

Noora Elo

**BREEAM-YMPÄRISTÖLUOKITUS-  
JÄRJESTELMÄN MUKAISEN  
TOIMINNANVARMISTUKSEN  
SOVELTAMINEN SUOMALAISESSA  
UUDISRAKENTAMISESSA**

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Ympäristötekniikan koulutus

2023



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Noora Elo
Työn nimi	BREEAM-ympäristöluokitusjärjestelmän mukaisen laadunvarmistuksen soveltaminen suomalaisessa uudisrakentamisessa
Toimeksiantaja	Ramboll Finland Oy
Vuosi	2023
Sivut	42 sivua, liitteitä 9 sivua
Työn ohjaajat	Johanna Arola ja Ilkka Mäkelä

## TIIVISTELMÄ

Rakennusteollisuus on merkittävä ympäristövaikutusten aiheuttaja. Uudisrakennusten taloteknisten järjestelmien toiminnanvarmistus on tärkeää, sillä vain 10 prosenttia ympäristövaikutuksista syntyy rakentamisen aikana ja 90 prosenttia syntyy käytön aikana. Taloteknisten järjestelmien toiminnanvarmistus voi merkittävästi pienentää näitä ympäristövaikutuksia.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää BREEAM-ympäristöluokitusjärjestelmän toiminnanvarmistuksen vaatimusten toteutumista suomalaisessa uudisrakentamisessa. Tutkimus keskittyy BREEAM International New Construction V6 -sertifiointijärjestelmän standardeihin, jotka käsittelevät keskuslämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointi-, vedenjakelu- ja valaistusjärjestelmiä. Opinnäytetyö vastaa kysymykseen siitä, mitä tutkitut standardit vaativat, jota suomalaiseen tapaan ei yleensä kuulu toiminnanvarmistuksen ohjauksen näkökulmasta.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa Rambollin asiantuntijoille tietoa BREEAM-sertifiointijärjestelmän soveltamisesta suomalaisessa uudisrakentamisessa, jotta Rambollin BREEAM-asiantuntijat voivat ohjata hankkeiden valvoja ja urakoitsijoita tulevissa BREEAM-sertifioinneissa standardien mukaiseen toimintaan. Työn keskiössä ovat pääkohdat, jotka tulisi ottaa huomioon standardien vaatimusten ja suomalaisen toimintatavan vertailussa.

Tässä laadulliseen tutkimukseen perustuvassa opinnäytetyössä pääaineistona toimivat ajankohtainen kirjallisuus ja taloteknisten järjestelmien asiantuntijoiden haastattelut. Kirjallisuuskatsaus syventää ymmärrystä tutkimuskysymyksestä ja auttaa tunnistamaan tiedossa olevat puutteet, joita selvitetään asiantuntijahaastattelujen avulla.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että BREEAM-ympäristöluokitusjärjestelmän vaatimukset täyttyvät Suomessa suurelta osin voimassa olevan lainsäädännön puitteissa. Tutkittujen standardien noudattaminen ei vaadi merkittäviä muutoksia nykyisiin toimintatapoihin. Suomalaisessa uudisrakentamisessa on laajalti otettu huomioon järjestelmien toimivuuden varmistaminen aina suunnittelusta käyttöönottoon. Tämä osoittaa, että standardien mukainen toiminnanvarmistaminen ei edellytä merkittäviä muutoksia.

**Asiasanat:** BREEAM-ympäristöluokitusjärjestelmä, toiminnanvarmistus, standardi, talotekniikka, uudisrakentaminen

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Noora Elo
Thesis title	Application of quality assurance in accordance with the BREEAM environmental classification system in Finnish new construction
Commissioned by	Ramboll Finland Oy
Time	2023
Pages	42 pages, 9 pages of appendices
Supervisors	Johanna Arola, Ilkka Mäkelä

## ABSTRACT

The construction industry is a significant contributor to environmental impacts. Ensuring the functionality of technical building systems in new constructions is crucial because while only 10 percent of these environmental impacts occur during construction, while 90 percent occur during usage. Commissioning of technical systems can significantly reduce these environmental impacts.

The objective of the thesis was to investigate the implementation of operational assurance according to the BREEAM environmental certification system in Finnish new construction projects. The study focuses on the standards of the BREEAM International New Construction V6 certification system, specifically addressing central heating, ventilation, air conditioning, water distribution, and lighting systems. The thesis answers the question of what the studied standards require that is not typically included in the Finnish operational assurance approach.

The purpose of the thesis is to provide Ramboll's experts with information on applying the BREEAM certification system in Finnish new construction, enabling Ramboll's BREEAM specialists to guide project supervisors and contractors in future BREEAM certifications according to the standards. The key focus is on the main aspects that should be considered when comparing the requirements of the standards with Finnish practices.

This qualitative research-based thesis relies on current literature and interviews with experts in technical building systems. The literature review deepens the understanding of the research question and helps identify known gaps, which are explored through expert interviews.

The results of the study indicate that the requirements of the BREEAM environmental certification system are largely met in Finland within the framework of existing legislation. Adhering to the studied standards does not require significant changes to current practices. Finnish new construction projects have already widely incorporated operational assurance, from design to implementation. This demonstrates that conforming to the standards does not necessitate major alterations.

**Keywords:** BREEAM environmental certification system, commissioning, standard, building services, new construction

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tilaajan esittely.....	6
1.2	Työn tarkoitus ja rajaaminen.....	7
1.3	Tavoite ja tutkimuskysymys.....	8
2	BREEAM-YMPÄRISTÖLUOKITUSJÄRJESTELMÄ.....	8
2.1	Sertifiointiprosessi.....	9
2.2	Projektin hallinta.....	10
2.3	Standardit.....	12
2.3.1	Keskuslämmitysjärjestelmät.....	13
2.3.2	Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät.....	14
2.3.3	Vedenjakelujärjestelmät.....	15
2.3.4	Valaistusjärjestelmät.....	18
3	TOIMINNANVARMISTUS SUOMALAISESSA UUDISRAKENTAMISESSA.....	19
3.1	Rakentamismääräykset.....	20
3.2	Vastuut rakennushankkeessa.....	21
3.3	Viranomaiskatselmukset.....	22
3.4	Laite- ja materiaalihyväksynät.....	23
3.5	Rakennustyön tarkastusasiakirja.....	25
3.6	RT-kortit.....	26
3.7	Toimivuuden varmistamisen käsikirja.....	26
4	TUTKIMUSMENETELMÄT.....	27
4.1	Kirjallisuuskatsaus.....	28
4.2	Haastattelut.....	29
5	TULOSTEN ESITTELY.....	31
6	TULOSTEN ANALYSOINTI JA POHDINTA.....	38
7	YHTEENVETO.....	40
	LÄHTEET.....	41

## LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset.

Liite 2. Yhtäläisyydet ja eroavaisuudet standardien ja suomalaisen tavan välillä.

## 1 JOHDANTO

Rakennusteollisuus on maailmanlaajuisesti yksi suurimmista materiaalien kuluttajista ja samalla merkittävä ympäristövaikutusten aiheuttaja. Rakennusten ympäristövaikutusten seuranta, arviointi ja hallinta ovat keskeisiä näkökulmia kestävän kehityksen kannalta. Uusien rakennusten taloteknisten järjestelmien suunnitteluun ja toiminnanvarmistukseen tulee panostaa, sillä ne kuluttavat huomattavan määrän energiaa. Huomionarvoista on, että rakentamisen ympäristövaikutuksista vain noin 10 prosenttia syntyy rakentamisen aikana ja loput 90 prosenttia käytön aikana. Taloteknisten järjestelmien toiminnan varmistuksella voidaan pienentää rakentamisen ympäristövaikutuksia. [1.]

Rakennusalan yritykset kantavat suuren vastuun tulevaisuuden kestävyyskysymysten ratkaisemisessa. Ympäristöystävällisen rakentamisen tukemiseksi on kehitetty erilaisia sertifiointijärjestelmiä, jotka ohjaavat rakennusprojekteja aina suunnitteluvaiheesta luovutukseen asti. Nämä sertifikaatit edistävät rakentamisen läpinäkyvyyttä ja vaikuttavat alan arvomaailman muutokseen. Esimerkkeinä tällaisista sertifikaateista mainittakoon BREEAM ja LEED sekä kotimainen RTS-ympäristöluokitus. [2.] Tämä opinnäytetyö keskittyy BREEAM International New Construction V6 -sertifiointijärjestelmän mukaisiin toimintatapoihin taloteknisten järjestelmien toiminnanvarmistuksen ja luovutuksen osalta.

Suomalaisella rakennusalalla on vahva perinne laadukkaasta ja turvallisesta rakentamisesta. Toiminnanvarmistus, joka kattaa suunnitteluvaiheen, rakentamisen ja lopulta käyttöönoton, on tärkeässä roolissa uudisrakentamisessa. Suomen rakennusteollisuus noudattaa standardeja ja määräyksiä varmistaakseen rakennusten laadun, energiatehokkuuden ja turvallisuuden. Tämä työ pyrkii syventämään ymmärrystä siitä, miten BREEAM-ympäristöluokitusjärjestelmän mukaisen toiminnanvarmistuksen soveltaminen suomalaisessa uudisrakentamisessa voi tukea näitä tavoitteita.

### 1.1 Tilaajan esittely

Opinnäytetyö tehdään työn tilaajalle, Ramboll Finland Oy:n Tekniset selvitykset ja vastuullisuus -yksikölle. Yksikössä haluttiin selvittää BREEAM

International New Construction V6 -sertifiointijärjestelmän listaamien vaatimusten toteutumista suomalaisessa uudisrakentamisessa.

Ramboll on vuonna 1945 Tanskassa perustettu kansainvälinen asiantuntijayritys, joka työllistää noin 18 000 asiantuntijaa 35 maassa. Suomessa Ramboll on alan johtava kestävien kaupunkien ja yhteiskuntien suunnittelu- ja konsultointiyritys. Suomessa työskentelee 2 500 asiantuntijaa 24 paikkakunnalla. Monialainen konsultointiyritys tarjoaa laajan valikoiman palveluja, joihin kuuluu muun muassa tekninen suunnittelu, kaupunkisuunnittelu, ympäristö- ja luontopohjaiset ratkaisut, vastuullisuuskonsultointi, projektien hallinta- ja suunnittelu-palvelut, terveys, turvallisuus ja riskienhallinta, yhteiskuntavastuu ja sosiaalinen oikeudenmukaisuus sekä omaisuudenhallinta ja ylläpito. Rambollin palvelut perustuvat vahvaan tekniseen osaamiseen ja kestävä kehityksen periaatteisiin. Yritys pyrkii ratkaisemaan monimutkaisia haasteita yhteistyössä asiakkaidensa kanssa, luoden positiivista vaikutusta yhteiskuntaan. [3.]

## **1.2 Työn tarkoitus ja rajaaminen**

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa Rambollin asiantuntijoille tietoa BREEAM-sertifiointijärjestelmän mukaisen toiminnanvarmistuksen soveltamisesta suomalaisessa uudisrakentamisessa. Tutkimuksen jälkeen selvitetty tieto mahdollistaa sertifiointijärjestelmän toiminnanvarmistuksen ja luovutuksen, eli commissioning and handover -osion, vaatimusten mukaisen toteuttamisen uudisrakennushankkeissa BREEAM-sertifiointijärjestelmän edellyttämällä tavalla.

Työ rajataan käsittelemään BREEAM International New Construction V6 -sertifiointijärjestelmän noudatettavaksi edellytettäviä standardeja, jotka käsittelevät keskuslämmitysjärjestelmiä, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien käyttöönottonenettelyjä ja mittausmenetelmiä, vedenjakelujärjestelmiä sekä valaistusjärjestelmiä. Rajaus keskittyy näihin standardeihin, jotta tutkimuksen toteuttaminen on siihen käytössä olevan ajan puitteissa mahdollinen. Rajaus on perusteltu, jotta tutkimuksessa saadaan laadukasta ja yksityiskohtaista tietoa näistä neljästä standardista. Tutkimuksen ulkopuolelle jäävät standardit, jotka käsittelevät rakennusten kylmäkoneistoja ja lämpöpumppuja, elektroniikka-, rakennusautomaatio- ja ohjauksjärjestelmiä sekä kylmävarastoja.

### 1.3 Tavoite ja tutkimuskysymys

Työn keskeisenä tavoitteena on selvittää sertifiointijärjestelmän noudatettavaksi edellytettävien standardien vaatiman toiminnan toteuttaminen Suomessa. Tavoitteena on ymmärtää, mitä tutkitut standardit vaativat, jota suomalaisen tapaan ei yleensä kuulu toiminnanvarmistuksen ohjauksen näkökulmasta.

Opinnäytetyön tutkimuskysymys on:

- Mitä työssä tutkitut standardit vaativat, jota suomalaisen tapaan ei yleensä kuulu?

Selvityksen avulla lisätään Rambollilla työskentelevien BREEAM-asiantuntijoiden osaamista. BREEAM-asiantuntijan ei tarvitse tuntea standardeja perusteellisesti, mutta olisi oleellista pystyä ohjaamaan rakennushankkeiden valvojia ja urakoitsijoita tekemään järjestelmien testaukset sertifiointijärjestelmän vaatimusten mukaisesti. Tärkeintä on kartoittaa pääkohdat, mitä lisää tutkitut standardit edellyttävät verraten suomalaisen toimintatapaan.

## 2 BREEAM-YMPÄRISTÖLUOKITUSJÄRJESTELMÄ

Rakentamisen ympäristövaikutusten arvioimisen helpottamiseksi kehitetty Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) on Iso-Britanniasta lähtöisin oleva rakennusten luokitusjärjestelmä. BREEAMia käytetään maailmanlaajuisesti rakennusten ympäristösertifiointijärjestelmänä. Järjestelmän on kehittänyt Building Research Establishment -yhdistys (BRE) vuonna 1990. [4.]

BREEAM on nykyään kansainvälisessä käytössä ja sitä käytetään jo yli 70 maassa. Jotkut järjestelmän kriteereistä edellyttävät tiettyjen standardien noudattamista ja joissakin maissa voi olla paikallisia vastineita, jotka täyttävät BREEAMin kriteerit, kuten Suomessa rakentamismääräyskokoelma. BREEAM-sertifikaatti voidaan myöntää niin uusille kuin myös olemassa oleville rakennuksille. BREEAMin avulla tunnistetaan, mitataan ja vähennetään

rakennusten ympäristövaikutuksia. Tavoitteena on varmistaa ympäristön kannalta parhaat käytännöt. [5, s. 3, 25.]

Rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmät, kuten BREEAM, toimivat apuna kiinteistöjen ympäristötehokkuuden seuraamisessa sekä todentamisessa. Sertifiointi tunnistaa ympäristöystävälliset rakennukset ja sertifiointien avulla voidaan vertailla kiinteistöjä keskenään. BREEAM-sertifiointi tarjoaa rakennuttajille, omistajille ja sijoittajille selkeän pohjan arvioida rakennusten ympäristövaikutuksia ja suorituskykyä. Lisäksi luokitukset voivat vaikuttaa positiivisesti kiinteistöjen arvoon ja houkuttaa sijoittajia, jotka arvostavat ympäristövastuullisia ratkaisuja. [2.]

Tässä työssä käsitellään BREEAM International New Construction V6, lyhyemmin BREEAM NC -järjestelmää, joka arvioi uusien rakennusten suorituskykyä aina suunnittelusta luovutukseen ja rakennuksen käyttöönottoon. Järjestelmällä voidaan sertifioida erityyppisiä rakennuksia, kuten liike- ja toimistorakennuksia, julkisia rakennuksia, hotelleja, asuinrakennuksia, kouluja tai päiväkoteja. Tavoitteena on vähentää uudisrakennusten ympäristöön kohdistuvia elinkaarivaikutuksia ja mahdollistaa eri rakennusten keskinäinen vertailu. [5, s. 6–7.]

## 2.1 Sertifiointiprosessi

BREEAM NC -sertifiointiprosessi tehdään aina teknisen käsikirjan mukaisesti. Käsikirjassa kuvataan ne asiat, joiden perusteella uudisrakennuksia arvioidaan ja joiden mukaisesti rakennukselle annetaan BREEAM International New Construction -luokitus. BREEAM edellyttää arvioinneissa noudatettavaksi Best Practise -standardeja ja maiden omien standardien puuttuessa sovelletaan brittiläisiä standardeja. Arviointi vaatii puolueettoman kolmannen osapuolen katselmoinnin ja raportoinnin. Arvioinnin suorittaa aina koulutettu ja lisensoitu BREEAM International Assessor. [5, s. 2.]

