



Jussi Luoma

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapaino- tustyöhön liittyvien koulutuksien ke- hittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

LVI-työnjohtaja

Opinnäytetyö

27.10.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Jussi Luoma
Otsikko:	Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvien koulutuksien kehittäminen
Sivumäärä:	38 sivua + 2 liitettä
Aika:	27.10.2024
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	LVI-työnjohtaja
Ammatillinen pääaine:	LVI-tekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Jyrki Viranko

Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena selvittää, millä tavalla ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyviä koulutuksia voidaan kehittää ja kenelle ne tulisi suunnata. Opinnäytetyö on jatkoa vuonna 2023 julkaistulle Ilmavirtojen mittaus ja tasapainotus -oppaalle, jonka tekemiseen olen osallistunut. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvistä haasteista ja ongelmista, minkä avulla koulutuksia voidaan kehittää paremmiksi.

Opinnäytetyössä suoritettiin kvalitatiivinen haastattelututkimus ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä tekeville tai työhön sidoksissa oleville henkilöille. Haastateltavat 12 henkilöä valittiin työtehtävien ja työkokemuksen perusteella. Näin haastatteluun saatiin mahdollisimman paljon erilaisia näkökulmia ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen. Lisäksi opinnäytetyössä perehdyttiin ilmanvaihdon asetuksiin, määräyksiin ja oppaisiin, internetaineistoihin ja kirjallisuuteen ja haastateltiin talotekniikka alan asiantuntijaa.

Opinnäytetyön haastattelututkimus suoritettiin yksilöhaastatteluna. Haastattelun kysymyksillä selvitettiin haastateltavien henkilöiden omaa ja työhön sidoksissa olevien henkilöiden ammattitaitoa, syitä työhön liittyviin haasteisiin ja ongelmiin sekä ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyviä koulutustarpeita ja koulutuksen kehityskohteita.

Opinnäytetyön avulla saatiin selville, että koulutuksissa tulisi opettaa enemmän käytännön työskentelytaitoja, ja koulutukset olisi suunnattava ensisijaisesti niille henkilöille, jotka voivat jakaa tietoa ja osaamista eteenpäin työmailla heidän oman ammattitaitonsa kasvaessa. Koulutuksien kehittämisen haasteena on se, ettei työtehtävälle ole määritetty ammattitaitovaatimuksia. Siksi tulevaisuudessa rakennusten oikeanlaisen ja suunnitelmien mukaisen toiminnan takaamiseksi tarvitaankin useamman eri toimijan yhteistyötä ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön ammattitaitovaatimusten laatimiseksi sekä alan koulutuksen kehittämiseksi.

Avainsanat: ilmanvaihdon mittaus ja tasapainotus, talotekniikka, ammattitaitovaatimukset, koulutus, ammattilaishaastattelut

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Jussi Luoma
Title: Developing Training in Measuring and Balancing Airflows of Ventilation Systems
Number of Pages: 38 pages + 2 appendices
Date: 27 October 2024

Degree: Bachelor of Construction Management
Degree Programme: Construction Site Management
Professional Major: HVAC Engineering
Supervisors: Jyrki Viranko Senior Lecturer

The thesis aimed at studying how training in measuring and balancing airflows of the ventilation systems in buildings could be developed and who are the main target groups of training. The main goal was to identify problems in measuring and balancing the airflows of ventilation systems to be utilized in improving training.

A qualitative interview study with experts offering a wide range of perspectives in measuring and balancing was conducted. In addition, a review on literature, regulations, guidelines and internet resources related to ventilation systems was performed.

The interviews were conducted as individual interviews. The questions aimed to assess the professional skills of the interviewees and their collaborators, identify the reasons behind the problems related to their work, and to highlight the training needs and improvement areas.

The thesis showed that training in measuring and balancing airflows of ventilation systems should focus on practical work and be aimed at individuals who can spread the knowledge in their workplaces. The lack of competency requirements in measuring and balancing airflows was highlighted as a challenge for training developing. Thus, various stakeholders should together define the competency requirements and develop the training to ensure proper functioning of buildings in the future.

Keywords: education, competency requirements, measuring and balancing airflows of the ventilation systems, building services engineering, expert interviews

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ilmanvaihdon asetukset, määräykset ja oppaat	2
2.1	Suomen säädöskokoelma 1009/2017	2
2.2	Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet	3
2.3	Sisäilmasto ja ilmanvaihto-opas	4
2.4	Sisäilmastoluokitus 2018	5
2.5	Ilmavirtojen mittaus- ja tasapainotus opas	7
2.6	Ilmanvaihdon säädön yleisohje rakennusten paine-erojen hallintaan	8
3	Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvät koulutukset	10
3.1	Mittaus- ja tasapainotustyön tutkintokoulutukset	10
3.2	Mittaus- ja tasapainotustyön avoimet koulutukset	11
4	Ilmanvaihtojärjestelmän mittaus- ja tasapainotustyöhön vaikuttavat tekijät	12
4.1	Mittaus- ja tasapainotustyön huomioiminen suunnitteluratkaisuissa ja rakennusvaiheessa	12
4.2	Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan vaikutus mittaus- ja tasapainotustyöhön	15
4.3	Työntekijöiden ammattitaidon vaikutus mittaus- ja tasapainotustyöhön	18
5	Tutkimusmenetelmänä haastattelu	18
6	Tutkimus ja tutkimuksen tulokset	20
6.1	Alalla työskentelevien henkilöiden koulutukset ja niiden sisältö	20
6.2	Työtä tekeviltä työntekijältä vaadittava osaaminen	22
6.3	Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotus työtä suunnittelevien, tilaavien ja valvovien henkilöiden osaaminen	23
6.4	Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön vaikuttavien sidosryhmien tieto työn tärkeydestä	25
6.5	Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä ohjaavat tekijät	27
6.6	Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvien asioiden kehittäminen	28
6.7	Yleiset huomiot ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen	30

7	Luotettavuus	31
8	Päätelmät	32
9	Yhteenveto	35
	Lähteet	37

Liitteet

Liite 1: Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön aloituspalaveri pöytäkirjamalli

Liite 2: Haastattelun kysymykset

Lyhenteet

LVI: lämmitys-, vesijohto/viemäri- ja ilmanvaihtotekniikka

SuLVI: Suomen LVI-liitto

1 Johdanto

Opinnäytetyössä tarkastellaan ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvien koulutuksien kehittämistä. Opinnäytetyön taustalla oli 5.12.2023 julkaistu Ilmanvirtojen mittaus ja tasapainotus -opas, jonka tekemiseen olen osallistunut. Oppaasta saatavat lähtötiedot antavat uudet valmiudet ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvien koulutuksien kehittämiseksi.

Tavoitteena oli selvittää, mistä ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvät haasteet ja ongelmat johtuvat työmailla. Työhön liittyvää osaamista ja ymmärrystä tarkasteltiin laajasti eri työtehtävien näkökulmasta ja sen avulla selvitettiin, mitä ja miten koulutuksia tulisi kehittää.

Tässä opinnäytetyössä suoritettiin kvalitatiivinen haastattelututkimus 12 ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön kanssa tekemisissä olevalle henkilölle. Haastateltavat valittiin sen mukaan, että heidän työtehtävänsä ja työkokemuksensa vastaisivat mahdollisimman montaa erilaista ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvää työtehtävää tai sidosryhmää.

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön merkitys rakennuksissa on kasvanut, koska nykypäivän rakennukset ovat entistä tiiviimpiä. Lisäksi tekniikan kehittyessä työ on muuttunut monimutkaisemmaksi kokonaisuudeksi. Tämän takia opinnäytetyössä tarkasteltiin erityisen tarkasti, miten ja kenelle ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyviä asioita pitäisi kouluttaa.

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvien koulutuksien kehittämisen lisäksi opinnäytetyössä selvitettiin, minkälaisen koulutuksen haastateltavat ovat saaneet työhön liittyen ja minkälaisia asioita he toivoisivat aiheeseen liittyen kehittävän.

2 Ilmanvaihdon asetukset, määräykset ja oppaat

2.1 Suomen säädöskokoelma 1009/2017

Suomen säädöskokoelma on ympäristöministeriön laatima ja sen uudet asetukset on otettu käyttöön vuonna 2018. Asetukset koskevat uusien rakennuksien sisäilmaston ja ilmanvaihdon suunnittelua ja rakentamista sekä rakennuksien laajennusta ja kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä. Asetusten mukaisella suunnittelulla ja rakentamisella varmistetaan ilmanvaihtojärjestelmän laadukas toiminta.

Ilmanvaihdon on toteutettava terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilman laatu oleskelutiloissa. Ilmanvaihtojärjestelmän on tuotava rakennukseen riittävä ulkoilmavirta ja poistettava sisäilmasta terveydelle haitallisia aineita, liiallista kosteutta, viihtyisyyttä haittaavia hajuja sekä ihmisestä, rakennustuotteista ja toiminnasta sisäilmaan aiheutuvia epäpuhtauksia. (1, s.4.)

Asetuksissa määritetään erityissuunnittelijalle ne ilmanvaihdon suunnittelun vaatimukset, joita noudattamalla varmistutaan terveellisestä, turvallisesta ja viihtyisästä sisäilmasta. Ilmanvaihdon suunnittelun tärkeimpiä vaatimuksia on ulkoilmavirran riittävyys. Oleskelutilojen ulkoilmavirraksi on mitoitettava vähintään 6 dm³/s henkilöä kohti suunniteltuna käyttöaikana, jos tilan käyttötarkoituksesta ei aiheudu lisäilmavirran tarvetta. Koko rakennuksen ulkoilmavirraksi on mitoitettava kuitenkin vähintään 0,35 (dm³/s)/m² lattian pinta-alaa kohden suunniteltuna käyttöaikana, jos rakennuksen tilan käyttötarkoituksen erityisluonteesta ei aiheudu lisäilmavirran tarvetta. Asuinhuoneiston ulkoilmavirraksi on mitoitettava kuitenkin vähintään 18 dm³/s. (1, s. 4.)

Asetuksissa määritetään ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön toteutusvaiheeseen sallitut poikkeamat suunniteltujen ja tasapainotettujen ilmamäärien osalle seuraavasti. Ilmavirta järjestelmä- ja huoneistokohtaisesti ± 10 prosenttia ja ilmavirta huonekohtaisesti ± 20 prosenttia, kuitenkin siten, että poikkeama voi aina olla vähintään 1 dm³/s. (1, s. 9.)

2.2 Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017) tuli voimaan vuoden 2018 alussa. Sen toteuttamisen tueksi FINVAC laati kaksi ilmanvaihdon mitoitusopasta, toisen asuinrakennuksille ja toisen muille rakennuksille. Oppaat korvasivat aiemmin kumotun Rakentamismääräyskokoelman osan D2 liitetaulukot. (2, s. 1.)

Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa selventää ympäristöministeriön asetusta rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta ilmanvaihdon mitoittamisen osalta. Opas koskee uuden rakennuksen sisäilman ja ilmanvaihdon suunnittelua ja rakentamista, sekä rakennuksen laajennusta ja kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä, ja kaikkia ilmanvaihtotapoja, kuten asetustekstikin. Oppaassa esitettyjä vähimmäisilmavirtoja käyttämällä päästään hyvään sisäilmanlaatuun tiloissa, joissa on tavanomaista käyttöä vastaavia ilmanlaatua heikentäviä tekijöitä. Esitetyt ilmavirrat edellyttävät rakentamisen aikana vähäpäästöisten materiaalien käyttöä. Jos materiaalit eivät ole vähäpäästöisiä tai tilassa on poikkeuksellisia epäpuhtauslähteitä, ilmanvaihdon tulee olla tässä oppaassa esitettyä suurempi. (3, s. 4.)

Opas asuinrakennuksen ilmanvaihdon mitoitukseen käsittelee asuntojen ilmanvaihdon mitoitusta, lähtien liikkeelle tilan tyypillisestä epäpuhtauskuormasta ja tavoitellusta sisäilman laadusta. Oppaassa ei käsitellä lämpöolojen tai erityisten epäpuhtauslähteiden hallitsemiseksi tarvittavia ilmavirtoja, eikä ilmanvaihdon teknistä toteutusta. (4, s. 4.)

2.3 Sisäilmasto ja ilmanvaihto-opas

Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas on otettu käyttöön vuonna 2018 ja viimeinen päivitys siihen on tehty 11.6.2024. Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas on tehty maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen yhteydessä. Lakimuutosten yhtenä tavoitteena oli erottaa määräykset ohjeista. Oppaaseen on kerätty ne opastavat ja selittävät ohjeet, jotka eivät ole enää käytössä vanhoista rakentamismääräyskoelmista. (5, s. 2.)

Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas koostuu opastavista teksteistä, jotka on tehty yhteistyössä alan toimijoiden kanssa ympäristöministeriön sisäilmasto ja ilmanvaihto -asetuksen soveltamisen tueksi. Yksittäiset ohjeet on järjestetty asetuksen pykälien mukaisiin alakohtiin. Varsinaiset asetustekstit on kopioitu asetuksesta. Opasta täydentää kokoelma esimerkkejä, jotka täydentyvät ajan kuluessa. (5, s. 1.)

Oppaan kaikkien kappaleiden alussa on asetusteksti, joka on velvoittava. Velvoittavat asetustekstit on merkitty sivun vasempaan laitaan paksulla pystyvii-valla. Asetustekstin alapuolella olevat opastavat tekstit on kirjoitettu yleisellä tasolla niin, että niitä noudattamalla, esitetyt määräykset ja vaatimukset täyttyvät. Opastavat tekstit eivät ole velvoittavia. Oppaassa olevien opastavien tekstien lisäksi on muistettava, että on muitakin toteutustapoja, joilla päästään määräysten mukaisiin lopputuloksiin. (5, s. 1.)

Sisäilmasto ja ilmanvaihto -oppaan tehtävänä on helpottaa ilmanvaihdon suunnittelun onnistumista. Suunniteltaessa rakennusta on hyvä muistaa, että vaatimustasoksi on järkevää asettaa määräyksien minimitasoa korkeampi vaatimustaso, jolloin voidaan ennaltaehkäistä rakentamisvaiheen muutoksien aiheuttamia ongelmia. (5, s. 1.)

Suunnittelun ja rakentamisen lähtökohtana pidetään sitä, että oleskeluvyöhykkeelle tuotetaan terveellinen ja turvallinen sisäilmasto. Ilmanvaihto on osa sisäilmastoa, joten ilmanvaihdon huomioiminen rakennuksen suunnittelussa on suuressa roolissa. Ilmanvaihto voi siirtää muita sisäilmastoa kuormittavia tekijöitä tilasta toiseen, minkä takia suunnitteluvaiheessa on tärkeää huomioida kaikki ilmanvaihtoon liittyvät tekijät. Vastaavanlaisia sisäilmastoa kuormittavia tekijöitä voi syntyä myös rakennusvaiheessa, jos ilmanvaihtoon liittyviä asioita ei osata huomioida rakennusvaiheessa. Sisäilmastoa kuormittavat tekijät ilmenevät usein ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön yhteydessä.

Ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa tulee huomioida rakennuksen suunnittelun käyttötarkoituksen ja ensikäytön lisäksi mahdollisen muuntojouston asettamat vaatimukset. Muunneltavuuden, joustavuuden ja laajennettavuuden reunaehdot tulee kirjata esimerkiksi LVI-suunnittelun perusteet -asiakirjaan. (5, s. 13.)

Ilmavirtojen mittaus- ja tasapainotustyö on ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan tarkastus, jonka aikana selviää järjestelmän kokonaistoiminta. Tähän kokonaisuuteen kuuluu paljon muuttuvia tekijöitä, joita ei voida määrittää pelkillä asetuksilla. Tämän takia on tärkeää, että ilmanvaihdon kokonaistoimintaan liittyen on myös opastavia ohjeita, joiden avulla saavutetaan terveellinen ja turvallinen sisäilmasto.

2.4 Sisäilmastoluokitus 2018

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. Luokitusta voidaan käyttää uudisrakentamisen lisäksi soveltuvin osin myös korjausrakentamisessa. (6, s. 3.)

Luokitusasiakirjaan voidaan viitata rakennusselostuksessa ja LVI-työselostuksessa. Luokitus täydentää Suomen rakentamismääräyksiä, rakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia (MaalausRYL 2012, RunkoRYL 2010, SisäRYL 2013, TalotekniikkaRYL 2002), rakennusselostusohjetta (RT 15-11176), LVI-selostusohjetta (LVI 03-10360), urakkarajaliitteen mallia (RT 16-10699, LVI 03-10299), RT- ja LVI-ohjekortteja sekä muita rakentamiseen liittyviä asiakirjoja. Luokitus ei kumoakaan viranomaissäädöksiä ja niistä julkaistuja tulkintoja. (6, s. 3.)

Sisäilmastoluokitus 2018 sisältää kolme sisäilmastoluokkaa. Sisäilmastoluokat ovat S1, S2 ja S3. Rakennuksille asetetaan tavoite, sen mukaan mitä parempi sisäilmasto rakennukseen halutaan. Sisäilmastoluokka S1 on tavoitteiltaan korkein laatuluokka. Sisäilmastoluokka S3 on tyydyttävä laatuluokka., joka täyttää asetuksissa määritetyt vähimmäisvaatimukset. (6, s. 5.)

Sisäilmastoluokat määrittelevät sisäilmanlaatua ja niiden tunteminen ilmanvaihdon mittaus ja tasapainotustyön suorittamisen yhteydessä on tärkeää. Ilmanvaihdon suunnittelun ja ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön välissä saattaa syntyä muutoksia ilmanvaihtojärjestelmän toiminnassa, jonka takia ilmanvaihdon kanssa tekemisissä olevien henkilöiden on tärkeä tunnistaa, mitä kaikkia vaatimuksia sisäilmastoluokissa määritetään. Suunnittelijoille on määritetty sisäilmastoluokka, jonka mukaan ilmanvaihdon ulkoilmavirrat suunnitellaan (kuva 1). Sisäilmastoluokille on annettu omat tavoitearvot kaikille sisäympäristöön vaikuttaville tekijöille (kuva 2).

S1-luokka, ulkoilmavirta = 0,5 dm³/s, lattia-m² ja lisäksi 10 dm³/s, henkilö.

S2-luokka, ulkoilmavirta = 0,35 dm³/s, lattia-m² ja lisäksi 7 dm³/s, henkilö.

S3-luokka, ulkoilmavirta = 0,35 dm³/s, lattia-m² tai vähintään 6 dm³/s, henkilö.

Kuva 1. Sisäilmaluokituksen mukaiset ulkoilmavirtojen mitoitusilmamäärät (6, s. 15).

	S1	S2	S3
Hiilidioksidipitoisuuslisä* [ppm]	< 350	< 550	< 800
Radonpitoisuus [Bq/m ³]	< 100	< 100	< 200
PM _{2,5} [µg/m ³]	< 10	< 10	< 25
PM _{2,5} sisällä/ulkona	< 0,5	< 0,7	–
Ilman suhteellinen kosteus [% RH]	–	–	–
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttäjasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	–
asunnot	90 %	80 %	–

*suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus.

Kuva 2. Sisäympäristön laadun määrittämiseen käytettävät tavoitearvot (6, s. 7).

2.5 Ilmavirtojen mittaus- ja tasapainotus opas

Ilmavirtojen mittaus ja tasapainotus -opas on julkaistu 5.12.2023. Opas on laadittu, koska ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyössä käytettävät työskentelytavat ovat hyvin kirjavia, myös mittauspöytäkirjoissa on havaittu usein puutteita (kuva 3). Opas on tarkoitettu kaikille alan parissa työskenteleville. Oppaassa on teoriaosuus ja käytännön osuus. Lisäksi oppaaseen on kerätty yleisiä alaan liittyviä haasteita ja hyviä käytäntöjä. (7, s. 6.)

Tuloilma l/s +39							Poistoilma l/s -40							
Huone/tila	kpl	Tuloilmaventtiili	Nopeus m/s	Paine-ero	Asento	Mitattu ilmamäärä	Suunniteltu ilmamäärä	kpl	Poistoilmaventtiili	Nopeus m/s	Paine-ero	Asento	Mitattu ilmamäärä	Suunniteltu ilmamäärä
TYÖHUONE		100				+6								
MH		100				+6								
OH1		100				+6								
OH2		100				+6								
RT		100				+8								
TH		100				+7								
WC									100				-7	
VH 1									100				-4	
VH 2									100				-5	
SAUNA									100				-6	
PH									100				-10	
KHH									100				-8	

Kuva 3. Esimerkki puutteellisesti täytetystä mittauspöytäkirjasta.

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen ei ole perusteellista koulutusta eikä opetusmateriaalia. Opas on tehty, jotta ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön työskentelytavat saataisiin yhdenmukaisemmiksi sekä työskentelytapoja saisi opetettua helpommin ja yhdenvertaisimmin alalla työskenteleville henkilöille. (7, s. 6.)

Opas on laadittu siten, että oppaasta löytyisi kaikki tarpeellinen tieto ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön toteutukseen liittyen. Opas sopii käytettäväksi niin alalla aloittelevalle kuin kokeneemmallekin henkilölle. Oppaan avulla on pyritty keräämään kaikki ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvä tieto yhteen ja samaan paikkaan, josta ne ovat helposti löydettävissä. (7, s. 6.)

Oppaasta löytyvien käytännön esimerkkien ja hyvien käytäntöjen avulla on pyritty tuomaan esille alalla ilmenneitä haasteita. Näin pyritään lisäämään tietoisuutta alasta ja ennaltaehkäisemään työmailla syntyviä ongelmia. (7, s. 9.)

2.6 Ilmanvaihdon säädön yleisohje rakennusten paine-erojen hallintaan

Rakennusten rakennusvaipan yli vallitsevan paine-eron hallitseminen tiiviissä rakennuksissa on rakennusvaipan tiiviystason parantuessa tullut entistä tärkeämmäksi. Ilmanvirtojen tasapaino on keskeinen paine-eroon vaikuttava asia ja siihen tulee kiinnittää erityistä huomiota ilmanvaihdon suunnittelussa. (8, s. 1.)

Ohje on tarkoitettu käytettäväksi tiiviissä rakennuksessa koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän mittaus- ja tasapainotustyön avuksi. Ohjeessa on annettu suosituksia paine-eroille, joita tavoitellaan tiiviiden rakennuksien mittaus- ja tasapainotustyössä sekä ohjeita työn suorittamiseen. (8, s. 1.)

Ilmanvaihdon säädön yleisohje rakennusten paine-erojen hallintaan on tarkoitettu käytettäväksi rakentamismääräysten ja ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, sekä muun ilmanvaihdon suunnitteluun ja säätöön liittyvän ohjeistuksen kanssa. (8, s. 1.)

Ilmanvaihtojärjestelmän oikealla toiminnalla on suuri merkitys rakennuksen vaiipan yli paine-eroon. Rakennuksen painesuhteiden hallinta ei ole suoraan ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön tekijän työtehtävä. Rakennuksen ilmavirrat voivat olla säädetty oikein, mutta painesuhteet rakennuksessa eivät ole oikeat tai vastaavasti ilmavirrat voivat olla väärät, vaikka rakennuksen painesuhteet olisivat oikeat. Tämän takia ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön kanssa tekemisissä olevien henkilöiden on tärkeä tiedostaa ilmanvaihdon oikeanlainen toiminta sekä rakennuksen painesuhteisiin vaikuttavat asiat. (7, s. 59.)

Rakennusten ulkovaipan tiiveys on parantunut viime vuosikymmenien aikana merkittävästi. Vanhemmassa rakennuskannassa ilmanvuotoluku (q_{50}) voi ylittää $10 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$, mutta tällä hetkellä maksimiarvona mm. energialaskennassa käytetään lukua $4 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ja uudisrakennusten tapauksessa $1 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ on yleisesti käytetty saavutettava tavoitearvo. (8, s. 3.)

Osassa vanhaakin rakennuskantaa ulkovaipan ilmatiiveys voi olla varsin hyvä. Myös tehdyt korjaukset, kuten ikkunoiden uusiminen, yleensä parantavat rakennusten ilmatiiveyttä. Rakennuksiin on saatettu tehdä nimenomaan ilmatiiveyden parantamiseen tähtäviä toimenpiteitä. Ulkovaipan ilmatiiveyden parantuminen on luonut uudenlaisen ongelman. Virtausmittauksella toteutettu Ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtojen mittauksarkkuus ei ole riittävä mitattaessa pieniä ilmavirtoja. Mittausmenetelmä asettaa tästä syystä haasteita ilmavirtojen säätämiseksi. (8, s. 3.)

