



Tomi Lehti

# LV-tarkastukset osana talotekniikkaurakoinnin laadunvarmistusprosessia

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

10.10.2022

## Tiivistelmä

Tekijä:	Tomi Lehti
Otsikko:	LV-tarkastukset osana talotekniikkaurakoinnin laadunvarmistusprosessia
Sivumäärä:	39 sivua
Aika:	10.10.2022
Tutkinto:	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	talotekniikka
Ammatillinen pääaine:	LVI-urakointi
Ohjaajat:	LVI-johtaja Marko Pärssinen tutkintovastaava Markku Leino

---

Insinööriyössä laadittiin kirjallisuuskatsauksen keinoin tietopaketti LV-urakoinnin laadunvarmistusprosessin vaatimuksista tarkistuksista, mittauksista ja katselmuksista. Raportin tietojen pohjalta tehtiin viisi kappaletta tarkastusasiakirjoja Mikenti Talotekniikan käyttöön.

Kirjallisuuskatsausta laadittaessa tutustuttiin monipuoliseen ja kattavaan lähdeaineistoon, joka koostui muun muassa seuraavista: TalotekniikkaRYL, Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, Ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelma ja RT-kortisto. Laadunvarmistusprosessista on laadittu erittäin paljon julkaisuja aiheesta kiinnostuneille. Kirjallisuuskatsaus on kirjoitushetkellään ajantasainen tietolähde LV-asennusten laadunvarmistusprosessista kiinnostuneille. Työtä voidaan hyödyntää uusien työntekijöiden perehdytykseen tai vanhojen työntekijöiden työn tukena.

Mikenti Talotekniikalle luodut tarkastusasiakirjat ovat käytössä työmailla. Kirjallisuuskatsaus helpottaa myös uusien tarkastusasiakirjojen laatimista. Tarkastusasiakirjoja ei ole julkaistu yrityksen ulkopuolelle.

Laadunvarmistusprosessilla on huomattava taloudellinen merkitys rakennushankkeen kulun kannalta. Toimivalla laadunvarmistusprosessilla voidaan välttää tai havaita ajoissa suuri osa asennusvirheistä.

Avainsanat: talotekniikka, laadunvarmistusprosessi, tarkastusasiakirja, LV-urakointi

## Abstract

Author: Tomi Lehti  
Title: Quality Assurance Process in HVAC Contracting  
Number of Pages: 39 pages  
Date: 10 October 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Building Services Engineering  
Professional Major: HVAC Contracting  
Supervisors: Marko Pärssinen, HVAC Director  
Markku Leino, Head of Degree Program

---

The purpose of the final year project was to study the quality assurance process in HVAC. The Bachelor's thesis focused on heating and water systems in the field of building services.

The method of studying was literary research. The sources of information for the thesis consisted mostly of The National Building Code of Finland and instructions for good building practices. The information for the thesis was gathered on the basis of it being essential for high quality HVAC contracting.

The final year project resulted in a fairly large code of practice related to quality assurance process of HVAC contracting. The thesis can be used as when introducing new employees to the company practices, or as a source of information for more experienced employees. The thesis could also benefit some HVAC contractors economically because successful quality assurance process can reduce construction defects significantly.

Keywords: Quality assurance process, Building Services Engineering, HVAC contracting, Inspection document

# Sisällys

## Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Laatu	2
2.1	Laatu käsitteenä	2
2.2	Rakentamisen laatu	2
2.3	Laadun jatkuva parantaminen	3
2.4	Laadunvarmistusprosessin tavoitteet ja vaatimukset	4
2.5	Urakoitsijan laadunvarmistussuunnitelma	4
3	Dokumentointi	5
4	Laadunvarmistusprosessin toteutus	7
4.1	Laadunvarmistuksen ajoitus	7
4.2	Erytisalan työnjohtajan nimeäminen	8
4.3	Rakennustyön aloituskokous	9
4.4	Rakennustyön tarkastusasiakirja	9
4.5	Laitteiden ja materiaalien hyväksytyt	10
4.6	Asennustilojen tarkastukset	11
4.7	Mallikatselmukset	11
4.8	Rakennustarvikkeiden vastaanotto työmaalle	12
4.9	Laite- ja asennustapatarkastukset	12
4.10	LVI-järjestelmien asennustyön yleiset vaatimukset	13
4.11	Lämmönjakokeskukset	14
4.12	Laitteiston tiiviys ja vuotojen havaitseminen	18
4.13	Putkistojen huuhtelut	22
4.14	Vesikalusteiden virtaamien sekä paineen mittaus ja säätö	24
4.15	Lämmitysjärjestelmien perussäädön edellytykset ja tarkastukset	25
4.16	Lämpimän käyttöveden kiertojohdon säätö ja mittaus	27
4.17	Kohteen itselleluovutus	29
4.18	Toimintatarkastukset ja toimintakokeet	29
4.19	Viranomaiskatselmukset ja -tarkastukset	30

