



Pauli Rikkonen

Esitutkimus rakennuksen teknisen- laadun sertifiointimenetelmästä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

13.5.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Pauli Rikkonen
Otsikko:	Esitutkimus rakennuksen teknisenlaadun sertifiointimenetelmästä
Sivumäärä:	29 sivua + 1 liitettä
Aika:	13.5.2024
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine:	LVI-tekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Jyrki Viranko

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia mahdollisuutta ja tapaa luoda sertifiointimenetelmä todentamaan rakennuksen teknistä laatua. Kokonaisvaltaisen teknisen laadun sertifiointia on aina aika-ajoin pohdittu rakennusalalla. Sellaista mallia, jossa kaikki eri osa-alueet olisi huomioitu, ei ponnisteluista huolimatta ole pystytty luomaan.

Tämän opinnäytetyön tutkimuksen runko rakentui tutkimuksen aikana tehtyjen asiantuntijahaastattelujen varaan ja haastatteluja täydennettiin muista lähteistä saaduilla tiedoilla. Tutkimuksen aikana selvisi, että alalla on sertifiointijärjestelmiä, jotka monelta osin jo vastaisivat rakentamisen laadun tämänhetkisiin haasteisiin. Esiin tuli kuitenkin myös asioita, joita ei ole olemassa olevissa sertifiointeissa ja standardeissa huomioitu tai niihin tarvitaan lisäyksiä. Tällaisia puutteita esiintyi muun muassa LVI-asennusten varmennusmenetelmissä.

Opinnäytetyössä laadittiin listaus havainnoista, jota voidaan käyttää sertifiointin jatkokehityksessä. Listausta sisältää huomioita teknisistä yksityiskohdista, esityksiä rakentamisen laadunvarmistusmittauksiin ja valvontaan sekä ehdotuksia sertifiointissa huomioitavista juridisista seikoista liittyen asuntojen uudisrakentamiseen.

Avainsanat: rakentamisen laatu, tekninen laatu, sertifikaatti, standardi

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Pauli Rikkonen
Title: Preresearch for the Certification Method of Technical Quality of Building
Number of Pages: 29 pages + 1 appendices
Date: 13 May 2024

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

The thesis aimed at finding possibilities to create a certification method of the technical quality of buildings, a common topic on the construction field from time to time. So far, it has not been possible to create such certification which would include all areas of construction.

The final year project was mostly based on interviews conducted with experts supplemented by information from other sources. During the research was found out that there are already some certificates which could solve many of the current quality problems of construction. However, none of them can cover all aspects of construction.

The thesis resulted in a listing of matters that ought to be included in the future certificate. The list includes technical details and proposals for the methods of quality control and supervising. The list also includes some suggestions of the legal matters related to construction of new buildings. The results of the thesis can be used for the further development of certificate.

Keywords: quality of construction, technical quality, certificate, standard

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Laatu	1
2.1	Laatu käsitteenä	2
2.2	Laatukustannukset	3
3	Standardit ja sertifiointi	3
3.1	Standardi	3
3.2	Sertifiointi	4
3.3	Rakentamisen standardisointi ja sertifiointi	4
3.3.1	Rakennustieto	5
3.3.2	Toimialajärjestöt	5
3.3.3	Rakentamisen laatu RALA ry	5
3.4	Rakentamisen sertifiointit	6
3.4.1	RALA-laatusertifiointi	6
3.4.2	Kuivaketju10	6
3.4.3	Terve talo -sertifiointi	7
3.4.4	Yhteenveto rakentamisen sertifikaateista	8
4	Asiantuntijahaastatteluiden havainnot	8
4.1	Kosteus- ja vesivahingot	9
4.1.1	Betonivalut	10
4.1.2	Putkivuodot	10
4.1.3	Vesieristys	11
4.1.4	Kondenssi	11
4.2	Rakennuksen tiiveys	11
4.3	Ilmanvaihto	12
4.3.1	Ilmanvaihdon suunnitteluvirheet	13
4.3.2	Ilmanvaihdon mittaus ja säätö	13
4.4	Palokatkot	15
4.5	Sopimustekniikka	15
4.5.1	RS-järjestelmä	16
4.5.2	Juridiset haasteet esimerkkikohteessa	17

5	Johtopäätökset	18
5.1	Kosteus- ja vesivahingot	19
5.1.1	Betonivalut	19
5.1.2	Putkivuodot	19
5.1.3	Vesieristys	20
5.1.4	Kondenssi	20
5.2	Rakennuksen tiiveys	20
5.3	Ilmanvaihto	21
5.4	Palokatkot	21
5.5	Sopimustekniikka	22
6	Ehdotukset jatkokehitykseen	23
7	Yhteenveto	25
	Lähteet	27
	Liite 1: Lista haastateltavista	

Lyhenteet

- CE: *Conformité Européenne*. CE-merkinnällä osoitetaan, että tuote täyttää eurooppalaiset direktiivit.
- CEN: *European Committee for Standardization*. Euroopan laajuisesti vahvistettu standardi.
- ISO: *International Organization for Standardization*. Maailmanlaajuisesti vahvistettu standardi.
- RYL: Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Alan yhdessä sopima kuvaus rakentamisen ja kiinteistönpidon hyvästä tavasta.
- SFS: Suomen kansallinen standardi. Suomessa vahvistettu standardi.

1 Johdanto

Rakennusalalla on monenlaisia rakentamisen laatuun liittyviä sertifiointeja sekä muita rakentamisen hyvään laatuun tähtääviä standardeja. Tämänhetkiset olemassa olevat sertifiointit liittyvät muun muassa kosteudenhallintaan, ympäristöön, energiatehokkuuteen ja toimintajärjestelmien laatuun. Rakennuksen teknisen laadun osatekijöistä vain jotkin kuuluvat jonkin sertifiointin piiriin. Tämän opinnäytetyön tilaajana toimivassa yrityksessä, Vertia Oy:ssä, on huomattu, että rakennuksen kokonaisvaltaisen teknisen laadun sertifiointille olisi tarvetta.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa esitutkimus rakennuksen teknisen laadun sertifiointijärjestelmän tarpeellisuudesta sekä rajata mahdolliseen standardiin sisällytettäviä osa-alueita. Lisäksi tarkoituksena on miettiä löydettyihin osa-alueisiin sopivia mittaus- ja auditointimenetelmiä ja mahdollisia mittausattribuutteja. Opinnäytetyön tutkimusosuus koostuu suurelta osin asiantuntija-haastatteluista. Haastatteluiden päätavoitteena on selvittää rakennuksen teknisen laadun pääkohdat, jotka tulisi saada yhden sertifikaatin piiriin.

Työn tilaajan kanssa tutkimus on rajattu koskemaan uusien asuinrakennusten tuotantoa. Muilla tavoin rajaaminen ei tutkittavan aiheen laajuuden takia ole mahdollista, vaan mukaan on sisällytettävä kaikki rakentamisen tekniset osa-alueet.

2 Laatu

Rakentamisen teknisen laadun karkea määritelmä on annettu Suomen lainsäädännössä. Maankäyttö- ja rakennuslaissa on määritetty muun muassa, että rakennuksen tulee kestää siihen kohdistuvat fyysiset kuormitukset ja sen on oltava paloturvallinen, sekä muutenkin turvallinen ja terveellinen käyttäjilleen. Maankäyttö- ja rakennuslaissa on määritetty myös, että rakennuksen teknisiin ominaisuuksiin voidaan antaa tarkempia määräyksiä ympäristöministeriön asetuksilla. (1.) Ympäristöministeriön asetuskokoelman on tarkoitus toimia jossain

määrin väljänä ohjeistuksena, eli määräyksiä voidaan mahdollisuuksien rajoissa soveltaa (2). Suomessa on lisäksi useita eri tahoja, jotka julkaisevat monentyyppisiä rakentamisen laatuun liittyviä standardeja ja tekevät rakentamiseen ja sen laatuun liittyvää tutkimusta. Tutkimuksessa tuli hyvin nopeasti selväksi, että rakennusalalla on valtava määrä korkeatasoisia ohjeistuksia, mutta tietojen löytäminen voi olla haasteellista.

Opinnäytetyössä toteutetuissa eri asiantuntijoiden haastatteluissa nousi esille seuraavanlaisia teemoja:

- Rakentamisessa esiintyy ongelmia ja virheitä, jotka olisivat yleensä estettävissä, jos noudatettaisiin kaikkia olemassa olevia ohjeita ja dokumentoituja käytäntöjä.
- Monien virheiden välttäminen vaatisi lisää urakoitsijasta riippumattonta valvontaa.
- Lisääntyville kustannuksille laadunvarmistuksesta voi olla vaikea saada maksajaa.

Näiden havaintojen pohjalta yhdeksi johtavaksi ajatukseksi tuli rajata opinnäytetyön tutkimus koskemaan sellaisia selvästi toistuvia ongelmia, joiden ratkaisemiseen sijoitettu raha todennäköisimmin maksaisi itsensä jossain muodossa takaisin.

