastuunsa ongelman ilmenemisen suhteen. Perehdyttiin myös missä yhteydessä tutkimusongelman ilmenee ja minkälaiset seuraukset sen ilmenemisellä on tilojen käyttäjille.

Tutkimustyön tietoperustan kerääminen aloitettiin perehtymällä eri osapuolien tehtäviin, sekä niihin kohdistuviin velvollisuuksiin sekä vastuisiin, huomioiden heidän roolinsa tutkimustyön ongelman näkökulmasta. Eri osapuolien tehtäviin tutustuminen, sekä näille osapuolille asetettujen vastuiden ja velvollisuuksien avaaminen oli tärkeä osa tietoperustan keräämistä sekä teemahaastattelukysymyksien laadintaa.

6.1 Rakennuttajan ja rakennuttajakonsultin tehtävät ja vastuut

Rakennuttaja tai rakennuttajakonsultti toimii hankkeessa tilaajan edustajana ja heidän tehtävänsä ovat kirjattu osapuolien väliseen sopimukseen ja sen liitteenä olevaan tehtäväluetteloon. Rakennuttajan tai rakennuttajakonsultin tehtävät on kirjattu Rakennustietosäätiö ry:n laatimassa ohjekortissa RT 10-11284, minkä tehtäväluettelo osapuolet voivat käyttää määrittäessä ko. hankkeen vastuita. Kyseiselle hankkeelle kohdennettu tehtäväluettelo liitetään osapuolien välisen sopimuksen liitteeksi.

Rakennuttajakonsultti toimiin tilaajan edustajana samalla tavalla kuin tilaajan kirjoilla oleva rakennuttajakin. Konsultin vastuut ja velvollisuudet tilaajaa kohtaan ei määräydy työehtosopimuksen mukaan vaan konsulteille laaditun ”Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013” mukaan. Sopimusehdoissa on esitetty osapuolia veloitavat vastuut ja velvollisuudet, sekä toimeksiannon veloituseruste ja kuinka toimitaan riita tilanteissa. Sopimusehtojen mukaan konsultin korvausvastuu mahdollisesta tehtävnlaiminlyönnistä ei ylitä konsulttisopimuksen kokonaispalkkion määrää, mikä eroaa työehtosopimuksen mukaisesta korvausvelvollisuudesta. Työehtosopimuksen mukaan korvausvelvoitetta ei voida lähtökohtaisesti työntekijälle esittää, kuin tuottamuksellisen haitanteon yhteydessä.

6.2 Talotekniikkasuunnittelijan vastuut ja velvollisuudet

Talotekniikkasuunnittelijalla on keskeinen rooli, kun arvioidaan projektien toteutumisen laatua. Suunnittelijan organisaation haasteena on toteuttaa tilaajan vaatimuksien mukainen ja yleiset laatuvaatimukset täyttävä kokonaisuus annettujen resurssien puitteissa. Suunnittelija toimii tilaajan konsulttina, jonka ammattitaidon ja osaamisen varaan tilaajan luottaa. Suunnittelija valvoo oman osaamisalansa osalta tilaajan etua ja varmistaa osaltaan, että hanke toteutuu kaikkien suunnitelmien ja laatuvaatimusten mukaisesti. (Junnonen, Sopimusten hallinta, 2009)

Talotekniikkasuunnittelijan tehtävät ja vastuut määritetään suunnittelusopimuksen yhteydessä laaditun suunnittelijan tehtäväluettelon kautta. Tehtäväluettelo laaditaan hankekohtaisesti tilaajan rakennuttajan ja/tai rakennuttaja konsultin toimesta ja se liitetään yleensä varsinaisen suunnittelusopimuksen liitteeksi. Tehtäväluettelossa LVI-suunnittelija tehtävät ovat jaoteltu perustehtäviin, hankekohtaisiin erikseen tilattaviin tehtäviin ja tilaajan erillishankintoihin liittyviin tehtäviin. (Rakennustietosäätiö RTS, 2017)

LVI-suunnittelijan työtä ohjataan suunnittelusopimuksella. Suunnittelusopimus on kirjallinen sopimus, missä on määritetty sopimusosapuolien vastuut ja velvollisuudet, kuten:

- suunnittelutehtävä /-ala
- tehtävän suoritus aika
- palkkioperuste
- sovellettava sopimusehto.

Suunnittelusopimukseen kirjataan myös muut hankekohtaiset erilliset vaatimukset, mitkä vaikuttavat toimeksiannon sisältöön. Suunnittelusopimuksissa noudatetaan pääsääntöisesti Konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja (KSE 2013). (Junnonen & Jouko, Rakennuttaminen, 2017)

Konsulttitoiminnan yleisissä sopimusehdoissa (KSE 2013) on määritetty osapuolien toisiinsa kohdistuvat sopimustekniset vastuut ja velvollisuudet. Tilaajan velvollisuuksiin ja vastuisiin kuuluu tarvittavien lähtötietojen antaminen suunnittelijalle ja varmistua niiden oikeellisuudesta. Suunnittelija/konsultin velvollisuuksiin ja vastuisiin kuuluu suunnitelmien toimittamien sopimuksen mukaisena sovitussa aikataulussa, sekä niiden oikeellisuuden varmistaminen. Osapuolia velvoittaa toisiaan kohtaan yhdessä sovitut aikataulut sekä vasta vuoroisesti toisen työn mahdollistaminen välittämällä oikeaa tietoa. (Rakennustietosäätiö RTS, 2014)

Talotekniikkasuunnittelijoilla on oikeus suorittaa laadunvalvontaa oman suunnittelualan puitteissa. Suunnittelijat valvovat laatimiensa suunnitelmien toteutumista yleisvalvonnan kautta pääasiassa työmaakokouksien työmaakierroksien ja päätoteuttajan pyytämien mallikatselmuksien yhteydessä. Suunnittelijoiden vastuulla on myös suunnitelmien täydentäminen ja täsmentäminen työmaalla tehtyjen havaintojen perusteella. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL Ry, 2014)

6.3 Talotekniikkaurakoitsijan tehtävät ja vastuut

Talotekniikkaurakoitsijan toimeksiantoa ohjataan useiden eri yleisten ja hankekohtaisten asiakirjojen, sekä viranomaisten kautta. Urakoitsijaa sitovat tehtävät, sekä niihin liittyvät vastuut ja velvollisuudet on kirjattua urakasopimuksessa ja sen viittaamiin urakka-asiakirjoihin. Pääsuoritusvelvollisuutena on tuottaa tilaajalle sopimusasiakirjojen mukainen työsuoritus ja luovuttaa sen tilaajalle sovitun aikataulun mukaan. Työsuoritus vastaa sille urakka-asiakirjoissa asetettuja teknillisiä, taloudellisia, ympäristöllisiä ja laadullisia vaatimuksia. (Junnonen & Jouko, Rakennuttaminen, 2017)

Urakoitsijan työsuoritusta valvotaan useiden eri tahojen toimesta ja siksi yrityskohtaisen laadunvarmennussuunnitelman tulisi huomioida nämä kaikki osapuolet ja heidän asettamat vaatimukset. Yrityskohtaisen laadunvarmennussuunnitelma tulee huomioida urakka-asiakirjoista heille asetetut projektiokohtaiset vaatimukset, sekä viranomaisen asettamat vaatimukset. Urakoitsijan on huomi-

oitava laadunvarmennussuunnitelmassa myös alalla voimassa olevan ”hyvän rakennustavan” -mukaisen toteutuksen sekä materiaali- ja tarviketoimittajien asennus- ja käyttöohjeet.

(Rakennustietosäätiö RTS, 2018)

Projektikohtaisen laadunvarmennussuunnitelmassa tulee urakoitsijan suunnitella, kuinka prosessin aikana toteutetaan ja todennetaan edellä kuvattujen eri osapuolien osoittamat laadunvarmuksen vaatimukset. Projektikohtaisen laadunvarmennussuunnitelman tulee antaa vastaus seuraaviin laadunvarmuksen todentamisen vaatimuksiin:

- urakoitsijalla tulee olla ajantasainen projektille osoitettu laadunvarmennus- ja asennussuunnitelma
- urakoitsijan on pidettävä projektikohtaista työmaapäiväkirjaa sekä tarkastusasiakirjaa
- tekee urakka-asiakirjoissa sovitut malliasennukset ja asennustarkastukset
- urakoitsija dokumentoi piiloon jäävät rakenteet → tapa esitetty ja hyväksyty
- urakoitsija tekee tarkepiirustukset asennuksista → ns. ”punakynät”
- suorittanut takuuajkaan sisältyvät huoltotyöt järjestelmäkohtaisten huolto-ohjelmien mukaan
- huolehtii työturvallisuusveloitteesta
- tekee projektikohtaisen laadunvarmennussuunnitelman mukaiset itselle luovutukset ja kirjaa ne tarkastuspöytäkirjaan
- pitää tilaajan henkilöstölle järjestelmäkohtaiset käyttäjäopastukset
- pitää urakka-asiakirjojen mukaiset järjestelmien tarkastukset, mittaukset ja säädöt → toimintakokeet
- tekee järjestelmien vaatimat huuhtelut
- toimittaa järjestelmien käyttö- ja huolto-ohjeet tilojen käyttäjälle
- suunnittelee ja aikatauluttaa työnsä etukäteen yhdessä sidosryhmien kanssa
- pitää viranomaisen vaatimat tarkastukset ja katselmukset
- varmistaa osaltaan järjestelmien suunnitelman mukaisuuden ja kelpoisuuden.