4.20 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje	31
4.21 Loppukatselmus	32
4.22 Vastaanottotarkastus	33
4.23 Takuutarkastus	34
5 Tulokset	34
5.1 Tietojen koonti	34
5.2 Asiakirjojen päivitys	35
6 Yhteenveto	35
Lähteet	37

## Lyhenteet ja käsitteet

Mallikatselmus:

Urakkasuoritukseen kohdistuva katselmus, jonka pohjalta loput vastaavat suoritukset toteutetaan.

MRL: *Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.*

Rakennustyön tarkastusasiakirja:

Rakennusvaiheiden ja tarkistusten vastuuhenkilöt varmentavat tarkastamansa työvaiheet rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

Rakennuttajan toimintakoe:

Toimintakokeella rakennuttaja varmentaa toimintatarkastuksen laadun pistokoemaisesti.

TateRYL: *TalotekniikkaRYL*. Kuvaa hyvää rakennustapaa ja talotekniikan laatuvaatimuksia

Viranomaiskatselmus:

Rakennusvalvontaviranomaisen rakennusluvassa määräämä viranomaisen suorittama tarkastus.

YSE: *Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998.*

# 1 Johdanto

Moni kotimainen media on viime vuosina käsitellyt rakentamisen laadun nykytilaa, ja mielestäni rakentamisen laatu on tällöin esiintynyt enemmän negatiivisissa asiayhteyksissä.

Rakentamisen laatu vaikuttaa voimakkaasti rakennusalan maineeseen, mutta se vaikuttaa kuitenkin kaikkein eniten rakennuksen loppukäyttäjiin. Työvaiheiden oikea-aikaiset ja hyvin dokumentoidut tarkastukset ja itselleluovutukset ovat tärkeä osa rakentamisen laadunvalvonnan prosessia. Tarkastamattomasta, väärin asennetusta tai toimimattomasta järjestelmästä voi aiheutua merkittävää terveydellistä haittaa ja kustannuksia kiinteistön käyttäjälle.

Insinööriyön tavoitteena on kartoittaa tietoa talotekniikan laadunvarmistusprosessista sekä toimia tietolähteenä talotekniikan laadunvarmistusprosessin parissa työskenteleville. Aiheeseen perehtymisen ja raportin tietojen perusteella laadin vaatimustenmukaiset sekä ulkoasultaan yhdenmukaiset tarkistusasiakirjat Mikenti Talotekniikka Oy:n laadunvarmistusprosessin tueksi. Aiheen laajuuden vuoksi insinööriyön aihe rajataan käsittelemään LV-tarkastuksia osana laadunvarmistusprosessia.

Vuonna 2005 perustettu yritys Mikenti Talotekniikka Oy tarjoaa Uudellamaalla kokonaistalotekniikkaurakointia kerrostalotuotannon tarpeisiin. Mikenti Talotekniikan liikevaihto oli vuonna 2021 noin 14 miljoonaa euroa, ja työllisti 58 henkilöä. [1.] Mikenti Talotekniikka on osa voimakkaasti kasvavaa QMG (Quattro Mikenti Group) -konsernia, joka on Suomen suurimpia talotekniikka-alan toimijoita. QMG-konserni koostuu 32 urakointi- sekä huoltoyrityksestä, ja sen palveluksessa on yli 1 200 talotekniikkaurakoinnin ammattilaista. [2.]