2.1 Laatu käsitteenä

Laatu on kokonaisuutena monimutkainen käsite, jolle on monenlaisia määritelmiä ja näkökulmia. Laatu on tarkasteltu historiassa erityisesti tuotteiden laadun näkökulmasta, mutta nykyään laatu nähdään kokonaisuutena, joka sisältää myös prosessien laadun ja tehokkuuden. Tämän päivän laatuajattelussa korostuu asiakkaan kokemus tuotteen, tai palvelun laadusta ja tavoitteena on hyvä asiakastytyväisyys. Koska tuotteen tai palvelun hinta on olennainen osa asiakastytyvyyttä, hyvä laatu ei tarkoita ainoastaan tuotteiden tai palveluiden yliveraista hyvyyttä vaan niiden tuottamaa hyötyä suhteessa maksettuun hintaan. Toisaalta yrityksenkin on saatava tuotteestaan kate, joten laadun tuottaminen tulee olla yritykselle taloudellisesti kannattavaa. Ylilaadusta voidaankin puhua

silloin, kun laatu ylittää asiakkaan odotukset, ja erityisesti silloin, jos sen tuottaminen on taloudellisesti kannattamatonta. (3, s.15–21.)

2.2 Laatumukautannukset

Lecklinin mukaan laatumukautannukset voidaan jakaa kahteen pääryhmään: laadun edistämiskustannuksiin ja virhekustannuksiin. Nämä voidaan edelleen jakaa alaryhmiin. Virheistä aiheutuvat kustannukset voidaan nähdä sisäisinä tai ulkoisina sen mukaan, tuleeko virhe esiin yrityksen omassa laadunvalvonnassa, vai huomaako sen vasta asiakas. Laadun edistämiskustannuksiin luetaan laadun ylläpitämisen kustannukset, sekä virheiden estämisen kustannukset. Laatumukautannusten lajeista kalleimpia on virhekustannukset ja erityisesti ulkoiset virhekustannukset eli asiakkaan havaitsemat virheet. Näistä voi aiheutua yritykselle huomattavia kuluja muun muassa virheiden korjaamisesta tai korvaamisesta, viivästyskorvauksista sekä ylipäättään reklamaatioiden käsittelykustannuksista. Parhaana laatumukautannusten lajina pidetään virheiden ehkäisykustannuksia, joihin luetaan muun muassa koulutus, suunnittelu ja kehittäminen sekä monet muut vastaavat toimet, joilla virheet vähenevät. Laadun ylläpitämiseen luetaan esimerkiksi kaikenlainen valvonta, katselmukset, testaukset sekä auditoinnit. (3, s.155–159.)

3 Standardit ja sertifiointi

3.1 Standardi

Standardi sanaa käytetään puhekielessä kuvaamaan monia asioita, mutta yleensä sillä viitataan asioihin, joita pidetään normaalia tasoa edustavina tai eräänlaisena vakiona. Virallisemmin standardi on jonkin asian yhteistä sopimista tai määrittämistä kirjallisessa muodossa. Standardi voi olla esimerkiksi menettelyohje, ominaisuuksien määrittely tai muu vastaava kirjallinen kuvaus. Joistakin toisiinsa liittyvistä standardeista on muodostettu suurempia standardisarjoja. (4.)

Suomessa standardointia koordinoi SFS Suomen Standardit ry, joka on standardoinnin suomalainen keskusjärjestö. Valtaosan standardoinnista tekee toimialayhteisöt. Rakennusalan tuotevalmistajia standardoinnissa edustaa Rakennustuoteteollisuus RTT ry, joka taas on Rakennusteollisuus RT ry:n jäsen. (5.)

Monet standardeista ovat Euroopan laajuisia CEN-standardeja (European Committee for Standardization) tai jopa koko maailman laajuisia ISO-standardeja (International Organization for Standardization) (6).

3.2 Sertifiointi

Sertifikaatti on todistus, joka osoittaa jonkun kriteeristön vaatimusten täyttymisen. Sertifiointi perustuu yleensä jonkin standardin tai standardisarjan vaatimukseen. Sertifikaatti voi koskea esimerkiksi jotain yrityksen toiminnan osaa tai tuotetta. Erityisesti arvostetuimpia sertifikaatteja voivat myöntää vain hyväksytyt eli akkreditoitu yhteisö. Sertifikaatin myöntämiseksi suoritettavaa arviointia kutsutaan auditoinniksi. Auditoinnissa arvioidaan, ovatko standardin vaatimukset täyttyneet. Hyvä esimerkki yrityksen toimintojen laatua osoittavasta sertifikaatista on ISO 9001 -laatujärjestelmän sertifikaatti. Tässä sertifiointissa arvioidaan, vastaako yrityksen laatujärjestelmä ISO 9001 -standardin vaatimuksia. Tuotepuolella sertifiointeista hyvänä esimerkkinä toimii monille rakennusmateriaaleillekin vaadittava CE-merkintä. (7; 8.)

3.3 Rakentamisen standardisointi ja sertifiointi

Tässä luvussa esitellään joitakin oleellisimpia yhteisöjä, jotka tekevät rakentamisen laadun kehittämistyötä standardisoinnin kautta. Monet rakentamisen standardeista eivät ole esimerkiksi ISO-, tai SFS-standardeja, joita monesti pidetään niin sanottuina virallisina standardeina. Koska standardit eivät ole itsessään sitovia, perustuu niiden sitovuus yleensä sopimukseen. Rakennusalan sopimusasiakirjoissa yleensä viitataan esimerkiksi RT-kortteihin, joita julkaisee Rakennustieto Oy.

3.3.1 Rakennustieto

Rakennustieto Oy on yritys, jonka tarkoitus on tuottaa ja julkaista tietoa rakentamisen tarpeisiin. Rakennustieto Oy:n omistaa Rakennustieto RTS rs -niminen säätiö. Rakennustieto ylläpitämässä tietopankeista tunnetuimpia on RT-kortisto. Rakennustiedolla on myös muita kortistoja ja se tuottaa myös monia muita rakentamisen sopimustekniikkaan sekä laatuun vaikuttavia dokumentteja. RT-korttien ohella yleisesti rakentamisen sopimuksissa viitataan myös Rakentamisen yleisiin laatuvaatimuksiin (RYL), jotka ovat niin ikään Rakennustiedon julkaisuja. (9.)

3.3.2 Toimialajärjestöt

Osa käytössä olevista standardeista on eri toimialajärjestöjen tuottamia ja julkaisemia. Toimialajärjestöjä ovat esimerkiksi Rakennusteollisuus RT liittoyhteisön alayhdistykset, muun muassa Talonrakennusteollisuus Ry ja LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU. Toimialajärjestöjen julkaisuista esimerkkinä on Talotekninen teollisuus ja kauppa ry:n ylläpitämä Talotekniikkainfo-verkkosivu, jossa julkaistaan talotekniikka-alan oppaita. Nämä oppaat ovat muun muassa suunnittelua ohjavia. (10; 11.)

3.3.3 Rakentamisen laatu RALA ry

Rakentamisen laatu RALA ry (RALA) on mahdollisesti tunnetuin rakentamisen sertifikaatteja myöntävä yhteisö. RALAn jäsenenä on 17 järjestöä, jotka edustavat rakennusten tilaajia ja toteuttajia. RALAn palveluiden päätavoitteena on tuottaa laatutietoa rakennusalan yrityksistä. (12.)