Urakoitsijan projektikohtaisella laadunvarmennussuunnitelmalla on merkittävä rooli arvioitaessa talotekniikkaurakan laadunvarmennusta. Suunnitelman päivityksellä urakoitsija jäsentää henkilöstölle ko. projektia koskevat toimenpiteet ja käytänteet työmaalla. Toimialalla on saatavilla ohjeita

ja valmiita lomakepohjia, joilla urakoitsija voi varmistaa edellä esitettyjen vaatimuksien toteutumisen projektin eri vaiheissa. (Talotekninen teollisuus ja kauppa ry, 2020)

6.4 Talotekniikka- ja rakennustöidenvalvojan tehtävät ja vastuut

Talonrakennusprojekteissa on rakennusluvan yhtenä ehtona rakennustöiden valvojan nimeäminen. Projektin koosta riippuen on sille nimettävä ainakin rakennustöiden valvoja, mutta mahdollisesti myös talotekniikkatöiden valvoja. Talotekniikkatöiden valvoja vaaditaan pääasiassa aina suuremmille kohteille tai jos hankkeen laadulliset ja teknilliset ominaisuudet vaativat, niin myös pienemmille. Talotekniikkatöiden valvojan tarpeen määrittää ensi sijassa tilaaja, mutta myös viranomainen voi katsoa hankkeen ominaisuudet ja vaatimukset sellaisiksi, että erillinen valvoja talotekniikka töihin tarvitaan. Valvontatyötä suorittava taho toimii valvontasopimuksen mukaan ja täyttää sen tehtäväluettelossa määritetyt tehtävät valvontasuunnitelman mukaan. Talotekniikkatöiden valvonta kuuluu työmaavalvonnan osalta rakennustöiden valvojan yleisvastuullisiin tehtäviin. (Rakennustietosäätiö ry, 2019)

Talorakennustöiden työmaavalvonnan tehtävät ja vastuut on kirjattu Rakennustietosäätiön ohjekortissa *”Talonrakennustyön työmaavalvonnan tehtäväluettelo”*. Työmaavalvonta sisältää yleisvastuulliset tehtävät ja vastuut, sekä erikseen tilattavat tehtävät. Työmaavalvonnan tehtäväkuvauksena on varmistaa tilaajan ja päätoteuttajan tai -urakoitsijan välisen urakkasopimuksen ja sen liitteiden sopimuksenmukaisuuden todentuminen. Työmaavalvonnan tulee valvontatoimilla varmistaa sopimuksenmukaisen rakennuksen toteutuminen urakka-asiakirjojen ja yleisten laatuvaatimusten mukaan.

Taloteknisten töiden valvonnan tarkoituksena on varmistaa järjestelmien toteutuksen suunnitelmien, että vaatimusten mukaisuus. Järjestelmät on toteutettu ja asennettu laadukkaasti, ja ne vastaavat niille asetettuja viranomais- ja käyttäjävaatimuksia. Työmaalla tapahtuvan valvonnan on oltava mahdollisimman kattavaa ja ennakoivaa, jotta toteutettava järjestelmä vastaa kaikkien osapuolien vaatimuksia. (Rakennustietosäätiö RTS, 2013)

Talotekniikkavalvojalle on esitetty erinäisiä vastuita ja vaatimuksia eri toimijoiden osalta. Viranomaisella voi olla valvojalle jyvitettyjä vastuita, jotka on huomioitava määritettäessä valvonnan

tehtävänkuvaa. Valvojan tehtävänkuvaa kirjataan ja yksilöidään projektin valvontasopimuksen liitteenä olevalla tehtäväluehdolla. Tehtäväluehdolla käytetään myös valvontatyön kilpailutuksessa, jotta tarjoukset ovat vertailu kelpoisia. Kilpailutuksen hoitaa yleensä rakennuttaja ja/tai rakennuttaja konsultti, joten heidän osaamisella on valvojan tehtävien määrittämisessä merkittävä rooli. (Junnonen & Jouko, Rakennuttaminen, 2017)

Talotekniikkatöiden valvonnan sopimuksen mukainen suorittaminen vaati valvojalta perehtymistä urakka-asiakirjoihin, mitä kautta hän perehtyy projektin vaatimukseen ja sisältöön. Valvontatyö on toteutettava suunnitelmallisesti, taloudellisesti ja ennalta ehkäisevästi. Valvojan velvollisuus on puuttua havaitsemiin puutteisiin välittömästi ja ilmoitettava niistä urakoitsijalle ja tilaajalle. Valvontatyön toteuttamistapa on kirjattu kohteen valvontasuunnitelmaan, missä valvojan työmaalla toteuttama valvontatyön prosessi on esitetty. (Rakennustietosäätiö RTS, 2013)

Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tarkoituksena on, että kohde voidaan vastaanottaa valmiina ilman virheitä. Valvonta kohdistuu myös suunnitteluun. Valvonnan avulla rakennuttaja voi varmistua määräysten, periaatelinjausten ja suunnitelmien mukaisesta toteutuksesta, laatu- sista, huollettavuudesta sekä hyvistä sisäolosuhteista ja energiatehokkuudesta.

(Rakennustietosäätiö RTS, 2018)

6.5 Päätoteuttajan ja pääurakoitsijan tehtävät ja vastuut

Rakennushankkeelle on lainsäädännön näkökulmasta nimettävä päätoteuttaja tai pääurakoitsija, joka toimii yhteisellä rakennustyömaalla pääasiallista määräysvaltaa käyttävänä työnantajan. Päätoteuttajan tai -urakoitsijan on sopimussuhteessa hankkeen tilaajaan tai hänen edustajanansa toimivaan rakennuttajaan. Päätoteuttajan tai -urakoitsijan on nimettävä työmaalle vastaava työnjohtaja, joka on juridisessa vastuussa työmaasta. Päätoteuttajalla tai -urakoitsijalla, sekä heidän nimeämällä vastaavalla työnjohtajalla on oltava riittävä pätevyys ja asiantuntijuus ottaen huomioon seuraavat vaatimukset:

- huolehtia päätoteuttajalle tai -urakoitsijalle säädetyistä työturvallisuusvelvoitteista huomioiden rakennushankkeen ominaisuudet, olosuhteet sekä muut turvallisuuteen vaikuttavat tekijät
- huolehtia toimivaltuudet päätoteuttajan tai -urakoitsijan tosiasiallisista velvollisuuksista.

Päätoteuttajan tai -urakoitsijan velvollisuuksiin ja vastuisiin rakennustyömaalla kuuluu myös sopimusten ulkopuolelta sovittavat asiat, jotka ovat välttämättömiä sopimuksissa määritetyn lopputuloksen aikaansaamiseksi. Tunnetun ja huolellisen päätoteuttajan osaamisen katsotaan olevan sillä tasolla, että se tunnistaa myös urakka-asiakirjoista puuttuvat, mutta lopputuloksen kannalta välttämättömät asiat, ilman että ne on kirjattu asiakirjoihin. Toisaalta päätoteuttajalla tai -urakoitsijalla on velvollisuus huomauttaa tilaajaa suunnitelmissa ja urakka-asiakirjoissa esiintyvistä puutteista. Päätoteuttajan tai -urakoitsijan välisessä urakkasopimuksessa noudatetaan rakennusalan yleisten sopimusehtojen pykälää. (Junnonen, Sopimusten hallinta, 2009)

Toimitilakohteiden rakennushankkeita toteutetaan nykyään pääasiassa erilaisilla projektinjoh-
tourakointimallilla. Kyseessä voi olla puhdas projektijohtourakka- tai projektijohtokonsultointi mallia. Nämä muodot eroavat toisistaan periaatteessa vain siinä kenen nimiin toteutusvaiheessa urakka- ja toimitussopimukset tehdään. Projektinjohdokonsultoinnissa sopija osapuolina aliurakoitsijoiden ja -toimittajien kanssa on tilaaja ja projektinjohdourakointimallissa päätoteuttaja.