BREEAM NC -sertifiointissa jokainen rakennushanke arvioidaan kymmenen eri kategorian avulla. Kategoriat käsittelevät kiinteistöjen johtamista, terveyttä ja hyvinvointia, energian käyttöä, kuljetusta ja liikennettä, veden käytön tehokkuutta, materiaaleja, jätteitä, maankäyttöä ja ekologiaa, saasteita sekä

innovaatioita. Kategoriat kattavat yhteensä 57 yksittäistä arviointikysymystä. Jokaisella osa-alueella on kokonaispisteiden laskussa omat painotuskertoimet niiden tärkeyden mukaisesti. Lopullisen pistetulos on prosenttiluku. [5, s. 6–7.]

Sertifikaatin arvioinnin kohteena olevalle rakennukselle myöntää BRE Global, assessorin raportin perusteella. Sertifikaatin mukaan rakennusten kriteerit voidaan luokitella viiteen tasoon, jotka ovat Pass (läpäisty), Good (hyvä), Very Good (erittäin hyvä), Excellent (erinomainen) ja Outstanding (aivan erityisen hyvä). [4, s. 7.]

Sertifiointiprosessi etenee rakennushankkeen rinnalla aina suunnitteluvaiheesta luovutukseen ja rakennuksen toiminnanvarmistuksesta käyttöönottoon. Sertifiointien avulla voidaan siis huomioida rakennuksen koko elinkaari, sekä varmistua siitä, että rakennus on suunniteltu ja rakennettu tarkoituksenmukaisesti ja toimivasti. Rakennusten sertifiointi on prosessi, jossa rakennukselle myönnetään virallinen sertifiointi, joka osoittaa rakennuksen täyttävän sertifioinnin määrittelemät kriteerit. [4.]

Rakennusten sertifiointi on hyödyllistä, sillä sertifiointi auttaa rakennuttajia viestimään rakennuksen kestävydestä ja arvonalisäyksestä. Rakennukselle haettu ympäristösertifikaatti on viesti siitä, että rakennuksen omistaja ottaa huomioon toiminnassaan myös ympäristön. Sertifioinnit auttavat myös tunnistamaan kestävät rakennukset ja ne antavat varmuutta rakennuksen laadusta. Yritykset ja organisaatiot ympäri maailman ovat ottaneet sertifioinnit käyttöönsä ja niiden avulla on parannettu rakennusten energiatehokkuutta sekä säästetty kuluissa ja huomioitu maapallon rajalliset resurssit. Ympäristösertifiointia pidetään luotettavana tapana todentaa rakennuksen vastuullisuus. [4; 6.]

## **2.2 Projektin hallinta**

BREEAM NC -sertifiointiprosessin projektin hallinta eli management-osio liittyy rakennushankkeen kestävien johtamiskäytäntöjen omaksumiseen suunnittelun, rakentamisen, käyttöönoton, luovutuksen ja jälkihoidon yhteydessä. Tarkoituksena on varmistaa, että kestävä kehityksen tavoitteet on asetettu ja että niiden toteutumista on seurattu. [5, s. 43.]

Management-osio sisältää viisi alakategoriaa, jotka käsittelevät projektin hallintaa uudisrakennuksessa. Alakategoriat ovat: projektin perehdytys ja suunnittelu, elinkaarikustannukset ja suunnittelu, vastuulliset rakennustavat, käyttöönotto ja luovutus sekä jälkihoito. Management-osion neljäs alakategoria, toiminnanvarmistus ja luovutus eli commissioning and handover (Man04) keskittyy rakennuksen käyttöönottoon ja luovutukseen. Pääpaino on rakennuksen järjestelmien testauksissa sekä yleisen toimivuuden varmistamisessa. Toiminnanvarmistus tulee toteuttaa BREEAM NC -käsikirjassa viitattujen standardien vaatimuksia noudattaen. [5, s. 43.]

Käsikirjan Man04-osio listaa ne kriteerit, joiden perusteella pisteitä voi saada rakennuksen käyttöönoton ja luovutuksen yhteydessä. Yleisesti tämän osion tavoitteena on antaa kirjalliset ohjeet järjestelmän käytöstä ja huollosta sekä vahvistaa se, että asennettujen järjestelmien käyttöönottovaatimukset täyttyvät. Tämän osion pisteiden hakeminen ei ole vähimmäisvaatimus missään BREEAM NC -luokitustasossa, joten rakennushanke on mahdollista sertifioida myös ilman näiden pisteiden hakemista. Kuitenkin kahteen korkeimpaan tasoon päästäkseen rakennukselle on laadittava toimintaopas. [5, s. 66–67.]

Man04-osioista on saatavilla kaikkiaan neljä pistettä. Ensimmäisen pisteen saa osoittamalla, että toimintakokeet on suunniteltu ja että käyttöönotolle ja testauksille on luovutusvaiheeseen laadittu aikataulut. Aikataulujen tulee sisältää taloteknisten järjestelmien toimintakokeet ja rakennusvaipan tiiviyn testaus. Toimintakokeiden aikataulun lisäksi tulee olla kirjallinen suunnitelma, joka sisältää tiedot käytössä olevista järjestelmistä sekä listauksen standardeista, joiden mukaisesti toimintakokeet on tehty. [5, s. 66–67.]

Toisen pisteen saamiseksi vaaditaan, että rakennushankkeen toiminnanvarmistamiseen on nimetty henkilö jo hankkeen suunnitteluvaiheen aikana. Toiminnanvarmistajan tehtäviin lukeutuu taloteknisten järjestelmien toteutuksen valvonta rakentamisen aikana sekä toimintakokeiden valvonta. Todisteiksi tähän soveltuvat suunnitteluvaiheen pöytäkirjat, työnaikainen dokumentointi sekä lopulliset mittaus- ja säätöpöytäkirjat toimintakokeiden jälkeen. [5, s. 66–67.]

Kolmas piste saavutetaan todistamalla, että rakennusvaipan tiiveystestit on tehty ja mahdolliset viat on korjattu ennen luovutusta. Neljäs piste ansaitaan, kun rakennukselle on laadittu käyttäjäopas ennen luovutusta. Käyttäjäopas tulee jakaa rakennuksen omistajille, tuleville käyttäjille ja järjestelmien toiminnasta sekä huollosta vastaaville tahoille. Myös käytönopastus tulee tehdä paikan päällä. [5, s. 66–67.]

### 2.3 Standardit

BREEAM NC -käsikirjassa Man04-osion tarkoituksena on edistää asianmukaisesti suunniteltua luovutus- ja käyttöönottoprosessia. BREEAM asettaa toiminnanvarmistuksen osalta vaatimukseksi, että se toteutetaan hyväksytyihin standardeihin perustuen. [5, s. 57, 60.]

Standardit ovat seuraavat:

- SFS-EN 14336 Heating systems in building. Installation and commissioning of waterbased heating systems.
- SFS-EN 12599 + AC Ventilation for buildings. Test procedures and measuring methods for handing over installed ventilation and air conditioning systems.
- SFS-EN 378-2 + A1 Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements – Part 2: Design, construction, testing, marking and documentation.
- SFS-EN 50491 General requirements for Home and building electronic systems (HBES) and Building Automation and Control Systems (BACS).
- CIBSE Commissioning Code W: Water distribution Systems 2010
- Application Guide 2/89.3 – Commissioning of Water Systems in Buildings (2002)
- Application Guide 2/89.3 – Commissioning water system application principles (2002)
- CIBSE Commissioning Code L: Lighting 2003
- CIBSE Commissioning Code L: Lighting 2018
- Good Practice Guide 347: “Installation and commissioning of refrigeration systems”, Carbon Trust, 2003.
- Section 9.1 Cold Store Code of Practice Part 1 “Enclosure Construction”, The Institute of Refrigeration, 1996. [5, s. 60.]

Tässä opinnäytetyössä keskitytään tarkastelemaan standardeja, jotka käsittelevät keskuslämmitysjärjestelmiä, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien käyttöönottonenettelyjä ja mittausmenetelmiä, vedenjakelujärjestelmiä sekä valaistusjärjestelmiä.

### 2.3.1 Keskuslämmitysjärjestelmät

Keskuslämmitysjärjestelmiä käsittelee SFS-EN 14336: 2005 (Heating system commissioning) -standardi, joka määrittää vaatimukset rakennusten vesikiertoisten lämmitysjärjestelmien asentamiselle ja käyttöönotolle. Standardi käsittelee vesikiertoisia lämmitysjärjestelmiä, joissa enimmäiskäyttölämpötila on 110 astetta ja suurin käyttöpaine 6 baria. [7, s. 3.]

Standardin mukaan käyttöönoton tarkastuksia tulee suorittaa sekä asennuksen aikana että sen valmistuttua. Näin varmistetaan, että käytetyt laiteosat ovat suunnitelmien, piirustusten, määräysten ja valmistajan ohjeiden mukaisia. Lisäksi tarkastuksilla varmistetaan oikeiden asennusmenetelmien noudattaminen. Käyttöönoton tarkastuksiin lukeutuu vesitiiveystesti, paineistustesti, järjestelmän huuhtelu ja puhdistus, järjestelmän täyttö ja ilmaus sekä toimenpiteet jäätyksen estämiseksi kylmällä säällä. [7, s. 8–9.]

Toimivuuden tarkastuksissa tulee varmistaa lämmitysjärjestelmän kaikkien osien oikea toiminta. Tarkastuksessa tarkistetaan, että lämmityslaitte tuottaa lämpöä, pumpit toimivat ja että kaikki järjestelmän osat vastaanottavat lämmön. Tarkastuksiin kuuluu myös venttiilien säätö, veden virtausnopeuden tasapainotus sekä ohjainten ja säätimien tarkastaminen. Käyttöönoton- ja toimivuuden tarkastusten osalta standardin liitteissä annetaan ohjeita siitä, mitä tulee ottaa huomioon ennen testejä, niiden aikana ja niiden jälkeen. Lisäksi liitteissä käsitellään testien dokumentointia. [7, s. 9, 22–39.]

Standardin mukaan keskuslämmitysjärjestelmän luovutuksessa tavoitteena on antaa kirjalliset ohjeet lämmitysjärjestelmän käytöstä, kunnossapidosta ja ylläpidosta. Näillä ohjeilla varmistetaan, että järjestelmää käytetään oikein ja että suunnitelmassa asetetut vaatimukset täyttyvät. Ohjeet on laadittava lämmitysjärjestelmän erityisvaatimusten mukaisesti ja ne on annettava rakennuksen käyttäjälle. [7, s. 10.]

Standardi edellyttää myös luovutusdokumentaatiota, joka sisältää tarvittavat tiedot asennuksen ja laitteiston käynnistämiseksi ja ylläpitämiseksi. Dokumentaatioon kuuluvat myös toiminta-, kunnossapito- ja käyttöohjeet, säätöjen ja sähkökaavioiden sekä kytkentäkaavioiden dokumentaatio, paineen ja

toiminnallisten testien tiedot, ympäristötestausten tiedot (kuten savukaasutestaus) sekä tasapainotusraportti. [7, s. 10.]

### **2.3.2 Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät**

Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien testausmenettelyjä ja mittauksia sekä menetelmiä ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmien luovuttamiseksi ohjaa SFS-EN 12599: 2012 (Ventilation for buildings) -standardi. Standardissa määritellään tarkastukset ja testausmenetelmät, joilla voidaan todentaa luovutettavien järjestelmien soveltuvuus käyttötarkoitukseensa. Järjestelmien toiminnan tarkastuksia ja mittauksia tulee tehdä osittain ennen luovutusta, sen aikana ja sen jälkeen. [8, s. 5–6.]

Testaus- ja tarkistusmenettelyt standardin mukaisesti alkavat järjestelmän toimivuuden tarkastamisella. Ensimmäiseksi tulee vertailla toimitettua järjestelmää ja suunnitelmia. Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota tilavuuteen, materiaaleihin ja varaosiin. Tavoitteena on varmistaa, että asennus noudattaa sekä lakisääteisiä että teknisiä sääntöjä ja -määräyksiä. Tämän jälkeen tulee vielä varmistaa, että järjestelmä on asennettu sellaiseen paikkaan, että sen ylläpito, puhdistaminen ja huoltaminen on mahdollista. Lisäksi tulee tarkastaa, että järjestelmä on tasapainotettu ja että ilmatiiveystesti on tehty. Myös kaikki käytön kannalta tarvittavat asiakirjat on oltava saatavilla. [8, s. 8–10.]

Näiden vaiheiden jälkeen tulee tehdä järjestelmän toiminnalliset tarkastukset. Tämä vaihe kattaa kaikkien järjestelmän osien toiminnan tarkastamisen erilaisissa käyttöolosuhteissa. Ennen tarkastusten aloittamista on laadittava tarkastuslista ja tarkastusten kohteet on sovittava etukäteen asiaan liittyvien osapuolten kesken. Tarkastuksessa varmistetaan, että kaikki erityiset osat, kuten suodattimet, tuulettimet ja lämmönvaihtimet on asennettu oikein noudattaen asiaankuuluvia teknisiä sääntöjä ja määräyksiä. [8, s. 10.]

Toiminnallisten tarkastusten jälkeen standardi etenee toiminnallisiin mittauksiin. Mittausten tarkoituksena on antaa varmuus siitä, että järjestelmä vastaa suunnitelmaa. Standardi vaatii, että ennen toiminnallisten mittausten aloittamista on sovittava mittauspaikoista, -menetelmistä ja -laitteista. Mittauspisteiden määrä huoneessa riippuu pinta-alasta. Mittauslaitteiden valinnassa on

otettava huomioon epävarmuus. Suoritettavat mittaukset ovat ilmavirtausnopeuden, kanavien tiiveyden, tuloilman nopeuden, ilman lämpötilan ja kosteuden, äänitasojen, tuulettimen sähkötehon ja suodattimen paine-eron mittaaminen. Lisäksi saattaa olla tarpeen kerätä lisätietoja mittaamalla ulkolämpötila, vedenlämpötilat, vesivirtaukset ja painevaihtelut toimintaolosuhteiden kirjaimiseksi dokumentteihin. [8, s. 11–22.]

Kaikkien tarkastusten ja mittausten tulokset tulee dokumentoida huolellisesti. Raporttiin on tärkeää sisällyttää mittaustulokset, arvioinnit, toimintaolosuhteet, mittauspaikat ja -pisteet, käytetyt mittalaitteet ja -menetelmät, mittausarvot ja päivämäärät sekä mittauksien epävarmuuden arviointi. Lisäksi raportissa tulee ottaa kantaa sallittuihin poikkeamiin. [8, s. 23–29.]

Standardin ohjeistusten mukaisesti raportoinnissa tulee esittää yksityiskohtaisesti kaikki suoritettavat mittaukset ja niiden tulokset. Raportissa on selkeästi määriteltävä, millaisissa olosuhteissa mittaukset suoritettiin. Tämä voi sisältää tietoa kuormituksesta, säätöasetuksista ja mahdollisista sääolosuhteista, jotka voivat vaikuttaa mittauksiin. Raportoinnissa on tärkeää ilmoittaa kaikki käytetyt mittalaitteet sekä niiden ominaisuudet ja tarkkuudet. Tämä varmistaa mittausprosessin luotettavuuden ja jäljitettävyyden. Jos tehdyissä mittauksissa havaitaan poikkeavuuksia tai ongelmia, tulee myös ne dokumentoida ja arvioida. Tarvittaessa on myös annettava suosituksia korjaavista toimenpiteistä. Järjestelmän toimivuuden tarkastuksen osalta raportoinnin tulee osoittaa asennusten toimivuus erilaisissa käyttöolosuhteissa. [8, s. 22–25, 81.]

### **2.3.3 Vedenjakelujärjestelmät**

Vedenjakelujärjestelmiä käsittelee CIBSE Commissioning Code W -standardi, joka keskittyy rakennuksen sisäisen lämpimän ja kylmän käyttöveden järjestelmien käyttöönottoon ja testaukseen. Standardi asettaa tavoitteet ja menetelmät vesijärjestelmien käyttöönottoprosessille. Listattuna on tarvittavat vaiheet, joilla varmistetaan järjestelmien turvallisuus, toimivuus ja tehokkuus. Standardi käsittelee asioita, kuten veden laatu, lämpötilan säätö, virtausnopeudet ja painekokeet. [9, s. 1.]

Standardia noudattamalla varmistetaan, että vedenjakelujärjestelmät toimivat turvallisesti ja tehokkaasti. Standardi määrittelee eri osapuolten vastuut käyttöönottoprosessissa ja antaa suosituksia dokumentoinnista ja tiedon tallentamisesta. Standardi korostaa vedenjakelujärjestelmien suorituskyvyn varmenusta sekä jatkuvan seurannan tärkeyttä. [9.]