## 2 Laatu

### 2.1 Laatu käsitteenä

Jokainen meistä käsittää laadun hieman erilaisena ja erilaisesta näkökulmasta. Laatu on käsitteenä niin sirpaloitunut, että jo pelkästään sen eri merkityksistä riittäisi käsiteltävää kokonaiseen opinnäytetyöhön. Laadun käsitettä pohdittiin jo Antiikin Kreikan aikaisen filosofin sekä tiedemiehen Aristoteleen toimesta, hän määritteli laadulle kaksi merkitystä: ”Laatu ilmaisee, miten jokin kohde erottuu toisista kohteista ja miten kohde koetaan hyvänä tai pahana.” Laadukkaana koettua asiaa pidetään hyvänä ja onnistuneena. [3.] Epälaadukas tai laaduton yhdistetään huonoon ja epäonnistuneeseen.

### 2.2 Rakentamisen laatu

Rakennustöiden laatu 2017 -kirja [4, s. 11] jakaa käsitteen *rakentamisen laatu* neljään osaan: ”suunnittelun, tuotannon, asiakkaan ja ympäristön laatuun.”

Laadukas suunnitelma täyttää tilaajan toiveet ja vaatimukset, viranomaisten ja hyvän rakennustavan vaatimukset puitteissa, sekä ottaa huomioon rakennuksen elinkaaren ja turvallisuuden. Työmaan näkökulmasta laadukkaiden suunnitelmien on oltava toteutuskelpoisia, riittävän tarkkoja, eikä niissä saa olla ristiriitoja. [4, s. 11.] Laadukkaat suunnitelmat luovat edellytyksen laadukkaalle tuotannolle.

Laadukas rakennustuotanto etenee aikataulussa, laatutavoitteiden mukaisesti ja pysyy kustannustavoitteissa. Nykyään myös rakennustyömaan turvallisuus määrittelee tuotannon laadukkuutta. Rakennustyömaan turvallisuus sisältää työntekijöiden, rakennuksen käyttäjien ja rakennustyömaan ympäristön turvallisuuden. Työntekijälle tuotannon laatu voi tarkoittaa esimerkiksi työskentelyyn vaadittavia olosuhteita ja työn suorittamista ilman häiriöitä. [4, s. 11.]

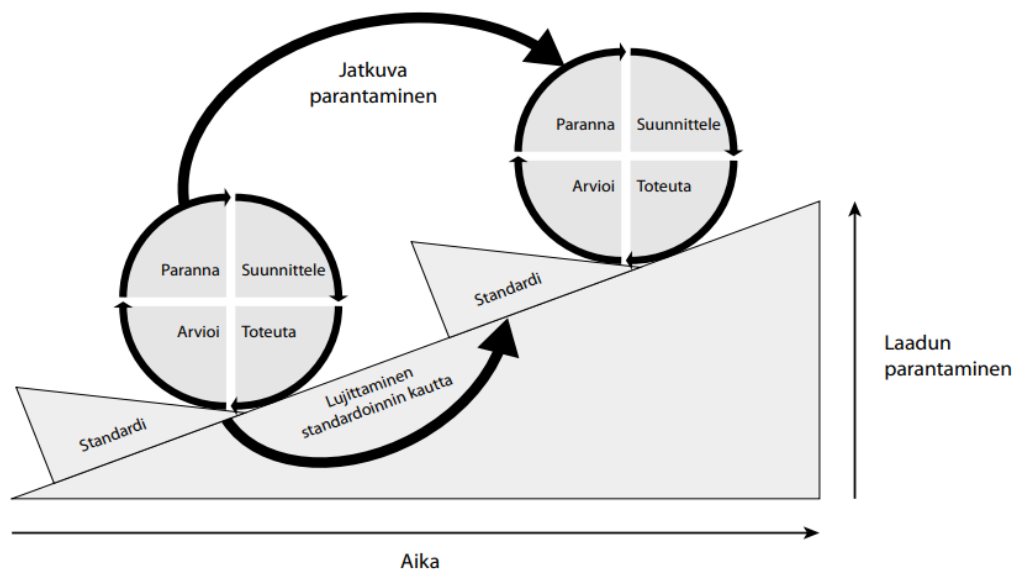
Asiakkaan kokemalla laadulla tarkoitetaan rakennustyön lopputulosta. Rakennushankkeen lopputuloksen visuaalinen ja tekninen laatu on tuotannon laatua