3 Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvät koulutukset

3.1 Mittaus- ja tasapainotustyön tutkintokoulutukset

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvää koulutusta järjestetään tutkintokoulutuksina. Perustutkinnossa on 25 osaamispisteen tutkinnonosa ilmanvaihdon mittaus ja tasapainotus. Perustutkinto tasolla opiskelija arvioidaan asteikolla 1 tyydyttävä – 5 kiitettävä. Opiskelijan ammattitaitovaatimuksena perustutkinnossa on kanavistojen ilmavirtojen mittaus ja tasapainotus itsenäisesti ohjeistettuna tai itsenäisesti suoritettuna. (9.)

Ammattitutkinnossa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvä tutkinnonosa on ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotus. Tutkinnon osa on 25 osaamispisteen arvoinen. Tutkinnonosa arvioidaan hyväksyty/hylätty asteikoilla ja siinä opiskelijan ammattitaitovaatimuksina on ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtojen mittaus- ja tasapainotus annettuihin arvoihin. (10.)

Talotekniikan erikoisammattitutkinnon perusteissa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöstä ei ole pakollista tutkinnon osaa. Erikoisammattitutkinnossa on kaksi valinnaista tutkinnon osaa, joihin ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö sisältyy. Ilmanvaihtourakan käytännön järjestämisen tutkinnon osassa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöstä ei ole erillisiä ammattitaitovaatimuksia, mutta opiskelijan pitää hallita ilmanvaihtourakan kokonaisuus, johon ilmanvaihdon mittaus ja tasapainotus sisältyy. Toinen valinnainen tutkinnonosa on ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja huolto, jossa ammattitaitovaatimuksina on osata suorittaa ilmanvaihtojärjestelmän mittaus ja tasapainotus osana tutkintoa. Lisäksi pitää osata ilmanvaihtojärjestelmän ohjaus ja automatiikka sekä sisäilmaan liittyviä asioita, jotka ovat keskeisessä roolissa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyössä. (11.)

Korkeakouluissa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä opetetaan yksittäisten kurssien sisällä. Kurssit eivät keskity pelkästään ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön, vaan kurssit käsittelevät muitakin LVI-mittauksiin liittyviä mittauksia. Ammattikorkeakoulusta löytyy mm. LVI-mittaustekniikkakurssi, jonka tutkinnon osaamistavoitteissa mainitaan, että opiskelija hallitsee yleisellä tasolla kaikki yleisimmät LVI-alan mittaukset ja osaa soveltaa niitä erilaisissa tilanteissa. (12.)

3.2 Mittaus- ja tasapainotustyön avoimet koulutukset

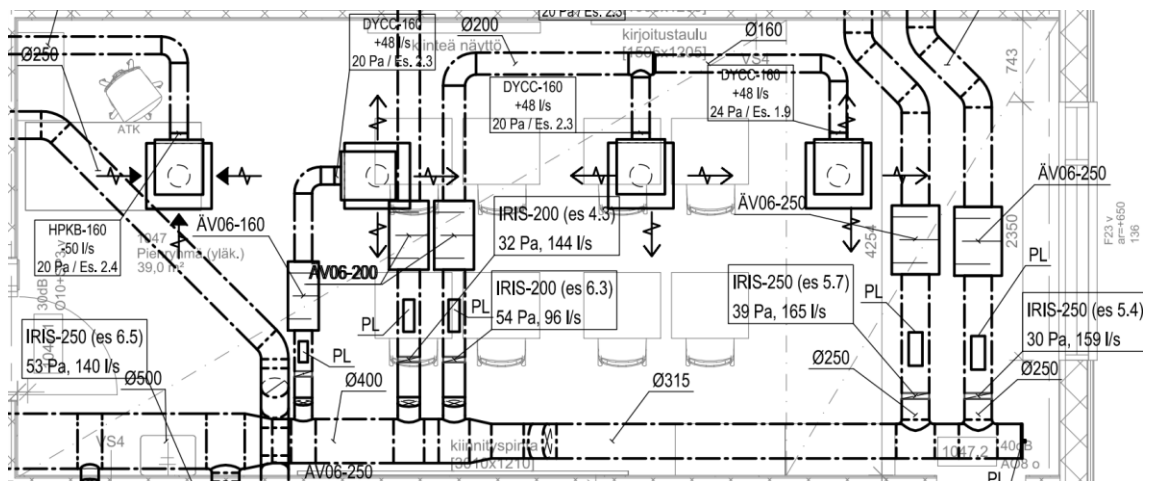
Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvien tutkintokoulutuksien lisäksi järjestetään yksittäisiä avoimia koulutuksia. Avoimia koulutuksia järjestävät yksittäiset toimijat. Koulutukset vaihtelevat yksittäisestä päivästä muutamaaan päivään. Yksi avoin koulutus on SuLVI:n (Suomen LVI-liitto) järjestämä ilmanvaihdon mittauksen pätevyyskoulutus, joka on kolmepäiväinen koulutus ja sen suoritettua on mahdollista saada SuLVI:n ilmanvaihdon mittauksen pätevyys. (13.)

Yksittäisiä ilmanvaihdon mittauskursseja järjestää mm. Teknocalor Oy, jolla on yhden päivän mittaisia mittauskursseja. Lisäksi heillä on tarjolla yhden päivän mittainen jatkokurssi aiheeseen liittyen. Pääsääntöisesti aiheeseen liittyviä koulutuksia on tarjolla hyvin vähän. (14.)

4 Ilmanvaihtojärjestelmän mittaus- ja tasapainotustyöhön vaikuttavat tekijät

4.1 Mittaus- ja tasapainotustyön huomioiminen suunnitteluratkaisuissa ja rakennusvaiheessa

Ilmanvaihdon suunnitteluratkaisut voivat oleellisesti vaikuttaa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön onnistumiseen. Pahimmassa tapauksessa huonot tai väärät ratkaisut voivat aiheuttaa laadullisia ongelmia ilmanvaihdon tai koko rakennuksen toiminnassa (kuva 4). Toisinaan suunnittelija voi joutua tekemään ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyölle epäedullisia ratkaisuja ahtaiden tilojen tai muiden suunnitteluhaasteiden takia. Ilmanvaihdon oikean toiminnan ja sujuvan tasapainotuksen mahdollistaminen lähtee jo tilasuunnittelusta ja arkkitehtuurista. Ilmanvaihtolaitteille ja muulle talotekniikalle tulisi aina varmistaa riittävät tekniset tilat, kuilut ja muut tilavaraukset, että laitteet on mahdollista asentaa laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti suojaetäisyydet ja huoltotilat huomioiden. Kaikille säädettäville ja huollettaville laitteille tulee myös olla mahdollisimman vaivaton ja turvallinen pääsy. (7, s. 36.)



Kuva 4. Esimerkki ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön vaikuttavasta virheellisestä suunnitteluratkaisusta. Tila suunniteltu 96 l/s ylipaineiseksi, vaikka tilan pitäisi olla suunniteltu ilmavirtojen osalta tasapainoon.

Suunnittelijat tekevät suunnittelutyön ennen rakennusvaihetta, jonka takia työmaan aikainen läsnäolo työmaalla on vähäistä. Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön laadukkaan lopputuloksen takaamiseksi suunnittelijan osallistuminen työmaan toimintaan työn aikana on äärimmäisen tärkeässä roolissa. Työmaan aikana syntyviä muuttuvia tekijöitä syntyy paljon ja suunnittelijan pitää pystyä tekemään suunnitteluratkaisuja kokonaisuuden kannalta. Mikäli suunnitteluratkaisut työmaan aikana ovat vääriä, voi syntyä tilanne, jossa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä ei voida suorittaa loppuun laadukkaasti. (15.)

Työmaa aikaista toimintaa varten Ilmavirtojen mittaus ja tasapainotus -oppaaseen on tehty ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön aloituspalaveri pöytäkirjamalli (liite 1). Pöytäkirjamallin avulla on pyritty auttamaan työmaan toteutusta siihen, että kaikki työmaalla ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön sidoksissa olevat henkilöt ovat tietoisia työmaan tilanteesta. Tavoitteena tällä on yhdistää työmaan toimintaa suunnitteluvaiheesta työn lopputarkastuksiin. (7.)

Työmailla ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö kuuluu luovutusvaiheen työtehtäviin. Luovutusvaiheen aikataulu on usein lyöty lukkoon jo työmaan suunnitteluvaiheessa tai, kun rakentaminen alkaa. Luovutusaikataulua harvoin muutetaan, vaikka rakennusvaiheen aikataulut viivästyisivät tai muuttuisivat. Tämän takia mittaus- ja tasapainotustyö joudutaan usein tekemään rakennuksen ollessa keskeneräinen (kuva 5). Usein näissä tilanteissa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö tehdään puutteellisesti, jolloin työtä joudutaan jatkamaan luovutus- tai käyttöönottovaiheen jälkeen. (7, s. 78.)



Kuva 5. Esimerkki keskeneräisestä työmaasta, jossa pitäisi aloittaa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö.

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön sidoksissa olevia töitä aloitetaan jo aikaisessa rakentamisvaiheessa työmaalla. Runkovaiheessa tehdään ensimmäisiä ilmanvaihdon asennuksia ja rakennustekniikan osalta tehdään mm. ikkuna asennuksia, jotka vaikuttavat rakennuksen tiivyyteen. Useissa kohteissa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvien ongelmien syyksi on selvinnyt aikaisessa rakennusvaiheessa tehdyt virheet. Pääsääntöisesti nämä virheet pystyttäisiin ennaltaehkäisemään, kun työntekijät tietäisivät, mihin kaikkien puutteellisesti tehty työ vaikuttaa. Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö toimii työmailla erinomaisena laadunvarmistajana monelle rakennusvaiheen työlle. (15.)

4.2 Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan vaikutus mittaus- ja tasapainotustyöhön

Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnalla ja sen ohjauksella on suuri vaikutus ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön. Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan varmistamiset ennen mittaus- ja tasapainotustyön aloitusta vaihtelevat jonkin verran, riippuen kohteesta ja siitä ovatko kohteet uudiskohteita (kuva 6) vai vanhempia (kuva 7) kohteita. (7, s. 52.)

Uudiskohteissa tehtävät ilmanvaihdon toiminnan tarkastukset:

- Ilmanvaihtokoneiden toimintakunnon ja puhtauden tarkastus; ilmanotto, sulkupellit, suodattimet, LTO, patterit, puhaltimet, kammiot...
- Kohteen tarkastus suunnitelmien ja asennusten paikkansa pitävyyden suhteen
- Moottoroitujen laitteiden toimintakunnon ja sijoitusten tarkastus
- Sääto- ja palopeltien tarkastukset
- Päätelaitteiden tarkastus ja suojien poistot
- Kohteen kokonaistoiminnan tarkastus aistinvaraisesti, tasapainotukseen vaikuttavat tekijät, esim. ovia puuttuu, ikkunoita auki, keskeneräiset rakennusosat...
- Sähkämiehen asentamien, ilmanvaihdon toimintaan vaikuttavien laitteiden toiminnan tarkastus, esim. ilmanvaihtokoneiden ohjaukset ovat sähkömiehen kytkemiä, meneekö koneet päälle, toimiiko taajuusmuuttajat, muuntajasäätimet, tyristorit ym.
- Automaation toiminnan tarkastus yleisellä tasolla, esim. että ilmanvaihtokoneet lähtevät päälle ja ohjaukset toimivat ja ovat lukittavissa tasapainotusta varten, automaatiosta ohjattavien säätölaitteiden ja kompensointien toiminta
- Tasapainotuksen aikana tehtävät havainnot ilmanvaihtoon liittyvistä poikkeavuuksista, esim. poikkeukselliset vaipan yli paine-erot, kanavavuodot, virheelliset laitekytkennät, asennuspuutteet ym.
- Ilmanvaihdon kokonaistoiminnan tarkastus tasapainotuksen jälkeen yhdessä automaatiourakoitsijan kanssa; suunnitelmien mukainen toiminta, ohjausten toiminta, järjestelmän vakaus eri käyttötilanteissa, kompensoinnit, ilmanvaihdon käyttö rakennusten käyttöaikojen ulkopuolella
- Tarkastaa mahdolliset muutokset mitoitettuihin ilmavirtoihin

Kuva 6. Ennen ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä tehtävät toiminnan tarkastukset uudiskohteissa (7, s. 53).