Ennen vesijärjestelmien täyttöä standardi vaatii tekemään käyttöönottoa edeltävät tarkastukset. Näillä tarkastuksilla varmistetaan, että järjestelmä on kunnossa ennen lopullista täyttöä ja käyttöönottoa. Järjestelmän tilan tarkastuksella varmistetaan, että asennukset on tehty suunnitelmien, määräysten ja valmistajan ohjeiden mukaisesti. Asennuksen ja työmaan puhtauden tulee olla hyväksyttävällä tasolla. Putkilaitteiden sijoittelusta tarkastetaan, että tarvittavat venttiilit ja virtausmittauslaitteet on asennettu käyttöönottoa varten, ja että niiden ympärillä on riittävästi tilaa. Näiden tarkastusten jälkeen suoritetaan järjestelmän täyttö ja ilmaus. Järjestelmä täytetään huomioiden painekoe- ja täyttöohjeet. Lisäksi varmistetaan, että kaikki ilma on saatu pois verkostosta ja takaisinvirtaus estetään. Täytön ja ilmauksen jälkeen järjestelmä on tarkastettava vuotojen varalta määritellyssä testipaineessa. Kaikki tarkastustulokset ja korjaavat toimenpiteet tulee dokumentoida. [9, s. 5–6.]

Standardi esittää seuraavia vaatimuksia pumppujen käyttöönotolle. Kun käyttöönottoa edeltävät tarkastukset on suoritettu, tulee antaa riittävät ohjeet järjestelmän turvalliseen käyttöönottoon ja varmistaa varoituskylttien ja suojausjärjestelyjen asennus kaikille käyttöön otettaville laitteille. Jos järjestelmässä käytetään painelaitteita, ne kytetään päälle ja tuodaan järjestelmä normaaliin käyttöpaineeseen. Ennen pumppujen käynnistystä tulee laatia tarkistuslista, joka sisältää olennaiset tarkastuskohteet ja toimenpiteet ennen käynnistystä. [9, s. 6–7.]

Tarkistuslista sisältää suodattimien puhtauden tarkastuksen, pumppuventtiilien oikein avautumisen ja pumpun ilmauksen. Ilmauksen avulla varmistetaan, että ilmaa ei jää järjestelmään, mikä voisi aiheuttaa toimintahäiriöitä. Näiden jälkeen pumput käynnistetään valmistajan ohjeiden mukaisesti ja tarkistetaan, että moottorin virta, pyörimissuunta ja nopeus ovat oikein. Samalla tarkkailaan pumpun toiminnassa esiintyvää tärinää ja melua mahdollisten virheiden havaitsemiseksi. Kun kaikki edellä esitetyt asiat on suoritettu, järjestelmän

asennuksesta tulee täyttää asiaankuuluva todistus. Todistukseen tulee liittää dokumentit huuhtelusta ja puhdistuksesta. [9, s. 6–7.]

Standardi määrittelee vaatimukset veden virtausnopeuden tasapainottamiselle ja säätämiseksi kiertoputkijärjestelmissä. Tavoitteena on varmistaa, että nämä järjestelmät toimivat optimaalisesti, ja tämä saavutetaan säätämällä virtausnopeuksia tarpeen mukaan. Virtausnopeusvaihtelujen määrittäminen on ensimmäinen askel. Tämä vaihe edellyttää tarkastelua ja virtausnopeusvaihtelujen määrittelyä eri järjestelmätyypeille. Toisessa vaiheessa laaditaan kirjallinen suunnitelma virtausnopeuksien mittaamiseksi, arvioimiseksi ja säätämiseksi. Suunnitelman tulee kattaa yksityiskohdat menettelytavoista. Kolmantena vaiheena on hankkia hyväksyntä suunnitelmalle ennen virtausnopeuksien säätämisen aloittamista. Tämä edellyttää suunnitelman esittämistä pääurakoitsijalle ja suunnittelijalle, jotta varmistetaan sen oikeellisuus ja tarkoituksenmukaisuus. [9, s. 8–10.]

Seuraavaksi tulee testata pumpun sulkeutumispaine valmistajan ohjeiden mukaisesti, jotta varmistetaan järjestelmän turvallisuus ja suorituskyky. Virtausnopeuksien säätäminen on seuraava vaihe. Vakiovirtausjärjestelmissä virtausnopeudet säädetään manuaalisesti säädettävillä venttiileillä tai vakiovirtaussäätimillä varmistaen, että haarojen suunnitellut virtausnopeudet säilytetään. Tasapainotus on tärkeä vaihe, jossa varmistetaan, että kaikki haarat saavat saman virtausnopeuden suunnitellun prosenttiosuuden mukaisesti. Vakiovirtaussäätimet pitävät virtausnopeuden vakiona ilman suhteellista tasapainotusta. Viimeisenä vaiheena on suorituskyvyn varmistaminen. Tämä edellyttää pumpun virtauksen ja paine-erojen mittaamista eri kuormitusolosuhteissa. Nämä vaiheet auttavat varmistamaan, että veden virtausnopeudet ovat oikealla tasolla ja että kiertoputkijärjestelmät toimivat tehokkaasti ja luotettavasti kaikissa tilanteissa. [9, s. 10–13.]

Lopuksi, kun kaikki edellä mainitut toimenpiteet on suoritettu tyydyttävästi, tulee laatia todistus käyttöönotosta. Dokumentoinnin avulla vahvistetaan, että järjestelmä on valmis käyttöönottoon ja toimintaan. [9, s. 13–14.]

### 2.3.4 Valaistusjärjestelmät

Valaistusta käsittelevä CIBSE Commissioning Code L -standardi antaa ohjeet rakennuksen valaistusjärjestelmien ja niihin liittyvien ohjausjärjestelmien käyttöönoton toiminnanvarmistuksesta. Standardi keskittyy erityisesti sähköisiin valaistusjärjestelmiin. Ohje käsittelee tarvittavia toimia, aikatauluja ja vastuunjakoja käyttöönoton suorittamiseksi tehokkaasti ja laadukkaasti. Standardi sisältää myös ohjeita tarkastusten, testausten ja dokumentoinnin suhteen, jotka ovat tärkeitä käyttöönoton onnistumisen kannalta. Tarkastukset voidaan jakaa mekaanisiin tarkastuksiin, sähkö tarkastuksiin ja valaistuksen säätimien tarkastuksiin. [10, s. 1.]

Valaistusjärjestelmien tarkastukset alkavat mekaanisilla tarkastuksilla. Valaisimien sijoittelusta on tärkeää varmistaa, että ne on sijoitettu oikein suhteessa muihin rakenteisiin ja laitteisiin, kuten ilmastointijärjestelmiin, palkkeihin ja seiniin. Valaisimien kunnon osalta tulee tarkastaa, että ne ovat puhtaita ja ehjiä. Oikeiden lamppujen asentaminen on tärkeää, ja hätävalaisimien lamput on erityisesti tarkastettava. Kaikki valaisimien kytkimet ja anturit tulee asettaa määritettyihin asetuksiin. Lisäksi kaikki valaisimet ja niihin liittyvät komponentit, kuten ohjauspaneelit, tulee merkitä yksilöllisesti ja selkeästi. Valaisimet tulee kohdistaa niin, että häikäisyn välttäminen on mahdollista. Tämä on erityisen tärkeää turvavalaisuksen osalta. Kaikki valaistuksen ohjauslaitteet, kuten ristikot, puomit ja tangot, on tarkastettava ja varmistettava, että ne on asennettu ja kiinnitetty tukevasti. [10, s. 6.]

Mekaanistan tarkastusten jälkeen, suoritetaan varsinaiset sähkö tarkastukset. Sähkö tarkastusten avulla varmistetaan, että kaikki valaisimet, kytkimet ja anturit on johdotettu noudattaen toimitettuja kytkentäkaavioita. Kytkentöjen osalta tulee varmistaa, että valot ja raidepiirit ovat kytkettyinä oikeisiin ohjauskytkimiin tai himmentimiin. [10, s. 7.]

Valaistuksen säätimien tarkastusten osalta standardi vaatii, että yleisesti on varmistettava, että kaikki määritellyt hätätilanteessa käytettävät ohjaukset ja rutiinit toimivat oikein. Manuaalisista, käsikäyttöisistä säätimistä on varmistettava, että ne ohjaavat oikeita valaistusalueita. Valoanturien tulee olla oikein suunnattuja ja kalibroituja. Tämä on erityisen tärkeää päivänvaloon kytkettyjen

valaistusjärjestelmien osalta. Himmennysten ylä- ja alarajat, sekä valaistuksen aloitus- ja lopetusajat on tarkastettava ja varmistettava, että ne toimivat oikein. Valaistuksen läsnäoloantureista on varmistettava, että läsnäoloanturit on suunnattu oikein oleskelualueisiin nähden, joissa kulkee ihmisiä. Myös läsnäolotunnistimen herkkyys ja aikaviiveasetus tulee olla asetettu asianmukaisesti. Paras tulos saavutetaan, kun asetukset tehdään rakennuksen ollessa jo käytössä, jolloin aikaviiveasetus edustaa käyttäjien liikkumisaikoja. Valvontajärjestelmien, kuten rakennusautomaatiojärjestelmien ohjelmistoversioiden ja viestintäverkkojen, toimivuus on tarkistettava ja niiden salasanat sekä käyttöoikeustasot on asetettava oikein. [10, s. 7–8.]

Kokonaisuudessaan valaistusjärjestelmille standardin mukaisesti suoritettavat tarkastukset ja testaukset varmistavat, että valaistusjärjestelmä toimii rakennuksessa suunnitellusti ja turvallisesti. Standardin listaamien tarkastusten avulla havaitut ongelmat voidaan korjata ennen järjestelmän käyttöönottoa. [10.]

### **3 TOIMINNANVARMISTUS SUOMALAISESSA UUDISRAKENTAMISSESSA**

Toiminnanvarmistus ei ole yleisesti tunnettu termi suomalaisessa rakentamisessa. Suomessa rakennusalalla käytetään yleisemmin termejä laadunvarmistus tai laadunvalvonta, ja niillä tarkoitetaan prosesseja ja toimenpiteitä, joilla varmistetaan rakennushankkeen laatu ja toimivuus. [11.]

Suomalainen rakennusteollisuus noudattaa lakeja, standardeja ja määräyksiä, jotka keskittyvät rakennusten kestävyyteen, energiatehokkuuteen ja turvallisuuteen. Keskeiset säädökset rakentamisen laadunvarmistuksessa liittyvät Maankäyttö- ja rakennuslakiin, MRL, (5.2.1999/132), sekä siihen pohjautuviin asetuksiin. [12.] Lisäksi rakentamisen laadunvalvonnan ja järjestelmien toiminnanvarmistuksen apuna on Suomessa käytössä Rakennustietosäätiön julkaisemia RT-kortteja. Ne sisältävät käytännön ohjeita ja suosituksia erilaisiin rakentamisen tehtäviin liittyen. Myös VTT:n julkaisema toiminnanvarmistusta (ToVa) käsittelevä ToVa -käsikirja täydentää jo olemassa olevia laadunvarmistusmenettelyjä. [12; 13; 14.]

MRL, viranomaisvalvonta sekä muut menettelyt ja ohjeet on suunniteltu ennen kaikkea ennaltaehkäisemään rakennusvirheitä ja tukemaan hyvän rakentamistavan edistämistä. Lopullinen vastuu rakentamisen laadusta ja kelpoisuudesta on kuitenkin aina hankkeen toteuttajalla. Käytännön yksityiskohdat, toteutustavat ja järjestelmien toimivuuden varmistaminen ovat rakennusalan ammattilaisten, suunnittelijoiden ja rakentajien vastuulla. [11, s. 3–4.]

### **3.1 Rakentamismääräykset**

Suomen ympäristöministeriö toimii keskeisenä toimijana rakentamisen sääntelyn ylläpitäjänä maassamme. Sen tehtävänä on koota ja ylläpitää Suomen maankäyttö- ja rakennuslakia (5.2.1999/132). Lakiin ja sen nojalla annettuihin asetuksiin sisältyy kaikki rakentamista koskevat säännökset, määräykset ja ministeriön antamat ohjeet. Lain tavoitteena on tukea kestävästä kehityksestä ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti. Rakentamismääräyksiin sisältyy erilaisia vaatimuksia, joiden tarkoitus on minimoida ympäristölle aiheutuvat haittavaikutukset. Määräysten tavoitteena on asettaa rakentamisen vähimmäisstandardit, varmistaa rakennusten suunnittelu, rakentaminen sekä laadunvalvonta hyvää rakennustapaa noudattaen, sekä edistää energiatehokkuutta ja ympäristön kestävyttä. [12.]

MRL sisältää rakentamiseen kohdistuvia teknisiä vaatimuksia, jotka koskevat esimerkiksi rakennuksen energiatehokkuutta, ilmanvaihtoa, lämmitystä ja sähköjärjestelmiä. Nämä vaatimukset ohjaavat taloteknisten järjestelmien suunnittelua ja toteutusta. Joissakin tapauksissa tietyt talotekniset järjestelmät saattavat vaatia erityislupia tai sertifikaatteja. Esimerkiksi sähköasennuksia varten tarvitaan koulutettu ja pätevä sähkötöiden johtaja ja lämmitysjärjestelmien on täytettävä tietyt standardit ja turvallisuusvaatimuksia. [12.]

Rakennushankkeen toteuttaminen lain edellyttämiä vaatimuksia noudattaen on urakoitsijan vastuulla. Urakoitsijan tulee huolehtia, että hankkeen aikana noudatetaan kaikkia rakentamista koskevia säännöksiä, määräyksiä ja hyvän rakennustavan vaatimuksia. Urakoitsijan vastuulla on lisäksi, että rakennustöistä ylläpidetään tarkastusasiakirjaa ja siihen merkitään kaikki työmaalla tehdyt testit, tarkastukset ja havainnot. Tarkastusasiakirjaan on merkittävä myös

perusteltu huomautus, mikäli rakennustyö ei täytä voimassa olevia säännöksiä. [12.]

Rakennuslaissa korostetaan, että rakennuksen käyttöönottoa ei saa tapahtua ennen kuin rakennusvalvontaviranomainen on suorittanut hyväksytyn loppukatselmuksen. Loppukatselmus voidaan suorittaa, kun seuraavat ehdot täyttyvät: rakennustyö on valmistunut rakennusluvan, säännösten ja määräysten mukaisesti, rakennusvalvontaviranomaisen määräämät katselmuksat ja tarkastukset on suoritettu, rakennuksen käyttöturvallisuuteen vaikuttavat tarkastukset on suoritettu, rakennustyön tarkastusasiakirja on asianmukaisesti täytetty ja toimitettu rakennusvalvontaviranomaiselle, käyttö- ja huolto-ohje on valmis ja toimitettavissa rakennuksen omistajalle sekä tieto siitä, että ympäristönsuojelulain mukainen lupa on saatu lainvoimaiseksi, mikäli sitä on edellytetty. Loppukatselmuksesta tulee laatia pöytäkirja, joka dokumentoi kaikki suoritettut toimenpiteet ja näin saavutetaan hyväksyntä rakennuksen käyttöönotolle. Tämä sääntely ja valvonta varmistaa, että rakennettavat kohteet täyttävät turvallisuus- ja laatuvaatimukset sekä ympäristölainsäädännön mukaiset velvoitteet Suomessa. [12.]

Rakennuslaki ei rajoitu vain rakentamisvaiheeseen, vaan se sisältää myös säännöksiä rakennusten huollosta ja ylläpidosta. Taloteknisten järjestelmien asianmukainen ylläpito on tärkeää niiden toimivuuden ja turvallisuuden varmistamiseksi. Käyttö- ja huolto-ohjeessa on huomioitava rakennuksen tarkoitus ja ominaisuudet suunnitellun elinkaaren ajalta. Ohjeen tarkoituksena on tarjota tarvittavat tiedot rakennuksen käyttäjille asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuutta varten. [12.]

### **3.2 Vastuut rakennushankkeessa**

MRL edellyttää pätevien suunnittelijoiden ja valvojien nimeämistä jokaiseen rakennushankkeeseen. Tällä menettelyllä pyritään varmistamaan sääntöjen ja määräysten noudattaminen. Suomessa kunnan rakennusvalvonta valvoo alueellaan tehtävää rakennushanketta ja keskittyy pääasiassa vastuullisten henkilöiden velvollisuuksien täyttämisen varmistamiseen. [11, s. 9–10.]

Pääsuunnittelija on kokonaisvastuullinen henkilö rakennussuunnittelussa. Pääsuunnittelija varmistaa säännösten ja määräysten noudattamisen sekä hyvän rakennustavan vaatimukset. Pääsuunnittelija huolehtii vaadittavista asiakirjoista ja luvista. Pääsuunnittelijan rooli alkaa rakennushankkeen varhaisessa vaiheessa ja jatkuu koko hankkeen ajan. [11, s. 10.]

Kaikissa rakennuslupaa vaativissa rakennushankkeissa on aina oltava vastaava työnjohtaja. Vastaava työnjohtaja vastaa siitä, että rakennustyö suoritetaan lupapäätöksen, säädösten ja hyvien rakennustapojen mukaisesti, ja hänellä on kokonaisvastuu työn laadusta. Vastaava työnjohtaja johtaa ja seuraa rakennustyötä, ja tarvittaessa ottaa yhteyttä viranomaisiin. Usein vastaava työnjohtaja on urakoitsijan palveluksessa oleva henkilö. [11, s. 19.]