Päätoteuttajan velvollisuutena on laatia hanketta koskeva toiminta- ja laatusuunnitelma, mikä on pääsääntöisesti kirjattu urakkasopimuksen ehtoihin. Toiminta- ja laatusuunnitelman osana päätoteuttaja / -urakoitsija laatii myös laadunhallinnan riskianalyysin, missä huomioidaan hankkeen erityispiirteet ja vaatimukset. Riskianalyysissä arvioidaan myös riskien esiintymisen todennäköisyys sekä mihin toimenpiteisiin ryhdytään, joilla seurauksia voidaan pienentää. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL Ry, 2014)

6.5.1 Projektinjohdourakoitsijan hankintatoimi

Projektinjohdourakointi soveltuu suuriin toimitilahankkeisiin perinteistä kokonaisurakkaa paremmin, koska se on joustavampi ja kannustaa päätoteuttajaa hakemaan kustannussäästöjä. Perinteinen kokonaisurakka malli on jäänyt suurista toimitilahankkeista kokonaan pois. Projektinjohdourakointi mallilla saadaan selkeää kustannus- ja aikatauluetua kokonaisurakka malliin verrattuna ja tästä syystä se on nykyään pääasiallinen toteutustapa toimitilahankkeissa.

Projektinjohdourakointi on rakennusprojektin toteutustapa, missä määritetään sopimuksella tilaajan ja PJ-urakoitsijan rakennuttamis-, suunnittelu- ja rakentamispalveluiden hankintamenettely.

Projektinjohtourakoinnissa sopimuksella myös jaetaan projektin vastuita ja riskejä osapuolien välillä. Tilaajalla on pääsääntöisesti vastuu suunnitelmista ja varsinainen suunnittelutyö on limitetty voimakkaasti varsinaisen rakentamisvaiheen kanssa.

Projektinjohtourakoinnissa myös hankinnat on jaettu osapuolien välillä tilaajan ja PJ-urakoitsijan välillä. Hankintarajat voivat vaihdella hyvin paljon eri projektien välillä ja hankintarajaliite on yksi tilaajan ja PJ-urakoitsijan välistä toimintaa ohjaavista asiakirjoista. PJ-urakoitsijan hankintoihin voi kuulua myös projektin ilmastointijärjestelmän varsinaiset koneet ja laitteet varusteineen.

6.5.2 Hankintatoimen laadunvarmennus

Projektinjohtourakointi mallissa, missä pääosin kaikki työmaalle hankittava resurssi ostetaan kolmannelta osapuolelta, oli se sitten materiaalia tai henkilöstöä. Pää toteuttajan toimivan PJ-urakoitsijan on huolehdittava omalla toiminnallaan, että koko hankintaketjun laatu vastaa tilaajan ja viranomaisten asettamia vaatimuksia. Hankinnassa päävastuu alitoimittajien ja -urakoitsijoiden laadun todentamisesta kuuluu PJ-urakoitsijalle, vaikka tilaaja osallistuu näiden hyväksymiseen. Alitoimittajien ja -urakoitsijoiden hyväksyttämävaiheessa arviointi tehdään asiakirjojen perusteella sekä heiltä vaadittujen referenssien kautta. Projektin toteutuksen aikana alitoimittajien ja -urakoitsijoiden toiminnan laadunvarmentaminen on pääasiassa päätoteuttajan ja tilaajan vastuuhenkilöiden välisen yhteistyön varassa.

6.6 Sisäilmastolle asetetut vaatimukset

Puhuttaessa sisäilmastolle asetuista vaatimuksista on asiaa pakko nykyään tarkastella osana laajempaa kokonaisuutta. Tänä päivänä puhutaan rakennuksien sisäympäristöstä ja sille asetettavista vaatimuksista. Tämän sisäympäristö termin alle kuuluu yhtenä osana sisäilmasto yhdessä muiden sisäympäristöön vaikuttavien osa-alueiden kanssa, joita on rakennus, akustiikka ja valaistus.

(Sandberg, 2014)

Sisäilmastolle asetettujen vaatimuksien määrittämisen perustaksi on toimialalle laadittu hyvä ohje rakennushankkeeseen ryhtyvän tueksi. Sisäilmastoluokitus 2018 on Rakennustietosäätiön laatima ohjekortti sisäilmaston suunnittelun, toteutuksen ja tuotevalintojen tueksi. Ohjekortti ohjaa hankkeeseen ryhtyvää huomioimaan sisäilman laatuun vaikuttavia osa-alueita, kuten:

- lämmitys
- ilmanvaihto- ja ilmastointilaitteet
- rakennustekniset ratkaisut
- rakennusvaihe
- materiaalivalinnat
- rakennuksen käyttö ja kunnossapito. (Rakennustietosäätiö, 2018)

Määrittäessä sisäilmaston laatua on rakennushankkeeseen ryhtyvän ensin asetettava toteutettavalle rakennukselle sisäympäristön tavoitearvot.



Kuvio 5. Sisäilmastoluokituksen rakenne. (Rakennustietosäätiö, 2018)

Sisäympäristön tavoitearvojen määrittämisen kautta saadaan suunnittelijalle suunnittelu- ja toteutusohjeet sekä vaatimukset tuotteille. Asetetut tavoitearvot ja hankkeelle valittu sisäilmastoluokitus (S1-, S2- tai S3-luokitus) ohjaavat koko rakennushanketta sen eri vaiheissa ja ne tulee huomioida kaikissa hankkeen urakka-asiakirjoissa. (Rakennustietosäätiö, 2018)

Sisäilmaston tavoitearvojen ja sisäilmastoluokituksen määrittämisen kautta saadaan ilman laadulle vaaditut raja-arvot. Luokituksista vaativin on S1 ja S3 edustaa viranomaisen vaatimaa perustasoa.

Sisäilmastoluokitus 2018 -ohjetta käytetään pääasiassa määrittäessä S1- ja S2-luokitettujen uudiskohteiden sisäilmaston tavoitteita, kun kyseessä on tavanomaiset työ- ja asuinrakennukset. Ohjeella ei ole viranomaisten suuntaan velvoittavuutta, mutta urakka-asiakirjoissa siihen viitattaessa velvoittavuus sopimusosapuolien välille syntyy. Ohjetta voidaan hyödyntää myös soveltaen osin perusparannuskohteissa. (Rakennustietosäätiö, 2018)

7 Tutkimuksen toteutus

Tutkimustyön tarkoituksena oli tutkia ilmankäsittelykoneiden hankinnan laadunvarmennusmenetelyjen tasoa toimitilahankkeissa eri osapuolien välillä. Tuntevatko ja tunnistavatko osapuolet omat velvollisuudet ja vastuut liittyen koneiden hankintaan ja kuinka ne muuttuvat eri toteutusmuotojen välillä hankintarajojen muuttuessa. Riittääkö organisaatioiden henkilöstön osaaminen tunnistamaan nämä rajat ja muokkaamaan omaa ja organisaation toimintaa sen perusteella. Tutkimustyön edetessä havaittiin, kuinka paljon tutkimusongelman kysymyksien kautta periaatteessa tutkittiin ja mitattiin organisaatioiden osaamista, kuten myös niiden henkilöstön henkilökohtaista osaamista.

Tavoitteeksi tutkimustyölle asetettiin ilmankäsittelykoneiden hankinnan eri vaiheiden laadunvarmennuksen tutkiminen lähtökohtaisesti rakennuttajan näkökulmasta. Rakennuttajan laajan tehtävän kuvan takia lähetettiin tutkimustyön ongelmaa selvittämään heidän vastuiden kautta. Tutkimustyön edetessä laajennettiin sen viitekehys nopeasti koskettamaan ilmankäsittelykoneiden toimitukseen liittyvien eri osapuolien tehtäviä ja vastuita. Ilmankäsittelykoneiden hankinta koskettaa jossain vaiheessa projektia, talotekniikkasuunnittelijaa, talotekniikka urakoitsijaa sekä päätoteuttajaa. Koneiden hankintaan vaikuttaa myös paljon tilaajan valitsema hankkeen toteutusmuoto, ja sen mukaan muuttuvat hankintojen urakkarajat. Tekeekö koneiden hankinnan talotekniikkaurakoitsija, päätoteuttaja tai -urakoitsija vai tilaaja.