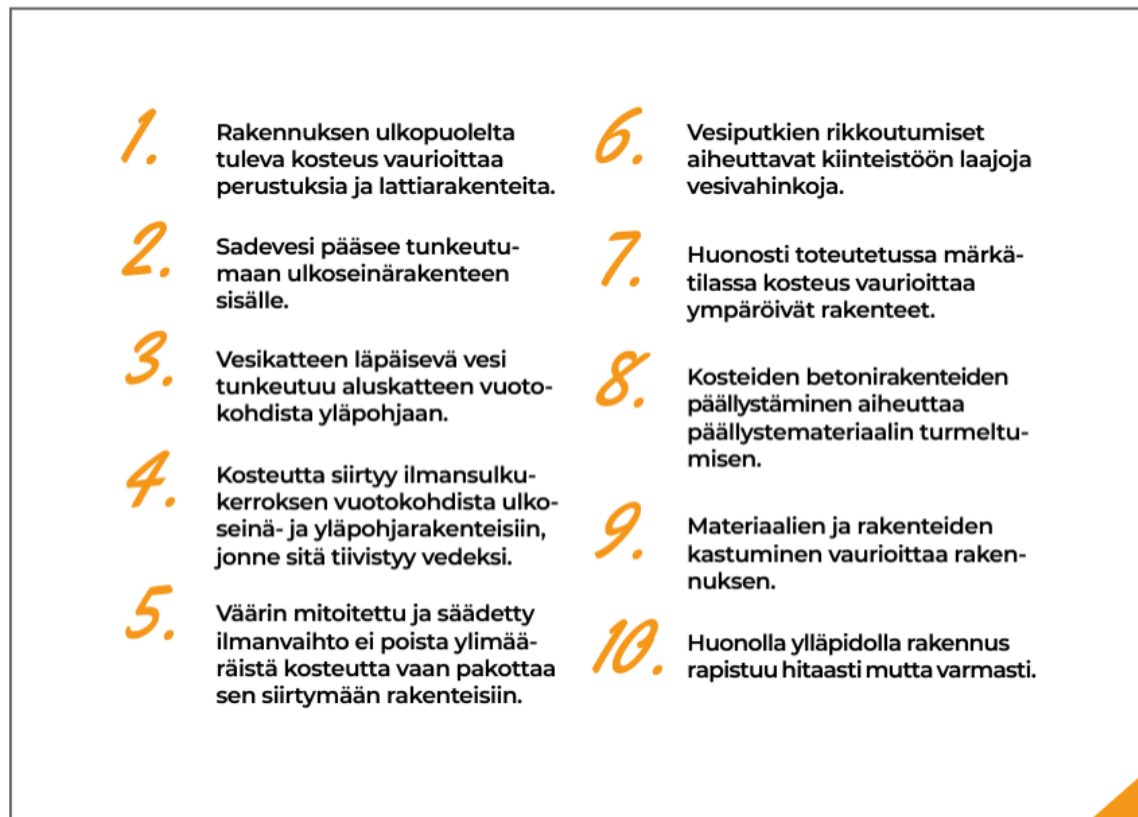
3.4 Rakentamisen sertifiointit

3.4.1 RALA-laatusertifiointi

RALA-laatusertifiointi on Rakentamisen Laatu RALA ry:n myöntämä sertifikaatti yrityksen laadunhallintajärjestelmästä. RALA-sertifikaatin pohjana on kansainvälinen ISO 9001 -laatusertifikaatti, joka on muovattu soveltumaan rakennusalan toimijoille toimialan perusteella. Rakennusliikkeille, suunnittelutoimistoille ja rakennuttajille on kaikille hieman toisistaan poikkeavat sertifiointivaatimukset. Rakennusliikkeelle myönnettävässä sertifikaatin standardissa tarkasteltavina osa-alueina ovat johtaminen ja kehittäminen, resurssit, tarjous-, sopimus- ja hankintatoiminta sekä projektitoiminta. Laatujärjestelmän auditointi keskittyy näiden osa-alueiden erilaisiin dokumentaatioihin, joita auditoitavassa yrityksessä on luotu. (13; 14.)

3.4.2 Kuivaketju10

Kuivaketju10 on Rakentamisen Laatu RALA ry:n tarjoama toimintamalli. Toimintamallin käyttö on ilmaista, mutta haluttaessa rakennukselle voidaan hakea maksullinen Kuivaketju10-status. Tämä status voidaan nähdä eräänlaisena sertifiointina. Kuivaketju10:n perusajatuksena on nimensä mukaisesti varmistaa, että rakennuksen kosteustekninen toimivuus varmistetaan ja rakennus toteutetaan turhia kosteuskuormia välttäen. Kuivaketju10 perustuu riskilistaukseen kymmenestä eri kosteusriskistä ja todentamisohjeistukseen, jolla pyritään varmistamaan, että riskit eivät toteudu. Ohjeessa on ohjeistus suunnitteluvaiheeseen suunnittelijoille ja urakoitsijalle toteutusvaiheeseen. Kuivaketju10-statusta tavoitellessaan tilaaja nimeää hankkeeseen kosteuskoordinaattorin, joka valvoo vaatimusten toteutumista koko hankkeen ajan. Kuvassa 1 on esitetty Kuivaketju10-riskilista. (15; 16.)



Kuva 1. Kuivaketju10-riskilista (17).

3.4.3 Terve talo -sertifiointi

Tervetalo-sertifikaatti voidaan myöntää rakennukselle, jossa on noudatettu Terve talo -vaatimuksia. Sertifiointi ei ole välttämätön, koska päätöksen Terve talo -toimintamallin noudattamisesta hankkeessa tekee tilaaja, jolloin sen vaatimusten toteutuminen kirjataan osaksi sopimuksia. Vaatimukset täytetään noudattamalla Terve talo ohjekorttia RT 103612 tai korjausrakentamisen osalta RT 103613 -ohjekorttia. Ohjekortteja tukemaan on luotu erillinen tarkastuslista suunnittelijoille RT 103614, sekä tehtävälista RT 103615, jossa on määritetty projektinjohdolle tärkeimmät tehtävät koko hankkeen aikana. Terve talo ohjeituksen lähtökohdaksi on otettu Sisäilmastoluokitus 2018 ja tarkoituksena on osoittaa, kuinka Sisäilmastoluokitus 2018 -laatutavoitteet voidaan saavuttaa käytännön tasolla. (18; 19, s.1–2.)

3.4.4 Yhteenveto rakentamisen sertifikaateista

Terve talo- ja Kuivaketju10 -toimintamalleissa on huomattavan paljon päällekkäisyyksiä. Näissä on esitetty myös ratkaisut moniin haastatteluissa esiin tulleisiin ongelmiin. Toimintamalleissa korostuvat rakennuksen suunnittelun fysikaalisen ja taloteknisen toimivuuden varmistaminen sekä näiden osa-alueiden toteutuksen laadun varmistus. Toteutusvaiheeseen näissä toimintamalleissa on määritetty muutamia tarkastuksia ja mittauksia. Nämä eivät ratkaise kuitenkaan aivan kaikkia ongelmia, ja asennusvirheitä saattaa edelleen syntyä. Näitä kahta sertifiointi käsitellään lisää seuraavissa kappaleissa niiltä osin, kuin ne sivuavat haastatteluissa esiin tuotuja asioita.

RALA-sertifiointi keskittyy yrityksen toimintajärjestelmän laatuun, eikä hankekohtaista teknisen laadun auditointia ole välttämättä lainkaan.

On olemassa myös muita rakentamisen ja rakennusten eri laadullisiin ominaisuuksiin kehitettyjä sertifiointeja. Tällaisia ovat muun muassa kansainväliset Breeam- ja Leed-sertifiointit, sekä kansallinen RTS-ympäristöluokitus, jotka ovat rakennusten ympäristöystävällisyyteen ja energiatehokkuuteen keskittyneitä. (20.)

4 Asiantuntijahaastatteluiden havainnot

Haastateltaviksi etsittiin rakennus- ja kiinteistöalan asiantuntijoita siitä lähtökohdasta että haastattelut muodostaisivat kattavan katsauksen rakentamisen teknisestä laadusta. Haastattelut suoritettiin joulukuun 2023 ja tammikuun 2024 välisenä aikana etähaastatteluina. Haastatteluita oli kaikkiaan 10 kappaletta. Lista haastateltavista on esitetty liitteessä 1. Koska aihepiiri oli niin laaja, ei haastatteluihin voitu luoda kovinkaan tarkkoja kysymyksiä, vaan haastattelut olivat hyvin vapaamuotoisia. Haastateltaviin oltiin ensin yhteydessä puhelimitse ja tiedusteltiin halukkuutta osallistua tutkimukseen. Erityisesti urakointipuolelta oli vaikea löytää haastateltavia, ja lopulta kaikki urakoitsijat perääntyivät, vaikka olisivat alkuun olleetkin kiinnostuneita. Ajankohta haastatteluille vuodenvaihteen kiireissä

ei varmasti ollut paras mahdollinen. Kuvaavaa kuitenkin oli erään henkilön vastaus haastattelupyyntöön, jossa hän totesi uuden sertifiointin miettimisen turhaksi, koska rakennusalalla tuotetaan niin hyvää laatua jo muutenkin. Lisäksi hän totesi aihepiirin liian laajaksi minkäänlaiseen tutkimukseen. Kuitenkin henkilöillä, jotka haastattelun antoivat, oli hyvin positiivinen lähestymiskulma tutkimukseen ja laadun kehittämisspyrkimykset nähtiin tärkeinä.

Osoittautui, että haastatteluiden oleellisinta antia olivat havainnot virheistä ja ongelmista, joita haastateltavilla oli tullut eteen rakennuskohteissa. Muutamat näistä ongelmista tuntuivat olevan hyvin yleisiä. Tämä rajasi tutkimuksen lähestymiskulmaa siten, että haastateltavia ohjattiin kertomaan nimenomaan kohtaan haasteista. Osa haastateltavista oli työskennellyt pitkään yhteisöissä, jotka osallistuvat aktiivisesti rakennusalan ohjeistuksien tuottamiseen. Heiltä saatiin arvokasta näkemystä siitä, kuinka paljon rakennusalan kehittämiseksi ponnistellaan. Toisaalta havaittavissa oli myös turhautumista siitä, että hyvät ohjeistukset eivät välttämättä päädy toteutukseen asti, vaikka moniin ongelmiin on jo ratkaisut olemassa. Haastatteluissa nousi esiin myös yksi vastavalmistunut asuinkohde, jossa epäiltiin urakoitsijan olleen epärehellinen ja johtaneen asunnon ostajia harhaan. Tämä toi tutkimukseen myös juridisen näkökulman.

Haastattelut käsitellään seuraavissa kappaleissa aihepiireittäin niiltä osin, kuin esiin nousseet aiheet ovat tämän tutkimuksen osalta oleellisia. Aiheet ovat haastatteluissa esiin nousseita ongelmia rakentamisessa nykypäivänä. Aiheita käsitellään samalla myös olemassa olevien sertifiointien ja asetusten näkökulmasta.