Uudiskohteissa täytyy huomioida se, että rakennus eikä ilmanvaihtojärjestelmä ole ollut aikaisemmin käytössä. Vanhemmissa kohteissa ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan tarkastuksessa voidaan hyödyntää saatavilla olevia aikaisempia dokumentaatioita. Vanhemmista kohteista saatava tieto voi olla vähäistä ja sen takia ennen ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä on suositeltavaa tehdä ilmanvaihdon kartoitus tai puhdistus, joiden avulla saadaan tarkempaa tietoa kohteesta. (7, s. 52.)

Vanhassa kohteessa tehtävät ilmanvaihdon toiminnan tarkastukset (jos puhdistus tehdään ennen tasapainotusta, tarkastukset voidaan saada tehtyä suurimmaksi osin sen yhteydessä):

- Aiempien pöytäkirjojen, raporttien ja poikkeamailmoitusten tarkastus; mittaus- ja puhdistuspöytäkirjojen havaintojen läpikäynti, ilmanvaihdon katsastusasiakirjojen tarkastus, tutkimusraporttien huomiot ja mahdolliset tehdyt korjaukset.
- Ilmanvaihtokoneiden toimintakunnon ja puhtauden tarkastus tarvittaessa; ilmanotto, sulkupellit, suodattimet, LTO, patterit, puhaltimet, kammiot, antureiden kalibrointitaso...
- Automaation toiminnan tarkastus ja ohjausten testaus yleisellä tasolla
- Kohteen läpikäynti aistinvaraisesti mahdollisten poikkeavuuksien havainnollistamiseksi. Esim. puuttuvat tai puutteelliset päätelaitteet, tukitut päätelaitteet, rikkinäiset kanavaosat, poikkeavat äänet ja hajut, tilojen muutokset ilmanvaihtokuvaan verrattuna tai käyttäjien toiminnan vaikutukset ilmanvaihdon toimintaan
- Jos puutteita on havaittavissa paljon, on kohteessa syytä tehdä kokonaisvaltainen laajempi järjestelmäselvitys tai ilmanvaihdon katsastus.
- Jos merkittäviä puutteita ei havaita, voidaan aloittaa tasapainotustyö kokonaisilmavirtojen mittauksella ja muilla tarpeen mukaisilla tarkastusmittauksilla. Jos kohteen sisärakenteet ovat aistinvaraisesti tarkasteltuna tiiviit, voidaan ilmanvaihdon tasapainoa arvioida myös tilojen välisten paine-erojen mittauksilla
- Jos ensimmäisissä mittauksissa ilmenee merkittäviä poikkeamia mittaustuloksissa, on syytä tehdä laajempaa selvitystyötä uudiskohteiden tapaan siltä osin, kun on tarve.
- Jos mittauksen ja tasapainotuksen aikana ei ilmene ongelmia ilmanvaihdon toiminnassa, jää tarkastettavaksi lähinnä eri käyttötilanteiden ja toimilaitteiden toiminta
- Ilmanvaihdon kokonaistoiminnan tarkastus tasapainotuksen jälkeen yhdessä automaatiourakoitsijan kanssa; suunnitelmien mukainen toiminta, ohjausten toiminta, järjestelmän vakaus eri käyttötilanteissa, kompensoinnit, ilmanvaihdon käyttö rakennusten käyttöaikaisten ulkopuolella

Kuva 7. Ennen ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä tehtävät toiminnan tarkastukset vanhoissa kohteissa (7, s. 53).

Ilmanvaihdon toiminnan varmistaminen ei kuulu pelkästään ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön suorittajalle. Uudiskohteissa ennen työn suoritusta pitää olla suoritettuna viranomais määräysten mukaiset tarkastukset ja toiminta pitää tarkastaa yhteistyössä muiden urakoitsijoiden kanssa. Vanhemmissa kohteissa toiminnan varmistamisessa on syytä olla mukana ainakin automaatiourakoitsija. Kokonaisuudessa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö toimii rakennuksen lopullisena ilmanvaihtojärjestelmän laadun varmistamisena.

Ennen mittaus- ja tasapainotustyön aloitusta on varmistettava, että rakennuksessa vallitsevat olosuhteet vastaavat sen normaalia käyttöaikaista tilannetta. Mikäli mittausolosuhteet ovat puutteelliset, mahdollistaa se ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyössä virheitä, jotka pahimmillaan voivat aiheuttaa koko rakennuksen uudelleen säädön. Mittaus- ja tasapainotustyön mittausolosuhteiden perusedellytyksen ovat esitetty kuvassa 8. (7, s. 54.)

Tasapainotuksen onnistumisen kannalta mittausolosuhteiden perusedellytyksiä ovat:

- Rakennuksen ulkovaippa on valmis
- Ulko-ovien, ikkunoiden ja muiden luukkujen osalta varmistetaan, että ne voidaan pitää suljettuina koko tasapainotustyön ajan.
- Ilmanvaihtoon liittyvät koneet ja laitteet ovat asennettuna ja suojaukset poistettuna
- Pölyvät työvaiheet tehty
- Loppusiivouksen ensimmäinen vaihe tehtynä ja tarkastettuna
- Ilmanvaihdon automaation toimintakokeet suoritettuna ja hyväksyttynä
- Mittausyhteet, säätöpellit ja päätelaitteet ovat oikein asennettuna
- Ilmanvaihdon suunnitelmat ja ilmavirrat läpikäytyinä ja mahdolliset korjaukset/muutokset huomioituna

Kuva 8. Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön perusedellytykset (7, s. 54).

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön vaikuttavat laitevalmistajien antamat ohjeet ilmanvaihtolaitteiden toimintaan. Ennen mittaus- ja tasapainotustyön suoritusta on tärkeää varmistaa laitevalmistajien antamat ohjeet laitteillaan. Laitevalmistajan ohjeista on hyvä tarkastaa muun muassa seuraavia asioita:

- Venttiilien puhalluskuviot, heittopituudet ja painetasot
- Suojaetäisyydet ja asennusvaihtoehdot
- K-arvojen laskentatavat tai tulkinta
- Äänitasokäyrät
- Muita tärkeitä tietoja päätelaitteiden käsittelystä. (7, s. 54.)

Ilmanvaihtolaitteissa voi ilmetä yksittäisiä haasteita, joiden takia on suositeltavaa tehdä mittaus- ja tasapainotustyön aloitusvaiheessa tarpeelliset tarkastusmittaukset laitteiden toiminnasta. Yksittäisissä tapauksissa on ilmennyt poikkeamia mm. laitteiden k-arvoissa tai laitteiden mittaustarkkuudessa. Mikäli nämä asiat selviävät vasta mittaus- ja tasapainotustyön loppuvaiheessa voi se johtaa koko työn uudelleen tekemiseen. (7.)

4.3 Työntekijöiden ammattitaidon vaikutus mittaus- ja tasapainotustyöhön

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön lopputulokseen vaikuttaa suuresti työn suorittajan ammattitaito. Työn suorittajalta ei tällä hetkellä tarvitse vaatia minkäänlaista osaamistasoa, jonka takia työn voi käytännössä suorittaa kuka tahansa, jolla on työhön sopivat mittalaitteet. Tämän takia työn suorittajan ammattitaidolla on erittäin suuri vaikutus siihen, miten ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö saadaan suoritettua. (7, s. 6.)

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyössä työkohteet ja erilaiset ilmanvaihtojärjestelmät voivat vaihdella paljon. Pitkään ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön parissa työskennellyt henkilö, ei välttämättä ole kaikkien järjestelmien osalta ammattitaitoinen mittaus- ja tasapainotustyön suorittaja. Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvien perusteellisten koulutuksien ja ohjeiden puutteiden vuoksi työn suorittajien ammattitaito voi olla hyvinkin puutteellista. (15.)

5 Tutkimusmenetelmänä haastattelu

Tutkimus suoritetaan kvalitatiivisena haastattelututkimuksena. Kvalitatiivinen tutkimus on laadullinen tutkimus. Laadullisessa tutkimuksessa lähtökohtana on todellisen tilanteen kuvaaminen mahdollisimman laajasti (16, s.161). Kvalitatiivisessa tutkimuksessa etukäteen laadittujen kysymysten pohjalta tutkimushenkilöt pääsevät kertomaan aiheeseen liittyvistä omista kokemuksistaan ja mielipiteistään henkilökohtaisessa haastattelussa tai ryhmähaastattelussa (17). Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tulee esiin haastateltavien henkilöiden omakohtainen kokemus aiheesta. Tutkimuksen määrittelevänä arvona voi olla määrä tai laatu (16, s.161).

Kvalitatiivisen tutkimuksen pääasiallinen menetelmä on haastattelu. Tutkimuksessa suoritetaan yksilöllinen henkilöhaastattelu. Haastattelun aikana voidaan mukautua tilanteen vaatimalla tavalla ja sen takia haastateltavilta on mahdollista saada tarkempia ja yksityiskohtaisempia vastauksia, kuin esimerkiksi kirjallisesta kyselystä. (18, s. 204.)

Tutkimukseen haastateltiin 12 henkilöä, jotka ovat tekemissä ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön kanssa jollakin tavalla. Osa haastateltavista henkilöistä on tekemisissä mittaus- ja tasapainotustyön kanssa päivittäin ja osa vain harvakseltaan. Haastattelu suoritettiin avoimena haastatteluna. Haastattelua varten henkilöille lähetettiin ennakkoon kysymykset (liite 2), joiden avulla haastateltavien oli helpompi valmistautua haastatteluun. Haastattelussa oli yhteensä 15 kysymystä, jotka esitettiin kaikille haastateltaville. Ensimmäisellä kysymyksellä selvitettiin haastateltavan taustatiedot, ammattinimike, koulutustausta ja työkokemus. Kysymysten 2–14 aiheet käsittelivät ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön osaamista, laadunvalvontaa, ammattitaitoa ja yleistä työhön liittyvää asiaa. Kysymys 15 oli vapaa sana aiheeseen liittyen.

Haastattelun kysymykset laadittiin niin, että haastattelu etenee loogisessa järjestyksessä. Ensimmäiset kysymykset oli osoitettu haastateltavaan henkilöön ja hänen omaan osaamiseensa liittyen, seuraavat kysymykset liittyivät haastateltavan henkilön kanssa sidoksissa oleviin työntekijöihin ja viimeiset kysymykset selvittävät haastateltavan henkilön omaa näkemystä kokonaisvaltaisesti aiheeseen liittyen. Kysymysten asettelulla haastateltava pyrittiin saamaan miettimään ensiksi omaa osaamista, jonka avulla haastateltava pystyi vertaamaan omaa osaamistaan sidosryhmiin sekä kokonaisuuteen nähden. Haastattelussa käytetty menetelmä oli puolistrukturoitu, eli kysymykset esitettiin kaikille samassa järjestyksessä, jotta vastaukset ovat vertailukelpoisia keskenään. (19, s. 86.)

6 Tutkimus ja tutkimuksen tulokset

Tutkimusta varten haastatteluihin osallistui yhteensä 12 ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön kanssa tekemisissä olevaa henkilöä. Haastateltavista henkilöistä kolme toimii mittaus- ja tasapainotustyöntekijöinä, neljä LVI/IV-asiantuntijana tai valvojana, yksi johtavana LVI-asiantuntijana, kaksi talotekniikan projektipäällikkönä tai Talotekniikka asiantuntijana rakennusliikkeessä, yksi kouluttajana ja yksi teknisenä isännöitsijänä. Haastattelut suoritettiin syys- ja loka-kuussa 2024. Haastattelut sovittiin haastateltavien kanssa etukäteen ja ne suoritettiin puhelimitse tai kasvotusten. Haastateltaville henkilöille kerroin haastattelun sopimisen yhteydessä, että tutkimus suoritetaan nimettömänä haastatteluna. Haastattelut suoritettiin niin, että haastateltavalle lähetettiin kysymykset etukäteen, jonka jälkeen haastateltavat ilmoittivat sopivan ajankohdan haastattelulle. Haastateltavan henkilön vastaukset kirjattiin ylös haastattelun aikana.

Haastateltavat henkilöt on nimetty tutkimuksessa nimityksillä H1-H15. H1-H3 toimivat mittaus- ja tasapainotustyöntekijöinä, H4-H7 LVI/IV-asiantuntijana tai valvojana, H8 ja H9 talotekniikan projektipäällikkönä tai talotekniikka asiantuntijana rakennusliikkeessä, H10 kouluttajana, H11 teknisenä isännöitsijänä ja H12 johtavana asiantuntijana ja suunnittelijana. Haastateltavien henkilöiden työkokemus nykyiseen työtehtävään liittyvältä alalta oli 4–30 vuotta. Haastateltavien henkilöiden työkokemuksesta voidaan todeta, että kaikilla henkilöillä on riittävästi työkokemusta siihen, että henkilöt pystyvät arvioimaan omaa osaamistaan, arvioida muiden osaamista työmailla sekä arvioida ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön vaatimuksia yleisellä tasolla.