Yhtenä tavoitteena tutkimustyöllä oli tutkia eri osapuolien tehtävien vastuut ja velvollisuudet ja kuinka hyvin osapuolet tunnistavat nämä organisaatio ja henkilöstön tasolla. Näkyykö nämä vastuut ja velvollisuudet organisaatioiden laatusuunnitelmissa ja sen kehitystyössä sekä henkilöstölle luodussa ohjeistuksessa sekä heidän koulutussuunnittelussansa. Asiantuntijaorganisaatiossa sen osaaminen on sen henkilöstössä ja tämä on tunnistettava organisaation strategiatyöskentelyssä ja sen kehittämisessä.

Tutkimustyön tuloksena voidaan todeta, että ilmankäsittelykoneiden laadunvarmennuksessa osapuolien välillä on tarvetta toimenpiteiden ja menetelmien tarkentamiseen. Osittain tämä tarve tulee organisaatioiden henkilöstö osaamisessa olevat osaamisvajeesta, mutta niiden ohjeistuksesta henkilöstölle erilaisten hankintakokonaisuuksien kohdalla. Laadunvarmennusmenetelmien ja vastuiden jalkauttamisessa työmaalle on puutteita. Projektien hallinnassa on myös tarvetta tarkentaa

sekä suunnittelu- että toimitussopimuksien sisältöä, siten että ilmankäsittelykoneiden laadunvarmennusta voidaan tehostaa ja parantaa.

7.1 Rakennuttajan ja rakennuttajakonsultin haastattelukysymysten asettelu

Rakennuttajalla tai rakennuttajakonsultin tehtäväkuva on projektin hallinnan suhteen erittäin laaja ja haastava. Rakennuttajan vastuulla on projektin eri osa-alueiden hallinta sisältäen taloudelliset laadulliset ja aikataululliset vaatimukset. Rakennuttajan tehtävä ja sen vastuut jakautuvat projektilla pitkälle aikavälille. Rakennuttaja valitaan projektille jo hankesuunnittelun alkuvaiheessa ja työvelvoite saattaa jatkua aina takuuajalle asti. Teemahaastattelun tutkimuskysymysten kautta pyrittiin hakemaan vastauksia, kuinka nämä vaatimukset ja vastuut tunnistetaan.

Rakennuttajalle ja rakennuttajakonsultille laadituissa kysymyksissä seurattiin ensisijaisesti Rakennustietosäätiön ”Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18” -opasta. Tätä opasta pidetään yleisesti alalle vakiintuneena ohjeena rakennuttajan tehtävien määrittämiseen. Opas ohjeistaa hyvin laajasti tilaajaa rakennuttajan tehtävän määrittämiseen ja kuinka huomioida tehtävien määrittämisessä myös jokaisen projektin erilaiset piirteet.

Rakennuttajalle ja rakennuttajakonsultille osoitetuissa kysymyksissä selvitettiin myös ko. rakennuttajan edustaman toimijan ohjeistus ja laadunvarmennusmenettelyjä, sekä kuinka nämä ohjeet muuttuvat erilaisten projektien välillä. Kysymyksillä pyrittiin selvittämään myös organisaation henkilöstön osaamista ja osaamisen tunnistamista erilaisten projektien välillä. Sekä kuinka tilaajaorganisaatio ohjeistaa työmaalla tapahtuvaan laadunvarmennuksen toteuttamista eri toimialojen välillä.

7.2 Talotekniikkaurakoitsijan haastattelukysymysten asettelu

Talotekniikkaurakoitsijalle (jatkossa Tate-urakoitsija) kohdistettuja kysymyksiä lähdettiin määrittämään toimijoiden sisäisen laadunvarmennuksen kautta. Toimitilahankkeiden urakka-asiakirjoissa määritetään aina, että urakoitsijalla tulee olla laadunvarmennus-suunnitelma, mikä osaltaan asettaa vaatimuksia yrityksen toiminnalle. Kuinka laadunvarmennussuunnitelmassa on ohjeistettu henkilöstöä huomiomaan hakkeiden erilaiset toteutustavat ja kuinka vastuu niiden välillä muuttuvat.

Tate-urakoitsijan vastuulla on myös jalkauttaa laadunvarmennussuunnitelmassa määritetyt tehtävät työmaahenkilöstölle. Teemahaastattelukysymyksillä haettiin vastauksia, kuinka tämä tehtävin ja vastuiden jalkauttaminen on toteutettu ja kuinka sen todentumista seurataan ja kuinka sen dokumentoidaan. Urakka-asiakirjoissa ja toimialalle laadituissa ohjeistuksissa vaaditaan lähtökohtaisesti aina tate-urakoitsijalta projektikohtaista vastuullista työnjohtajaa. Kysymyksillä pyrittiin selvittämään kuinka näiden henkilöiden osaaminen ja perehtyminen uusiin projekteihin ja niiden erilaisiin vaatimuksiin varmistetaan.

Projektien erilaiset toteutusmuotojen ja niihin liittyvät erilaiset hankintarajat vaikuttavat myös tate-urakoitsijan vastuisiin ja velvollisuuksiin. Tunteeko urakoitsija sekä heidän nimeämä projektin vastuuhenkilöt erilaisten toteutustapojen vaikutukset heidän työhönsä. Kuinka urakoitsija varmistaa henkilöstön resurssoinnin ja osaamisen vastaamaan projektin asettamia vaatimuksia.

7.3 Päätoteuttajan haastattelukysymysten asettelu

Päätoteuttajan vastuut ja velvollisuudet rakennusprojektille määräytyvät viranomaisten kautta rakennusluvan muodossa sekä tilaajan kanssa laaditun urakkasopimuksen mukaan. Rakennusteollisuuden on laadittu laaja ohjeistus Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset ohjaamaan rakennusalan eriosapuolien toimintaa hankkeiden erivaiheissa. Päätoteuttajan vastuut ja velvollisuudet on kirjattu tilaajan kanssa laadittuun urakkasopimukseen ja sen liitteisiin, minkä viitataan edellä mainittuun yleisiin laatuvaatimuksiin.

Päätoteuttaja toimii projektilla materiaalien, tarvikkeiden ja henkilöresurssin hankkijana urakka-asiakirjojen liitteenä olevan urakkarajaliitteen mukaan. Koska urakkarajaliite laaditaan projektikohtaisesti, on päätoteuttajan vastuuhenkilöiden tunnettava urakan toteutusmuodot ja niiden väliset vastuut hyvin.

Teemahaastattelukysymys asettelulla pyrittiin selvittämään kuinka henkilöstö tunnistaa urakoiden erilaiset toteutusmuodot ja kuinka vastuut ja velvollisuudet niiden välillä jakautuvat. Päätoteuttajalta vaaditaan aina hankkeiden urakka-asiakirjoissa laadunvarmennussuunnitelma, niin kuinka tämä asiakirja vastaa urakkamuotojen välisiin erilaisiin vaatimuksiin.

Päätoteuttajan vastuut ja velvollisuudet muuttuvat urakan toteutusmuodon mukaan, niin kuinka varmistetaan toimittajien laadunvarmennus, silloin kun hankitaan järjestelmiä ja laitteistoja suoraan toimittajalta. Millä tavoin arvioidaan toimittajan osaamista ja resurssia vastaamaan hankinnan asettamia vaatimuksia. Kuinka hyvin hankinta ja varsinaisesta työmaatoteutuksesta vastaava henkilöstö tuntee näiden vastuiden rajat ja velvollisuudet.

7.4 Talotekniikkasuunnittelijan haastattelukysymyksien asettelu

Talotekniikkasuunnittelijalle (jatkossa Tate-suunnitteluja) laadittujen kysymyksien lähtökohtana oli suunnittelijan työtä ohjaamaan Rakennustietosäätiö Ry:n laatima ohjekortti ”Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. Ohjekortissa on hyvin esitetty pääpiirteittäin tate-suunnittelijan tehtävät ja kuinka eri toteutusmuodot niihin vaikuttavat.

Tate-suunnittelijan tehtävän vastuut ulottuvat hankintavaiheessa tate-urakoiden hankintaan osallistuvien urakoitsijoiden laadunvarmennussuunnitelmien arviointiin ja kommentointiin. Tate-suunnittelijan laatimien urakka-asiakirjojen pohjalta ohjataan myös tate-urakoitsijoiden toimintaa toteutusvaiheessa. Kysymyksien kautta selvitettiin kuinka tätä vastuuta ja sen toteutumista todennetaan työmaalla.

Tate-suunnittelijan työhön vaikuttaa myös paljon urakoiden toteutusmuodot ja mitä tilaaja on suunnittelusopimuksella suunnittelijalta tilannut. Eri toteutusmuotojen väliset erot on tunnistettava ja ymmärrettävä kuinka ne ohjaavat suunnittelijan työtä. Suunnittelutyöhön osallistuvan henkilöstön osaamisen arviointi ja varmistaminen on suunnittelutoimiston vastuulla ja heidän oman laadunvarmennuksensa pitäisin tähän ottaa kantaa. Kysymyksillä pyrittiin selvittämään myös, onko henkilöstön osaaminen sellaisella tasolla, että heillä on mahdollisuus arvioida ja tarvittaessa kommentoida tate-urakoitsijoiden laatimia laatusuunnitelmia, työohjeita ja tarkastusasiakirjoja.