4.1 Kosteus- ja vesivahingot

Haastatteluissa tuli selvästi esille, että kosteus aiheuttaa huomattavia ongelmia rakennuksissa. Koska tämä tutkimus kohdistuu uudiskohteisiin, ei vanhentuneista rakennustavoista johtuviin ongelmiin tässä tutkimuksessa paneuduta. Kuitenkin uusissakin rakennuksissa ongelmia vedestä aiheutuu. Suurimmat

ongelmat liittyivät betonivalujen kosteuteen, putkivuotoihin, märkätilojen vesieristeen virheisiin ja veden kondensoitumiseen.

4.1.1 Betonivalut

Betonivaluissa käytetään luonnollisesti vettä, eivätkä valut aina ole olleet täysin kuivia ennen pinnoittamista, mistä on aiheutunut mm. sisäilmaongelmia. Haastatteluissa tuotiin esille väitteitä, joiden mukaan osan urakoitsijoista epäillään jättävän valujen kosteuksia mittaamatta luotettavilla menetelmillä tai että korkeita mittaustuloksia saatetaan peitellä kiiretilanteessa. Valujen kuivumisen mittauksissa on selvästi parannettavaa. Myös tämän tutkimuksen toimeksiantajayrityksessä Vertia Oy:ssä on pantu merkille laadunvalvonnan erilaiset käytännöt urakoitsijoiden välillä. Osa urakoitsijoista tekee mittaukset itse, ja osa teettää ne ulkopuolisilla toimijoilla. Mittauspisteiden määrässä on myös suuria vaihteluita urakoitsijoiden ja kohteiden välillä. Valutöihin liittyy oleellisesti myös lattiakaadot märkätiloissa. Kaadoissa virheet vaikuttavat olevan melko tyypillisiä, jolloin vesi pääsee lammikoitumaan lattioille ja aiheuttaa turhaa rasitetta vesieristeelle.

Olemassa olevista sertifikaateista valuja ja betonin kuivumista käsitellään ainakin Terve talo- ja Kuivaketju10 -toimintamalleissa.

4.1.2 Putkivuodot

Putkivuodot tulivat esille useissa haastatteluissa, joten ne vaikuttavat olevan suhteellisen yleisiä ja aiheuttavan suuria korjauskustannuksia. Vuodot esiintyvät erityisesti putkistojen liitoskohdissa niin vesijohdoissa kuin viemäreissäkin. Viemäreiden osalta ongelmia on ollut muhviliitoksissa, jotka eivät ole valmistajien ohjeiden mukaan asennettuja tai joiden liitoksessa oleva tiiviste on päässyt pyörähtämään urastaan pois. Viemäreissä ongelma saattaa korostua märkätilojen lattiavaluihin jäävissä osuuksissa, jos viemärissä ei ole riittävästi kaatoa, tai putki on päässyt painumaan keskeltä, jolloin viemärissä on jatkuvasti seisovaa vettä. Vesijohdoissa ongelmat vaikuttaisivat liittyvän erityisesti puristusliitoksiin.

Puristusliitoksia on jäänyt jopa kokonaan puristamatta tai puristukset on tehty väärän kokoisilla leuoilla. Tällaiset virheet eivät välttämättä paljastu edes verkoston koepaineistuksissa, koska liitos saattaa pysyä vuotamattomana jopa puristamattomana joitakin aikoja. Kaikki haastatteluissa esiin tulleet vuototapaukset liittyivät asennusvirheisiin.

Terve talo- ja Kuivaketju10 -toimintamalleissa putkiasennuksia käsitellään enimmäkseen suunnittelun näkökulmasta. Asennuksien laadunvalvonnasta annetut ohjeet eivät estä esimerkiksi kaikkia puristusliitosten virheitä.

4.1.3 Vesieristys

Jossain määrin vesivahinkoja aiheutuu myös märkätilojen vesieristeiden virheistä. Haastatteluissa korostettiin erityisesti vesieristeen liittymäkohtaa lattiakaivoon. Näissä eri lattiakaivoilla voi olla erityyppisiä vesieristeen liitostapoja, joka voivat altistaa asennusvirheille.

4.1.4 Kondenssi

Veden kondensoituminen edellyttää, että jokin pinta tai aine on kylmempi, kuin ympäröivän ilman kastepiste. Haastatteluissa tuotiin esiin kondensoitumisongelmia, jotka johtuvat ulkovaipan ilmavuodoista tai kylmäsilloista. Haastatteluista saatujen tietojen mukaan ilmavuodot ja kylmäsiljat ovat lähinnä työvirheitä, mutta joskus saattaa esiintyä myös suunnitelmapuutteita rakenteiden liittymien detaljeissa. Tiiveyttä käsitellään enemmän luvussa 4.2 Rakennuksen tiiveys.

4.2 Rakennuksen tiiveys

Haastatteluissa rakennuksien tiiveys nähtiin osittain ongelmia aiheuttavana. Joidenkin haastatteluissa esiin tulleiden näkemysten mukaan rakennuksien tiiveydessä olisi parannettavaa, mutta joidenkin näkemysten mukaan tiiveys on yleisesti parantunut viime vuosien aikana. Nykyisten asetusten mukaan rakennusvaipan ilmanvuotoluku saa olla enintään $4 \text{ m}^3 / (\text{h m}^2)$, kun mittausta varten

rakennukseen tai huoneistoon on luotu 50 pascalin alipaine. Sallittua enimmäislukua on käytettävä E-luvun laskennassa, jos mittausta ei ole suoritettu, tai osoitettu muulla laadunvarmistusmenettelyllä. (21: § 17.)

Toisin sanoen jos E-luvun laskennassa halutaan käyttää enimmäislukua pienempää arvoa, on tiiveys yleensä osoitettava mittauksin. Tämän johdosta lähes kaikkiin uusiin rakennuksiin tehdään tiiveysmittaukset. Vertia Oy:n keräämä mitausaineisto osoittaa, että keskimääräinen ilmanvuotoluku on alle 1. Vaikuttaisi siis siltä, että uusien rakennusten tiiveys on hyvällä tasolla. (22.)

Tiiveyden kannalta ongelmallisia ovat kaikki aukot, joita ulkovaippaan tulee. Näitä ovat muun muassa ikkunat, ovet ja talotekniikan läpiviennit. Haastatte- luissa sanottiin, että tekniikkaläpivientejä ei ole aina muistettu erikseen suunnitella ja urakoitsijat saattavat toteuttaa ne parhaaksi katsomallaan tavalla. Väärin toteutettuja läpivientejä on paljastunut joissakin tapauksissa myöhemmin kondenssin aiheuttamien kosteusvaurioiden takia.

Terve talo- ja Kuivaketju10 -toimintamalleissa on myös kiinnitetty paljon huomiota rakennusten tiiveyteen.

4.3 Ilmanvaihto

Vanhemmassa rakennuskannassa yleinen ilmanvaihtoratkaisu on ollut koneellinen poistoilmanvaihto. Poistoilmanvaihtojärjestelmässä ilma poistetaan rakennuksesta koneellisesti ja raitisilma tuodaan rakennukseen yleensä seinissä tai ikkunankarmeissa sijaitsevien korvausilmaventtiileiden kautta. Pahimmillaan korvausilmalle ei ole ollut ollenkaan suunniteltuja reittejä, tai ne on tukittu, jolloin korvausilma tulee ilmapuotoina rakenteiden läpi. Rakennukset ovat tällöin saataneet olla hyvin alipaineisia, jos rakenteet ovat riittävän tiiviit. Nykyään koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä on lähes poikkeuksetta normaali ilmanvaihdon toteutustapa. (23, s.7–8.)

Vuonna 2018 uudistetuissa asetuksissa on ilmanvaihto määrätty suunniteltavaksi tasapainoon tulo- ja poistoilmanvirtojen suhteen. Ilmanvaihdon säätö täysin tasapainoiseksi on haastavaa ja asetuksessa on sallittu +-20 % poikkeamat suunnitelluista ilmamääristä huoneistokohtaisissa mittauksissa. Haastattelun sisäilmastoasiantuntijan Lari Eskolan mukaan aikaisemmin rakennusten huonompi tiiveys on tavallaan antanut hieman armoa ilmanvaihtoa säädettäessä ja nykyiset tiiviimmät rakenteet ovat tehneet säätötyöstä haastavampaa. Ilmanvaihtoa säädettäessä tulisikin nykyään mitata myös paine-ero vaipan yli, jolla varmistutaan, ettei rakennukseen synny haitallista ali- tai ylipainetta. Tämä vaatimus on muun muassa Kuivaketju10 -toimintamallissa.