6.1 Alalla työskentelevien henkilöiden koulutukset ja niiden sisältö

Kaikkia haastateltavia henkilöitä yhdistävänä tekijänä voidaan pitää sitä, että henkilöt kokivat oppineensa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvää työtä suurimmaksi osaksi mestari-kisälli -menetelmällä tai itse oppimalla, riippumatta siitä minkälaista koulutusta kukakin oli saanut aikaisemmin.

Haastateltavat henkilöt kokivat suurimmalta osin ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön liittyvän koulutuksen olleen vähäistä. H12 on suorittanut diplomi-insinöörin opinnot ja hän koki, että suurimman koulutuksen ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön hän on saanut työpaikalla suoritettuna kahden viikon perehdytysjakson aikana. Yliopisto opinnoissa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön osuus on ollut yhden kurssin yksittäinen opetuskerta ja pieni käytännön harjoitus.

H3-H6 ja H9-H10 ovat suorittaneet ammattikorkeakoulu tutkinnon ja he kokivat aiheeseen liittyvän koulutuksen olleen liian lyhyt ja riittämätön. H4 ammattikorkeakoulu opinnoissa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön käytännön tehtävät tehtiin ryhmässä ja käytännön opetusta oli ollut vain yksi opetuskerta. Ammattikorkeakoulu opinnot suorittaneet henkilöt sekä muut alaan liittyviä opintoja suorittaneet kokivat, että teorian tasolla opetusta on ollut enemmän, mutta ei riittävästi. Käytännön opetusta on ollut liian vähän tai ei ollenkaan.

H1 oli työskennellyt 15 vuotta ja hänellä ei ole suoritettuna muita koulutuksia, kuin SuLVI:n ilmajärjestelmien mittaus pätevyyskurssin. H1 toimii ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöntekijänä ja koki, että kaikki saamansa oppi on tullut itse oppimalla tai kokeneemmalta työntekijältä. H1 on toiminut usealla työmaalla ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön asiantuntijana, jolloin hän on joutunut kertomaan muille koulutetuimmille työn parissa oleville henkilöille, miten ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö suoritetaan oikein. H1 kokemus vahvistaa muiden haastateltavien esille tuomaa puutteellista koulutusta aiheeseen liittyen.

H6 koki oppineensa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön käytännön ammattikorkeakoulu opintojensa jälkeen, päästyään tekemään aiheeseen liittyviä käytännön ja työnjohto töitä. H6 olisi toivonut, että opintojen aikana olisi saanut enemmän oppia käytäntöön liittyvistä asioista. Työhön liittyy paljon ongelmia, joita joutuu ratkomaan ja näitä asioita olisi voinut opettaa jo opintojen aikana enemmän.

H10 kouluttaa ilmanvaihtoalan opiskelijoita ja koki, ettei kaikissa koulutuksissa ja tutkinnoissa ole huomioitu ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön tärkeyttä. Useimmissa koulutuksissa aihe käsitellään tutkinnoissa hyvin lyhyesti tai jätetään käsittelemättä kokonaan. H10 koki syyksi tälle, ettei kaikilla alaa koulutavilla henkilöillä ole välttämättä riittävää tietoa ja osaamista aiheeseen liittyen. H10 kertoi pystyvänsä vaikuttamaan omaan koulutustyöhönsä, jossa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön tärkeys näkyy opiskelijoiden monipuolisena ja runsaana käytännön harjoitteluna koulutuksen aikana.

6.2 Työtä tekeviltä työntekijältä vaadittava osaaminen

Haastattelussa selvitettiin, minkälaisia ammattitaitovaatimuksia ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöntekijälle on määritetty työmaille ja millä perusteella työntekijät valitaan työmaalle tekemään töitä.

H1 ja H2 nostivat esille, että heiltä on kysytty harvoissa yksittäisissä kohteissa SuLVI:n ilmavirtojen mittaus pätevyden osoittamista, jotta ovat saaneet työskennellä kohteessa. H7 oli kokenut vastaavanlaisia kokemuksia pätevyden vaatimisesta mittaus- ja tasapainotustyönsuorittajalle. Osalla haastateltavista oli tietoa pätevyydestä ja kuullut yksittäisillä työmaille tätä vaadittavan, mutta heillä ei ollut omakohtaista kokemusta asiaan liittyen.

Kaikkien vastanneiden osalta esiin nousi erityisesti se, että työtä pyritään tilaamaan sellaiselta työnsuorittajalta, joka tunnetaan entuudestaan ja sitä kautta on saatu varmistus ammattitaitoisesta työntekijästä. H2 koki, että hänet tilattiin työmaalle henkilökohtaisen osaamisen ja luotettavuuden takia, mutta hänellä ei ole mitään tapaa, miten asian voisi todentaa tuntemattomalle tilaajalle helposti. H5 koki tilaajan näkökulmasta vaikeaksi tilata työnsuorittajan, koska ei ole mitään millä varmistaa työnsuorittajan ammattitaitoa.

”– – Työmaalle mittaus- ja tasapainotustyötä voi tulla suorittamaan kuka tahansa, kenellä on työturvallisuuskortti. – –” (H5)

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön suorittajalle ei ole mitään ammattitaitovaatimuksia. H6, H8, H9 ja H11 kertoivat, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön kilpailutusvaiheessa he valitsivat kilpailutukseen mukaan vain sellaisia yrityksiä, joista heillä on aikaisempaa kokemusta tai ovat saaneet suosituksia muualta.

Muun muassa H3, H4 ja H10 toivat esille, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöntekijän osaamista pitäisi pystyä varmistamaan jollain tavalla ennen työn tilaamista. H4 koki, että henkilökohtaiset referenssit pitäisi olla saatavilla työnsuorittajasta, jotta osaaminen saadaan selville ennen työn aloittamista. H10 painotti, että työn suorittavassa yrityksessä voi olla henkilöitä, joilla on paljon osaamista ja toisinaan henkilöitä, joilla ei ole riittävää osaamista. Tämän takia olisi tärkeää, että olisi jokin menetelmä, minkä avulla henkilökohtainen osaaminen voitaisiin saada selville. H3 koki, ettei omaa henkilökohtaista osaamista voi osoittaa kovin helposti ulkopuolisille henkilöille, kun suoritettut koulutukset eivät osoita osaamista. Tämän takia H3 toivoi, että olisi henkilökohtaista osaamista osoittava mittari, esimerkiksi henkilökohtaiset referenssit.

6.3 Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotus työtä suunnittelevien, tilaavien ja valvovien henkilöiden osaaminen

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön vaikuttaa monen eri toimijan osaaminen ja toiminta. Haastateltavat henkilöt nostivat esille suunnittelijoiden, työn tilaajien ja valvojien ymmärryksen ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen. Haastateltavat kokivat yleisesti, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö pitäisi olla eri toimijoita yhdistävä tekijä, jossa kommunikaation pitäisi toimia suunnitteluvaiheesta luovutusvaiheeseen.

H5 koki, ettei hän osaisi suorittaa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä kokonaisuudessa itsenäisesti, mutta toimiessaan työn tilaajana tai valvojana hänen työtehtäviinsä kuuluu tehdä työn lopputuloksen varmistaminen, minkä H5 koki osaavansa tehdä. H5 toi esille sen, että hänellä pitäisi aina olla suunnittelijalta saatu työselostus, jossa on kerrottu, millä tavalla työ pitäisi suorittaa. H5

kertoi, että usein työselostuksissa on puutteita, jonka takia mittaus- ja tasapainotustyön toteutukseen syntyy ristiriitoja. H5 oli ottanut näiden haasteiden takia työmaillaan käyttöön ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvän aloituspalaverimallin käyttöön. Tämän avulla kaikki työhön liittyvät toimijat saatiin keskustelemaan työn oikeasta toteutustavasta. Työn suorittaminen helpottui ja kaikille tuli selväksi, millä tavalla työ saadaan suoritettua laadukkaasti. H5 koki, että ilmanvaihdon suunnittelijan pitäisi rohkeasti pyytää apua ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön ammattilaiselta, koska sillä säästyttäisiin monelta ongelmalta työmaalla.

H8 kertoi, että työmaiden loppuvaiheessa tulee usein kiistaa siitä, miten mittaus- ja tasapainotustyö pitäisi suorittaa. Usein ongelmana on se, että suunnitteluvaiheessa on tullut pieni virhe, mitä on pyritty korjaamaan työmaalla yhdessä valvojan kanssa, jolloin ei ole huomattu sitä, että pienen virheen korjaus vaikuttaa ilmanvaihtojärjestelmään mittausteknisesti todella paljon. H8 kokemuksen mukaan ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvät ristiriidat johtuvat siitä, että suunnittelijoilla, tilaajilla ja valvojilla on ollut puutteellinen osaaminen ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen. Tämän todettuaan H8 alkoi hyödyntämään mittaus- ja tasapainotustyöntekijää suunnittelijoiden apuna työmaan aikana, jotta suunnittelija ei joudu ratkaisemaan itsenäisesti sellaisia ongelmia, joissa voidaan hyödyntää alan ammattilaisia. H8 kertoi työlaadun parantuneen huomattavasti näiden toimien avulla.

Mittaus- ja tasapainotustyötä tekevät H1-H3 vahvistavat vastauksillaan sen, että suunnittelijat, tilaajat ja valvojat tarvitsevat tukea ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvissä asioissa. H1 kertoi useasti joutuneen kertomaan suunnittelijoille, tilaajille tai valvojille, ettei mittaus- ja tasapainotustyötä voi suorittaa suunnitelmien tai työselostuksen mukaisesti, jonka jälkeen H1 on kertonut, miten työ oikeasti olisi järkevin suorittaa. H1 koki, että mikäli hänet olisi otettu työmaalle mukaan aikaisemmassa vaiheessa olisi luovutusvaiheen ongelmat pystytty ratkaisemaan jo aiemmin. H3 koki, että suunnittelijoilla, tilaajilla ja valvojilla on jonkin verran tietoa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen, mutta työ on sen verran haastavaa, että yleinen tieto asiaan liittyen ei enää riitä, vaan pitäisi olla laajempaa osaamista tai sitten pitäisi osata pyytää apua alan asiantuntijoilta, joita H1-H3 kokevat kaikki olevansa.

6.4 Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön vaikuttavien sidosryhmien tieto työn tärkeydestä

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö on nykypäivän rakennuksissa tärkeässä asemassa, koska rakennukset ovat tiiviitä ja monet toiminnot tapahtuvat automaation avulla. Tämän takia ilmavaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä voidaan pitää rakennuksen lopullisena toiminnan varmistamisena. Monet työmaalla toimivat tahot ovat sidoksissa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön. Näitä ovat mm. rakennusurakoitsijat, automaatio- ja sähköurakoitsijat, ikkunoiden ja ovien asentajat sekä työmaan toimihenkilöt.

H7 koki, ettei työmailla olevat sidosryhmät ymmärrä ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön tärkeyttä, eikä sitä, että mittaus- ja tasapainotustyössä saadaan selville mahdollisesti rakennuksessa olevat puutteet. H7 kertoi, että usein sanotaan automaation olevan valmis mittaus- ja tasapainotustyötä varten, mutta todellisuudessa ilmanvaihtojärjestelmän ohjaukset eivät ole tehty oikein, jonka takia mittaus- ja tasapainotustyön suorittaminen vaatii automaation korjauksen siihen, mitä niiden pitäisivät olla. Tämän takia mittaus- ja tasapainotustyön aikataulu lyhenee ja työn laatu kärsii. H7 koki, että tämä johtuu siitä, etteivät sidosryhmät ymmärrä ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan vaatimuksia.

H9 koki, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvillä sidosryhmillä on entistä enemmän ymmärrystä työn tärkeydestä, vaikka osaamisessa on parantamisen varaa. Lisäksi H9 koki, ettei työmaan aikataulut mahdollista parasta toimintatapaa työmaalla. H9 arvioi, että mikäli työmaan aikataulutuksia ja toimintatapoja mietittäisiin laajemmin, niin silloin työmaan laatua saataisiin parannettua kokonaisuudessaan ja samalla ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö tulisi enemmän esille.