8 Tutkimustyön tulokset

Tutkimustyöntulokset on esitetty seuraavassa kappaleessa teemahaastattelujen kysymyksien pohjalta. Tutkimustyön teemahaastattelujen vastaukset on käsitelty asiantuntija ryhmittäin.

8.1 Tulokset rakennuttajan tai rakennuttajakonsultin haastatteluista

Rakennuttajille ja -konsulteille esitettyjen kysymyksien yhteenvedona voidaan todeta heidän roolinsa ongelman suhteen riippuvan paljon tilaajan hankintaosaamisesta sekä yhteistyöstä heidän kanssansa. Tilaaja määrittää rakennuttajan tai -konsultin tehtävät ja antaa myös sitä kautta mahdollisuudet tehtävän hoitamiseen. Rakennuttajan ja -konsultin edustamat organisaatiot nojaavat hyvin voimakkaasti tilaajan laatimaan tehtäväluetteloon myös puhuttaessa henkilöstön perehdytyksestä tiettyyn projektiin. Organisaatioiden laatusuunnitelmassa ei varsinaisesti ole kuvattuna ohjeistusta, kuinka henkilöstön tulisi toimia uusien hankkeiden kohdalla, vaan ajatellaan että perehtyminen tehtäväluetteloon ja konsulttisopimukseen riittää.

Arvioitaessa rakennuttajan ja -konsultin toimintaa tilaajan edustajan heidän yhdessä pystyttävä laatimaan hankkeelle urakka-asiakirjat siten, että tutkimustyön ongelman esiintyminen voidaan estää. Mahdollisuudet tähän on olemassa tarkentamalla suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden vastuita ja velvollisuuksia urakka-asiakirjojen kautta. Rakennuttaja tai -konsultti tehtäväluettelon huolellisella määrittämisellä tilaaja voi myös ohjata ja tarkentaa myös heidän velvollisuuksiansa sekä vastuita hankkeen laadunvarmennuksen parantamiseksi.

8.2 Tulokset päätoteuttaja tai -urakoitsija haastatteluista

Päätoteuttaja tai -urakoitsijan toimiessa ilmankäsittelykoneiden hankijana on laadunvarmennukseen liittyvät toimenpiteet pääasiassa kunnossa. Päätoteuttajan projektihenkilöstö on talotekniikka-alan ammattilaisia ja heillä on pitkät asiakkuussuhteet laite- ja järjestelmätoimittajiin, mikä osaltaan parantaa hankinnan laatua. Kehitystä vaativana aiheena on kuitenkin logistiikkaketjun toiminnan varmistaminen sekä toimittajan, että päätoteuttajan puolesta. Laite- ja järjestelmätoimittajan logistiikkaohjeissa tulisi tarkemmin kuvata ketjun eri vaiheiden toimintoja ja käytänteitä sen eri vaiheissa. Millainen ohjeistus logistiikkaketjun eri toimijoilla on ongelmatilanteiden osalta, kuten rikkoutuneet koneet tai puutteelliset suojaukset. Ohjeistuksessa tulisi olla selkeästi toimintatavat rikkoutuneiden suojauksien korjauksista ja ilmoitusvelvollisuudesta näissä tilanteissa.

Päätoteuttajan tai -urakoitsijan vastuut ja velvollisuudet toimituksen vastaanotossa työmaalla on syytä varmistaa hyvällä työvaiheen perehdytyksellä. Erityisesti uusien työntekijöiden osalta on heitä koskevat toimenpiteet käytävä huolellisesti läpi, jotta koneiden sopimuksien mukainen laatu

voidaan luotettavasti varmistaa. Toimittajien ja urakoitsijoiden sopimuksien hankintarajat on tunnettava myös työnjohtotasolla, kuten myös toimenpiteet tarkastuksen dokumentoinnin suhteen.

8.3 Tulokset talotekniikkaurakoitsijoiden haastatteluista

Talotekniikkaurakoitsijan laadunvarmennustoimenpiteet ilmankäsittelykoneiden vastaanottoon liittyen ovat paljolti yrityksen avainhenkilöiden ja projektille erikseen nimetyn projektijohtajan osaamisen varassa. Urakoitsijan laadunsuunnitelmassa on kuvattu heidän toimintatapansa laadunvarmennuksen suhteen ja kuinka sen ohjaa heidän henkilöstönsä, mutta laatusuunnitelma ei sellaisenaan kerro työmaalla tapahtuvasta laadunvarmennuksesta.

Projektijohtaja on vastuussa yksittäisen hankkeen laadunvarmennuksen kokonaisuudesta ja hänen toimenkuvaansa kuuluu sekä tilaajan laatuvaatimusten, että viranomaisten asettamien laatuvaatimusten todentaminen. Urakoitsijan avainhenkilöiden vastuulla on varmistaa projektijohtajien henkilökohtainen osaaminen ja luotava heille hyvät mahdollisuudet projektien laadunvarmennuksen toimii yrityksen laatusuunnitelman avulla. Projektijohtajien on saatava hyvä perehdytys uusiin hankkeisiin, niiden toteutusmuodosta, hankintarajoista sekä tilaajan laatuvaatimuksista. Talotekniikkaurakoitsijan kohdalla avain asemassa on yrityksen osaaminen sekä vielä suuremmassa osassa projektijohtajan osaaminen, mistä heidän on pidettävä huolta.

8.4 Tulokset talotekniikkasuunnittelijan haastattelusta

Talotekniikkasuunnittelijan näkökulmasta laadunvarmennustoimenpiteet ilmankäsittelykoneiden suhteen määräytyy tilaajan määrittämän suunnittelusopimuksen ja sen liitteiden mukaan. Suunnittelijan tehtävät määräytyvät näiden asiakirjojen mukaan, ja niiden sisällöstä ja laadinnasta vastaavat tilaaja tai rakennuttaja hänen edustajanansa. Suunnittelijan tehtävänantoa voidaan hankekohtaisesti laajentaa, mutta tällä on tietysti aina kustannusvaikutus. Suunnittelijan työmaalla tapahtuva tarkastustoiminta määräytyy pääasiassa tilaajan hankinta-asiakirjojen perusteella, eli se mahdollistaa tai rajaa suunnittelijan työmaalla suorittaman tarkastustyön laajuutta.

Talotekniikkasuunnittelun haasteena on myös suunnittelijoiden osaamisvaje suhteessa työmaalla tapahtuvaan tarkastustoimintaan sekä talotekniikkaurakoitsijoiden laadunvarmennustoiminnan arviointiin. Henkilöstö ohjautuu suunnittelutoimistoihin hyvin kapealla työmaakokemuksella ja se

näkyä suunnittelutyössä, kun heidän vastuullaan on työmaahan liittyvien toimintatapojen todentaminen tai arviointi. Talotekniikka-alan suunnittelijoiden työmaakokemusta tulisi lisätä esim. koulutuksen yhteydessä, tai suunnittelutoimistojen sisäisen koulutuksen kautta varmistaa osaamisen taso.

8.5 Tulokset tilaajan projektipäällikön haastattelusta

Tilaajan edustajan haastattelukysymyksien vastauksien perusteella voitiin selkeästi todeta, että eri asiantuntijatahojen sopimuksien sisältö ja vaatimukset nojautuvat hyvin voimakkaasti tilaajan laatimiin hankinta-asiakirjoihin. Asiantuntijoiden osaamista arvioidaan henkilö- tai organisaatiotasolla, näiden esittämien laatusuunnitelmien, referenssikohteiden ja sertifikaattien perusteella. Asiantuntijaorganisaation laatima projektisuunnitelma on myös yksi arvioinnissa käytettävä dokumentti, ja näin toimitaan myös päätoteuttajan tai -urakoitsijan valinnassa.

Tilaaja kokee myös, että laadunvarmennustoimintaan liittyvät työmaalla tapahtuvat käytännön toimenpiteet jäävät monesti irtonaiseksi suunnitelmasta. Laadunvarmennussuunnitelmassa toimintaa viitataan, mutta mitä käytännön toimenpiteitä varsinaisesti työmaalla tehdään ja kenen toimesta jää epäselväksi.