helpommin arvioitavissa. Laadukas lopputulos on suunnitelmien ja laatuvaatimusten mukainen, ja se noudattaa hyvää rakennustapaa. [4, s. 11.] Laadukkaasti toteutetuilla oikein toimivilla talotekniikan järjestelmillä on myös suuri vaikutus rakennuksen elinkaaren aikaiseen energiankulutukseen.

Ympäristö, eli yhteiskunta ja toimintaympäristö, asettaa rakentamisen laadulle vaatimuksia lainsäädännön, rakentamismääräysten ja asetusten kautta [4, s. 11].

### 2.3 Laadun jatkuva parantaminen

Yrityksen johdon rooli on erittäin tärkeä laadun tekemisessä ja kehityksessä, ja puhutaankin ns. "laatujohtamisesta", jolla laatua johdetaan strategisesti. Avain laadun parantamiseen on ongelmien tunnistaminen ja uusien ratkaisujen kehittäminen samanlaisten virheiden välttämiseksi tulevaisuudessa. Yrityksen johdon on sidottava koko yrityksen organisaatio mukaan laadun parantamiseen sekä ohjattava ja annettava palautetta henkilöstölle. Toisaalta työntekijöiden mielipiteitä ja ehdotuksia kannattaa kuunnella, koska he ovat oman työnsä parhaita asiantuntijoita. Ohjatusti kerätyissä parantamisehdotuksissa onkin juuri edellä mainitun takia valtavaa potentiaalia. [4, s. 9.]



Kuva 1. Laadun jatkuva parantaminen [4]

Laadun kehittämiseen tarvitaan myös toimintamalleja kuten esimerkiksi Demingin PDCA-ympyrä (Plan – Do – Check – Act). Laadun kehittäminen lähtee Demingin mukaan työvaiheen suunnittelusta ennen varsinaisen työn suorittamista. Työn laatua arvioidaan ja ryhdytään toimiin laadun parantamiseksi. [4, s. 9.] Kuva 1 esittää jatkokehiteltyä Demingin ympyrää, jossa saavutettu laatutaso standardisoidaan.

## 2.4 Laadunvarmistusprosessin tavoitteet ja vaatimukset

Laadunvarmistusprosessilla tavoitellaan virheettömänä tilaajalle luovutettavaa, suunnitelmien mukaista toteutusta. Talotekniikkatöiden laadunvarmistusprosessin ydin on taloteknisten järjestelmien toimivuuden ja suunnitelmien mukaisen toteutuksen varmistaminen. Toimivalla laadunvarmistuksella vähennetään toteutuksen luovutuksen jälkeisiä selvityksiä ja järjestelmien virheitä sekä puutteita. [5, s. 2–3.]

Suomen rakentamismääräyskokoelman lait, asetukset ja määräykset asettavat minimitason rakentamisen laatutavoitteille. Rakentamismääräyskokoelmaa ylläpitää ympäristöministeriö. Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 (MRL) [6] määrittelee rakentamisen yleiset edellytykset, keskeisimmät tekniset vaatimukset ja viranomaisvalvonnan asiat. Ympäristöministeriön asetus 1047/2017 rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista [7] tarkentaa laatuvaatimuksia terveellisen ja turvallisen vesi- ja viemärlaitteiston aikaan saamiseksi.

MRL ja Rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1998 (YSE) velvoittavat noudattamaan hyvää rakennustapaa [6; 8]. TalotekniikkaRYL (TateRYL) on hyvän rakennustavan kirjallinen kuvaus talotekniikan osalta, lukuun ottamatta sähköjärjestelmiä. [9.]