Vastuullisten työnjohtajien lisäksi rakennushankkeeseen nimetään myös muita erityisalojen työnjohtajia tarpeen mukaan. Yleensä vaaditaan nimettäväksi ainakin taloteknisten järjestelmien, kuten vesi- ja viemärlaitteiden asentamista varten hankkeelle KVV-työnjohtaja ja ilmanvaihtotöille IV-työnjohtaja. Näiden lisäksi rakennusvalvontaviranomainen voi vaatia myös muita erityisalojen työnjohtajia rakennustyöhön, jos se on perusteltua. [11, s. 16, 21.]

### **3.3 Viranomaiskatselmukset**

Rakennusvalvontaviranomainen voi asettaa vaatimuksia viranomaiskatselmuksille rakennustyön eri vaiheissa. Näihin katselmuksiin lukeutuu myös taloteknisten järjestelmien, kuten lämmitys-, vesi- ja ilmanvaihtolaitteiden, tarkastukset. Viranomaiskatselmus on viranomaistoimi, jonka tarkoituksena on varmistaa, että rakennustyössä noudatetaan myönnettyä rakennuslupaa ja siihen liittyviä ehtoja. [11, s. 32.]

Rakennuslain mukaan taloteknisten järjestelmien asennukset on tarkastettava ja hyväksyttävä ennen rakennuksen käyttöönottoa viranomaiskatselmuksilla. Katselmukset suorittaa yleensä paikallinen rakennusvalvontaviranomainen. Katselmuksessa varmistetaan, että järjestelmät toimivat asianmukaisesti, ovat turvallisia ja että havaitut puutteet on korjattu. Rakennushankkeen vastuullisten tahojen, kuten urakoitsijan, vastaavan työnjohtajan ja tarvittaessa suunnittelijoiden, on oltava läsnä katselmuksissa. Mikäli katselmuksissa havaitaan

puutteita tai virheitä, viranhaltija määrää tarvittavat korjaustoimenpiteet ja niiden suorittamisajan. [12.]

Rakennushankkeen aloittajan tai hänen valtuuttamansa edustajan sekä vastaavan työnjohtajan on oltava läsnä viranomaiskatselmuksissa. Myös suunnittelijat ja erityisalan työnjohtajat voivat osallistua katselmuksiin, jos heidän erityisasiantuntemustaan tarvitaan tiettyjen asioiden tarkasteluun. Esimerkiksi lämmitys-, vesi- ja ilmanvaihtolaitteiden sekä sähköjärjestelmien katselmuksissa on usein tarpeen erityisalan työnjohtajan läsnäolo. [11, s. 49.]

Katselmusten ajankohdat eivät ole tarkasti määriteltyjä lainsäädännössä, ja ne sovitaan yleensä rakennusvalvontaviranomaisen ja hankkeen osapuolten kesken. Vastaavan työnjohtajan vastuulla on varmistaa, että katselmuksat pyydetään ja suoritetaan oikeissa työvaiheissa. Lämmitys-, vesi- ja ilmanvaihtolaitteiden katselmuksissa tarkastellaan järjestelmien asennusta ja toimintaa rakennuksessa. Katselmuksia voidaan tehdä osittain eri työvaiheissa ja lopullisesti, kun laitteet on asennettu ja testattu asianmukaisesti. [11, s. 30.]

### **3.4 Laite- ja materiaalihyväksynät**

Lämmitys-, vesi-, ilmanvaihto- ja sähkötoiden eli LVIS-järjestelmien onnistunut toteutus edellyttää myös käytettävien materiaalien ja rakennusosien kelpoisuuden varmistamista. Rakennustuotelainsäädännön päämääränä on taata tuotteiden luotettava tieto ja varmistaa niiden sopivuus rakennuskohteisiin. Tämän lainsäädännön avulla suunnittelijat ja rakentajat voivat arvioida, ovatko tuotteet sopivia kyseiseen rakennusprojektiin. Suomessa on käytössä erilaisia menettelytapoja, joiden avulla varmistetaan, että rakennusmateriaalit ja -osat sekä asennettavat laitteet täyttävät tarvittavat vaatimukset. [15; 16.]

EU-direktiivit edellyttävät CE-merkinnän (Conformité Européenne) käyttöä rakennusmateriaaleissa. CE-merkintä on symboli, joka osoittaa, että tuote täyttää Euroopan unionin asettamat vaatimukset ja standardit. CE-merkintä on pakollinen monille eri tuoteryhmille, jotka on tarkoitettu markkinoitaviksi EU:n alueella. Se varmistaa, että tuote täyttää tietyt turvallisuus-, terveys- ja ympäristövaatimukset, ja se takaa, että tuote on suunniteltu ja valmistettu noudattaen EU:n sääntöjä. [16; 17.]

Tuote voi saada CE-merkinnän, jos sillä on eurooppalainen standardi tai sille on myönnetty eurooppalainen tekninen arviointi. CE-merkintä vakuuttaa, että tuotteen ominaisuudet on tarkistettu ennen sen saattamista markkinoille. Tällä hetkellä on olemassa runsaasti rakentamisessa käytettäviä tuotteita, jotka voidaan varustaa CE-merkillä noudattaen rakennustuotedirektiiviä, ja niiden määrä kasvaa jatkuvasti. Jos kyseistä tuotetta käytetään sääntöjen mukaisesti ja se täyttää Suomen rakentamismääräyskokoelman vaatimukset, rakennusvalvontaviranomainen voi hyväksyä tuotteen käytettäväksi. [16; 17.]

Mikäli CE-merkinnällä ei voida todistaa tuotteen soveltuvuutta rakentamiseen, valmistaja voi osoittaa sen pätevyyden käyttämällä kansallista hyväksymismenettelyä, kuten tyyppihyväksyntää. Tyyppihyväksyntä on vapaaehtoinen menettely, joka on käytössä Suomessa rakennustuotteille, joille asetetaan vaatimuksia ympäristöministeriön tyyppihyväksyntäasetuksessa. Tyyppihyväksyntä auttaa varmistamaan, että markkinoilla olevat tuotteet, laitteet tai järjestelmät täyttävät tietyt laatustandardeja ja turvallisuusvaatimuksia. Tavanomaisiin tyyppihyväksytyihin tuotteisiin lukeutuvat muun muassa vesi- ja viemärlaitteet. [17; 18.]

Lisäksi on olemassa myös FI-merkin käyttöoikeus joillekin suuressa mittakaavassa valmistettaville rakennustuotteille. FI-merkki osoittaa, että tuote täyttää standardeja ja vaatimuksia, jotka varmistavat tuotteen turvallisuutta, laatua ja suorituskykyä. FI-merkintä on tärkeä rakennusalalla, koska suurissa rakennushankkeissa käytetään usein suuria määriä samanlaisia rakennustuotteita, kuten putkistoja, kaapeleita, eristeitä tai muita komponentteja. Tuotteiden standardinmukaisuuden toteamiseksi ja laadunvarmistamiseksi FI-merkki tarjoaa vakuutuksen siitä, että tuotteet täyttävät tietyt standardit ja vaatimukset. [17.]

Rakennushankkeessa käytettävien tuotteiden kelpoisuuden selvittäminen on melko hankalaa. Pääsuunnittelijan, urakoitsijan ja viranomaisen on yhteistyössä selvitettävä, mitkä tuotteet soveltuvat parhaiten tiettyyn rakennusprojektiin niin, että ne täyttävät kaikki tarvittavat vaatimukset. [17.]

### 3.5 Rakennustyön tarkastusasiakirja

MRL:n mukaan rakennustyömaalla on pidettävä rakennustyön tarkastusasiakirjaa, joka auttaa valvontakäytäntöjen ja asioiden kirjaamisessa. Tämä asiakirja on rakennushankkeessa hyvä toiminnanvarmistuksen keino. MRL:n mukaan rakennushankkeen vastuu on rakennushankkeeseen ryhtyvällä ja hänellä on velvollisuus huolehtia siitä, että rakennustyömaalla ylläpidetään asianmukaista tarkastusasiakirjaa. Tarkastusasiakirjaan merkitään vastuuhenkilöiden ja tarkastajien tekemät tarkastukset ja mahdolliset poikkeamat rakentamista koskevista säännöksistä. Merkinnät varmennetaan allekirjoituksilla ja ne sisältävät tiedot merkinnän tekijästä ja ajankohdasta. [11, s. 26–28.]

Tarkastusasiakirjaan voidaan myös lisätä muita tarvittavia tietoja, jotka varmistavat rakennushankkeen noudattavan sääntöjä, myönnettyä lupaa, hyväksytyjä suunnitelmia ja hyvää rakennustapaa. Tarkoituksena on seurata rakennustyön etenemistä ja varmistaa sen laatu. Tarkastusasiakirjaan voi sisältyä esimerkiksi tarkastusvaiheet, rakennustuotteiden kelpollisuuden tarkastukset ja viranomaiskatselmukset. [11, s. 26.]

Rakennushankkeen loppukatselmuksen ja osittaisen loppukatselmuksen edellytyksenä on, että tarkastusasiakirjaan on tehty tarvittavat merkinnät, ja sen yhteenveto on toimitettu rakennusvalvontaviranomaiselle. Yhteenvetoon tulisi sisältyä kiinteistö- ja lupatiedot, vastuuhenkilöiden merkinnät, tiedot poikkeamista säännöksistä ja selvitys tehdyistä toimenpiteistä. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen on myös oltava valmis ennen loppukatselmusta. [11, s. 46–47.]

Tarkastusasiakirjaan osallistuvat eri vastuuhenkilöt, kuten suunnittelija, urakoitsija, valvojat ja tarkastajat, joilla on erilaisia rooleja ja vastuita rakennushankkeen työvaiheiden valvonnassa ja järjestelmien toimivuuden varmistamisessa. Rakennustyön valvonta päättyy loppukatselmukseen, jossa varmistetaan, että rakennus täyttää rakennusluvan ja varmistetaan rakennuksen valmius käyttöönottoon. Tarkastusasiakirjan avulla varmistetaan, että kaikki tarvittavat tarkastukset ja toimenpiteet on suoritettu asianmukaisesti ennen rakennuksen käyttöönottoa. [11, s. 27–28, 46.]

### 3.6 RT-kortit

Rakennustieto Oy:n tarjoamat RT-kortit ovat Suomessa käytössä olevia ohjeistavia asiakirjoja, jotka tarjoavat tiivistetyn ja käytännönläheisen yhteenvedon eri rakennusalan aiheista. Ne päivittyvät jatkuvasti tarjoten kattavia ja ajantasaisia ohjeita. RT-kortit ottavat huomioon alan säännökset, määräykset sekä yleiset laatuvaatimukset. [13.]

Esimerkiksi RT10-11302 -kortti käsittelee talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettelyjä. Ohje on prosessimaisesti etenevä kokonaisuus siitä, kuinka LVIA-järjestelmien toimivuutta valvotaan ja dokumentoidaan rakennuksen vastaanottovaiheessa. Noudattamalla tätä ohjetta varmistetaan, että järjestelmät täyttävät lain, viranomaisten ja rakennuttajan asettamat vaatimukset. Lisäksi varmistetaan, että talotekniset järjestelmät toimivat tilaajan tavoitteiden mukaisesti. [19.]

Taloteknisten järjestelmien käyttöönotosta löytyy ohjeistus RT-kortista RT10-11129. Käyttöönoton tehtävät liittyvät suunnitteluun täydentävinä toimenpiteinä, joiden avulla varmistetaan urakoitsijan toteuttaman työn laadunvalvonta, rakennusprojektin suunnitelmien noudattaminen sekä järjestelmien asianmukainen toiminta. Lisäksi tähän vaiheeseen sisältyy käyttäjien ohjaus ja opastaminen. [20.]

### 3.7 Toimivuuden varmistamisen käsikirja

VTT julkaisi vuonna 2007 toiminnanvarmistusta (ToVa) käsittelevän ToVa -käsikirjan. ToVa -käsikirja esittelee suomalaisen vastineen commissioning-toiminnalle. Käsikirja keskittyy varmistamaan rakennusten toimivuutta, hyvää sisäilmaa ja energiatehokkuutta koko niiden elinkaaren ajan. Päämääränä on taata, että rakennushankkeen tavoitteet on selkeästi määritelty ja että niiden täyttymistä ohjataan ja valvotaan huolellisesti hankkeen eri vaiheissa. ToVa voidaan mieltää rakennusten laadunvarmistuksen prosessina. ToVan keskeisenä tehtävänä on täydentää jo olemassa olevia laadunvarmistusprosesseja ja se otetaan käyttöön heti, kun rakennushankkeen tavoitteita aletaan määritellä. [14, s. 3–4.]

ToVa -käsikirjassa esitelty prosessi kattaa seitsemän vaihetta aina tarve- ja hankesuunnittelusta käyttöön ja ylläpitoon. Keskeisenä painopisteenä on kokonaisvaltainen näkökulma rakennuksen toimintaan ja eri järjestelmiin sekä dokumentoinnin ja tiedonhallinnan merkitys. Tarve- ja hankesuunnitteluvaiheessa määritellään tilaajan ja käyttäjän tavoitteet ja perustetaan ToVa -organisaatio. Sen jälkeen asetetaan suunnittelun tavoitteet, jota seuraa tarkempien suunnitteluratkaisujen laatiminen ennen rakennusluvan hakemista. Seuraava vaihe keskittyy rakentamisen aikaisen toiminnan varmistamiseen. Tässä vaiheessa keskitytään varmistamaan suunnitelmien toteutus ja dokumentointi sekä ratkaisujen ja hankintojen hyväksyminen. Rakentamisvaiheesta edetään loppukokeiden suorittamiseen sekä luovutus- ja takuuajan toiminnan varmistamiseen. Kokeiden avulla varmistetaan, että rakennus vastaa tehtyjä suunnitelmia ja vaatimuksia. Ennen kuin rakennus luovutetaan tilaajan käyttöön, suoritetaan vielä toimivuusvaatimusten täytyminen, jossa varmistetaan, että järjestelmät toimivat virheettömästi ja kuten ne on suunniteltu. Viimeinen vaihe liittyy järjestelmien käyttöön- ja ylläpitoon, kun rakennus on jo otettu käyttöön. [14, s. 27–28.]

Tietojen jakaminen ja toimenpiteiden dokumentointi ovat keskeisiä ToVa -prosessissa. Erityisesti prosessin myöhäisemmissä vaiheissa on kiinnitettävä huomiota mahdollisiin muutoksiin suunnitelmissa. Onnistunut ToVa -prosessi edellyttää huolellista dokumentointia ja tiedonhallintaa, joka ottaa huomioon hankkeen kaikki osapuolet. [14, s. 28.]

#### **4 TUTKIMUSMENETELMÄT**

Tämä opinnäytetyö on laadulliseen tutkimukseen pohjautuva työelämään liittyvä kehittämistehtävä. Kvalitatiiviseen tutkimukseen kuuluu laadullisen tiedon kerääminen ja analysointi avoimen viestinnän, kuten haastattelujen avulla. Toisin kuin kvantitatiivisessa tutkimuksessa, kvalitatiivinen tutkimus ei sisällä numeerista dataa tilastollista analyysiä varten. [21.] Tutkimus perustuu kahden pääaineiston: ajankohtaiseen, aiempaan tietoon perustuvaan kirjallisuuteen sekä taloteknisten järjestelmien asiantuntijoiden haastatteluihin.

Asetettu tavoite työlle on saada selville, mitä tutkitut standardit vaativat, jota suomalaiseseen tapaan ei yleensä kuulu. Oleellisinta on ymmärtää nämä erot, joten luotettavat teorialähteet sekä laadukkaat, oikein kohdennetut haastattelut ovat tärkeämpiä kuin aineiston määrä.

#### **4.1 Kirjallisuuskatsaus**

Kirjallisuuskatsauksen rooli laadullisen tutkimuksen perustana on keskeinen. Perehtyminen aiheeseen kirjallisuuden kautta antaa tutkijalle pohjatietoa, syventää aiempaa tietämystä ja tarkentaa opinnäytetyön haastattelukysymyksiä ja tavoitteita. Perusteellinen kirjallisuuskatsaus tarjoaa kattavan käsityksen tutkimuskysymyksestä ja auttaa tunnistamaan tiedossa olevat puutteet, jotka on selvitettävä haastattelujen avulla. [22.]