Valvojan roolin tarkennus koettiin tärkeänä tilaajan puolelta. Valvoja toimenkuva työmaalla voi olla ristiriitainen päätoteuttajan tai -urakoitsijan näkökulmasta ja se voi aiheuttaa hämmennystä myös alitoimittajien ja -urakoitsijoiden keskuudessa. Tilaajalla on mahdollisuus ohjata valvojen toimintaa paremmin hankinta-asiakirjojen kautta, selkeyttämällä heidän toimintatapaansa työmaavalvonnan suhteen. Valvojen tulisi olla keskusteluyhteydessä alitoimittajien ja -urakoitsijoiden henkilöstön kanssa vain päätoteuttajan tai -urakoitsijan kautta. Muuten valvojan rooli muuttuu työnjohtajaksi ja valvojan vastuut muuttuvat.

9 Tutkimuskysymyksien vastauksien analysointi

Tutkimusongelmaa lähdettiin ratkaisemaan kvalitatiivisen teemahaastattelun tutkimusmenetelmällä. Kvalitatiivisen tutkimusmenetelmän kautta analysoitavaa ja käsiteltävää aineistoa tulee paljon, minkä johdon mukainen käsittely on tutkimustyön luotettavuuden kannalta ensisijaisen tärkeää. Aineiston laadukkaan tulkitsemisen ja analysoinnin varmistamiseksi pyrittiin, jo

tutkimuskysymyksiä laatimistavaiheessa määrittämään kysymykset, sitten että niiden käsittely myöhemmin on mahdollisimman yksiselitteistä.

9.1 Aineiston litterointi

Tutkimuskysymyksiä vastauksiä analysointi aloitettiin litteroimalla eri asiantuntijaryhmien vastaukset jokaisen kysymyksiä osalta omaksi ryhmäksi. Litteroimalla yksittäisen kysymyksiä vastaukset omaksi ryhmäksi saatiin aikaan mahdollisimman selkeä vertailuasetelma vastauksiä välille. Vertailuasetelman avulla pystyttiin yksittäisten kysymyksiä vastauksiä tutkimaan tehokkaasti ja arvioida niitä erilaisuusiä etsimiseen. Vastauksiä litterointi tehtiin nauhoitetuista haastattelusta teksti muotoon matriisitaulukkoon, missä riveillä oli tutkimuskysymykset ja sarakkeissa haastateltavien vastaukset.

Litteroinnin tarkkuustaso määrytyi tutkimusongelman ominaisuuksiä ja tutkimusmenetelmän perusteella. Tutkimuskysymyksiä vastauksiä litteroinnissa kiinnitettiin erityisesti huomiota haastateltavien vastauksiä asia sisältöön, ei niinkään heidän tapaansa vastata kysymykseen. Tutkimusongelman ratkaisemisen kannalta haastateltavien vastauksiä sisältö on merkityksellisempi kuin, se kuinka niihin on vastattu. Asiasisältölähtöisessä tutkimuskysymyksiä litteroinnissa ei, niiden tarkkuuden tarvitse olla kovin yksityiskohtainen. (Ruusuvuori&Nikader&Hyvärinen, 2010)

Tutkimuskysymyksiä vastauksiä litteroinnista saadun tiedon analysoinnin yhteydessä palattiin tarvittaessa nauhoitettuihin vastauksiin, jotta voitiin ehkäistä vastauksiä tulkinnanvaraisuutta. Litteroinnissa pyrittiin myös kirjaamaan haastattelijan muut havainnot haastattelutilanteesta tai haastateltavasta, mitkä eivät ole tallentuneet nauhoitteella. Litteroinnin yhteydessä voi tutkimusaineiston käsittelyn yhteydessä tapahtua tiedon vääristymistä ja tätä on pyritty minimiomaan nauhoitetun aineiston käsittelyllä analysoinnin yhteydessä. (Ruusuvuori&Nikader&Hyvärinen, 2010)

9.2 Aineiston kuvailu

Tutkimusongelman ratkaisemiseksi teemahaastattelukysymykset laadittiin siten, että haastateltavalla ei annettu paljoa liikkumavaraa omalle tulkinnalle. Haastattelussa ei haastateltavalla mahdollistettu puhdasta deskriptiota, vaan kysymyksillä ja niiden asettelulla haastateltavaa ohjattiin tutkimusongelman aihepiirin sisällä. Näin pyrittiin saamaan aineisto vastaamaan mahdollisimman hyvin

tutkimusongelmaa ja pyrittiin minimoimaan tutkimusaineiston tulkinnan varaisuus analysoinnin yhteydessä.

9.3 Aineiston luokittelu

Tutkimuskysymyksiä haastatteluaineiston luokittelu määritettiin päätasolla jo tutkimuskysymyksiä määrittämisen yhteydessä. Tutkimuskysymykset laadittiin eri asiantuntijaryhmille erikseen, lähtökohtana heidän vastuunsa ja velvollisuudet tutkimusongelman suhteen, mitä kautta aineisto jakautui näille eri luokille. Asiantuntijaryhmien sisäisissä tutkimuskysymyksissä tutkimusongelman ominaisuuksia jaettiin vielä alaongelmiin, selvittämällä näiden ryhmien ja heidän edustamiensa organisaatioiden sisäisiä vastuita ja velvollisuuksia. Itse teemahaastattelu tutkimusmenetelmänä on karkea luokittelutapa, mutta kyseessä olevan tutkimusongelman ja sen ominaisuuksien suhteen ainoa oikea menetelmä. Kvalitatiivisen tutkimuksen aineiston luokitus voi olla haastavaa ja niiden luominen vaikeaa, eikä siihen aina ole yksinkertaista vastausta. (Hirsjärvi & Hurme, 2009)

10 Johtopäätökset

Rakennusprojektien laadunvarmennuksen on tämän päivän rakentamisessa laaja ja moninainen kokonaisuus. Projektien laadunvarmennukseen vaikuttaa kaikkien osapuolien osaaminen sekä henkilöstön että organisaation osalta. Organisaatioiden osaamista mitataan laatusuunnitelmien, referenssien ja sertifikaattien perusteella, ja henkilöstön osaamista kehitetään koulutuksilla ja pätevyyskoulutuksien kautta. Toisaalta organisaatioiden tulee itse tunnustaa osaamisen rajat verrattuna projektien vaatimukseen ja tunnustaa sen jälkeen onko mahdollisuudet onnistumiseen olemassa. Projektien erilaisten toteutusmuodot vaikuttavat vastuiden jakautumiseen eritavoilla urakkarajojen muuttuessa. Toteutusmuodot vaikuttavat myös urakoitsijoiden välisiin vastuisiin, mikä asettaa suuren haasteen organisaatioiden ja niiden henkilöstön osaamiselle.

Tutkimustyön johtopäätöksenä voidaan todeta, että ilmankäsittelykoneiden hankintaan liittyvää laadunvarmennusta on tarpeen kehittää kaikkien osapuolien toimintojen suhteen. Teemahaastattelukysymyksiä kautta saatiin hyvä kuva ilmankäsittelykoneiden hankinnan laadunvarmennuksen toimenpiteistä ja vastuista osapuolien välillä sekä kuinka hyvin osapuolet nämä tuntevat. Kehitettäviä asioita ja toimintamalleja löytyi kaikkien osapuolien toimintatavoista.

Tilaajan tulee olla erityisen huolellinen oman henkilöstön resurssoinnissa ja osaamisen arvioinnissa vaativissa toimitilahankkeissa. Organisaation ja sen henkilöstön osaamisen arvioinnin on oltava rehellistä siinä olevat puutteet, on ensisijaisen tärkeää tunnistaa. Tilaajan osaaminen tulee asetta-
maan suunnan projektille ja tämän suhteen on askelmerkkien oltava kohdallaan. Puutteellisesti
tehdyt suunnitelmat ja urakka-asiakirjat voivat realisoitua vasta projektin ollessa jo pitkällä ja vai-
kutukset siinä vaiheessa voivat olla merkittäviä.

Tilaaajaorganisaatio

Tilaaajan organisaation tueksi palkkaamat eri alojen asiantuntijat ovat merkittävässä roolissa pro-
jektin laadunvarmennuksen kokonaisuutta ajatellen. Suunnittelijat, rakennuttajakonsultit sekä eri
osaamisalojen valvojat määrittävät laitimilla asiakirjoilla laadunvarmennuksen suuntaa ja syvyyttä
projektissa. Asiantuntijoiden osaaminen on tunnistettava henkilö- ja organisaatiotasolla, myös hei-
dän itsensä toimesta ja tunnustettava tilaajalle, jos osaaminen ei kohtaa verrattuna projektin vaa-
timuksiin. Työmaalla tapahtuva laadunvarmennuksen todentaminen on oltava oikea aikaista ja do-
kumentointi on tehtävä välittömästi ja tilaajan hyväksymien menetelmien avulla.