H4 kertoi kokemuksista, joissa sidosryhmät eivät ole olleet tietoisia ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvistä asioista. H4 on ollut tilanteissa, joissa ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa on pidetty oikeana, kunhan mittauspöytäkirjassa olleet tulokset ovat oikeat. Tilanteissa ei ole kuitenkaan osattu huomioida sitä, että rakenteet vuotavat ja ilmanvaihdon olisi pitänyt toimia useammalla eri teholla, joita ei ollut asetettu automaatioon. Näissä tilanteissa yhteisenä tekijänä oli se, että ensiksi pyrittiin korjaamaan ongelmaa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöllä, vaikka todellisuudessa vika oli jossain muualla.

H1, H5 ja H8 mainitsivat, vaikka työmaan toimihenkilöillä on omat osa-alueet, joita he hoitavat, pitäisi heidän olla tietoisia ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön tärkeydestä. H1 kertoi, että työmaalla voi olla jätetty esimerkiksi ulko-ovet asentamatta yksittäisestä tilasta ja ajateltu, että työn voi suorittaa myöhemmin. Tällaisissa tapauksissa ei ole osattu huomioida sitä, että mittaus- ja tasapainotustyötä ei voi suorittaa, mikäli ulko-ovet ovat asentamatta.

H2 ja H7 toivat esille yksittäisiä asioita, joita sidosryhmien pitäisi ymmärtää paremmin. Sidosryhmien isoimpana haasteena pidettiin IMS-järjestelmien mittaus- ja tasapainotustyötä. Järjestelmän oikeanlainen toiminta vaatii kaikilta työhön osallistuvilta sidosryhmiltä osaamista ja ymmärrystä ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen.

6.5 Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä ohjaavat tekijät

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön lopullinen toteutustapa selkeytyy työmaan edetessä. Työn toteutukseen vaikuttavia tekijöitä voi olla monia. Haastateltavien mukaan yleisimpänä mittaus- ja tasapainotustyötä ohjaavana tekijänä pidettiin aikataulua. Erityisesti kohteet, joissa on määritetty tarkka työn valmistuspäivä, aikataulut saattavat vaikuttaa mittaus- ja tasapainotustyön toteutustapaan ja laatuun. H1-H3 kokivat, että työmailla olevat ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön aikataulut ovat lähtökohtaisesti liian tiukat. Tämän takia työt pitää suorittaa kiireessä, jolloin työnlaatu kärsii ja työtä ei tehdä parhaalla mahdollisella tavalla. H1-H3 kaikki arvioivat, että mikäli pääsisivät aikaisemmin vaikuttamaan ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvissä asioissa työmaalla, työn laatu paranisi ja työt pystyttäisiin tekemään kiireettömämmällä aikataululla.

H9 kertoi, että aikataulut määrittävät ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä yhdessä työn suorittajan kanssa. Lisäksi työn suorittamiseen vaikuttavat osaltaan myös kustannukset. H9 mainitsi, että työtä ohjaavat tekijät huomioidaan parhaan mukaan työn aikana, jottei työn laatu kärsi. Tietyissä tilanteissa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä ei voida kuitenkaan pitää koko työmaan ohjaavana työvaiheena. Kokonaisuuden kannalta parhaat ratkaisut eivät välttämättä ole parhaat ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön näkökulmasta ja tämän takia nämä päätökset voivat vaikuttaa työn laadukkaaseen lopputulokseen jonkin verran H9 mukaan.

H4 ja H6 toimivat asiantuntija tehtävissä ja he kokivat ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä ohjaavaksi tekijäksi sen, että rakennuksessa olevat ongelmat saadaan ratkaistua. H6 mainitsi, että tietyissä kohteissa laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi, ei ole ongelmaa, vaikka aikataulu tai kustannukset menisivät alkuperäisen arvion yli. Pääasia on se, että työ saadaan laadukkaasti valmiiksi. Toisinaan H4 kohteissa työstä päättää työn maksava osapuoli ja silloin työtä ohjaava tekijä on työn kustannukset. Näissä tapauksissa H4 koki, että työ tehdään kustannukset edellä ja työn laatu kärsii merkittävästi. H6 totesi, että työhön liittyvät hinnat ovat hyvin kirjavia ja sen takia halvimmat hinnat ovat sellaisia, jolla työtä ei voi tehdä laadukkaasti.

6.6 Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvien asioiden kehittäminen

Haasteltavien henkilöiden vastauksista oli havaittavissa, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä katsotaan paljon oman työn näkökulmasta. Haastattelun edetessä henkilöt alkoivat kuitenkin pohtimaan aiheeseen liittyvää kokonaisuutta. Henkilöt huomasivat haastattelun aikana monia asioita, joissa on selkeitä epäkohtia ja niitä kehittämällä työhön liittyvää kokonaisuutta voidaan parantaa.

Suurin osa vastaajista toi esille ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön raportointiin vaadittavan mittauspöytäkirjan kehittämisen yhtenäisemmäksi. H11 kertoi, kuinka hankala hänen on tarkastaa työn lopputulosta, kun mittauspöytäkirjat ovat aina erilaisia ja niissä olevat tiedot ovat erilaisia. Erityisesti H11 koki, tämän ongelmaksi omassa työssään, jossa ei ole päivittäisessä tekemisessä mittaus- ja tasapainotustyön kanssa. H10 arvioi, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvä kouluttaminen olisi huomattavasti selkeämpää, jos käytössä olisi yhtenäinen mittauspöytäkirja (kuva 9).

ILMAMÄÄRÄMITTAUSPÖYTÄKIRJA

Rakennus:

Osoite:

Koje nro	tila	teho	mitattu	ohjearvo
TK2	kolona (teh.)	64 % (80 %)	70,7	71
PK2	kolona (teh.)	65 % (84 %)	-76,7	-77
TK3	kolona	60 %	70,9	70
PK3	kolona	64 %	-73,1	-73

Koje nro	tila	%	kanava pa	suod Pa	mitattu	ohjearvo
TK4	2	57,3	55	76	259,5	260
PK4	2	58,9	90	17	-286,3	-286

Pvm. 3.7 - 24.7.

IV työnjohtaja

Mittaja:

Mittari:

Kalibroitu (pvm)

Menetelmä:

Ulkoilman lämpötila:

Tuuli:

SwemaMan7
19.5.2023
paine-ero
20 °C
vaihteleva

TULOILMA										POISTOILMA									
HUONE / TILA	Koje nro	k- arvo	rako/ asento	paine/ nopeus	mitattu	ohje- arvo	koko (mm)	venttiili- malli	- ero %	Koje nro	k- arvo	rako/ asento	paine/ nopeus	mitattu	ohje- arvo	koko (mm)	venttiili- malli	- ero %	
TK/PK2																			
KERHOTILA	TK2	2,60	4	26,5	13,4	14	125	CLIK	-4,4	PK2	1,16	-8	47,8	-8,0	-8	100	KSO	0,2	
KERHOTILA	TK2	2,40	5	29,6	13,1	13	125	CLIK	0,4										
PUKuhuone	TK2	3,40	1	20,7	15,5	15	125	CLIK	3,1										
Viherruone	TK2	1,70	8	21,5	7,9	8	100	CLIK	-1,5	PK2	1,40	-5	31,8	-7,9	-8	100	KSO	-1,3	
PESUHUONE	TK2	2,95	5	24,1	11,5	12	100	KTS	-3,9	PK2	2,59	-1	38,1	-15,9	-16	125	KSO	-0,5	
PESUHUONE	TK2	2,95	5	24,1	11,5	12	100	KTS	-3,9	PK2	2,46	-2	42,3	-16,0	-16	125	KSO	0,0	
SAUNA	TK2	2,00	4	21,9	9,4	9	100	KTS	4,0	PK2	1,50	-4	38,8	-9,3	-9	100	KSO	3,8	
WC										PK2	3,06	3	40,7	-19,5	-20	125	KSO	-2,4	
Yhteensä:					70,7	71			-0,4					-76,7	-77				-0,4
TK/PK3																			
TEKNIKKATILA	TK3	1,00	2	33,6	5,8	6	100	KTS 180	-3,4	PK3	0,90	-11	60,1	-7,0	-7	100	KSO	-0,3	
SÄHKÖKESKUS	TK3	1,30	3	41,8	8,4	8	100	KTS 180	5,1	PK3	1,16	-8	50,9	-8,3	-8	100	KSO	3,4	
IRT.VAR.	TK3	4,20	13	28,6	22,5	23	125	KTS 180	-2,3	PK3	2,94	2	64,4	-23,6	-24	125	KSO	-1,7	
IRT.VAR.	TK3	4,10	12	33,4	23,7	23	125	KTS 180	3,0	PK3	3,06	3	59,2	-23,5	-24	125	KSO	-1,9	
SIVUOUS (kellari)	TK3	1,90	4	30,6	10,5	10	125	KTS 180	5,1	PK3	1,74	-8	38,1	-10,7	-10	125	KSO	7,4	
Yhteensä:					79,9	79			1,2					-73,1	-73				0,2
TK/PK4																			
LIKKEITILA	TK4	31,10	-	5,8	74,9	75	250	EAGLE Wb	-0,1	PK4	7,94	22	55,2	-59,0	-60	200	KSO	-1,7	
LIKKEITILA	TK4	31,10	-	5,4	72,3	75	250	EAGLE Wb	-3,6	PK4	7,94	22	58,9	-60,9	-60	200	KSO	1,6	
LIKKEITILA	TK4	31,10	-	6,2	77,4	75	250	EAGLE Wb	3,3	PK4	7,94	22	59,7	-61,3	-60	200	KSO	2,2	
LIKKEITILA	TK4	31,10	-	6,2	77,4	75	250	EAGLE Wb	3,3	PK4	7,94	22	56,1	-59,5	-60	200	KSO	-0,9	
TAUKOVAR.	TK4	3,10	6	39,8	19,6	19	125	KTS	2,9	PK4	1,50	-4	43,5	-9,9	-10	100	KSO	-1,1	
IV-KONEH.	TK4	1,30	3	22	6,1	6	100	KTS 180	1,6	PK4	0,90	-11	43,2	-5,9	-6	100	KSO	-1,4	
VARASTO	TK4	2,00	4	21,3	9,2	10	100	KTS	-7,7	PK4	1,50	-4	44,4	-10,0	-10	180	KSO	-0,1	
WC										PK4	3,06	3	41,8	-19,8	-20	125	KSO	-1,1	
Yhteensä:					259,5	260			-0,2					-286,3	-286				0,1

Kuva 9. Esimerkki mittauspöytäkirjasta, jossa on kattavat tiedot työn suorituksesta.

Haastattelussa nousi esiin se, ettei ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvää koulutusta ole tarpeeksi tai koulutuksien järjestämiseen ei ole riittävää osaamista. H3 koki, että mittaus- ja tasapainotustyöntekijänä joutuu tekemään paljon itsenäistä opiskelua uusien työhön liittyvien asioiden oppimiseen. H3 toivoi, että koulutusta olisi saatavilla helpommin. H3 ymmärsi myös sen näkökulman, että koulutuksia pitää olla tarjolla kohdennetusti. Esimerkiksi mittaus- ja tasapainotustyötä suorittava henkilö ei tarvitse samanlaista koulutusta, kuin suunnittelija, vaikka molemmat aiheeseen liittyvää koulutusta tarvitsisivat. H6 nosti esille sen, että ammattikorkeakoulu opintojen aikana olisi ollut mahdollista tuoda niitä asioita esille, joita työmaalla todellisuudessa on. H6 koki kuitenkin, että kouluttajalla ei ollut sellaista osaamista, jolla olisi voinut antaa syvempää koulutusta mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen. H10 koki, että koulutuksia pitäisi kehittää kaikille ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön parissa oleville, aina kouluttajista työn hyväksyvään valvojaan asti.

H4 ja H6 toivat esille sen, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyviä ohjeita ja oppaita pitäisi olla enemmän. Mikäli näitä olisi tarjolla enemmän, niin aiheen parissa työskentelevien olisi helpompi ottaa asioista selvää. H6 toivoi, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä saataisiin näkyvämmäksi, jotta vaatimukset työhön liittyen kasvaisivat ja se voisi mahdollistaa parempia ohjeita ja oppaita.

H5, H7, H8 ja H12 toivat erityisesti esille, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö yhdistää työmaalla monien eri alojen osaajat. Tämän takia ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä tulisi hyödyntää enemmän siinä, että työmailla tehtäisiin parempaa yhteistyötä laadukkaan lopputuloksen takaamiseksi. Parempaa yhteistyötä tekemällä työmaiden kiire ja ylimääräiset kustannukset olisivat paremmin ennaltaehkäistävissä.