## 2.5 Urakoitsijan laadunvarmistussuunnitelma

Laadunvarmistussuunnitelma on rakennuttajan ja rakennushankkeen osapuolten laatima yksityiskohtainen tarkeaikataulut sisältävä suunnitelma

laadunvarmistusprosessin läpiviennistä. Laatusuunnitelma esittää eri osapuolten vastuut sekä velvoitteet rakennustyön edetessä. Urakoitsija esittää suunnitelmassa vastuuhenkilön huolehtimaan esittämiensä tehtävien suorittamisesta. [5, s. 2.] Rakentamisen laatusuunnittelun tavoitteena on tehokas tuotanto, joka tuottaa asiakkaalle kerralla sopimuksen mukaista laatua. Onnistunut laatusuunnittelu vähentää virheitä, kustannuksia ja työhön kuluva-aikaa. [4, s. 11.]

YSE velvoittaa [8, s. 5] vaadittaessa urakoitsijaa laatimaan kirjallisen selvityksen laadunvarmistuksesta ja saavuttamaan sopimuksen tasoisen laadun. Mahdollisimman tarkasti eri työtehtävät kuvaava aikataulu on laatusuunnitelman olennainen osa [5, s. 4]. Toteuttajan on TateRYLin mukaan [9] huolehdittava laadunvarmistusprosessille riittävästi aikaa suunnitelmissa, ja hänen on viipymättä ilmoitettava rakennushankkeen muille osapuolille, jos laadunvarmistusprosessin toimenpiteet viivästyvät aikataulusta.

### **3 Dokumentointi**

Laadunvarmistuksen tulokset merkitään tarkastus-, katselmus- ja mittauspöytäkirjoihin. Dokumentoinnilla osoitetaan asennusten ja asennettavien LVI-tuotteiden vaatimustenmukaisuus. Dokumenttien on oltava yksiselitteisiä, jotta ei tule epäselvyyksiä asennusten laadusta tai asennettujen tuotteiden vaatimuksenmukaisuudesta. Dokumentointi on suurimmaksi osin urakoitsijoiden vastuulla. [10, s. 1; 9.]

RT kortin 10–11302 [10, s. 3] mukaiset asiakirjojen yleiset vähimmäistiedot ovat hyvä lähtökohta jokaiselle työmaan asiakirjalle:

sen yhtiön tai organisaation nimi, jonka työntekijä on asiakirjan tehnyt

asiakirjan tekijän nimi

päivämäärä, jolloin asiakirja on tehty

asiakirjan sisältöä kuvaava nimi

sivunumerointi ja sivujen lukumäärä

päivämäärä, jolloin asiakirjan sisällön tehtävät ovat tapahtuneet

tarvittava sisältö

paikka hyväksyjän nimelle, allekirjoitukselle ja allekirjoituspäivämäärälle.

Lisäksi Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa [8, s. 15] mainitaan edellisten lisäksi

tarkastuksen sopimuksenmukaisuuden toteaminen

tarkastuksen tulos

asianomaisten vaatimukset ja vastineet

suoritettaviksi määrätyt toimenpiteet määräaikoineen

YSE:ä noudatettaessa voidaan tarkastukseen tai katselmukseen osallistuneen osapuolen vaatimuksesta pöytäkirja tarkastaa heti, jolloin se annetaan tarkastuksen osapuolten läpikäytäväksi. Tarkastuspöytäkirja on yleisesti toimitettava viipymättä, mutta kuitenkin 14 vuorokauden kuluessa, tarkastuksen osapuolille, joiden oikeuksia tai velvollisuuksia se koskee. Jos pöytäkirjan vastaanottanut taho katsoo, että pöytäkirja ei vastaa todenmukaisuutta, on sillä pöytäkirjan vastaanottamisesta 14 vuorokautta aikaa toimittaa perusteltu vastalauseensa. [8, s. 15.]

Mahdollisten erimielisyyksien varalta kannattaa tarkastusasiakirjasta pyytää aina kopio allekirjoituksella tarkastuksen yhteydessä. Tarkastusasiakirjat kannattaa hyväksyttää työn tilaajalla tai valvojalla tarkastusten suorittamisesta sovittaessa.

Valokuvaus on hyvä työkalu dokumentoinnin avuksi, sillä se on nopeaa ja sanonnankin mukaan "yksi kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa".