Talotekniikkaurakoitsijat

Talotekniikkaurakoitsijoiden tulee varmistaa henkilöstön osaaminen erityisesti projektijohtajan
osalta. Talotekniikkaurakoitsijan on myös tunnistettava organisaation ja henkilöstön osaaminen
verrattuna tilaajan projektille asettamiin vaatimuksiin. Urakoitsijoiden tulisi kaikilla osaamisaloilla
tunnistaa ja tunnustaa osaamisen taso ja tarvittaessa rekrytoida osaavaa henkilöstöä vastaamaan
tilaajan vaatimuksiin. Talotekniikkaurakoitsijoiden organisaation toimintakulttuuri ja osaamisen
taso pitää olla myös kohdallaan verrattuna projektin vaatimuksiin. Tarvittaessa toimintatapoja tu-
lee kehittää palvelemaan paremmin tilaajien sekä heidän asettamiensa vaatimuksia. Talotekniik-
kaurakoitsijan ei tule lähteä hankkeisiin, jos sen organisaation tai henkilöstön osaaminen ei vastaa
projektin vaatimuksia, vaan siitä tulee kieltäytyä.

Päätoteuttaja ja -urakoitsija

Päätoteuttajalla ja -urakoitsijalla on monesti toimitilahankkeissa ilmankäsittelykoneiden hankkija rooli, varsinkin projektinjohtourakointimallissa. Projektijohtourakoinnissa urakoitsijan erityisosaamista hyödynnetään henkilöstön ja organisaation tasolla ja tämä on toimintamallina varsin tehokas. Projektinjohtourakoitsijan hankintaosaamisen ja kontaktien kautta voidaan hankkeella saada aikaan merkittäviä säästöjä, ja tästä syystä tätä mallia käytetään paljon erityisesti toimitilahankkeissa. Projektinjohtourakoitsijan on kuitenkin varmistettava toimitussopimuksissa asetettujen laatuvaatimuksien todentuminen työmaalla tehtävillä tarkastuksilla ja varmistettava, että tarkastuksia tekevällä henkilöstöllä on niihin riittävä osaaminen. Toimittajan vastuulla on toimituksen laadunvarmistus työmaalle asti ja projektinjohtourakoitsijan on tarvittaessa varmistettava koko logistiikkaketjun toiminnot, että ne vastaavat toimitussopimuksen vaatimuksia.

Talotekniikkasuunnittelija

Talotekniikkasuunnittelijan ja hänen edustaman organisaation vastuulla on ilmankäsittelykoneiden teknisten ominaisuuksien määrittäminen vastaamaan tilaajansisäilmastolle asettamia vaatimuksia. Talotekniikkasuunnittelun laadunvarmennuksesta vastaa projektilla nimetty projektinjohtaja, jonka osaaminen on varmistettava organisaation sisäisten toimintojen kautta. Projektin suunnittelutyön resurssointiin on kiinnitettävä huomiota, jotta suunnitelmien vaatimuksien mukaisuus voidaan varmistaa. Suunnitteluorganisaation on muistettava myös myötävaikutusvelvollisuus tilaajaa kohtaan, jos herää kysymys suunnittelutyön laadun vaarantumisesta.

10.1 Jatkotoimenpiteet ja kehitysehdotukset

Opinnäytetyön tutkimusongelman selvittämisen yhteydessä muodostui selkeä kuva ilmankäsittelyjärjestelmän koneiden hankinnan kokonaisuudesta. Ilmankäsittelykoneiden hankinnan kokonaisuuteen liittyvien osapuolien tehtävistä, vastuista ja rooleista sekä heidän edustamien organisaatioiden osaamisen tasosta. Tutkimustyöprosessissa saatiin selville, kuinka osapuolet tuntevat vastuunsa tutkimusongelmaan liittyen ja kuinka hyvin ne pystyvät nämä vastuut täyttämään.

Yhtenä kehitysehdotuksena talotekniikkatoimialalle näen talotekniikkaurakoitsijoille kohdistetun ohjeistuksen laatimisen työmaalla tapahtuvan laadunvarmennuksen tueksi. Tällä hetkellä ei talotekniikkaurakoitsijoille ole tarjolla toimialan laatimaa ohjeistusta työvaiheiden laadunvarmennuksen todentamiseen työmaalla, vaan kaikki toimintatavat ovat yrityksiä itse laatimia. Käytäntö poikkeaa paljon rakennusteollisuuden muista aloista, kuten rakennus- ja sähköalasta, missä urakoitsijoiden käyttöön on laadittu paljon eri työvaiheisiin liittyviä tarkastusasiakirjoja. Työmaalla tehtävien tarkastuksien tueksi on laadittu valmiita mallipohjia, mm. työvaiheen aloituksen sekä valmiin työn suunnitelman mukaisuuden todentamiseen. Valmiit tarkastuspohjat toimivat hyvinä muistilistoina työmaahenkilöstölle ja tavallaan perustana laadunvarmennuksen tueksi. Toimialan sisältä laadittujen tarkastuspohjien kautta myös eri yrityksiä laadunvarmennuksen menetelmät yhtenäistyvät ja selkeytyvät, millä on merkittävä vaikutus laadunvarmennuksen kokonaisuuden kannalta. Tarkastuspohjien laatiminen yrityksiä laadunvarmennuksen tueksi ei kuitenkaan pienennä organisaatioiden ja sen henkilöstön vastuita, vaan tarkastuspohjat on joka tapauksessa päivitettävä vastaamaan ko. hankkeiden erityisvaatimuksia.

Talotekniikkasuunnittelijoiden osaamisessa havaittiin puutteita verrattuna työmaalla tapahtuvaan työvaiheiden suunnitelmien mukaisuuden todentamiseen. Erityisesti nuorilla suunnittelijoilla, joilla puuttuu varsinaisen suunnittelutyön tuoma kokemus ja näkemys työmaalla tehtävien asennustöiden laadunvarmennuksen todentamiseen, on haasteita arvioida urakoitsijoiden laatimia asiakirjoja ja varsinaisia asennustöitä. Talotekniikkasuunnittelijoiden osaamista työmaalla tehtävien asennustöiden ja urakoitsijan esittämien asiakirjojen arvioinnin suhteen tulisi lisätä edellyttämällä työmaakokemusta ainakin projektinjohtajan ominaisuudessa.

Yhtenä jatkotoimenpiteenä näen myös laatusuunnitelmien laadunvarmennuksen toimenpiteiden tehokkaamman ja selkeämmin työvaiheille kohdistetun jalkautuksen työmaille. Laatusuunnitelmissa tulisi tarkemmin esittää ne toimet, miten kuhunkin työvaiheeseen liittyvä laadunvarmennuksen toimenpiteet tehdään ja dokumentoidaan. Yksittäisen työvaiheen tarkastusprosessin selkeä avaaminen jalkauttaisi laatusuunnitelman sisältöä paremmin tilaajan ja hänen edustajiensa arvioitavaksi. Työvaiheen tarkastus ei voi olla vain rastiruudussa vaan sen on oikeasti kuvattava toimenpiteet sen takana:

- tapaan kuka tarkastaa

- mitä tarkastaa
- minkä suunnitelman pohjalta
- mihin laatuvaatimuksiin ja asiakirjoihin tarkastus nojaa
- kuinka tarkastus dokumentoidaan.

11 Työn luotettavuus ja eettisyys

Tutkimustyön luotettavuutta arvioitaessa on tunnistettava ensin ongelman ominaisuudet ja kuinka sen ilmenee. Ilmankäsittelykoneiden hankinta toimitilakohteissa koskettaa tavalla tai toisella useampaa rakennushankkeessa toimivaa osaamisalaa. Koneiden hankinnan ja toimituksen viitekehyyseen kuulu osaltaan tilaajan määrittämät sisäilmastovaatimukset, suunnittelijoiden sen mukaan määrittämät tekniset vaatimukset, sekä työmaalla tapahtuva asennustyö ja käyttöönotto. Tutkimustyön ongelmaa selvitettiin tämän takia haastattelujen pohjalta ja nämä haastattelut kohdistettiin kaikkiin toimitukseen liittyviin osaamisaloihin.

Teemahaastattelujen pääpaino suunnattiin rakennuttajiin, koska heidän roolinsa on tutkimustyön ongelma selvittämisen suhteen kaikista merkittävien. Rakennuttaja on mukana rakennushankkeen alusta asti ja osallistuu hankkeen urakka-asiakirjoja laatimiseen, joihin tulee sisällyttää tilaajan asettamat vaatimukset. Rakennuttaja osallistuu myös suunnittelijoiden, toimittajien ja urakoitsijoiden hankintaan ja hän osallistuu heidän osaamisensa arviointiin sekä sopimuksien laadintaan. Rakennuttajan ammattitaito ja osaaminen on tämän takia rakennushankkeen onnistumisen kannalta ensisijaisen tärkeää.