4.3.1 Ilmanvaihdon suunnitteluvirheet

Ilmanvaihdon suunnitteluvirheet voivat haastateltavien mukaan olla tahallisia tai tahattomia. Tahattomat virheet ovat tavallisia huolimattomuudesta aiheutuvia unohduksia, tai näppäilyvirheitä laskelmissa. Tahallisia on esimerkiksi kustannussäästöjen takia liian pienitehoisiksi mitoitettut ilmanvaihtokoneet, tai liian ahtaiksi mitoitettut kanavistot. Aina liian pienissä mitoituksissa ei ole kuitenkaan kyse suoranaisestä suunnitteluvirheestä. Kanavistoja ei kannata varmuuden vuoksi suunnitella liian väljiksi, koska se voi tehdä säätötyön mahdottomaksi. Ilmanvaihtokoneet tarvitsevat paljon tilaa ja ovat kalliita, joten tilantarvetta ja kustannuksia ei kannata enää kasvattaa turhaan.

Terve talo- ja Kuivaketju10 -toimintamalleissa on esitetty hyvät periaatteet ilmanvaihdon suunnitteluun ja näitä periaatteita noudattamalla suurin osa virheistä vältettäisiin.

4.3.2 Ilmanvaihdon mittaus ja säätö

Haastatteluissa ilmeni myös, että ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyössä esiintyy niin tahattomia virheitä kuin suoranaista vilpillisyyttä. Vilppiä on epäilty esiintyneen ainakin sellaisissa tilanteissa, joissa ilmanvaihdon mittaus ja säätö on sidottu ilmanvaihtourakan osaksi. Mittauspöytäkirjojen vääristelyllä on voitu yrittää

peitellä liian pieniksi jääneitä ilmamääriä. Syitä voi olla useita, jos suunniteltuja ilmamääriä ei saavuteta. Syy voi olla suunnitelmissa, tai asennusvirheissä.

Automaation monimutkaistuessa tulisi mittaus- ja säätötyössä ottaa huomioon järjestelmien kaikkien osien toiminta. Esimerkkinä haastatteluissa tuotiin esille tapaus, jossa huoneen tuloilman pääte-elimet oli säädetty siten, että ilma ei sekoittunut hyvin, jolloin katon rajaan muodostui kerros, jossa ilma vaihtui erinomaisesti, mutta oleskeluvyöhykkeellä ei juuri lainkaan. Kyseisessä huoneessa ilmanvaihtoa ohjattiin hiilidioksidianturilla, joka oli sijoitettu teoreettisesti oikein lähelle poistoilman pääte-elintä. Nämä kaikki laitteet sijaitsivat kuitenkin huoneen yläosassa niin sanotussa puhtaana ilman kerroksessa, jolloin anturi ei mittaanut huoneen todellista tilannetta. Tästä esimerkistä voidaan havaita ainakin kaksi virhettä. Ensimmäinen virhe on hiilidioksidianturin sijoittelun suunnittelussa. Anturi kannattaisi sijoittaa lähemmäksi todellista oleskelu vyöhykettä, eikä olettaa, että poistoelimen läheisyyteen tai poistoilmakanavaan sijoitetulle anturille saapuu huonetilasta hyvin sekoittunutta ilmaa. Toinen virhe on säätötyössä, jossa ei ollut varmistettu, että ilma sekoittuu hyvin.

Kokonaisuutena ilmanvaihdon merkitys rakennuksen teknisen laadun ominaisuutena näyttää korostuneen sen myötä, kun rakennusten tiiveys on parantunut. Ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyössä kehitys ei välttämättä juurikaan ole näkynyt, vaan työtä tehdään pitkälti samojen periaatteiden mukaan kuin aikaisemminkin. Yksi puute mittauksissa yleisesti on se, ettei mittausvirheen suuruutta ole arvioitu ollenkaan. Asetuksissa sallitut poikkeamat sisältävät myös mittausvirheen, joten mittausvirheen suuruus on oleellinen osa mittauksen laadun ja rakennuksen ilmanvaihdon toimivuuden arviointia.

Haastatteluissa tuotiin esille myös ongelma liittyen mittaukseen aikataulutukseen. Mittauksia ei voida tehdä luotettavasti, ennen kuin rakennus on muilta osin riittävän valmis. Esimerkiksi rakennuksen ulkovaipan tulee olla täysin valmis ja sisäpuolella huoneiden välillä rakenteiden tulee olla lähes lopullisessa valmiudessaan. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että väliovien tulee olla paikallaan ja tiiviit. Väliovet tulee sulkea mittauksen ajaksi, jolloin mittaus- ja

säätöolosuhteet vastaavat mahdollisimman hyvin rakennuksen todellista käyttötilannetta. Tästä syystä mittauustyön aikana tulisi myös välttää muuta työskentelyä, ettei mittausolosuhteet muutu kesken mittauksen.

4.4 Palokatkot

Haastatteluissa tuotiin esille epävarmuudet palokatkosten toteutuksessa. Palokatkosten toteutuksen tarkastaminen ja dokumentointi jää monesti urakoitsijan vastuulle. Virheet ja puutteet eivät välttämättä tule esille ja jäävät nopeasti rakenteiden sisälle piiloon. Haastatellut rakennuttajapuolen asiantuntijat totesivat, että monesti on epäilyksiä, ovatko kaikki palokatkot toteutettu suunnitelmien mukaisesti tai ollenkaan. Yleistä on myös, että urakoitsijat pyrkivät vaihtamaan palokatkotuotteet edullisimpiin mahdollisiin ja tällöin palokatkosuunnitelmat tulisi aina päivittää käytettäville tuotteille. Suunnitelmapäivityksiin voi liittyä epävarmuuksia. Ylipäättään suunnitelmissa voi esiintyä puutteita, jolloin urakoitsijan tarkkaavaisuus on ensiarvoisen tärkeää. Vähimmäisvaatimus palokatkosten dokumentaatiolle on niin sanotut punakynäsuunnitelmat, eli mahdollisten muutosten ja lisäysten ilmoittaminen suunnittelijalle, että kaikki palokatkot tulee oikein merkityksi loppupiiirustuksiin. Usein sopimuksissa voi olla esitetty muitakin vaatimuksia dokumentoinnille, mutta yhteistä näille on se, että niiden paikkansapitävyyden varmistaminen rakennuksen valmistuttua tuskin on mahdollista ilman rakenneavauksia.

4.5 Sopimustekniikka

Haastateltavina oli myös eteläsuomalaisen hiljattain valmistuneen asunto-osakeyhtiön isännöitsijä, sekä hallituksen puheenjohtaja. Kyseessä on niin sanottu RS-järjestelmän, eli Rahalaitosten neuvottelukunnan suosituksen mukainen asuntokohde. RS-järjestelmää esitellään tarkemmin luvussa 4.5.1.

Kyseisessä taloyhtiössä oli havaittu mittava määrä rakennusvirheitä sen jälkeen, kun asukkaat olivat muuttaneet asuntoihin ja alkoi paljastumaan, että toteutus ja suunnitelmat eivät vastanneet toisiaan kaikilta osin, tai suunnitelmia

puuttui. Myöskään kaikkia tarkastuksia ei ollut tehty. Lisäksi lakisääteisistä dokumenteista mm. rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta ei ollut laadittu.

Taloyhtiö oli pidättänyt rakennusaikaisen vakuuden, koska urakoitsija ei ollut korjannut ilmenneitä virheitä ja puutteita. Rakennusliikkeen valitsema ensimmäinen isännöitsijä ei ollut edistänyt asioita, joten taloyhtiö vaihtoi isännöitsijää muutamaa kuukautta rakennusten käyttöönoton jälkeen. Taloyhtiössä oli herännyt myös epäilyksiä isännöitsijän ja rakennusliikkeen välisistä kytköksistä. Taloyhtiö oli teettänyt takuutarkastuksen ennakkotarkastuksen ulkopuolisella asiantuntijayrityksellä. Tarkastusraportin mukaan pelkästään LVI-järjestelmien korjauskustannusarvio oli yli 600 000 €.

Rakennusvalvontaviranomainen oli tehnyt kohteeseen loppukatselmuksen hyväksytysti, vaikka toteutus ei vastannut suunnitelmia ja muun muassa lakisääteinen käyttö- ja huolto-ohje oli laatimatta. Rakennusvalvontaviranomainen ei todennut tehneensä asiassa virhettä.

4.5.1 RS-järjestelmä

RS-järjestelmä on 1970-luvulla kehitetty järjestely, jonka tarkoituksena on suojella asunnon ostajaa kohteissa, joissa asuntoja myydään jo ennen rakentamisen aloitusta, tai rakentamisen ollessa käynnissä. Järjestelmä on alun perin pankkien kehittämä, mutta sittemmin kirjattu Asuntokauppalakiin 894/1994. (24.)

RS-kohteen toteutus etenee yleensä seuraavassa järjestyksessä. Rakennusliike, eli perustajaosakas ostaa tai vuokraa tontin, sekä laatii esisuunnitelmat kohteesta, joilla voidaan aloittaa ennakkomarkkinointi. Tämän tavoitteena on selvittää, onko asunnoille kysyntää. Kun asunnoista on tehty riittävästi ennakkovarauksia, aloitetaan niin sanottujen turva-asiakirjojen laatiminen, joihin sisältyy muun muassa lupapiirustukset. Kun turva-asiakirjat ovat valmiit, voidaan asunnoista tehdä kauppaja ja rakentaminen aloittaa. Yleensä ostajat maksavat kauppahintaa osissa rakentamisen etenemisen mukaan. (25; 26, § 4.)