Kirjallisuuskatsauksessa syvennyttiin BREEAM New Construction V6 -ympäristöluokitusjärjestelmään esitellen järjestelmän eri osa-alueet. Sertifiointiprosessin ymmärtäminen on olennaista, sillä se antaa käsityksen siitä, miten uudisrakennuksia tarkastellaan sertifiointin aikana ja miten rakennukset voivat saavuttaa tietyn sertifiointitason. Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin tarkemmin Man04-osion vaatimuksia. Lisäksi kaikkien neljän tutkitun standardin keskeisiä sisältöjä tarkasteltiin. Erityistä huomiota kiinnitettiin uudisrakennusten taloteknisten järjestelmien toiminnanvarmistuksen menettelytapoihin Suomessa, jotta voitiin selvittää, miten nämä käytännöt vastaavat BREEAMin noudatettavaksi edellytettäviä standardeja.

Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli löytää yhteneväisyyksiä Suomen rakentamismääräysten ja tutkittujen standardien välillä. Tämä tieto on olennaista erityisesti, kun sitä vertaillaan asiantuntijahaastatteluista saatuun tietoon. Vain luotettavien ja ajankohtaisten tietojen avulla on mahdollista analysoida tutkittujen standardien ja suomalaisen rakentamiskäytännön välisiä eroja ja yhtäläisyyksiä.

Englanninkieliset lähteet olivat BREEAM NC -käsikirja sekä tutkitut standardit. Kotimaisia aineistoja haettiin hakupalveluista ja tietokannoista kuten Kaakkuri, Finna ja RT-kortisto. Käytettyjen lähteiden valinnassa painotettiin erityisesti niiden ajankohtaisuutta. Vanhentunutta tietoa vältettiin, jotta tutkimus olisi

ajantasainen ja relevanssi. Kirjallisuuskatsauksen lähteitä haettaessa hakusanoina käytettiin muun muassa asiasanoja ympäristösertifiointi, rakentamismääräykset, toimivuuden varmistaminen, laadunvarmistus, uudisrakentaminen ja talotekninen suunnittelu.

## 4.2 Haastattelut

Laadullista tutkimusta käsittelevässä opinnäytetyössä haastattelut ovat yleisimmin käytetty tapa kerätä tutkimusaineistoa. Haastatteluiden tavoitteena on hankkia tietoa, jota voidaan käyttää uskottavien johtopäätösten tekemiseen. Haastatteluissa on etuna se, että voidaan valita henkilöitä, joilla on aiempaa kokemuksen kautta kertynyttä tietoa tutkittavasta aiheesta. On olemassa erilaisia haastattelutyppejä, jotka eroavat toisistaan erityisesti ohjailtavuuden mukaan. Esimerkiksi strukturoidussa haastattelussa kysymykset, niiden järjestys ja vastausvaihtoehdot ovat ennalta määriteltäviä, kun taas puolistrukturoitu haastattelu on vapaamuotoisempi ja mahdollistaa uusien asioiden nousemisen esiin, joita haastattelija ei olisi voinut etukäteen ennakoida. Laadulliset tutkimusmenetelmät eivät noudata tiukasti ennalta määrättyjä kysymyssarjoja, mikä mahdollistaa aiheen syvällisen analyysin. [21.]

Haastattelujen valmistelu aloitettiin, kun teoretietoa oli riittävästi ja standardien vaatimukseen oli perehdytty. Haastattelujen avulla kerättiin tietoa toimintatavoista ja hyväksytyistä menettelyistä rakennushankkeissa Suomessa. Tässä opinnäytetyössä käytettiin puolistrukturoituja haastatteluja, jossa vastauksia ei sidottu etukäteen vastausvaihtoehtoihin, vaan haastateltavat vastasivat kysymyksiin omin sanoin. Kysymykset kohdentuivat rakennushankkeen taloteknisten järjestelmien laadunvarmistukseen, luovutukseen ja dokumentointiin. Haastattelukysymykset löytyvät liitteestä 1. Haastatteluja suoritettiin yhteensä neljä kappaletta. Haastateltavat olivat Rambollilla työskenteleviä LVIS-asiantuntijoita. Haastatteluissa tehdyt havainnot dokumentoitiin tarkasti haastattelujen aikana.

Puolistrukturoidut haastattelut etenivät tässä tutkimuksessa seuraavasti.

Haastattelija aloitti haastattelut esittelemällä itsensä sekä tutkimuksen taustan ja tarkoituksen. Aluksi haastattelija esitteli tutkittavan standardin haastateltavalle. Ensimmäiset kysymykset liittyivät standardin tuntemukseen ja sen

vaikutuksiin rakennushankkeissa. Haastattelija pyysi haastateltavaa ilmaise-  
maan mahdollisen tuntemuksensa standardista. Jos standardi oli haastatelta-  
valle tuttu, niin jatkokysymyksinä esitettiin: ”Edellytetäänkö standardissa jotain  
testauksia, mitä Suomessa ei ole tapana tehdä rakennushankkeissa?” sekä  
”Näetkö, että se toisi hankkeelle lisäarvoa, mikäli noudatettaisiin standardin  
mukaisia testauksia?” Näiden lisäksi haastattelija kysyi haastateltavilta, kuinka  
hyvin heidän täytyisi tuntea esitetty standardi, jotta he voisivat allekirjoittaa,  
että standardia on noudatettu hankkeessa.

Tämän jälkeen haastattelija siirtyi käsittelemään järjestelmien asennusproses-  
sia ja valvontaa. Haastattelija pyysi kertomaan, kuinka tarkasti järjestelmien  
asennusprosessia valvotaan. Seuraavaksi haastattelija pyrki tarkentamaan  
asennusprosessin valvonnan ja tarkastuksen yksityiskohtia pyytämällä haas-  
tateltavaa kertomaan mikä on asennustapatarkastus.

Haastattelu eteni seuraavaksi käsittelemään järjestelmien testausta sekä käyt-  
töönottovaihetta. Kysymyksellä, ”Millaisia testejä suoritetaan ennen järjestel-  
mien käyttöönottamista?” haastattelija halusi saada tietoa testausvaiheen käy-  
tännön toimenpiteistä Suomessa. Järjestelmien käyttöön ja ylläpitoon liittyen  
kysyttiin, ”Kuinka rakennuksen käyttäjille annetaan ohjeet järjestelmien oikea-  
oppiseen käyttöön?” sekä ”Miten varmistetaan järjestelmien suorituskyky ja  
toimivuus pitkällä aikavälillä?”. Myös järjestelmien mahdollisten häiriötilantei-  
den hallintaa selvitettiin kysymällä, ”Millaisia prosesseja on käytössä mahdol-  
listen häiriötilanteiden varalta?”

Järjestelmien dokumentaatioon ja raportointiin liittyen haastattelija kysyi haas-  
tateltavilta, ”Millaisia dokumentteja ja raportteja järjestelmistä ja niiden toimin-  
nanvarmistuksesta ylläpidetään?” Tämä kysymys pyrki keräämään tietoa siitä,  
miten projekteissa varmistetaan, että kaikki tarvittavat tiedot tulevat dokumen-  
toituiksi rakennushankkeen aikana.

Näiden vaiheiden ja esitettyjen kysymyksien jälkeen käytiin avointa keskuste-  
lua, jossa tarkasteltiin jokaisen standardin listaamia vaatimuksia ja pyrittiin sel-  
vittämään niiden toteutuminen Suomessa. Haastattelija kannusti haastatelta-  
via ilmaisemaan näkemyksensä kattavasti ja yksityiskohtaisesti sekä jaka-  
maan kokemuksiaan aiheista. Tämä haastattelun rakenne auttoi

varmistamaan, että kaikki tarvittavat tiedot standardien soveltamisesta ja niiden vaikutuksesta suomalaisessa rakennusympäristössä saatiin kattavasti kerättyä ja ymmärrettyä. Tällä haastattelumuodolla saatiin yksityiskohtaista tietoa alan todellisista toimintamenettelyistä suomalaisessa uudisrakentamisessa.

Haastattelut auttoivat tunnistamaan eroavaisuuksia standardien vaatimusten ja suomalaisen tavan välillä. Lisäksi haastattelujen kautta haastattelijalle muodostui kokonaiskuva rakennushankkeen kulusta ja eri järjestelmien toimivuuden varmistamisesta. Haastattelujen ja kirjallisuuskatsauksen perusteella koottiin taulukot, joissa esitetään yhteneväisyydet ja eroavaisuudet standardien vaatimusten sekä suomalaisen tavan välillä. Taulukoita ja niiden sisältöä käsitellään tarkemmin opinnäytetyön tulososiossa. Taulukot tarjoavat selkeän kuvan siitä, miten standardeja sovelletaan suomalaisessa kontekstissa ja miten ne eroavat paikallisista käytännöistä.

## **5 TULOSTEN ESITTELY**

Tutkimus osoitti, että BREEAM-ympäristöluokitusjärjestelmän vaatimukset täyttyvät Suomessa suurelta osin rakentamismääräyksiä ja hyvää rakentamistapaa noudattamalla. Tutkituista standardeista löytyi vain vähäisiä eroja suomalaiseen tapaan verraten. Merkittävimmät erot löytyivät ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmiä käsittelevästä standardista.

Tässä opinnäytetyössä tutkitut standardit eivät olleet haastateltavien keskuudessa yleisesti tunnettuja. Vain kahdesta standardista, vedenjakelujärjestelmiä- ja valaistusjärjestelmiä käsittelevistä standardeista, oli aiemmin kuultu. Kukaan haastateltavista ei kuitenkaan ollut tietoinen näiden standardien yleisestä käytöstä Suomessa. Tämän takia haastateltavat eivät pystyneet vastaamaan jatkokysymyksiin standardien vaatimuksista ja niiden mahdollisista hyödyistä rakennushankkeissa. Kukaan haastateltava ei myöskään suoraan osoittanut uskallusta allekirjoittaa sellaisen standardin sisällön toteutumista, jonka vaatimuksia he eivät tunne.

Siirryttäessä kysymykseen taloteknisten järjestelmien asennusprosessin valvontatavoista saatiin vastaukseksi, että asennusprosessin tarkka valvonta on rakennusvalvonnan olennainen vaatimus. Tämä vaatimus käsittää vastaavan työnjohtajan, joka on pätevä ammattilainen, ja suunnittelijalta edellytetään myös riittävää pätevyyttä. LVI-urakoissa asennusprosessi on keskeinen osa toimenpidettä ja erityiset luvat ovat tarpeen esimerkiksi kaukolämpöliittymissä. Rakennusvalvonnan edellyttämät tarkastukset, kuten KVV-tarkastaja vesijärjestelmille ja mittauspöytäkirjojen vaatimukset, ovat välttämättömiä lopputuloksen laadun varmistamiseksi. Urakkasopimuksissa määritellyt veloitteet urakoitsijoille valvonnasta ovat myös tärkeitä, ja nämä vaatimukset on tarkasti kirjattu suunnitelmiin.

Haastattelujen vastauksista käy myös ilmi, että asennustapatarkastus muodostaa merkittävän osan asennusvalvonnan tehtäväkenttää, vaikkakaan se ei kuulu viranomaisten suoraan vastuualueeseen. Asennustapatarkastus on keskittynyt tarkastamaan yksittäisen, rajatun osa-alueen malliasennuksen. Tilaaajan valvoja on läsnä asennustapatarkastuksessa ja hän hyväksyy sen, kun kaikki yksityiskohdat ovat tarkastettu ja todettu asianmukaisiksi. Esimerkiksi valaisimen malliasennuksessa tarkastetaan ja todennetaan, että valaisin on asennettu noudattaen hyviä asennustapoja. Tämä tarkoittaa, että valaisin on suorassa eikä roiku vinossa, se on asennettu oikealle korkeudelle ja valon jakautuminen tapahtuu suunnitelmien mukaisesti. Lisäksi tarkastuksessa kiinnitetään huomiota valaisimien kaapelointeihin, reitittimiin ja kytkimiin varmistuen, että kaikki liitännät ja asennukset ovat asianmukaisia ja turvallisia.

Haastatteluissa selvisi, että ennen järjestelmien komponenttien ja laitteiden asentamista niitä ei erikseen tarkisteta. Suunnitelmia ohjaavat kuitenkin tekniset määrittelyt ja urakoitsijat käyttävät ainoastaan tilaaajan hyväksymiä komponentteja. Kaikki käytettävät tuotteet ovat CE-hyväksytyjä tai tyyppihyväksytyjä, joten ne ovat saaneet asianmukaisen laitehyväksynnän ennen niiden käyttöönottoa. Tämä varmistaa, että asennettavat komponentit ja laitteet täyttävät kaikki tarvittavat standardit ja turvallisuusvaatimukset.

Testaus- ja käyttöönottovaiheesta kysyttäessä haastatteluissa kävi ilmi, että Suomessa suoritetaan useita erilaisia testejä taloteknisille järjestelmille ennen niiden käyttöönottoa. Ilmanvaihtojärjestelmistä tarkistetaan muun muassa

äänitasot, tehdään puhtaustarkastuksia kanavistoille ja mitataan SFP-luku. Keskuslämmitysjärjestelmissä suoritetaan esimerkiksi painekokeita ja tehdään tarkastuksia, joissa mukana ovat myös kaukolämpöyhtiön edustajat. Vedenjakelujärjestelmissä suoritetaan painetestauksia ja huuhteluita, viemärit kuvataan varmistaen niiden puhtaus ja liitosten kunto sekä tehdään paineenkorotustestauksia ja toimintakokeita. Valaistusjärjestelmissä varmistetaan, että valaistuksen ohjaukset toimivat suunnitelmien mukaisesti ja täyttävät käyttäjän vaatimukset. Joissakin tiloissa tehdään myös valaistustasomittauksia.

Haastateltavat kertoivat, että rakennushankkeen loppuvaiheessa, ennen järjestelmien luovutusta tehdään yhteistoimintakokeita. Yhteistoimintakokeilla varmistetaan, että rakennus toimii suunnitellusti ja että kaikki järjestelmät toimivat yhdessä saumattomasti. Tällä varmistetaan, että rakennuksen käyttöönotto tapahtuu ongelmitta ja että kaikki järjestelmät toimivat tehokkaasti ja turvallisesti.

Haastattelun edetessä järjestelmien käyttöön ja ylläpitoon, oli keskeistä kysymys siitä, miten käyttäjille tarjotaan riittävät ohjeet järjestelmien oikeaoppiseen käyttöön. Vastaus on selkeä, sillä rakennusvalvonta asettaa vaatimuksen siitä, että kaikista järjestelmistä on oltava kirjalliset käyttö- ja huolto-ohjeet. Urakoitsijalla on tässä merkittävä vastuu. Ennen käyttöönoton aloittamista urakoitsija laatii aikataulun käyttökoulutuksille ja opastuksille. Tällä pyritään varmistamaan, että käyttäjille tarjotaan riittävästi tietoa järjestelmien turvallisesta ja tehokkaasta käytöstä. Haastattelut vahvistavat myös, että käyttäjille annetaan kirjallisten ohjeiden lisäksi käytönopastusta. Lämmitysjärjestelmissä ja vedenjakelujärjestelmissä, joissa käyttö on usein tuttua ammattitaitoisille huoltohenkilöille, tarvitaan selkeää ohjausta useimmiten vain sellaisissa tilanteissa, joissa järjestelmät ovat uusia tai muuttuvat.

Kun haastateltavilta kysyttiin, kuinka varmistetaan, että järjestelmät säilyttävät suorituskykynsä ja toimivuutensa pitkällä aikavälillä, haastateltavat kertovat, että järjestelmien pitkäaikaisen toimivuuden varmistamiseksi noudatetaan tiukoja prosesseja. Asennukset toteutetaan tarkasti suunnitelmien mukaisesti, ottaen huomioon hyvät asennustavat. Järjestelmille suoritetaan kattavat tarkastukset ja testaukset, mukaan lukien toimintakokeet, joiden avulla pyritään varmistamaan niiden virheetön toiminta. Urakoitsijalla on kaksivuotinen

takuuaika, jonka aikana mahdolliset ongelmat korjataan. Tällaiset prosessit takaavat, että järjestelmät säilyttävät tehokkuutensa ja toimintakykynsä pitkällä aikavälillä.

Järjestelmien dokumentaatiosta ja raportoinnista kysyttäessä vastaukset vahvistavat, että dokumentointi on olennainen osa toiminnanvarmistusta. Rakennusvalvonta edellyttää, että jokaiselle järjestelmälle tulee olla vastaava pätevä työnjohtaja ja myös suunnittelijalta vaaditaan riittävää pätevyyttä. Kaikista järjestelmistä ylläpidetään huolellista dokumentaatiota ja raportoinnin vastuu on urakoitsijalla. Dokumentointi rakennushankkeen aikana voi olla vapaamuotoista. Havaintoja ja poikkeamia voidaan kirjata esimerkiksi taulukkoon tai suoraan pohjakuviin. Urakoitsija kokoaa havaitut poikkeamat ja suunnittelija korjaa loppupiirustuksiin muutokset.