Tutkimustyön ongelman esiintymiseen vaikuttaa myös ilmankäsittelykoneiden hankintaketjut ja kuinka vastuu näiden välillä jakautuvat. Pää toteuttaja tai -urakoitsija toimii usein suuremmissa hankkeissa koneiden ostajana ja siksi haastattelujen toiseksi suurin ryhmä oli tutkia päätoteuttajan tai -urakoitsijan projektipäälliköiden vastuita ja osaamista. Pää toteuttaja tai -urakoitsija valitaan tämän päivän rakennusprojekteille hyvin aikaisessa vaiheessa, koska tilaajan haluaa käyttöönsä heidän hankintaketjujen osaamisen. Suurissa toimitilahankkeissa voi teknisten järjestelmien korkea vaatimustaso ja sen hallinta olla liikaa tilaajan organisaatiolle ja tässä päätoteuttajan tai -urakoitsijan osaaminen on tärkeässä roolissa. Arvioitaessa tutkimustyön ongelmaa ja kuinka se esiintyy, on

pää toteuttajan tai -urakoitsijan hankintaketjuista ja niissä olevasta osaamisesta tässä suhteessa suuresti hyötyä.

Rakennushankkeiden erilaiset toteutusmallit vaikuttavat vastuiden ja velvollisuuksien jakautumiseen osapuolien välillä. Haastelukysymyksiä kautta pyrittiin selvittämään organisaatioiden ja heidän henkilöstönsä kykyä tunnistaa nämä vastuut ja kuinka se vaikuttaa heidän työhönsä. Hankintatoimen erilaiset toimintamallit, jopa organisaatioiden sisällä asettavat haasteita henkilöstölle, kuinka varmistetaan suunnitelmien ja sopimuksien mukainen lopputuote. Organisaatioiden tulee huolehtia henkilöstön osaamisesta ja resursoida heidät oikein verrattuna projektien vaatimustarpeeseen.

Tutkimustyön eettisyyttä arvioitaessa pyrittiin tutkimustyön viitekehyksessä ottamaan huomioon kaikki osa-alueet, mitä tai ketä ongelma koskee. Miten ongelma esiintyy osapuolien vastuualueilla ja kuinka se vaikuttaa heidän ja edustamiensa organisaatioiden toimintaan. Tutkimusmenetelmän valinta määräytyi sen perusteella, missä viitekehyksessä ongelma esiintyy ja mihin se vaikuttaa.

Puolistrukturoitu haastattelututkimus arvioitiin tässä tapauksessa parhaaksi menetelmäksi ongelman selvittämiseen, koska se jättää tutkijalle mahdollisuuden tarkentaviin kysymyksiin haastattelun yhteydessä. Haastattelututkimuksen kysymykset laadittiin kaikille osapuolille erikseen ja kohdistettiin kyseessä olevan tehtävän vastuisiin ja vaatimuksiin. Kysymykset toimitettiin haastateltaville etukäteen, jotta heillä oli aikaa perehtyä niihin ja valmistautua siten paremmin varsinaiseen haastattelutilanteeseen. Haastattelukysymyksiä vastaukset purettiin nauhoilta kirjoitettuun muotoon ja litteroitiin erilliseen taulukkoon, jotta niitä voitiin verrata toisiinsa.

Arvioitaessa tutkimustyön luotettavuutta ja eettisyyttä kokonaisuutena antoi se vastaukset ongelman kannalta tärkeimpien kysymyksiä suhteen. Tietoperustaa haettiin laajasti, tosin vieraskielisen aineiston osalta ei löydetty tietolähdettä, mikä olisi tuonut lisäarvoa tutkimukselle. Tutkimuskysymyksiä ei päästy esittämään suoraan ilmankäsittelykoneiden toimittajille, useista yrityksistä huolimatta ja tämä osaltaan vähentää tutkimustyön luotettavuutta. Konetoimittajan näkemykset ongelman osalta olisi ollut tärkeää, koska heidän vastuunsa ongelman esiintymisen suhteen oli

suuri. Konetoimittajan näkemys ongelman osalta tuli huomioitua vaan päätoteuttajan haastattelun kautta, kun yksi haastatelluista oli aiemmin toiminut toimitusjohtajana ilmankäsittelyjärjestelmiä toimittavassa yrityksessä.

12 Lähdeluettelo

- Ahlsell OY. (2. Helmikuu 2021). *Puhallintyyppi*. Noudettu osoitteesta Ahsell Oy sivusto: www.ahsell.fi
- FläktWoods. (ei pvm). Ilmankäsittelykone. *Verkkosivu*. Fläktwoods Oy, Helsinki.
- Hirsjärvi, S.;& Hurme, H. (2009). *Tutkimushaastattelu*. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Junnonen, J.-M. (2009). *Sopimusten hallinta*. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.
- Junnonen, J.-M.;& Jouko, K. (2017). *Rakennuttaminen*. Vaasa: Rakennustieto Oy.
- Maankäyttö- ja Rakennuslaki. (Syyskuu17 2021). Noudettu osoitteesta www.finlex.fi
- Matti, H.;Pirjo, N.;& Johanna, R. (2017). *Tutkimushaastattelun käsikirja*. Tallinna: Kustannusosakeyhtiö Vastapaino.
- Muhli, J. (ei pvm). Puhallintyyppi. *Ilmanvaihtokoneen puhaltimen uusinta energiatehokkaasti*. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Helsinki.
- Parmair. (ei pvm). Ilmastointikone. www.parmair.fi. Parmair Oy, Helsinki.
- Rakennustieto Oy. (2002). *Talotekniikka RYL 2002, osa 1*. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustietosäätiö. (2017). *Rakennustöiden laatu 2017*. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ja Rakennustietosäätiö .
- Rakennustietosäätiö. (3. Helmikuu 2018). *RT-kortti 07-11299*. Helsinki: Rakennustieto Ry. Noudettu osoitteesta Rakennustietosäätiö: www.
- Rakennustietosäätiö. (2018). *Sisäilmastoluokitus 2018*. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustietosäätiö. (14. 9 2021). *Rakennustieto*. Noudettu osoitteesta www.rakennustieto.fi
- Rakennustietosäätiö. (3. helmikuu 2021). *Rakennustietosäätiö*. Noudettu osoitteesta www.rakennusteollisuus.fi
- Rakennustietosäätiö RTS. (2013). *RT 16-11123*. Helsinki: Rakennustieto Ry.
- Rakennustietosäätiö RTS. (2014). *RT 13-11143, KSE 2013*. Helsinki: Rakennustieto Ry.
- Rakennustietosäätiö RTS. (2017). *RT 10-11290*. Helsinki: Rakennustieto Ry.
- Rakennustietosäätiö RTS. (2018). *RT 10-11302*. Helsinki: Rakennustieto Ry.

Rakennustietosäätiö ry. (2019). *Työmaavalvonnin tehtäväluettelo*. Helsinki: RTS ry.

Ruusuvuori&Nikader&Hyvärinen. (2010). *Tutkimusaineiston analyysi*. Tampere: Vastapaino.

Sandberg, E. (2014). *Ilmastointitekniikka*. Tampere: Tammerprint.

Sisäilmayhdistys. (9. Toukokuu 2021). *Tietoa sisäilmastosta*. Noudettu osoitteesta www.sisailmayhdistys.fi

Sisäilmayhdistys Ry. (2002). *Suunnitteluohje*. Helsinki: Sisäilmayhdistys Ry.

SRV Rakennus Oy. (2. Tammikuu 2018). *Yrityksen nettisivut*. Noudettu osoitteesta www.srv.fi

Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL Ry. (2014). *Urakkaohjelma*. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL Ry.

Talotekninen teollisuus ja kauppa ry. (20. Joulukuu 2020). *Talotekniikkainfo*. Noudettu osoitteesta www.talotekniikkainfo.fi

Talteka ry. (16. Tammikuu 2021). *Talotekninen teollisuus ja kauppa*. Noudettu osoitteesta www.talteka.fi

Veli-Matti Hokkanen. (1. Tammikuu 2017). *Yrityksen nettisivut*. Noudettu osoitteesta www.brado.fi

Ympäristöministeriö. (2003). *RakMk D2*. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Ympäristöministeriö. (2017). *Asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta*. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Ympäristöministeriö. (10. Toukokuu 2017). *Rakentamismääräykset*. Noudettu osoitteesta www.ym.fi