Rakennusliike perustaa rakennettavan asunto-osakeyhtiön ja nimeää ensimmäisen hallituksen, sekä isännöitsijän. Kun asunnoista on myyty 25 %, tulee hallituksen kutsua koolle osakkeenostajien kokous. Osakkeenostajien kokous saa valita taloyhtiölle tilintarkastajan ja rakennustyön tarkastajan. Tarkastajalla ei ole juurikaan valtaa, mutta hänellä on oikeus saada tarvittavat suunnitelmat ja muut tarvittavat dokumentit, sekä käydä työmaalla. Tarkastaja raportoi osakkeenomistajille havainnoistaan ja töiden etenemisestä. Kohteen valmistuessa asunnon ostajille annetaan mahdollisuus reklamoida asuntonsa virheistä ja puutteista urakoitsijalle. Virheet ja puutteet tulee korjata kohtuullisessa ajassa. Kohteessa pidetään rakennusvalvonnan loppukatselmus ja asukkaat muuttavat sisään. Taloyhtiössä järjestetään hallinnonluovutusyhtiökokous, jossa rakennusliike luovuttaa taloyhtiön hallinnan uudelle hallitukselle. (25; 26: § 20, § 22.)

Asuntokauppalain mukaan RS-järjestelmässä rakennusurakoitsija vastaa kohteen suunnittelusta, toteutuksesta ja valvonnasta. Vaatimusta ulkopuolisen valvonnan käytölle ei ole. (26.)

4.5.2 Juridiset haasteet esimerkkikohteessa

Haastattelussa rakentamiseen liittyviin asioihin erikoistunut asianajaja Lassi Kirves totesi, että asunnon ostajien suojele pelkällä lainsäädännöllä on mahdotonta. Lainsäädännön rakentaminen täysin aukottomaksi on mahdotonta, eikä laeilla voida estää, jos joku tahoo haluaa toimia vilpillisesti. Kysyttäessä asunnon ostajan mahdollisuuksista varmistua ostamansa asunnon toteutuksen laadusta, totesi Kirves, että RS-järjestelmä ei tätä itsessään mahdollista. Parhaana laadunvarmistusmenetelmänä Kirves pitikin jonkinlaista sertifiointia, jonka vaatimusten toteutumiseen rakennusurakoitsija sitoutuu.

Vaikka asunnon ostajilla on mahdollisuus valita rakennustyön tarkastaja, kun neljännes asunnoista on myyty, ei tämäkään menetelmä riitä takaamaan laadukasta toteutusta, jos urakoitsijan oma laadunvalvonta pettää. Järjestelmän yksi heikkouksista piilee siinä, ettei rakennustyön tarkastajalla ole minkäänlaista

oikeutta osallistua hankkeen päätöksentekoprosesseihin. Riskinä on tällöin se, ettei tarkastaja saa kaikkia tietoja raportoidakseen niitä eteenpäin.

Kirveen lisäksi haastateltavista muutamat muutkin arvostelivat kovin sanoin sitä, että RS-kohteessa perustajaosakas, eli rakennusliike valitsee ensimmäisen isännöitsijän. Haastateltavat kertoivat kohdanneensa usein tilanteita, joissa isännöitsijät vaikuttivat suojelleen rakennusliikettä.

5 Johtopäätökset

Rakentamisen teknisen laadun sertifiointijärjestelmää on yritetty kehittää aikaisemminkin, ja erilaisia osajärjestelmiä on olemassa. Kokonaisvaltaista laatujärjestelmää ei kuitenkaan ole vielä pystytty luomaan. Käymieni keskusteluiden pohjalta näen tällaiselle kuitenkin selvän tarpeen, koska rakentamisen laadussa on selvästi parantamisenkin varaa.

Aiheeseen perehtymisen aikana vakuutuin siitä, että tietoa ja osaamista hyvästä rakentamisesta on erittäin paljon ja sitä on myös kattavasti kerätty ohjeiden muodossa erilaisiin tietopankkeihin. Havaitsin myös, että rakentamisen laatua heikentäviä ongelmia on melko rajallinen määrä, ja näihin paneutumalla voitaisiin saada suuri vaikutus, erityisesti yhdistettäessä uusi järjestelmä jo olemassa olevien kanssa.

Rakentaminen eroaa vielä paljon muista teollisuuden aloista siinä, että laadunvarmistus rakentamisessa perustuu pitkälti erilaisiin tarkastuksiin. Muilla teollisuuden aloilla laatua valvotaan pistokoemaisesti ja laatua kehitetään keskittymällä tuotantomenetelmien ja -prosessien hallintaan. Rakentamisessa valvontaa laadunvarmistuksessa käytetään edelleen paljon ja näyttää, että sitä vieläkin tarvitaan. Tämä johtunee pitkälti siitä, että rakentaminen on edelleen paljon käsityötä ja inhimillisten virheiden määrä on suurempi, kuin pitkälle automatisoidussa prosessiteollisuudessa. Laatukustannusten näkökulmasta katsottuna laadun kehittämisen painopistettä tulisi siirtää valvonnasta suunnitteluun käsittäen

niin teknisen suunnittelun kuin tuotannon suunnittelun. Seuraavissa luvuissa käsitellään tutkimuksen havainnot ja ehdotukset aiheittain.

5.1 Kosteus- ja vesivahingot

5.1.1 Betonivalut

Märkinä pinnoitettavista lattiavaluista aiheutuu haastatteluiden perusteella ongelmia, vaikka ohjeistukset tämän osalta on yleisesti tiedossa. Valujen kuivumisen varmistus tulee saada sertifikaatin vaatimuksiin. Kuivaketju10-toimintamallissa on esitetty kattava laadunvarmistusmenettely betonivalujen kuivattamiseen. Siinä vaatimuksena on jatkuva olosuhdeseuranta, sekä suunnittelijan laatima mittaussuunnitelma. Kuivaketju10-mittaussuunnitelmassa mittaajalle tulee myös määritellä pätevyys. Tätä vaatimusta olisi mahdollista tiukentaa sertifiointiin siten, että vaatimuksena on aina rakennusurakoitsijasta riippumattomien mittaajien käyttö.

5.1.2 Putkivuodot

Vedestä aiheutuvista ongelmista haastatteluiden perusteella vakavin on putkivuotojen aiheuttamat vahingot. Koska vuodot aiheutuvat erityisesti virheellisesti tehdyistä vesijohtojen puristusliitoksista, tulisi erityisesti tähän kiinnittää huomiota standardia laadittaessa. Toinen merkittävä vuotokohta on viemäreiden liitokset. Viemärit voidaan kuvata ennen käyttöönottoa, jolla suurin osa virheistä löydettäisiin. Tämä voisi olla yksi sertifioinnin vaatimuksista. Vesijohtojen liitoksien tarkastukseen ei ole aukotonta menetelmää, koska edes täysin puristamaton liitos voi kestää vuotamattomana pitkän aikaa. Ulkopuolista tarkastusta ja valvontaa ei todennäköisesti kannata käyttää kaikkien liitosten tarkastamiseen. Tällöin ainoaksi keinoksi jäävät omavalvonnan lisääminen tai muut vastaavat toimenpiteet. Vesijohtojen liitoksien varmistamisesta tulisi saada vaatimus standardiin, mutta tässä tutkimuksessa ei löydetty aukotonta keinoa, kuinka varmistus tulisi tehdä.

5.1.3 Vesieristys

Vesieristysten virheisiin tulisi tämän tutkimuksen perusteella kohdistaa toimenpiteitä. Vaikka nykyiset vesieristetuotteet ovat laadukkaita, etenkin lattiakaivon liitoskohta voi vuosien saatossa osoittautua ongelmalliseksi. Olisi hyvä, että jokaisessa rakennushankkeessa olisi rakennusurakoitsijasta ulkopuolinen riittävän ammattitaidon omaava valvoja tai muu vastaava, joka tarkastaisi kaikki märkätilat. Vesieristeen lisäksi myös lattiakaadot tulisi tällöin samalla tarkastettua.

Haastatteluissa tuotiin esiin, että monissa hankkeissa käytetäänkin ulkopuolista valvontaa. Perustajaurakointi hankkeissa, eli niin sanotuissa gryndaus koh-teissa ulkopuolisia valvoja ei välttämä ole. Sertifikaatin myöntämisperusteena voitaisiin vaatia ulkopuolinen rakennustekninen valvoja, jonka toimenkuvaan kuuluisi myös kaatolattioiden ja vesieristeiden tarkastus. Tarkastuksesta olisi suotavaa edellyttää määrämuotoisen tarkastuspöytäkirjan laatimista.

5.1.4 Kondenssi

Kondenssi liittyy olennaisesti ilmapuotoihin ja rakenteiden kylmäsiltoihin. Oleellista on varmistaa, että suunnitelmat on huolellisesti laadittuja. Suunnittelun vaatimukset on kattavasti määritetty Kuivaketju10- ja Terve talo -ohjeissa, joten nämä riittävät vaatimuksiksi. Sertifiointiin lisävaatimuksena voitaisiin esittää malliasennukset kriittisistä rakenneliittymistä. Tätä aihetta ei tutkittu tässä opin- näytetyössä laajemmin, ja määrittely tulee tehdä tarkemmin.