Rakennushankkeen aikana taloteknisistä järjestelmistä ylläpidettävät raportit sisältävät kattavasti tietoa, kuten mittauspöytäkirjoja ja pistokokeiden tuloksia. Näiden raporttien avulla varmistetaan, että järjestelmät toimivat suunnitellusti ja täyttävät kaikki tarvittavat vaatimukset. Järjestelmien toiminnanvarmistus dokumentoidaan myös huolellisesti, mikä varmistaa, että kaikki osapuolet, mukaan lukien viranomaiset, voivat seurata ja varmistaa järjestelmien tehokkuuden ja turvallisuuden pitkällä aikavälillä.

Kun haastatteluissa siirryttiin standardien tarkasteluun, huomattiin, että suurin osa vaatimuksista on Suomessa normaalia toimintaa. Keskuslämmitysjärjestelmiä ja vedenjakelujärjestelmiä käsittelevien standardien sisällöt toteutuvat parhaiten. Tutkimuksessa ei löydetty eroavaisuuksia näiden standardien vaatimusten ja suomalaisen tavan välillä. Myös valaistusjärjestelmien erot jäivät vähäisiksi. Merkittävimmät erot löytyivät standardista, joka käsittelee ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmiä. Tästä standardista löytyi vaatimuksia, joita Suomessa ei ole tapana tehdä lainkaan. Tässä tutkimuksessa löydetty erot on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Merkittävimmät erot standardien ja suomalaisen tavan välillä.

	STANDARDI	SUOMEN TAPA
<b>Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät</b>	Tarkastuslistan laadinta ja tarkastettavien kohteiden etukäteen sopiminen.	Tätä ei yleisesti tehdä.
	Mittauspaikkojen, menetelmien ja laitteiden sopiminen ennen mittauksia.	Tätä ei yleisesti tehdä.
	Sisäilman keskimääräisen nopeuden mittaaminen.	Mitataan harvoin, sillä sisäilmaluokituksen arvot ohjaavat suunnittelua. Joskus mitataan pistokoeluonteisesti.
	Sisäilman kosteuden mittaaminen	Ei mitata yleisesti. Mitataan vain erikoiskohteissa, kuten museoissa.
	Äänipaineen mittaaminen	Tämä tehdään lähinnä vain pistokoeluonteisesti.
	Suodattimen suorituskyky tulee arvioida painevaihtelua mittaamalla.	Suodattimen suorituskyvyn arviointi tehdään vain harvoin, koska on hälytykset, jota kautta tätä valvotaan.
	Käytetyistä mittalaitteista on laadittava luettelo.	Erillistä luetteloä ei ole tapana tehdä. Mutta mittausraporteissa on usein maininta käytetyistä laitteista.
	Tehtyjen testien tarkastamisesta on laadittava dokumentti.	Testejä tehdään lähinnä pistokoeluonteisesti, mutta niitä ei dokumentoida.
<b>Valaistusjärjestelmät</b>	Asennetut valaisimet on merkittävä yksilöllisesti ja selkeästi, erityisesti ohjauspaneelit.	Ohjauskytkimet ja säätimet mitä käyttäjät käyttävät pitäisi merkitä, mutta ulkonaöllisistä syistä näitä ei aina haluta tehdä.

Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmissä erot liittyvät standardin listaamiin toiminnallisiin tarkastuksiin ja mittauksiin, sekä luovutusdokumentaation sisältöön. Tarkastuslistan laatiminen ja tarkastettavien kohteiden etukäteen sopiminen eivät ole yleisiä käytäntöjä. Samoin mittauspaikkoja, menetelmiä ja käytettäviä laitteita ei ole tapana sopia yleisesti ennen mittausten aloittamista. Sisäilman nopeutta mitataan vain harvoin, sillä suunnittelussa ohjaavana tekijänä toimivat sisäilmaluokituksen arvot. Sisäilman kosteutta mitataan vain erikoiskohteissa, kuten museoissa. Äänipaineen mittaaminen tehdään pääasiassa pistokoeluonteisesti. Suodattimen suorituskyvyn arviointia tehdään vain harvoin, koska järjestelmissä on hälytykset, jota kautta suorituskykyä valvotaan. Käytettyjen mittalaitteiden erillistä luettelointia ei yleisesti tehdä, mutta

maininta käytetyistä laitteista löytyy usein mittausraporteista. Testien tuloksista tulisi laatia dokumentti, mutta tätä ei yleensä tehdä, vaikka testejä suoritetaankin pistokoeluonteisesti.

Valaistusjärjestelmien ero liittyy standardissa listattuihin mekaanisiin tarkastuksiin. Ero koski valaisinten merkintöjä, joita ei aina tehdä ulkonäöllisistä syistä lähinnä tilaajan toiveen vuoksi. Löydetty ero ei ole järjestelmän toimivuuden kannalta merkittävä. Standardin vaatimusten mukaisuuden varmistamiseksi valaisimet tulisi kuitenkin merkitä yksilöllisesti ja selkeästi.

Eroavaisuuksia esittelevän taulukon lisäksi kaikista tutkituista standardeista on tehty vertailevat taulukot, jotka havainnollistavat tutkimuksessa löydettyjä yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia standardien ja suomalaisen tavan välillä. Kuvassa 1 on esimerkkinä ote ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien eroista ja yhtäläisyyksistä. Taulukot ovat tarkemmin tarkasteltavissa liitteessä 2. Taulukot esittävät selkeästi standardien ja suomalaisen rakennustavan väliset erot. Taulukoiden sisältö on koottu vertailemalla standardien vaatimuksia kirjallisuuskatsauksen ja asiantuntijahaastattelujen kautta saatuun tietoon. Nämä taulukot toimivat myös ohjeena BREEAM-asiantuntijoille.

<b>Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät - SFS-EN 12599 Ventilation for buildings</b>			
Standardi määrittää vaatimukset ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien testausmenettelyistä ja mittauksista, joiden avulla voidaan todentaa luovutettavien järjestelmien soveltuvuus käyttötarkoitukseensa. Järjestelmien toiminnan tarkastuksia ja mittauksia tulee tehdä osittain ennen luovutusta, sen aikana ja sen jälkeen.			
	<b>STANDARDI</b>	<b>VS</b>	<b>SUOMEN TAPA</b>
<b>Järjestelmän toimivuuden tarkastaminen</b>			
1	Vertailu toimitetun järjestelmän ja määritysten välillä: ominaisuuksien, tilavuuden, materiaalin ja varaosien osalta.	✓	Nämä asiat tulevat hyväksytetyiksi jo suunnitteluvaiheessa.
2	Asennuksen tulee noudattaa lakisääteisiä- ja teknisiä sääntöjä.	✓	Tarkastetaan esim. palomääräykset, palopellit ja CE-hyväksynät.
3	Tarkastettava, että järjestelmä on saavutettavissa käytön, puhdistuksen ja huollon osalta.	✓	Tämä huomioidaan jo suunnitelmissa.
4	Tarkastettava, että järjestelmä on puhdas, myös ilmanvaihtolaitteiden osalta.	✓	Puhtaustarkastuksia tehdään työn edetessä.
5	Tarkistettava, että tasapainotus on tehty.	✓	Tehdään ilmamäärien mittauspöytäkirjat.
6	Tarkistettava, että ilmatiiveystesti on suoritettu.	✓	Ilmatiiveystesti tehdään ja dokumentoidaan.
<b>Toiminnalliset tarkastukset ja -mittaukset</b>			
1	Ennen tarkastusten aloittamista on laadittava tarkastuslista. Tarkastusten kohteet on sovittava etukäteen.	✗	Tätä ei yleisesti tehdä.
2	Ennen mittauksen aloittamista on sovittava mittauspaikeista, menetelmistä ja laitteista. Mittauspisteiden määrä huoneessa riippuu pinta-alasta. Mittauslaitteiden valinnassa on otettava huomioon epävarmuus.	✗	Tätä ei yleisesti tehdä.
3	Kanavien tiiveyden tarkastaminen.	✓	Tiiveys mitataan ennen käyttöönottoa.
4	Sisäilman keskimääräisen nopeuden mittaaminen.	✓ ✗	Mitataan harvoin, joskus mitataan pistokoeluonteisesti. Sisäilmaluokituksen arvot ohjaavat, tehty jo suunnitteluvaiheessa.
5	Sisäilman lämpötilan ja -kosteuden mittaaminen.	✓ ✗	Lämpötila mitataan, kosteus vain erikoiskohteissa kuten museoissa.
6	Äänipaineen mittaaminen.	✓ ✗	Tämä tehdään lähinnä pistokoeluonteisesti.
7	Puhaltimien sähkötehon mittaaminen.	✓	Tehdään SFP-mittaukset.
8	Suodattimen suorituskyvyn arviointi painevaihtelua mittaamalla.	✓ ✗	Tehdään harvoin, koska on hälytykset jota kautta tätä valvotaan.
9	Toimintaolosuhteiden kirjaaminen: ulkolämpötila, vesilämpötilat, vesivirtaukset ja painevaihtelut.	✓	Rakennusautomaatiojärjestelmät keräävät näitä tietoja, joten sieltä saatavilla raportteihin.

Kuva 1. Ote ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien vertailutaulukosta standardin ja Suomen tavan välillä.

Standardien erot ja yhtäläisyydet suhteessa kysymykseen, Mitä tutkitut standardit vaativat, jota suomalaisen tapaan ei yleensä kuulu? ovat olennaisia BREEAM-sertifiointijärjestelmän vaatimusten ymmärtämisessä suhteessa perinteiseen suomalaiseen rakennustoimintaan. Taulukoissa esitetyt tulokset osoittavat, että suomalaisen tavan ja BREEAM-standardeissa asetettujen

vaatimusten välillä on vain vähän eroja. Erojen tunnistaminen auttaa paikantamaan suomalaiset käytännöt, jotka eivät vastaa BREEAM-vaatimuksia, kun taas yhtäläisyydet helpottavat sertifiointiprosessia.

## 6 TULOSTEN ANALYSOINTI JA POHDINTA

Tutkimusprosessin alussa ollut ajatus siitä, että standardien ja suomalaisen rakennustavan välillä olisi merkittäviä eroavaisuuksia, osoittautui vääräksi. Tämä huomio on positiivinen, sillä BREEAMin mukaisen toiminnanvarmistuksen uudisrakennushankkeen sertifiointi ei tämän tutkimuksen valossa vaadi merkittäviä poikkeuksellisia toimenpiteitä normaaleiden menettelyiden lisäksi. Saadut tulokset vahvistavat, että suomalainen rakennusteollisuus on pääosin linjassa tutkittujen standardien vaatimusten kanssa.

Asiantuntijahaastattelut vahvistivat kirjallisuuskatsauksen aineiston kautta muodostunutta käsitystä siitä, että Suomessa MRL ohjaa rakentamisen laatua ja valvontaa. Vaadittuja menettelyjä noudattamalla järjestelmien toimivuus tulee tarkastetuksi erittäin laajasti. Haastattelut vahvistivat sen, että suomalaisilla alan ammattilaisilla ja asiantuntijoilla on ymmärrys taloteknisten järjestelmien toimivuuden varmistamisesta ja sitoutuminen kestäväan rakentamiseen.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että taloteknisten järjestelmien toimivuuden varmistamisessa Suomessa noudatettavat käytännöt ovat keskeisiä onnistuneen rakennusprosessin kannalta. Nämä käytännöt perustuvat rakentamismääräyksiin, viranomaisvalvontaan, rakennushankkeiden vastuisiin ja materiaalihyväksyntöihin. Taloteknisten järjestelmien toiminnanvarmistuksessa erilaiset tarkastukset ja testaukset ovat tärkeitä. Ne auttavat varmistamaan, että rakennus toimii tehokkaasti, suunnitellusti ja ympäristöystävällisesti pitkällä aikavälillä. Rakentamismääräykset tarjoavat vähimmäisvaatimukset, joita tulee noudattaa rakennusten terveyden, turvallisuuden ja laadun varmistamiseksi. Viranomaisvalvonta on olennainen osa tätä prosessia, sillä se varmistaa, että määräyksiä noudatetaan asianmukaisesti.

Tutkimuksessa löydetyt vähäiset erot ovat sellaisia, jotka voidaan lisätä hankkeen aikaiseen valvontaan ja dokumentointiin ohjeistamalla urakoitsijaa

BREEAM-sertifiointin yhteydessä. Koska standardien vaatimukset ja suomalainen rakentamistapa ovat lähellä toisiaan, ei standardien noudattaminen vaadi merkittäviä muutoksia totuttuihin toimintatapoihin. Lisäksi standardien ja suomalaisen käytännön yhteneväisyys viittaa siihen, että standardit eivät välttämättä tuo merkittävää lisäarvoa rakennushankkeille Suomessa. Ei ainakaan niiden vaatimusten osalta, jotka on jo kattavasti otettu huomioon suomalaisessa rakentamisessa.

On tärkeää huomata, että vaikka valtaosa standardien vaatimuksista täyttyy Suomessa, näiden vaatimusten ymmärtäminen on välttämätöntä, kun tavoitellaan BREEAM-sertifiointin toiminnanvarmistuskriteereistä pisteitä uudisrakennushankkeissa. BREEAM-asiantuntijoiden on oltava tietoisia näistä vaatimuksista ja pystyttävä soveltamaan niitä paikallisiin olosuhteisiin. Kansainvälisten standardien yhdistäminen paikallisiin käytäntöihin vaatii jatkuvaa yhteistyötä ja asiantuntemuksen lisääntyminen auttaa BREEAM-asiantuntijan ja urakoitsijan yhteistyötä rakennushankkeen aikana sertifiointin vaatimuksia tarkasteltaessa. Kansainväliset standardit soveltuvat harvoin kaikilta osin suoraan sellaisenaan Suomen olosuhteisiin, mutta niiden vaatima kokonaisuus on silti toteutettavissa. Lisäksi standardien peruseriaatteet ovat hyödyllisiä ja kannustavia suuntaa antavia tekijöitä kestäväen rakentamisen edistämiseksi.

Tutkimuksen tulokset voivat auttaa BREEAM NC -konsultointipalveluita tarjoavia yrityksiä päivittämään ohjeistuksiaan suomalaisen rakentamisen osalta, tukemaan yrityksiä BREEAM-sertifikaattien saavuttamisessa ja auttamaan suunnittelijoita, urakoitsijoita ja muita alan ammattilaisia ymmärtämään kansainvälisten kestäväen rakentamisen standardien soveltumista suomalaiseen käytäntöön. Tulokset voivat auttaa rakennusprojektien laadunvarmennuskäytäntöjä täyttämään sekä paikalliset että kansainväliset vaatimukset. On tärkeää huomioida, että tutkimuksen tiedot perustuvat saatavilla olleeseen tietoon tutkimuksen hetkellä. Muutokset standardeissa, rakennusmääräyksissä tai käytännöissä voivat vaikuttaa tuloksiin ajan myötä.

Käytetyt tutkimusmenetelmät soveltuivat tutkimuskysymyksen ratkaisemiseen ja mahdollistivat perusteellisen ymmärryksen aiheesta. Tutkimus perustui huolelliseen kirjallisuuskatsaukseen, jossa käytettiin ajantasaisia ja luotettavia lähteitä. Lähteiden valinta painottui toiminnanvarmistusta ohjaaviin voimassa

oleviin määräyksiin ja standardeihin. Taloteknisten järjestelmien asiantuntijoiden haastattelut täydensivät kirjallisuuden kautta kerättyä tietoa ja mahdollistivat yksityiskohtaisen sekä kokemuksellisen tiedon keräämisen. Työssä haastateltiin yksittäisiä asiantuntijoita, joten kattavaa otantaa alalta ei saatu.

## 7 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö mahdollisti suomalaisen rakennustavan syvemmän tarkastelun asiantuntijahaastattelujen kautta. Työn tavoitteena oli laadullisen tutkimuksen menetelmin selvittää BREEAM-ympäristöluokitusjärjestelmän mukaisen toiminnanvarmistuksen toteutumista suomalaisessa uudisrakentamisessa.

Opinnäytetyössä oli selkeät rajoitteet, jotka koskivat työn laajuutta suhteessa käytettävissä olevaan aikaan. BREEAM NC -sertifiointijärjestelmän noudatettavaksi edellytettäviä standardeja tutkittiin tässä työssä neljä. Kaikki standardit eivät olleet tämän tutkimuksen kohteena, mikä vaikuttaa osaltaan Man04-pisteen taloteknisten järjestelmien käyttöönoton ja luovutuksen varmentamisessa. Tutkimuksen ulkopuolelle jäivät standardit, jotka käsittelevät rakennusten kylmäkoneistoja ja lämpöpumppuja, elektroniikka-, rakennusautomaatio- ja ohjausjärjestelmiä sekä kylmävarastoja.