Tärkeäksi kehityskohteeksi haastatteluissa nousi esille ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön suorittajan ammattitaidon varmistaminen. Haastateltavat toivoivat, että työn suorittajan henkilökohtainen ammattitaito voitaisiin varmistaa jollain tavalla. Haastateltavien toiveena oli, että mittaus- ja tasapainotustyö voisi olla esimerkiksi luvanvaraista. H8 toi esille, että työn suorittajasta pitäisi olla nähtävillä henkilökohtaiset referenssit ja työkokemus.

6.7 Yleiset huomiot ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyy monia asioita, jotka eivät suoraan koske mittaus- ja tasapainotustyön suoritusta. Haastateltavilla oli haastattelun lopuksi mahdollisuus kertoa omia ajatuksia sellaisista asioista, jotka heille oli haastattelun yhteydessä nousut esille.

Useampi haastateltava havahtui siihen, että kuinka laajasti ilmanvaihto on mukana arkisessa elämässä. H9 työskentelee rakennusliikkeessä ja hän havahtui haastattelun yhteydessä siihen, että työmaan aikana ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvät työt saataisiin tehtyä oikein. Se ei tarkoita kuitenkaan sitä, että esimerkiksi lapsilla päiväkodissa ilmanvaihto toimisi oikein. Mikäli

ilmanvaihtoa ei osata huoltaa rakennuksen valmistumisen jälkeen oikein, voi se aiheuttaa ongelmia ilmanvaihdon toiminnassa. H7 toi esille vastaavia asioita ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön tärkeydestä laadukkaan sisäilman puolesta. H7 nosti esille myös erilaiset terveydelliset näkökulmat ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen.

H10 nosti esille laitevalmistajien ja mittarivalmistajien tärkeyden työhön liittyvän kehityksen kannalta. Yhteistyö ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyötä tekevien henkilöiden kanssa voisi auttaa poistamaan tiettyjä työssä ilmeneviä haasteita ja samalla työtä tekevät henkilöt voisivat auttaa laitteiden kehittämisessä valmistajia.

H12 toivoi, että Ruotsissa käytössä oleva ilmanvaihdon katsastus saataisiin myös Suomeen. Katsastuksen avulla ilmanvaihdon toimintaa voitaisiin hallita paremmin sekä ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyö olisi jatkuvasti seurannassa paremmin.

7 Luotettavuus

Haastattelun otanta ei ole kovin suuri, jonka takia johtopäätöksiä pelkästään tämän haastattelun pohjalta ei voida tehdä luotettavasti. Tutkimuksen lähtökohdaksi oli kuitenkin aikaisemmin tehty Ilmanvirtojen mittaus- ja tasapainotus-opas, joka tehtiin alaan liittyvien haasteiden poistamiseksi. Oppaan tekemisen yhteydessä on kerätty laajasti tietoa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön osallistuvilta ammattilaisilta. Aikaisemmin kerätyn tiedon ja kokemuksen pohjalta on ollut tiedossa, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyviä haasteita on olemassa. Aikaisempien tietojen ja nyt tehdyn tutkimuksen pohjalta voidaan tutkimusta pitää luotettavana ja siitä pystyy tekemään johtopäätökset tutkimustulosten hyödyntämisestä käytäntöön.

Tutkimuksessa haastateltavat saadaan tuomaan esille omia näkemyksiä ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön osaamisestaan, muiden osaamisesta sekä koulutuksista ja muista työhön liittyvistä asioista. Haastateltavien työkokemus ja työtehtävät vaihtelevat laajasti, jotta tutkimukseen on saatu riittävästi eri näkökulmia tutkimuksen luotettavuuden lisäämiseksi.

Kokonaisuudessa tutkimuksessa olisi voinut hyödyntää laajempaa otantaa, mutta silloin tutkimustyön olisi tarvinnut olla laajempi. Nyt tutkimukseen valikoidut henkilöt on valittu siten, että he edustaisivat mahdollisimman montaa eri ryhmää, jotka ovat tekemisissä ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön kanssa jollain tavalla.

8 Päätelmät

Tutkimus suoritettiin onnistuneesti, ja tutkittaviin aiheisiin saatiin kattavia vastauksia monien eri työtehtävien näkökulmista. Vastauksista saatiin vahvistusta Ilmavirtojen mittaus- ja tasapainotus -oppaan tekemistä varten kerättyjen tietojen tueksi, siitä minkälaisia haasteita ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen on. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

1. Mistä ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvät haasteet työmailla johtuvat?
2. Kenelle ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvää koulutusta pitäisi järjestää?
3. Miten ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyviä koulutuksia voidaan parantaa?
4. Mitä muuta ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvää pitää kehittää koulutuksien tueksi?

Haastattelun perusteella saatiin selville, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvät haasteet johtuvat suurimmaksi osaksi siitä, että työhön osallistuvat tai sidoksissa olevat henkilöt eivät ymmärrä ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön merkitystä kokonaisuuden kannalta. Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvä kokonaisuus on nykypäivän rakennuksissa monen urakoitsijan yhteinen lopputulos, joten yksittäisen tekijän tietämättömyys aiheeseen liittyen voi pahimmassa tapauksessa johtaa siihen, ettei työtä voida suorittaa onnistuneesti loppuun. Työhön liittyvän ymmärtämättömyyden lisäksi työmailla haastetta aiheuttaa liian tiukat aikataulut. Kiireelliset aikataulut johtavat usein siihen, ettei työtä voida suorittaa parhaalla mahdollisella tavalla loppuun. Toisinaan ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön huomioiminen riittävän aikaisessa vaiheessa työmaan aikatauluissa voisi ennaltaehkäistä tätä ongelmaa.

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyviä koulutuksia pitäisi haastateltavien mukaan järjestää kaikille työssä mukana oleville henkilöille sekä siihen sidoksissa oleville ryhmille. Vastausten perusteella koulutusta pitäisi järjestää ensisijaisesti suunnittelijoille, työmaan toimihenkilöille, työn suorittajalle, työn tilaajille, valvojille ja isännöitsijöille. Nämä henkilöt koettiin sellaisiksi, jotka voivat omalla toiminnallaan vaikuttaa muihin työmaalla toimivien henkilöiden ymmärrykseen ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön tärkeydestä. Tämän avulla haastateltavat uskoivat työhön liittyvän ymmärryksen ja osaamisen kasvavan työmailla. Lisäksi uskottiin siihen, että oikeita henkilöitä kouluttamalla, aiheeseen liittyvää opetusta alkaa tapahtua myös työpaikkojen sisällä.

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvät koulutukset koettiin haastateltavien mukaan hyvin riittämättömiksi siihen nähden, mitä työ todellisuudessa on heidän kokemuksensa mukaan. Vastausten perusteella henkilöt ovat saaneet oppinsa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön joko itsenäisesti tai kokeneempi työntekijä on kouluttanut heidät. Vastauksissa esille tuotiin koulutuksien olleen hyvin lyhyitä, joissa oli teoriaosuus ja jokin yksittäinen pieni käytännön harjoitus yksin tai ryhmässä suoritettuna. Koulutuksien kehittämiseen haastateltavien toiveena oli käytännön harjoitteiden lisääminen ja erilaisten ongelmatilanteiden ratkaisumallit. Haastateltavat kokivat, että aiheeseen liittyviä

asioita voitaisiin kouluttaa etukäteen huomattavasti enemmän, jotta kaikkia asioita ei pitäisi oppia omien virheidensä kautta. Haastateltavat uskoivat, että koulutuksen kehittyminen vaatii sen, että kouluttavat henkilöt ovat riittävän kokeneita alan ammattilaisia, jotta he voivat tuoda esille yksityiskohtaisemmin työhön liittyvät haasteet ja niihin liittyvät ratkaisumenetelmät.

Haastattelussa esille nousi muitakin ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyviä asioita. Lähes kaikkien henkilöiden vastauksissa tuli esille työn suorittajan ammattitaitovaatimukset. Tällä hetkellä työn suorittajalta ei vaadita minikäänlaisia ammattitaitovaatimuksia ja niitä ei tilaajien puolelta osata vaatia, koska tilaajat eivät itsekään ole täysin varmoja, miten työ pitäisi suorittaa. Tämän takia haastateltavat nostivat esille sen, että voisiko työn suorittajalta vaatia henkilökohtaisia referenssejä tai sertifikaattia tai muuttaa työ luvanvaraiseksi. Nämä ammattitaitovaatimukset työn suorittajalle ovat tärkeässä asemassa, jotta työstä saadaan merkityksellisempää.

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen toivottiin yhtenäisempiä toimintatapoja. Toimintatapojen uskottiin paranevan, mikäli käytössä olisi yhtenäinen työn raportointiin tarkoitettu mittauspöytäkirja. Yhtenäisen mittauspöytäkirjan lisäksi haastateltavat toivoivat, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyviä ohjeita ja oppaita olisi saatavilla enemmän. Aiheeseen liittyvät materiaalit helpottaisivat asioiden selvittämistä niille henkilöille, jotka eivät työskentele päivittäin ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön parissa.

Tutkimuksen aiheet herättivät haastateltavissa toivetta siitä, että ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön tärkeys alkaisi vaikuttamaan tulevaisuudessa työmaan toimintaan positiivisesti. Haastateltavat uskoivat, että aiheeseen liittyviä koulutuksia ja asioita kehittämällä muutoksia saadaan aikaan. Kaikkien haastateltavien yhteinen mietintä oli se, että miksei aiheeseen liittyviin asioihin ole puututtu aikaisemmin.

9 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön avulla saatiin selkeä käsitys siitä, miten ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyviä koulutuksia tulisi kehittää. Koulutuksien kehittämisen tärkeimpänä tekijänä on se, miten ja kenelle koulutus kohdennetaan. Yleisesti asiaa voidaan kouluttaa kenelle tahansa, mutta työn tärkeyteen ja käytännön haasteisiin liittyvät asiat pitää pystyä kouluttamaan jokaiselle ammattiryhmälle heidän tarpeidensa mukaisesti. Oikein kohdennetut koulutukset parantavat ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön laatua ja antavat mahdollisuuden urakoitsijoiden väliseen tiiviiseen yhteistyöhön työmailla. Työmaalla hyvin toimiva yhteistyö voi parantaa rakentamisen laatua kokonaisuudessaan.

Tutkimuksen avulla saatiin selville, että ensisijaisesti koulutuksia pitäisi järjestää sellaisille henkilöille, joiden tehtävänä on ohjata ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön etenemistä. Tällaisia henkilöitä uudiskohteissa ovat suunnittelijat ja työmaan toimihenkilöt. Vanhemmissa rakennuksissa työn tilaamisesta vastaavat yleisesti isännöitsijät tai valvojat, joiden parempi osaaminen ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen, koettaisiin parantavan rakennuksien kokonaistoimintaa ja sisäilmaolosuhteita. Tämän lisäksi työn suorittaville työntekijöille pitäisi järjestää koulutuksia, jotta heidän ammattitaitonsa paranisi ja he voisivat toimia yhteistyössä esimerkiksi suunnittelijan kanssa jo työmaan suunnitteluvaiheessa.

Tutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että koulutuksia täytyy kehittää tutkinto-koulutuksien sekä yksittäisten koulutuksien osalta. Korkeakoulutasolla aiheeseen liittyvää opetusta on hyvin vähän, minkä takia tulevaisuudessa ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvää koulutusta pitäisi olla enemmän. Koska työmailla on tällä hetkellä henkilöitä, joilla ei ole aiheeseen liittyvää osaamista, täytyy näille henkilölle kehittää yksittäisiä koulutuksia, joilla työmailla työskentelevien henkilöiden osaamista saadaan kasvatettua. Kokonaisuudessa koulutuspolku täytyisi kehittää sille tasolle, että kaikki työmailla työskentelevät henkilöt ovat tietoisia ilmavaihdon mittaus- ja tasapainotustyön tärkeydestä, riippumatta siitä, minkälaisen koulutuksen he ovat saaneet tai minkälaisen työkokemuksen omaavat aiheesta.

Lisäksi täytyy huomioida tutkimuksessa esille tulleiden ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön suorittajien henkilökohtaisen ammattitaidon varmistaminen ja yhtenäisen mittauspöytäkirjan ja muiden aiheeseen liittyvien ohjeiden ja oppaiden kehittäminen. Näiden asioiden kehittämiseen tarvitaan kuitenkin useamman toimijan yhtenäinen halu määrittää ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön laatuvaatimukset uudelle tasolle.