5.2 Rakennuksen tiiveys

Rakennuksen tiiveysmittaus tulee olla sertifikaatin vaatimuksena. Tällainen vaatimus on myös Kuivaketju10-toimintamallissa, jossa on määritetty, että ilmanvuotoluvun tulee olla alle yksi. Nämä vaatimukset ovat mielestäni erinomaisia. Rakennuksen riittävä tiiveys on edellytys myös ilmanvaihdon suunnitelmien mukaiselle toimivuudelle.

5.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon ongelmat uusissakin rakennuksissa ovat valitettavan yleisiä. Osittain ongelmat ovat lähtöisin jo suunnittelijoiden pöydältä. Työnaikaiset suunnitelmattomat muutokset ja asennusvirheet voivat saada aikaan sen, että tiukasti mitoitetuissa järjestelmissä ei tehot yksinkertaisesti riitä tarvittaviin ilmamääriin. Jos säätötyössä lisäksi peitellään virheitä, voi ongelmat jäädä pitkäksi aikaa havaitsematta ja voivat pahimmillaan aiheuttaa terveyshaittaa rakennusten käyttäjille. Jälkikäteen ilmanvaihdon ongelmat voivat olla hankalia selvittää ja ratkaista. Ilmanvaihdon osalta standardiin tulisi määritellä tarkasti ilmanvaihtojärjestelmän minimi mitoitus siten, että suunnittelussa on huomioitava tarvittavat tehostusvarat. Ilmavirtojen mitoituksen osalta standardissa ehdotan käytettäväksi Sisäilmaluokitus 2018 -luokkien tavoitearvoja.

Terve talo- ja Kuivaketju10 -toimintamalleissa on kattavasti esitetty ilmanvaihdon suunnittelun ja toteutuksen ohjaus, sekä tarkastukset. Uutta sertifiointia luodessa tulisi varmistua, ettei se olisi ristiriitainen olemassa olevien sertifiointien kanssa.

Ilmanvaihdon mittauksen ja säädön osalta sertifikaatin vaatimuksissa voidaan esittää käytettäväksi ulkopuolista mittaajaa. Mittaus ja säätötyöhön on varattava riittävä häiriötön aika. Rakennuksen tiiveysmittaus tulee olla suoritettu ennen ilmanvaihdon mittauksia. Ilmanvaihdon mittausten ja säädön yhteydessä on pääte-elimet säädettävä siten, että huoneilma sekoittuu kunnolla. Sertifikaatin vaatimuksissa voidaan edellyttää savukokeita ilman sekoittuvuuden varmistamisessa. Sertifikaatin liitteeksi voitaisiin laatia mittauspöytäkirjapohja, jota käyttämään urakoitsija olisi velvoitettu. Mittauspöytäkirjassa tulisi edellyttää mittausvirheen laskelmat.

5.4 Palokatkot

Haastatteluita tehdessä havaittiin, että palokatkojen toteutus aiheuttaa huolta erityisesti rakennuttajapuolen asiantuntijoissa. Urakoitsijoiden toimittamien

palokatkokumentaatioiden aukottomuus on yleensä mahdotonta varmentaa. Jos palokatkot eivät toimi suunnitellusti, voi se pahimmillaan tarkoittaa ihmishenkien menetystä tulipalon sattuessa.

Rakennuksessa voi olla mittava määrä palokatkoja, joten kaikkien tarkastaminen ulkopuolisen tarkastajan toimesta ei ole välttämättä kustannusten puolesta mahdollista. Sertifikaatin vaatimuksissa palokatkojen dokumentaatiolle olisi hyvä esittää määrämuotoinen tapa, jolla käytäntöjä saataisiin yhtenäistettyä. Markkinoilla on olemassa palokatkojen asennuksiin erikoistuneita yrityksiä, joissa osaaminen ja dokumentointitavat ovat yleensä hyvällä tasolla haastatte- luissa saadun tiedon perusteella. Näin ollen vaatimus ulkopuolisen palokatko-ry- tyksen käyttämisestä voisi olla perusteltua.

5.5 Sopimustekniikka

Tutkimuksessa paljastuivat erityisesti RS-järjestelmän juridiset heikkoudet. On tärkeää havaita, että suurin osa asuntokohteista toteutetaan ilman suurempia ongelmia ja riitoja. Rakennusyritysten välillä on oletettavasti eroavaisuuksia si- säisen laadunvalvonnan toteutuksessa, mutta eroja ei ollut mahdollista tutkia tässä opinnäytetyössä.

RS-kohteet ja tilaajavetoiset kohteet ovat kuitenkin selvästi eriarvoisessa ase- massa. Kun rakennuksella on tilaaja, on hankkeeseen yleensä sidottu myös urakoitsijoista riippumatonta valvontaa. RS-kohteessa rakennusliike päättää itse, käytetäänkö ulkopuolisia valvojia vai ei. Koska valvonta voidaan nähdä vain ylimääräisenä kustannuksena, se ei välttämättä ole rakennusliikkeen näkö- kulmasta järkevää. Sertifioinnin vaatimuksena voisi hyvinkin olla ulkopuolisen valvojien käyttö. Valvojille tulisi tällöin sopimukseen nojaten suoda todellista pää- täntävaltaa hankkeessa, ja valvojan tulisi valvoa asunto-osakeyhtiön etuja.

Tilaajavetoisissa kohteissa tilaaja päättää itse ulkopuolisen valvonnan käytöstä, samoin kuin siitä, minkälaisia vaatimuksia sopimukseen kirjataan. Vaatimuksena voi olla esimerkiksi sitoutuminen sertifiointimenettelyyn. RS-hankkeissa halu

sertifiointiin lähtee ensisijaisesti niin sanotusta perustajaosakkaasta, eli rakennusurakoitsijasta. Välillisesti päätöksiin vaikuttaa tietysti lopullisen maksajankin mielipiteet. Jos sertifiointista tulisi tunnettu tae sille, että rakennus on laadukas ja suuria riskejä on epätodennäköisemmin odotettavissa, saattaisi ostajien vaatimus vaikuttaa myös RS-kohteille hankittaviin sertifikaatteihin.

Sertifikaatissa voitaisiin esittää myös muutos käytäntöön, jossa rakennusliike valitsee taloyhtiölle ensimmäisen isännöitsijän. Tässä tutkimuksessa ei ollut mahdollisuutta tutkia vaihtoehtoja tarkemmin ja lisätutkimusta tämän osalta tarvitaan. Mahdollisia vaihtoehtoisia tahoja isännöitsijän valitsijoiksi voisi olla osakkeenostajien kokous tai hankkeelle rahoituksen myöntävä pankki.

6 Ehdotukset jatkokehitykseen

Kuten jo edellä todettiin, kannattavinta olisi sisällyttää Terve talo-ohjeet ja Kuiva- ketju10 -toimintamalli kokonaisuudessaan sertifikaatin vaatimukseen, tai valita näistä toinen sertifikaatin pohjaksi. Tässä tutkimuksessa ei selvinnyt tämän osalta, mikä vaihtoehtoista olisi paras. Tässä tutkimuksessa esiin tulleet näiden toimintamallien ulkopuoliset haasteet on listattu alla. Tämäkään listaus ei ole välttämättä täydellinen, vaan on mahdollista, että jatkokehityksessä muitakin asioita nousee esiin.

Ehdotuksia sertifikaatin sisällöstä:

Kosteus

- Betonivaluissa voidaan edellyttää noudattamaan esimerkiksi Kuiva- ketju10 -ohjeita, mutta lisättynä vaatimuksella ulkopuolisesta mittaaajasta.
- Viemärivuotojen ehkäisyssä voitaisiin edellyttää kaikkien viemäreiden laadunvarmistus videokuvaamalla viemärit sisäpuolelta.

- Vesijohtovuotojen puristusliitoksien laadunvarmistus tulisi asettaa erillisenä vaatimuksena sertifikaattiin. Laadunvarmistuksen toteutukseen ei löydetty menetelmää tässä tutkimuksessa.
- Vesieristysten tarkastukset tulee edellyttää toteutettavan rakennusurakoitsijasta riippumattomalla asiantuntijalla. Sertifikaatin liitteeksi voidaan luoda määrämuotoinen tarkastuspöytäkirja, jota tulee käyttää.
- Veden kondensoituminen ja rakennuksen tiiveys kulkevat käsi kädessä. Rakenteiden liitokset on suunniteltava ja toteutettava oikein. Esimerkiksi Kuivaketju10 -toimintamalli tarjoaa hyvän pohjan suunnitteluun ja toteutukseen. Lisävaatimuksena suositeltavaa olisi kriittisten rakenteiden mallikatselmukset.

Tiiveys

- Katso edellinen kappale veden kondensoitumisesta. Tiiveysmittauksien vaatimukset on kattavasti määritetty esimerkiksi Kuivaketju10 -toimintamallissa. Ilmanvuotoluku tulisi olla pienempi, kuin 1.