Tulevaisuudessa voisi olla hyödyllistä selvittää, mitä tämän tutkimuksen ulkopuolelle rajatut standardit vaativat, jota suomalaiseen tapaan ei yleensä kuulu. Tämän tutkimuksen painopiste oli LVIS-asiantuntijoiden näkökulmassa. Mikäli tämän opinnäytetyön ulkopuolelle rajattuja standardeja tulevaisuudessa tutkitaan, voisi olla hyödyllistä tarkastella myös muiden sidosryhmien, kuten pääurakoitsijoiden, suunnittelijoiden ja BREEAM NC -konsultointia tarjoavien yritysten asiakkaiden näkemyksiä.

Työssä saadut tulokset ja niiden pohjalta laaditut vertailevat taulukot antoivat vastauksen työn tavoitteeseen. Tutkimus osoitti, että BREEAM-ympäristöluokitusjärjestelmän vaatimukset täyttyvät Suomessa suurelta osin voimassa olevan lainsäädännön puitteissa. Standardien täyttäminen ei ole aina yksiselitteistä, mutta suomalaisessa uudisrakentamisessa on kattavasti käytössä järjestelmien toimivuuden varmistaminen.

## LÄHTEET

1. Rytty, A. Rakennustekniikka. Kestävä kehitys haastaa rakennusalaan. WWW-artikkeli. 2021. Saatavissa: <https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka2/teemat/kestava-kehitys-haastaa-rakennusalaan.html> [viitattu 14.7.2023].
2. Green Building Council Finland. Ympäristöluokitukset. PDF-dokumentti. 2023. Saatavissa: <https://figbc.fi/ymparistoluokitukset> [viitattu 11.7.2023].
3. Ramboll Finland Oy. 2023. <https://www.ramboll.com/fi-fi> [viitattu 14.7.2023].
4. Green Building Council Finland. Rakennushankkeiden ympäristöluokitukset Suomessa. PDF-dokumentti. 2018. Saatavissa: <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/01/Rakennushankkeiden-ympa%CC%88risto%CC%88luokitukset-Suomessa.pdf> [viitattu 11.7.2023].
5. BRE Global Ltd. BREEAM International New Construction Version 6.0 Technical Manual – SD250. PDF-dokumentti. 2021. Saatavissa: <https://cis.ihs.com/cis/document/314864> [viitattu 8.8.2023].
6. Rantanen, P. Kiinteistön ympäristösertifiointi kertoo vastuullisesta toiminnasta. WWW-dokumentti. 2021. Saatavissa: <https://www.granlund.fi/palvelut/ymparistosertifioinnit/> [viitattu 12.7.2023].
7. SFS-EN 14336:en. 2005. Heating systems in buildings. Installation and commissioning of water based heating systems.
8. SFS-EN 12599:en. 2013. Ventilation for buildings. Test procedures and measurement methods to hand over air conditioning and ventilation systems.
9. CIBSE. Commissioning Code W: 2010. Water distribution systems.
10. CIBCE. Commissioning Code L: 2003. Lighting.
11. Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta YM5/601/2015. Helsinki. PDF-dokumentti. 2015. Saatavissa: [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/YM-ohje-rakennustyon-suorituksesta-ja-valvonnasta-2D950B5E\\_26B9\\_4BBC\\_B057\\_14CE-BEB5A5D7-109137.pdf/0c7cc4d0-bbb5-2d51-dd20-8b888874ee00/YM-ohje-rakennustyon-suorituksesta-ja-valvonnasta-2D950B5E\\_26B9\\_4BBC\\_B057\\_14CEBEB5A5D7-109137.pdf?t=1600745624180](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/YM-ohje-rakennustyon-suorituksesta-ja-valvonnasta-2D950B5E_26B9_4BBC_B057_14CE-BEB5A5D7-109137.pdf/0c7cc4d0-bbb5-2d51-dd20-8b888874ee00/YM-ohje-rakennustyon-suorituksesta-ja-valvonnasta-2D950B5E_26B9_4BBC_B057_14CEBEB5A5D7-109137.pdf?t=1600745624180) [viitattu 14.9.2023].
12. Maankäyttö- ja rakennuslaki. 5.2.1999/132.

13. Rakennustieto Oy. Edistämme hyvää rakennustapaa toimimalla kiinteistö- ja rakennusalan tiedon tuottajana ja välittäjänä suunnittelusta ylläpitoon. WWW-dokumentti. 2023. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/yritys> [viitattu 12.9.2023].
14. Pietiläinen, J., Kauppinen, T., Kovanen, K., Nykänen, V., Nyman, M., Paiho, S., Peltonen, J., Pihala, H., Kalema, T., & Keränen, H. ToVa -käsi- kirjja: Rakennuksen toimivuuden varmistaminen energiatehokkuuden ja sisäilmaston kannalta. Helsinki: VTT. 2007.
15. Martinkauppi, K. Rakennustuoteasetus. Helsinki: Edita. 2012.
16. Ympäristöministeriö. Rakennustuotteet. WWW-dokumentti. 2023. Saatavissa: <https://ym.fi/rakennustuotteet> [viitattu 15.9.2023].
17. Kiwa. Tuotesertifiointi osoittaa vaatimuksen mukaisuuden. www-dokumentti. 2023. Saatavissa: [www.kiwa.com](http://www.kiwa.com) [viitattu 15.9.2023].
18. Ympäristöministeriö. Rakennustuotteiden tyyppihyväksyntä. WWW-dokumentti. 2023. Saatavissa: <https://ym.fi/tyyppihyvaksynta> [viitattu 15.9.2023].
19. RT 10–11302. Rakennustieto. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. 2018.
20. RT 10–11129. Rakennustieto. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo. 2016.
21. Puusa, A. & Juuti, P. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. 1. painos. Helsinki: Gaudeamus. 2020.
22. Vilkka, H. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilä- jina. 1. painos. Helsinki: Art House. 2023.

## HAASTATTELUKYSYMYKSET

Keskuslämmitysjärjestelmät / Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät / Vedenjakelijärjestelmät / Valaistusjärjestelmät

- ✓ Tunnetko esitetyn standardin, tai oletko kuullut, että sitä olisi käytetty Suomessa?
- ✓ Edellytetäänkö standardissa jotain testauksia, mitä Suomessa ei ole tapana tehdä rakennushankkeissa?
- ✓ Näetkö, että se toisi hankkeelle lisäarvoa, mikäli noudatettaisiin standardin mukaisia testauksia?
- ✓ Kuinka hyvin sinun täytyisi tuntea standardi, että voisit allekirjoittaa, että standardia on noudatettu hankkeessa?

Asennusprosessi

- ✓ Kuinka tarkkaan asennusprosessia valvotaan?
- ✓ Mikä on asennustapatarkastus?

Testaus ja käyttöönottovaihe

- ✓ Millaisia testejä suoritetaan ennen järjestelmien käyttöönottamista?

Käyttö ja ylläpito

- ✓ Kuinka rakennuksen käyttäjille annetaan ohjeet järjestelmien oikeaoppiseen käyttöön?
- ✓ Miten varmistetaan järjestelmien suorituskyky ja toimivuus pitkällä aikavälillä?
- ✓ Millaisia prosesseja on käytössä mahdollisten häiriötilanteiden varalta?

Dokumentaatio ja raportointi

- ✓ Millaisia dokumentteja ja raportteja järjestelmistä ja niiden toiminnanvarmistuksesta ylläpidetään?

Lopuksi haastattelussa käydään avoimen keskustelun avulla läpi jokaisen standardin listaamat vaatimukset ja pyritään selvittämään vaatimusten toteutuminen Suomessa.

**Yhtäläisyydet ja eroavaisuudet standardien ja suomalaisen tavan välillä**

## **BREEAM NEW CONSTRUCTION V6**

**MAN04 Commissioning and handover**

<b>STANDARDIT</b>
<b>Keskuslämmitysjärjestelmät - SFS-EN 14336 Heating systems in buildings</b>
<b>Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät - SFS-EN 12599 Ventilation for buildings</b>
<b>Vedenjakelujärjestelmät - CIBSE Commissioning Code W: 2010</b>
<b>Valaistusjärjestelmät - CIBSE Commissioning Code L: 2003</b>

<b>Keskuslämmitysjärjestelmät - SFS-EN 14336 Heating systems in buildings</b>			
Standardi määrittää vaatimukset rakennusten vesikiertoisten lämmitysjärjestelmien asentamiselle ja käyttöönotolle. Standardi käsittelee vesikiertoisia lämmitysjärjestelmiä, joissa enimmäiskäyttölämpötila on 110 astetta ja suurin käyttöpainne 6 baria. Käyttöönoton tarkastuksia tulee suorittaa sekä asennuksen aikana että sen valmistuttua.			
	<b>STANDARDI</b>	<b>VS</b>	<b>SUOMEN TAPA</b>
<b>Käyttöönoton tarkastuksissa järjestelmän tilasta on varmistettava, että</b>			
1	Laiteosat ovat suunnitelmien piirustusten, määritysten ja valmistajan ohjeiden mukaisia.	✓	Suunnitelmia ohjaa tekniset määritteet, urakoitsijat hyväksyttävät käytettävät osat tilaajalla, tuotteet joita käytetään ovat CE-hyväksytyjä.
2	Oikeita asennusmenetelmiä noudatetaan	✓	Kyllä
3	Asennuksen standardit täyttyvät.	✓	Kyllä
4	Polttoaineen toimitus ja savukaasujärjestelmän oikea asennus on varmistettava.	✓	Tämä koskee harvoja rakennuksia Suomessa, mutta jos näitä on, niin silloin rakennusvalvonta on tarkempi ja vaatii esim. tyyppihyväksynnät.
<b>Käyttöönottovaiheen testit</b>			
1	Vesitiiveystesti	✓	Tämä tehdään aina
2	Paineistustesti	✓	Tämä tehdään aina
3	Järjestelmän huuhtelu ja puhdistus	✓	Tämä tehdään aina
4	Järjestelmän täyttö ja ilmaus	✓	Tämä tehdään aina
5	Varotoimenpiteet jäätymiseltä	✓	Suunnitelmissa otetaan nämä huomioon sijoittelussa sekä eristyksissä.
<b>Järjestelmän toimivuuden tarkastukset</b>			
1	Lämmitysjärjestelmän kaikkien osien toiminta on tarkastettava oikean toiminnan varmistamiseksi.	✓	Nämä tarkastukset ovat normaali toimintatapa.
2	Varmistettava, että lämmityslaite tuottaa lämpöä, pumput toimivat ja että lämmitysjärjestelmän osat pystyvät vastaanottamaan lämpöä.	✓	Tämä tulee varmistettua rakentamisen aikana, sillä Suomessa lämmitysjärjestelmät otetaan käyttöön heti asentamisen jälkeen.
3	Virtausnopeudet on tasapainotettava ja tehtävä mittauspöytäkirja.	✓	Virtausnopeudet tasapainotetaan ja tehdään mittauspöytäkirja.
4	Ohjaimet ja säätimet on säädettävä valmistajan ohjeiden ja määräysten mukaisesti ja huonesäädöistä on tehtävä tasapainotusraportti.	✓	Säädetään valmistajan ohjeiden mukaisesti ja huonesäädöistä tehdään tasapainotusraportti.
<b>Järjestelmän luovutus</b>			
1	Tavoitteena on antaa kirjalliset ohjeet lämmitysjärjestelmän käytöstä ja kunnossapidosta rakennuksen käyttäjälle ja vahvistaa, että suunnitelman käyttöönottovaatimukset on täytetty.	✓	Rakennusvalvonta vaatii, että järjestelmistä pitää olla kirjalliset käyttö- ja huolto-ohjeet. Käytönopastus annetaan järjestelmien luovutuksen yhteydessä.
<b>Luovutusdokumentaation sisältö</b>			
1	Tiedot asennuksen ja laitteiston käynnistämiseksi ja ylläpitämiseksi.	✓	Rakennusvalvonta vaatii luovutusdokumentaation, johon liitetään näiden sisältöjen lisäksi loppupiirustukset.
2	Toiminta-, kunnossapito- ja käyttöohjeet.	✓	
3	Säätöjen sekä sähkö- ja kytkenäkaavioiden dokumentaatio.	✓	
4	Kaikkien tehtyjen testien tiedot.	✓	

<b>Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät - SFS-EN 12599 Ventilation for buildings</b>			
Standardi määrittää vaatimukset ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien testausmenettelyistä ja mittauksista, joiden avulla voidaan todentaa luovutettavien järjestelmien soveltuvuus käyttötarkoitukseensa. Järjestelmien toiminnan tarkastuksia ja mittauksia tulee tehdä osittain ennen luovutusta, sen aikana ja sen jälkeen.			
	<b>STANDARDI</b>	<b>VS</b>	<b>SUOMEN TAPA</b>
<b>Järjestelmän toimivuuden tarkastaminen</b>			
1	Vertailu toimitetun järjestelmän ja määritysten välillä: ominaisuuksien, tilavuuden, materiaalin ja varaosien osalta.	✓	Nämä asiat tulevat hyväksytyiksi jo suunnitteluvaiheessa.
2	Asennuksen tulee noudattaa lakisääteisiä- ja teknisiä sääntöjä.	✓	Tarkastetaan esim. palomääräykset, palopellit ja CE-hyväksynnät.
3	Tarkastettava, että järjestelmä on saavutettavissa käytön, puhdistuksen ja huollon osalta.	✓	Tämä huomioidaan jo suunnitelmissa.
4	Tarkastettava, että järjestelmä on puhdas, myös ilmanvaihtolaitteiden osalta.	✓	Puhtaustarkastuksia tehdään työn edetessä.
5	Tarkistettava, että tasapainotus on tehty.	✓	Tehdään ilmamäärien mittauspöytäkirjat.
6	Tarkistettava, että ilmatiiveystesti on suoritettu.	✓	Ilmatiiveystesti tehdään ja dokumentoidaan.
<b>Toiminnalliset tarkastukset ja -mittaukset</b>			
1	Ennen tarkastusten aloittamista on laadittava tarkastuslista. Tarkastusten kohteet on sovittava etukäteen.	✗	Tätä ei yleisesti tehdä.
2	Ennen mittausten aloittamista on sovittava mittauspaikeista, menetelmistä ja laitteista. Mittauspisteiden määrä huoneessa riippuu pinta-alasta. Mittauslaitteiden valinnassa on otettava huomioon epävarmuus.	✗	Tätä ei yleisesti tehdä.
3	Kanavien tiiveyden tarkastaminen.	✓	Tiiveys mitataan ennen käyttöönottoa.
4	Sisäilman keskimääräisen nopeuden mittaaminen.	✓✗	Mitataan harvoin, joskus mitataan pistokoeluonteisesti. Sisäilmaluokituksen arvot ohjaavat, tehty jo suunnitteluvaiheessa.
5	Sisäilman lämpötilan ja -kosteuden mittaaminen.	✓✗	Lämpötila mitataan, kosteus vain erikoiskohteissa kuten museoissa.
6	Äänipaineen mittaaminen.	✓✗	Tämä tehdään lähinnä pistokoeluonteisesti.
7	Puhaltimien sähkötehon mittaaminen.	✓	Tehdään SFP-mittaukset.
8	Suodattimen suorituskyvyn arviointi painevaihtelua mittaamalla.	✓✗	Tehdään harvoin, koska on hälytykset jota kautta tätä valvotaan.
9	Toimintaolosuhteiden kirjaaminen: ulkolämpötila, vesilämpötilat, vesivirtaukset ja painevaihtelut.	✓	Rakennusautomaatiojärjestelmät keräävät näitä tietoja, joten ovat sieltä saatavilla raportteihin.