Rakennustiedon ohjekortissa LVI 03-10631 [10, s. 5] neuvotaan ottamaan valokuvat peittyvistä asennuksista, jotta voidaan tarvittaessa osoittaa asennusten laatu ja käytetyt materiaalit. Valokuvat on hyvä liittää suoraan tarkastusmuistiin [10, s. 5], tai muuhun vastaavaan asiakirjaan. Kuvattaessa runsaasti identtisiä asennuskohteita muodostuu ongelmaksi valokuvan yhdistäminen esimerkiksi tiettyyn huoneistoon tai tilaan, ja sen takia valokuvat olisi hyvä yksilöidä tunnisteella [5, s. 4]. Valokuvan ja asennuksen yhdistävä tunniste voi olla esimerkiksi taustalla näkyvä muistilappu tai älypuhelimella kuvaan editoitu vastaava tunniste, josta ilmenee, mikä tila on kyseessä.

Rakennuttaja määrittelee, miten ja missä urakan hyväksyntään käytettävät asiakirjat säilytetään. Yleisin käytäntö on säilöä asiakirjat projektipankkiin pdf-tiedostoina [10, s. 3]. Rakennuttaja huolehtii loppuarkistoinnin niin, että se on dokumentteineen käytettävissä rakennuksen käyttöänsä ajan. Urakoitsijan kannattaa kuitenkin arkistoida kohteen dokumentit myös omaan projektikansioonsa, jotta ne ovat helposti saatavilla riippumatta hankkeen muista osapuolista.

## **4 Laadunvarmistusprosessin toteutus**

### **4.1 Laadunvarmistuksen ajoitus**

Talotekniikan laadunvarmistusprosessi alkaa ennen asennustöiden aloittamista erityisalan työnjohtajan nimeämällä ja päättyy takuutarkastukseen. Työnjohtaja vastaa laadunvarmistusprosessin toteutuksesta. Laadunvarmistus on jatkuva prosessi, jota suoritetaan asennustyön aikana tai työvaiheen valmistumisen jälkeen. Kuva 2 esittää tämän opinnäytetyön mukaista talotekniikan laadunvarmistuksen prosessikaaviota. Kohteen laadunvarmistusprosessin vaatima aika on huomioitava rakennusurakan aikataulua laadittaessa. [10.]



Kuva 2. Laadunvarmistuksen prosessikaavio

#### 4.2 Erityisalan työnjohtajan nimeäminen

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) pykälässä 122 a § todetaan, että rakennusluvan varaisessa rakentamisessa on oltava vastaava työnjohtaja vesi- ja viemärlaitteiston rakentamista varten. Vesi- ja viemärlaitteiston rakentamisesta vastaavan työnjohtajan vastuulla on, että ”rakennustyö tehdään myönnetyn luvan, rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan mukaisesti.” [6.]

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) pykälässä 122 d § todetaan, että rakennusluvan alaista vesi- ja viemärlaitteiston rakentamista ei saa aloittaa ennen kuin töille on haettu vastaava työnjohtaja. Hakemuksessa selvitetään

työnjohtajan pätevyys vastaavana työnjohtajana, ja työnjohtaja ilmoittaa kirjallisesti sitoutuvansa johtamaan rakennustyötä vastuuvollisena. [6.]

### 4.3 Rakennustyön aloituskokous

Maankäyttö- ja rakennuslaki [6] määrää, että aloituskokous on pidettävä ennen rakennustyön aloittamista rakennusluvan niin määrittäessä. Aloituskokoukseen on osallistuttava ainakin rakennusvalvontaviranomaisen tai sen edustajan, vastaavan työnjohtajan, pääsuunnittelijan ja rakennushankkeeseen ryhtyvän. [6.] Käytännössä myös erityisalojen vastaavat työnjohtajat osallistuvat aloituskokoukseen.