Tutkimuksesta saatiin tärkeää tietoa ilmanvaihdon mittaus ja tasapainotustyöhön liittyvien koulutuksien kehittämiseksi sekä aiheeseen liittyvän kokonaisuuden kehittämiseksi. Aiheeseen liittyen olisi mielenkiintoista päästä jatkossa tutkimaan ja kehittämään ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön ammattitaitovaatimusten ja laadunvarmistuksen erilaisia vaihtoehtoja eri sidosryhmien kanssa.

Jatkotutkimuksena ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen olisi kiinnostavaa saada uutta tietoa siitä, miten Ilmanvirtojen mittaus- ja tasapainotus -opas ja sen liitteenä oleva ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön aloituspalaverimalli vaikuttavat oikein käytettynä työmaan aikataulutukseen, laatuun ja kustannuksiin kokonaisuudessaan.

Lähteet

- 1 Suomen säädöskokoelma 1009/2017. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Ympäristöministeriö. <<https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/sk20171009.pdf>>. 20.12.2017. Luettu 1.9.2024.
- 2 Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://talotekniikkainfo.fi/esimerkit/ilmanvaihdon-mitoituksen-perusteet>>. Luettu 1.9.2024.
- 3 Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <https://talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/opas_ilmanvaihdon_mitoitukseen_muissa_kuin_asuinrakennuksissa_2019b.pdf>. Päivitetty 28.1.2020. Luettu 1.9.2024.
- 4 Opas asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <https://talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/opas_asuinrakennusten_ilmanvaihdon_mitoitukseen_2019.pdf>. Luettu 1.9.2024.
- 5 Sisäilmasto ja ilmanvaihto-opas. 2018. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>>. Päivitetty 11.6.2024. Luettu 1.9.2024.
- 6 Sisäilmaluokitus 2018. 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. RT 07-11299. Helsinki. Rakennustieto Oy
- 7 Ilmavirtojen mittaus ja tasapainotus -opas. 2023. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <https://talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/2024-01/Ilmavirtojen%20mittaus%20ja%20tasapainotus%20-opas_19.12.2023.pdf>. Luettu 3.9.2024.
- 8 Ilmanvaihdon säädön yleisohje rakennusten paine-erojen hallintaan. 2023. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/2024-01/Ilmanvaihdon%20s%C3%A4%C3%A4t%C3%B6ohjeet%20tiiville%20rakennuksille%206.12.2023.pdf>>. Luettu 3.9.2024.
- 9 Talotekniikan perustutkinto. 2021. Verkkoaineisto. ePerusteet. <<https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/6902596/tutkinnonosat/6951046>>. Luettu 20.9.2024.
- 10 Talotekniikan ammattitutkinto. 2023. Verkkoaineisto. ePerusteet. <<https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattitutkinto/8504870/tutkinnonosat/8504787>>. Luettu 20.9.2024.

- 11 Talotekniikan erikoisammattitutkinto. 2022. Verkkoaineisto. ePerusteet. <<https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/erikoisammattitutkinto/8374400/ra-kenne>>. Luettu 20.9.2024
- 12 LVI-mittaustekniikka. 2024. Verkkoaineisto. Metropolia opinto-opas. <<https://opinto-opas.metropolia.fi/88095/fi/67/70335/3317/0/41349>>. Luettu 20.9.2024.
- 13 IV-mittauksen pätevyys. 2024. Verkkoaineisto. Taitotalo Oy. <<https://www.taitotalo.fi/koulutukset/lvi-ja-kylmaala/4504-6908-6930-sulvi-iv-mittauksen-patevyys-ilmastointijarjestelmien-mittaus-ja-saatokoulutus>>. Luettu 21.9.2024.
- 14 Mittauskurssit. 2024. Verkkoaineisto. Teknocalor Oy. <<https://www.teknocalor.fi/mittauskurssit>>. Luettu 21.9.2024.
- 15 Ari-Pekka Riikonen. 2024. LVI-projektipäällikkö Pajala Etelä-Suomi Oy. Helsinki. Haastattelu. 29.8.2024.
- 16 Hirsjärvi, Sirkka; Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula. 1997. Tutki ja kirjoita. 22. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- 17 Kvalitatiivinen tutkimus. 2021. Suomen virallinen tilasto. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <https://www.stat.fi/meta/kas/kvalit_tutkimus.html>. Luettu 27.9.2024
- 18 Eskola, Jari & Suoranta, Juha. 2008. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 8. painos. Tampere: Osuuskunta Vastapaino.

Ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyön aloituspalaverin pöytäkirjamalli

ILMANVAIHDON SÄÄTÖTÖIDEN ALOITUSKOKOUS

Hanke xxx
Aika X.X. XXXX
Paikka: XX

Osallistujat:

hlö	vastaava työnjohtaja
hlö	IV-työnjohtaja
hlö	LVI-suunnittelija
hlö	IV-säätäjä, säätötyön suorittava
hlö	LVI-valvoja
hlö	RAU urakoitsija
hlö	puhtauden toteamisen vastuhenkilö?
hlö	x
hlö	x

1. Töiden valmius ja tarvittavat toimenpiteet

Rakennustyöt;

Mittausolosuhteet, ulkovaipan lopullinen valmius, tiiviys tulee olla saavutettu, sisävalmistelutyöt, alakatot (luukut, pääsy säätölaitteille) seinät, väliovet, palokatkot, oviraot.

Ei saa olla IV-mittausta häiritsevää toimintaa.

IV-asennukset;

itselleluovutus, ulospuhallus ja ulkoilmalaitteet, konehuoneet, kanavisto säätölaitteineen, anturit, päätelaitteet

Rakennusautomaatio;

itselle luovutus, ohjausjärjestelmä, anturit.

2. Puhtauden toteaminen

Tarkastustapa (visuaalinen, geeliteippi, yms.)

Kirjaaminen, muistio/pöytäkirja

Tilat (2018 alkaen P1)

Kone ja kanavistot (2018 alkaen P1)

Säätötyön jälkeen, tilat ja kanavisto, tilojen puhtaana säilymistä varmistaminen, koneiden sammutus, venttiileiden pussittaminen tarvittaessa

3. Mittausaikataulu, mittausjärjestys ja tilojen käyttöönotto

Vaiheittain vai koko rakennus kerralla.

4. Ilmanvaihdon järjestelmäkuvaus (järjestelmän läpikäynti)

Ilmanvaihtojärjestelmien toimintatavat koneet palvelualueittain
Vakiopainejärjestelmät (vakiopaineen mittaus kanavasta)
Vakioilmavirtajärjestelmät
Osa/täysteho koneet (2-nopeus koneet)
Muuttuvaimavirtajärjestelmät (IMS)
Kohdepoistojen kompensointi (suunnittelija ottaa kantaa toimintaan)
Ilmanvaihdon toimintalämpötilat

5. Mittaus- ja säätösuunnitelma

Säätäjän tutustuminen mittauskohteeseen paikan päällä ennen säätötoita.
(Säätäjän huomiot järjestelmän säädettävyyteen ennen kanavistojen asennustöitä).

Laadittujen suunnitelmien hyödyntäminen säätötyöstä. (esisäätö-, staattisen paineen arvot, IV-koneiden tehojen huomiointi. esim. magicadista saatavat arvot)
Ilmanvaihtokoneen tehon määrittäminen mittauksen aloitusta varten. (normaali käyttötilanne)

Käydään läpi millä teholla IV-kone toimii eri käyttötilanteissa
Eri käyttötilanteiden ja toimintapisteiden läpikäynti
Käyttäjän kytkimet tehostus/lisäaika- (keittiöt, neuvotteluhuoneet) toiminnan varmistaminen
Vetokaapit ja kohdepoistot (kohdepoistojen kompensointi)
Suunnitellut yli/ali/tasapaineet
Päätelaitteiden minimipaine

Mittausmenetelmät (päätelaite, säätöpelti, kanavapaine)
Mistä mitataan, mittauspisteiden riittävyys
Ongelmatilanteet, keneen yhteys häiriötilanteessa.
Yhteyshenkilöt, sähkö, aut, iv, rak.
Paine-eron mittaus; vaipan yli, eri tilojen välillä, mittauspisteiden määrä, kirjaustapa
mittauspöytäkirjaan

LTO-kiekon painesuhteiden huomioiminen
LTO-kennon ohituksen paineen muutokset
IV-konehuoneen paine-eron huomioiminen painesäätöisessä järjestelmässä
IV-suodattimien likaisuuden huomioiminen
IV-päätelaitteiden suuntaus ja heittopituuden todentaminen muuttuvilla ilmamäärillä

6. Mittaus ja säätötyössä huomioitavaa

xx

7. Säätö- ja mittaustyön dokumentointi

Pöytäkirjamallin läpikäynti, pk. liitteeksi
ulkoilmaolosuhteet; lämpötila, suhteellinen kosteus, tuulen suunta
säätölaitteiden arvot, kokonaisilmamäärät, tehostus/poissa-ilmavirrat
palon- ja savunrajoittamisen esittäminen (kuristimet)
paine-ero vaipan yli

Pöytäkirjaraportti, (säätäjä/valvoja)
Huomioiden kirjaaminen ja toimittaminen tiedoksi
selventää olosuhteita ja tehtyjä toimenpiteitä
Yhteenveto

Äänitasomittaukset;
Osapuolet, laajuus, kuka mittaa ja dokumentoi, huonevaimennuksen arviointi lvi-
suunnittelija/akustikko

SFP-luku;
Osapuolet, kuka mittaa, laskee ja dokumentointi, laskelman toimittaminen ja
hyväksyntä, sähköasentaja, suunnittelija, valvoja laskenta, mittaus ja dokumentointi
(sfp-opas viittaus)

Mittalaitteet;
kalibrointitodistukset (ilmamäärä/ääni)

8. Tilaajan mittaustarkastukset

Milloin valvoja tulee mukaan
Tarkastuksen laajuus ilmamäärät/ äänet
Mittauspöytäkirjan läpikäynti; toimittaminen valvojalle ennen tarkistusmittausta.
Tarkastusmittauksen dokumentointi

9. Muut asiat

Pöytäkirjan jakelu

Purkupalaveri
Asiakirjojen toimittaminen viranomaiselle, TATE01, tarkastusasiakirjan yhteenveto,
ryhtyvän tarvittavat huomautukset
Käyttö- ja huolto-ohjeeseen toimitettavat asiakirjat

Haastattelun kysymykset

1. Mikä on työtehtäväsi, koulutuksesi ja kuinka pitkä työkokemus alalta?
2. Minkälaisen koulutuksen olet saanut ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen, kuinka pitkä koulutus oli ja missä se on suoritettu? Sisällikö koulutus käytännön harjoitteita?
3. Onko mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyviä ohjeita ja koulutuksia riittävästi? Mitä tiedät niistä?
4. Mitä koulutuksia ilmanvaihdon mittaus- ja tasapainotustyöntekijän pitää olla suorittanut työmaillasi?
5. Jos kilpailutat mittaus- ja tasapainotustyön, mihin kilpailutus perustuu ja miten voittaja valitaan? Oletko täysin varma mitä kilpailutettava työ pitää sisältää?
6. Millä perusteella työmaalle on valittu mittaus- ja tasapainotustyön tekijä, valvoja, suunnittelija?
7. Koetko, että et voi vaikuttaa mittaus- ja tasapainotustyön laadukkaaseen lopputulokseen? Miksi?
8. Miten mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvän henkilön osaaminen varmistetaan/pitäisi varmistaa?
9. Kuka ohjaa työmaallasi mittaus- ja tasapainotustyön toteutuksen?
10. Mihin mittaus- ja tasapainotustyön toteutuksen ohjaus perustuu?
11. Kenen pitäisi ymmärtää mittaus- ja tasapainotustyöstä enemmän?

12. Mittaus- ja tasapainotustyö on työmaan viimeisimpiä työvaiheita, ovatko kaikki työhön sidoksissa olevat tahot tietoisia mittaus- ja tasapainotustyön tärkeydestä? Osataanko työn kokonaisuus huomioida?
13. Kenelle mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyvä koulutus pitäisi ensisijaisesti suunnata?
14. Mitä asioita mittaus- ja tasapainotustyöhön liittyen haluaisit kehitettävän?
15. Vapaa sana aiheeseen liittyen.