Toiminnallisia mittauksia koskevan raportin sisältö			
1	Asetusarvot ja sallitut poikkeamat.	✓	Nämä ovat kirjattuna suunnitelmiin.
2	Toimintaolosuhteet, kuten kuormitus, säätöasetukset ja sääolosuhteet, joilla voi olla vaikutusta mittaustuloksiin.	✓	Pyritään siihen, että mittaukset tehdään oikeissa olosuhteissa.
3	Mittauspaikat ja -pisteet sekä tarvittaessa piirustukset.	✓	Mittaukset tehdään päätelaitekohtaisesti.
4	Käytetyt mittalaitteet ja mittausten menetelmän kuvaus.	✓	Nämä kirjataan.
5	Mittaustulosten epävarmuuden arviointi, ovatko tulokset sallittujen poikkeamien sisällä tai ulkopuolella.	✓	Mittaustulosten epävarmuutta ei arvioida. Mutta jos on poikkeamia suunnitelmista, niin sitten säädetään uudelleen.
6	Toiminnallisten mittausten tarkoituksena on antaa varmuus siitä, että järjestelmä vastaa suunnitelmaa. Osa testeistä on tehty jo asentajan toimesta asennusvaiheessa, ne on tarkastettava luovutusvaiheessa.	✓	Toiminnallisia mittauksia tehdään ja ne tarkastetaan ennen luovutusta.
Luovutusdokumentaation sisältö			
1	Sisällettävä mittausten tulokset ja arvioinnit.	✓	Sisältää tulokset ja poikkeamat on kirjattu vika- ja puuteluetteloon.
2	Tiedot tehdyistä mittauksista: kanavavuoto, sisäilman nopeus, ilman lämpötila, ilman kosteus, äänenpainetaso, tuulettimen sähköteho, paine-ero ilmansuodattimessa.	✓	Mittausten tiedot dokumentoidaan, mutta sisäilman nopeus, ilman lämpötila ja ilman kosteus mitataan vain tarvittaessa erikoiskohteissa, kuten museoissa.
3	Toimintaolosuhteiden esittäminen.	✓	Kyllä esitetään.
4	Luettelo käytetyistä mittalaitteista.	✗	Ei tehdä erillistä luetteloja. (Huom! Mittausraporteissa on usein maininta käytetystä laitteesta)
5	Dokumentti tehtyjen testien tarkastamisesta.	✗	Ei dokumentoida, mutta tehdään pistokokeita.
6	Aiemmin suoritettujen testien esim. tasapainotusta koskevien raporttien tarkastus.	✓	Kohteen suunnittelija sekä usein myös rakennuttajan valtuuttama valvoja tarkastaa ja hyväksyy mittauspöytäkirjat.
7	Tulee tarkastaa, onko järjestelmien osat, kuten suodattimet, tuulettimet, lämmönvaihtimet, jäähdyttimet ja ilmankostuttimet asennettu oikein.	✓	Nämä tarkastetaan aina.

<b>Vedenjakelujärjestelmät - CIBSE Commissioning Code W: 2010</b>			
Standardi keskittyy rakennuksen sisäisen lämpimän ja kylmän käyttöveden järjestelmien käyttöönottoon ja testaukseen. Standardi asettaa tavoitteet ja menetelmät vesijärjestelmien käyttöönottoprosessille, mukaan lukien tarvittavat vaiheet, joilla varmistetaan järjestelmien turvallisuus, toimivuus ja tehokkuus.			
	<b>STANDARDI</b>	<b>VS</b>	<b>SUOMEN TAPA</b>
<b>Järjestelmän toimivuuden tarkastaminen</b>			
1	Laiteosat ovat suunnitelmien piirustusten, määritysten ja valmistajan ohjeiden mukaisia	✓	Urakoitsijan tai vastaavan työnjohtajan vastuulla.
2	Venttiilit ja virtausmittauslaitteet on asennettu.	✓	Venttiilit, esim. säätöventtiilit palvelevat käyttöönottovaiheessa sitä, että verkosto saadaan säädettyä suunnitelmien mukaisiin virtauksiin. Käytön aikana ne palvelevat huolto- ja muutostarpeissa.
3	Venttiilien ympärillä on riittävästi tilaa.	✓	RT-korttien sekä valmistajan asennustapaohjeiden mukaisesti.
4	Virtausmittauslaitteiden ympärillä tulee olla tilaa paineputkien kiinnitykselle ja lämpötila-antureiden asentamiselle.	✓	RT-korttien sekä valmistajan asennustapaohjeiden mukaisesti.
5	Putken halkaisija virtausmittauslaitteiden sisäänmenossa vastaa tarvittavaa standardia.	✓	Valmistajan ohjeet ja rakentamismääräykset antavat ohjeavrot virtausnopeuksille.
6	Virtausmittauslaitteiden sisäänmenon lähellä ei ole rajoittavia liittimiä.	✓	Valmistajan ohjeet suojaetäisyyksille ennen mittauslaitetta.
<b>Testit ja tarkastukset ennen järjestelmän täyttöä</b>			
1	Järjestelmän täyttö ja ilmaus	✓	Ohjeet verkoston huutelusta ennen käyttöönottoa, varmistetaan ilman poistuminen lämminvesiverkostosta ennen virtausmittausta.
2	Paineen testaus tulee tehdä vuotojen varalta.	✓	Painekokeesta omat ohjeet eri putkistomateriaaleille, painekokeet suoritetaan ennen käyttöönottoa ja viranomaisen tarkastaa pöytäkirjat.
3	Jäätymisen varotoimet	✓	Suunnitelmissa otetaan nämä huomioon sijoittelussa sekä eristyksissä tai mahdollisesti saattolämmityksillä.
4	Lopuksi tulee varmistaa, että viat on korjattu ennen käynnistystä, tasapainotusta ja säätämistä. Kaikki tarkastustulokset ja korjaavat toimenpiteet tulee dokumentoida.	✓	Vastaavan työnjohtajan tarkastuspöytäkirja sekä rakennushankkeeseen ryhtyvän edustajan (valvojan) tarkastus, jonka viranomaisen hyväksyy
<b>Vaatimukset pumppujen käyttöönotolle</b>			
1	Jos järjestelmässä käytetään painelaitteita, ne tulee kytkeä päälle ja tuoda järjestelmä normaaliin käyttöpaineeseen sekä ilmastaa ennen kierrätyspumppujen käyttöönottoa.	✓	Kaikki pumppaamot säädetään ja testataan suunnitelmien sekä valmistajan ohjeiden mukaisesti ja näistä tehdään pöytäkirjat. Muut pumput säädetään verkostojen virtaamisen mittauksen yhteydessä ja valvoja tarkastaa ne.
2	Asentajan tulee laatia tarkistuslista ennen pumppujen käynnistämistä. Tarkistuslista sisältää mm. suodattimien tarkastuksen, pumppuventtiilien avautumisen varmistamisen ja pumpun ilmastuksen.	✓	Omatarkastus, jonka vastaava työnjohtaja hyväksyy.

3	Pumput on käynnistettävä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Käynnistyksen aikana tarkistetaan mm. moottorin virta, pyörimissuunta ja nopeus sekä pumppuun liittyvä tärinä ja melu.	✓	Sähköasentajan omatarkastus pyörimisnopeuden ja virran osalta, nopeus säädetään virtausmittauksen yhteydessä. Tärinä ja melu mitataan erikseen sovituisissa tapauksissa, jos esimerkiksi pumppu on kiinni rakennuksen rungossa.
4	Järjestelmä tulee huuhdella ja puhdistaa huolellisesti, ja työ tulee aloittaa mahdollisimman pian alkuperäisen täytön jälkeen. Huuhtelu ja puhdistus tulee tehdä hyväksytyin vesikäsitteilyasiantuntijan ohjeiden mukaisesti.	✓	Huuhtelusta on oma ohjeistuksensa, toteutuksen hyväksyy vastaava työnjohtaja. Tästä laaditaan aina pöytäkirja.
5	Lopuksi tulee täyttää todistus pumppujen käyttöönoton valmiudesta ja se tulee hyväksyttäväksi vastaavan henkilön toimesta. Todistukseen tulee liittää dokumentit järjestelmän huuhtelusta ja puhdistuksesta.	✓	Vastaava työnjohtaja laatii ja allekirjoittaa pöytäkirjan, jonka rakennusviranomaisen hyväksyy rakennuksen käyttöönoton yhteydessä.
<b>Vaatimukset veden virtaaman tasapainotuksesta ja säätämisestä</b>			
1	Määritettävä hyväksyttävät vaihteluvälit eri järjestelmätyypeille.	✓	Mitataan että hanoista tulee vettä se mitä on suunniteltu sallituissa rajoissa, suunnittelussa on tehty putkistomitoitukset, ei liian suuria virtausnopeuksia, ettei putkisto lähde kulumaan.
2	Virtaamanopeuksien säätämisestä on laadittava kirjallinen suunnitelma, jonka allekirjoittavat pääurakoitsija ja suunnittelija.	✓	Säädetään suunnitelmien mukaisiin arvoihin, laaditaan pöytäkirja, jonka suunnittelija ja rakennushankkeeseen ryhtyvän valvoja tarkastaa sekä hyväksyy.
3	Pumpun sulkeutumispaineen testaus: tarkistettava pumpun suorituskyky valmistajan ohjeiden mukaan.	✓	Tarkistetaan toimintakokeissa.
4	Kokonaisvirtaama on tarkastettava ja sitä on verrattava suunniteltuun virtaamaan.	✓	Säädetään ja mitataan, kirjataan mittauspöytäkirjaan, jonka suunnittelija ja rakennushankkeeseen ryhtyvän valvoja hyväksyy.
5	Vakiovirtaamajärjestelmissä haarojen suunnitellut virtaamat on säilytettävä kaikissa olosuhteissa.	✓	Suomessa ei ole sellaisia järjestelmiä, joissa vesi juoksisi jatkuvasti.
6	Venttiilit on säädettävä suhteellisen tasapainon saavuttamiseksi, jotta kaikki haarat saavat saman virtaaman suunnitellun prosentiosuuden mukaisesti.	✓	Säädetään suunnitelmien mukaisiin arvoihin, kirjataan mittauspöytäkirjaan, jonka suunnittelija ja rakennushankkeeseen ryhtyvän valvoja hyväksyy.
7	Vakiovirtaamien virtaussäädöissä tulee tarkastaa, että virtausnopeus pysyy vakiona ilman suhteellista tasapainotusta.	✓	Ei koske käyttövesiverkostoja, eli vain silloin jos kyseessä olisi kiertovesiverkosto.
8	Muuttuvavirtausjärjestelmissä säätöventtiilit on tasapainotettava suunnitellulle virtausnopeudelle.	✓	Säädetään suunnitelmien mukaisiin arvoihin, kirjataan mittauspöytäkirjaan, jonka suunnittelija ja rakennushankkeeseen ryhtyvän valvoja hyväksyy.
9	Suorituskyvyn varmistamiseksi pumpun virtaus ja paine-erot on mitattava eri käyttöpisteissä maksimi- ja minimikuormitusolosuhteissa.	✓	Varmistetaan hanojen virtausmittauksen yhteydessä helpoimmasta ja vaikeimmasta paikasta ja säädetään tarvittaessa, jotta määräysten mukaiset arvot toteutuu.
10	Kun käyttöönottomennettelyt on suoritettu siitä on laadittava todistus ja se tulee vahvistetaan hyväksyvän tahon toimesta.	✓	Todistus laaditaan ja se hyväksytetään rakennusvalvonnan loppukatselmuksessa.

<b>Valaistusjärjestelmät - CIBSE Commissioning Code L: 2003</b>			
Standardi antaa ohjeet rakennuksen valaistusjärjestelmien ja niihin liittyvien ohjausjärjestelmien käyttöönoton toiminnanvarmistuksesta. Commissioning Code L keskittyy erityisesti LV (Low Voltage) sähköjärjestelmiin, kuten sähköisiin valaistusjärjestelmiin.			
	<b>STANDARDI</b>	<b>VS</b>	<b>SUOMEN TAPA</b>
<b>Mekaaniset tarkastukset</b>			
1	Valaisimien sijoittelut tulee koordinoita jo alkuvaiheessa muiden työvaiheiden kanssa.	✓	Urakoitsija sopii asennusjärjestykset.
2	Valaisimien tulee olla järjestelmäpiirustuksissa määritellyissä paikoissa.	✓	Asennustapatarkastus varmistaa, kun tehdään malliasennukset.
3	Valaisimien tulee olla puhtaita ja ehjiä.	✓	Työn aikana valaisimet suojataan pölyltä.
4	Valaisimista on tarkastettava valmistajan luokitus, loisteaine ja sähkötyyppi.	✓	Suunnittelija tarkastaa asennettavat valaisimet, nykyään lähes aina ledejä.
5	Hätävalaisimien lamput tulee olla tarkastettu.	✓	Tarkastetaan toimintakokeilla ja testauksilla.
6	Kanavavalitsimet ja toimintokytkimet tulee asettaa määritettyihin asetuksiin.	✓	Nämä tehdään suunnittelijan määritysten mukaisesti.
7	Anturitasot tulee asettaa määritetyille tasoille.	✓	Tehdään suunnitelmien mukaisesti.
8	Asennetut valaisimet on merkittävä yksilöllisesti ja selkeästi, erityisesti ohjauspaneelit.	✗	Ohjauskytkimet ja säätimet mitä käyttäjät käyttävät pitäisi merkitä, mutta ulkonäöllisistä syistä näitä ei aina haluta merkata.
9	Valaisimien kohdistukset on tarkastettava häikäisyn välttämiseksi.	✓	Suunnittelija tekee valaistuslaskelmat ja se jo ehkäisee häikäisyä.
10	Turvaketjut ja -köydet, suodatinpitimet jne. on kiinnitettävä valaisimiin tukevasti.	✓	Malliasennus ja tarkastukset varmistavat.
11	Kaikkien kansilevyjen tulee olla asennettuja.	✓	Malliasennus ja tarkastukset varmistavat.
<b>Sähkötarkastukset</b>			
1	Valaisimien, kytkimien ja antureiden tulee olla johdotettu toimitettujen kytkentäkaavioiden mukaan.	✓	Tehdään suunnitelmien mukaisesti.
2	Kaikki valot ja raidepiirit tulee olla kytketty määritettyihin ohjauskytkimin tai himmentimiin.	✓	Tehdään suunnitelmien mukaisesti.
3	Verkkojohtojen tulee olla testattu ja sertifioitu noudattaen standardin BS 7671 suosituksia	✓	Testataan SFS-EN standardien mukaisesti.
4	Jännitteen ja taajuuden tulee olla vakaa ja käyttönotettavien järjestelmien rajojen sisällä.	✓	Sähkölaitokset varmistavat, että verkossa on oikea taajuus ja jännite. On olemassa tietyt raja-arvot ja täytyy suunnitella niin, että pysytään näissä rajoissa.

Valaistuksen säätimien tarkastukset			
1	Varmistettava, että kaikki hätätilanteessa käytettävät ohjaukset ja rutiinit toimivat oikein.	✓	Tehdään sähkökatkotestin yhteydessä, pääkytkimestä sähköt pois ja tarkastetaan ja kun sähköt takaisin, niin katsotaan että kaikki toimii senkin jälkeen kuten suunniteltu.
2	Käsiikäyttöisistä säätimistä on varmistettava, että kytkimet kytkevät oikean alueen valaisimet .	✓	Tämä on rutiinijuttu ja korjataan jos vikoja havaitaan.
3	Päivänvaloon kytkettyjen huolto- ja älykkäiden valaisimien valoantureiden tulee olla toimivassa paikassa.	✓	Asennukset tehdään suunnitelmissa määritettyihin paikkoihin.
4	Valaistuksen läsnäoloantureista on varmistettava, että läsnäoloanturit on suunnattu oikein oleskelualueisiin nähden, joissa kulkee ihmisiä.	✓	Asennukset tehdään suunnitelmissa määritettyihin paikkoihin ja antureita säädetään tarpeen mukaan.
5	Manuaalisen himmennuksen ylä- ja alarajat tulee olla määritelyt.	✓	Jos on tarvetta, tehdään käyttäjän toiveiden mukaisesti.
6	Valaistuksen aloitus- ja lopetusajat tulee olla määritetyt.	✓	Nämä määritellään rakennuksen käyttäjän toiveiden mukaisesti.
7	Kaikki hallintalaitteet tulee olla kytkettynä rakennuksen ohjausjärjestelmän viestintäverkkoon ja jokaisen hallintalaitteen tulee ohjata oikeaa valaistusaluetta.	✓	Tämä varmistetaan ja jos virheitä tai puutteita ilmenee, ne korjataan.
8	Scene-set = tilanneohjaus, ohjaimet toimivat määrytysten mukaisesti ja on merkitty asianmukaisesti, niin että kuka tahansa pystyy käyttämään niitä oikein	✓	Ohjelmoidaan käyttäjän toiveiden mukaisesti (esim. neukkarit, etu-osa himmenee, mutta muualle jää korkeampi valoteho)
9	Keskusohjaukseen tai rakennuksen hallintajärjestelmään (BMS) määritetyt ohjelmistoversiot on asennettu ja salasana sekä käyttöoikeustasot on määritetty oikein.	✓	Rakennuksen käyttäjältä tulee tieto, ketkä on niitä, joille annetaan oikeuksia ja minkä tasoisia.
Vastuu valaistuksen käyttöönotosta			
1	Standardi vaatii nimetyn henkilön kokonaisvastuuseen rakennuksen valaistuksen käyttöönotosta. Vastuussa olevan henkilön on laadittava käyttöönoton tarkistuslista ja hänen tulee jakaa tarkistuslista valaistussuunnittelijalle, arkkitehdille, sisustussuunnittelijalle, sähkösuunnittelijalle, pääurakoitsijalle ja valvojalle. Valaistusjärjestelmien käyttöönottoa edeltävät tarkastukset on kirjattava käyttöönottoa edeltävään tarkastuslistaan.	✓	Urakoitsijalla vastuu. Tehdään virhe- ja puutelista ja tehdään lista tarkastuksista ja käyttöönototestauksista, tavallaan yhteenveto.