Ilmanvaihto

- Ilmanvaihdon suunnitteluun ja mitoitukseen on kattava ohjeistus Terve talo- ja Kuivaketju10 -ohjeissa.
- Mittaus- ja säätötyöhön edellytetään käytettävän riippumatonta toimijaa.
- Mittauksille tulee varata häiriötön aika, jolloin kohteessa ei tehdä muita töitä.
- Mittauspöytäkirjaan edellytettävä laskelmat mittausvirheen suuruudesta.

- Säätytyöhön on sertifioinnissa sisällytettävä pääte-elimien säätö siten, että ilman sekoittuvuus huomioidaan. Vaatimukseen voidaan sisällyttää myös savukokeita yksittäisissä huonetiloissa.
- Ilmanvaihtojärjestelmän mittausten ja toimintakokeiden vaatimuksissa on huomioitava myös huonekohtaisten ja vyöhykekohtaisten anturien toiminta siten, että anturien mittaukset edustavat todellista tilannetta koko oleskeluvyöhykkeellä.

Palokatkot

- Palokatkojen dokumentointitapa on määritettävä sertifikaatin vaatimuksissa.
- Vaatimusta palokatkoihin erikoistuneen yrityksen käytöstä tulisi harkita.

Sopimustekniikka

- Vaatimus urakoitsijoista riippumattomasta valvonnasta. Valvojille annettava riittävä vaikutusvalta hankkeessa laadun varmistamiseksi.
- Ensimmäisen isännöitsijän valitseminen on toteutettava rakennusurakoitsijasta riippumattomasti.
- Osakkeen ostajien on tehtävä taloyhtiölle ilmoitus, jos heillä on sidonnaisuuksia perustajaosakkaaseen.

7 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin mahdollisuuksia rakennuksen teknisen laadun sertifikaattijärjestelmän luomiseksi. Tutkimus tehtiin pääosin asiantuntijahaastatteluina. Haastatteluista saatuja tietoja täydennettiin muista lähteistä saaduilla tiedoilla.

Tutkimuksen aikana selvisi, minkälaisia haasteita rakentamisen teknisessä laadussa tänä päivänä esiintyy ja minkälaisiin asioihin tulisi kiinnittää huomiota. Tutkimuksessa voitiin myös osoittaa, että haastatteluosuudessa esiin tulleisiin teknisiin haasteisiin on jo osittain vastattu erityisesti Terve talo- ja Kuivaketju10-toimintamalleilla. Tutkimuksessa tuli myös esiin se, että on olemassa osa-alueita, joihin nämä toimintamallit eivät vielä sellaisenaan vastaa. Kokonaisvaltaisen rakennuksen teknisen laadun sertifikaatin kehitystyötä olisi kuitenkin järkevintä jatkaa näiden olemassa olevien toimintamallien pohjalta. Tutkimuksen pohjalta syntyi lista ehdotuksista ja opinnäytetyötä voidaan käyttää pohjana sertifikaatin jatkokehitykseen. Sertifikaatin kehitystyötä voidaan jatkaa esimerkiksi uusina opinnäytetyöprojekteina.

Lähteet

- 1 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 132/5.2.1999.
- 2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/rakentamismaaraykset>>. Luettu 23.12.2023.
- 3 Lecklin, Olli. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5., uudistettu painos. Hämeenlinna: Talentum.
- 4 Mitä standardi tarkoittaa? Verkkoaineisto. SFS Suomen Standardit ry. <<https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>>. Luettu 15.1.2024.
- 5 Suomessa standardointityö on jaettu eri toimialoja edustaville organisaatioille. Verkkoaineisto. SFS Suomen Standardit ry. <<https://sfs.fi/sfs-ry/meista/toimialayhteisot/>>. Luettu 20.2.2024.
- 6 SFS – standardoinnin keskusjärjestö Suomessa. Verkkoaineisto. SFS Suomen Standardit ry. <<https://sfs.fi/sfs-ry/meista/>>. Luettu 20.2.2024.
- 7 Sertifiointi. Verkkoaineisto. AKM Consulting Oy. <<https://sertifiointi.com/sertifiointi/>>. Luettu 20.2.2024.
- 8 CE-merkintä rakennustuotteille. Verkkoaineisto. Inspecta Group Oy. <<https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/sertifiointi-arviointi-ja-todentaminen/ce-merkinta-rakennustuotteille/>>. Luettu 15.2.2024.
- 9 Edistämme hyvää rakennustapaa toimimalla kiinteistö- ja rakennusalan tiedon tuottajana ja välittäjänä suunnittelusta ylläpitoon. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <<https://www.rakennustieto.fi/yritys>>. Luettu 3.1.2024.
- 10 Meistä. Verkkoaineisto. Rakennusteollisuus RT Ry. <<https://rt.fi/meista/>>. Luettu 18.12.2023.
- 11 Talotekniikkainfo. Verkkoaineisto. Talotekninen teollisuus ja kauppa ry. <<https://talteka.fi/hyva-tietaa/talotekniikkainfo/>>. Luettu 27.12.2023.
- 12 RALA edistää rakentamisen laatua ja vastuullisuutta. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <<https://www.rala.fi/fi/rala>>. Luettu 3.12.2023.
- 13 RALA-sertifioinnilla kehität ja osoitat yrityksesi toiminnan laatua. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <<https://www.rala.fi/fi/palvelut/rala-sertifiointi>>. Luettu 3.12.2023.

- 14 RALA-sertifiointi, laatujärjestelmän arviointiperusteet 1.1.2020 rakentaminen ja asentaminen. 2022. Verkkoaineisto. Rakentamisen laatu RALA ry. <https://www.rala.fi/application/files/7616/6248/1286/RALA-laatusertifikaatti_arviointiperusteet_URAKOINTI.pdf>. Päivitetty 6.6.2022. Luettu 3.12.2023.
- 15 Kuivaketju10-toimintamalli. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <<https://www.rala.fi/fi/palvelut/kuivaketju10/kuivaketju10-toimintamalli>>. Luettu 3.12.2023.
- 16 Riskilista ja todentamisohje. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <<https://www.rala.fi/fi/palvelut/kuivaketju10/riskilista-ja-todentamisohje>>. Luettu 3.12.2023.
- 17 Kuivaketju10-riskilista. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <https://www.rala.fi/download_file/view/417/448>. Luettu 3.12.2023.
- 18 Terve talo -sertifikaatilla laatua rakentamiseen. Verkkoaineisto. Eurofins Expert Service Oy. <<https://www.eurofins.fi/expertservices/ajankoh-taista/uutiset/201712-terve-talo-sertifikaatilla-laatua-rakentamiseen/>>. Luettu 2.1.2024.
- 19 Terve talo uudisrakennushanke. Tilaajan ohje. 2023. RT 103612. Rakennustieto.
- 20 Ympäristöluokitukset. Verkkoaineisto. Green Building Council Finland ry. <<https://figbc.fi/ymparistoluokitukset>>. Luettu 15.2.2024.
- 21 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 2017. 1010/20.12.2017.
- 22 Ilmanvuotoluku. Verkkoaineisto. Vertia Oy. <<https://vertia.fi/tiiveysmittaus/ilmanvuotoluku/>>. Luettu 25.1.2024.
- 23 Alanko, Antti; Lindholm, Jan; Luoma, Jussi; Mäkinen Sami; Määttä Janne; Näppi, Jouni & Penttilä, Janne. 2023. Ilmavirtojen mittaus ja tasapainotus. Helsinki: Talotekniikkainfo.
- 24 Valto, Sari. 2005. Mikä on asuntokaupan RS-järjestelmä? Verkkoaineisto. Yle. <<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2005/02/10/mika-asuntokaupan-rs-jarjestelma>>. Päivitetty 21.3.2005. Luettu 25.2.2024.
- 25 Ylihärsilä, Mikko. 2017. Mitä tarkoittaa asuntokaupan RS-järjestelmä? Verkkoaineisto. Ultra Kiinteistöt Oy. <<https://www.ultraKiinteistot.fi/yritys/artikkelit/8-asuntosijoittaminen/17-mita-tarκοittaa-asuntokaupan-rs-jarjestelma>>. 23.11.2017. Luettu 25.2.2024.

26 Asuntokauppalaki. 1994. 843/23.9.1994.

Lista haastateltavista

Anonyymi (haastateltava ei halunnut nimeään julki). As. Oy:n Puheenjohtaja.

Eskola, Lari. Johtava asiantuntija, sisäilmasto. A-Insinöörit Oy.

Haikola, Ari. Rakennuttajakonsultti. WSP Finland Oy.

Hautala, Jukka. Isännöitsijä. Taloasema.

Hietala, Janne. Rakennuttajapäällikkö. Auratum.

Hyvärinen, Juhani. Johtaja, teknologia. Talotekninen teollisuus ja kauppa ry

Kaltainen, Miikka. Projektipäällikkö. Newsec Property Asset Management Finland Oy.

Kemppainen, Jani. Asiantuntija, tekniset vaatimukset. Rakennusteollisuus RT ry.

Kirves, Lassi. Asianajaja. Kirves Asianajotoimisto Oy

Lundgren, Ossi. Tekniikan johtaja. Granlund Isännöinti Oy.