Aloituskokouksen tarkoitus on parantaa rakentamisen laatua. Aloituskokouksessa selvitetään rakennushankkeen henkilöstöllä edellytyksiä toteuttaa rakennushanke hyvää rakennustapaa noudattaen sekä säännösten ja määräysten mukaisesti. [11, s. 20–21.] Aloituskokouksessa käydään läpi erityisalan työnjohtajaa koskevia tarkastustehtäviä, velvoitteita, viranomaiskatselmuksia ja -tarkastuksia rakentamisen laadun varmistamiseksi [6; 11, s. 21–22]. Aloituskokouksessa sovitut ja selvitettyt asiat kirjataan aloituskokouksen pöytäkirjaan [6].

Aloituskokouksessa käydään läpi viranomaiskatselmusten käytännöt ja sovietaan alustavasti ensimmäisen viranomaiskatselmuksen ajankohdasta. Aloituskokouksessa käsitellään usein rakennushankkeen osapuolten laatusuunnitelmia ja rakennustyön tarkastusasiakirjan täyttäminen. LV-työnjohtajan kannalta on merkittävää sopia asennettavan järjestelmän laadunvalvontakokeista ja mittauksista.

### 4.4 Rakennustyön tarkastusasiakirja

Rakennustyön tarkastusasiakirjan tavoitteena on muodostaa kuvaus rakennustyön kulusta, työn aloittamisesta loppukatselmukseen saakka. Rakennusvaiheiden ja tarkistusten vastuuhenkilöt varmentavat tarkastusasiakirjaan tarkastamansa työvaiheet allekirjoituksellaan [6]. Ympäristöministeriön ohje

rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta suosittelee myös sisällyttämään merkintään ”tiedot merkinnän tekijästä ja ajankohdasta, tarkastuksen kohteesta sekä rakennus- tai työvaiheen valmistumisesta.” Tarkastusasiakirjaan on myös kirjattava perusteltu huomautus, jos rakennustyö poikkeaa rakentamisen säännöksistä ja määräyksistä. [11, s. 26.]

Rakennustyötä ei saa aloittaa ennen kuin rakennustyön tarkastusasiakirja on käytössä työmaalla. Maankäyttö- ja rakennuslain mukainen rakennustyön tarkastusasiakirja on edellytyksenä loppukatselmukselle. Tarkastusasiakirjaan merkitään tavallisesti turvallisuuden, terveellisyyden ja rakennuksen pitkäaikaiskestävyyden merkittävät tarkastukset. [11, s. 24–26.]

#### 4.5 Laitteiden ja materiaalien hyväksytyt

Laiteiden ja materiaalien hyväksytyksen tarkoituksena on varmistaa urakoitsijan esittämien tuotteiden ja järjestelmien vaatimuksenmukaisuus [5, s. 5]. TateRYL [9, 20.00.4.3] määrittää, että kaikki LVI-järjestelmien laitteet, materiaalit ja asennustavat on hyväksyttävä rakennuttajalla tai rakennuttajan edustajalla. Laitteiden ja materiaalien on täytettävä suunnitelmien, säädösten ja rakentamismääräysten vaatimukset [5, s. 5].

Urakoitsija toimittaa esittämänsä laitteen tai järjestelmän tuotehyväksyntädokumentation rakennuttajalle tai tämän edustajalle. Rakennuttajan valtuuttama suunnittelija tarkastaa tuotehyväksyntädokumentation perusteella, täyttääkö esitetty tuote rakennushankkeen vaatimukset ja antaa siitä kirjallisen lausunnon. [5, s. 5.]

LVI-tuotteiden on oltava käyttötarkoitukseensa sopivia, ja niiden on täytettävä eurooppalaiset ja kansalliset säädökset sekä asetuksina annetut oleelliset tekniset vaatimukset [9, 20.00.1]. Oletukseni on, että suuret tukkuliikkeet myyvät vain LVI-tuotteita, jotka täyttävät edellä mainitut TateRYLin vaatimukset. Kysyin asiasta kolmelta suurelta alan tukkurilta ja sain yhteensä kaksi vastausta, jotka molemmat tukevat oletustani.

Toteuttajan on tarvittaessa esitettävä käyttämiensä tuotteiden kelpoisuuden todistavat dokumentit [9, 20.00.1]. YSE [19, s. 5] edellyttää urakoitsijan käyttämään rakennustuotteita, joiden takuu on vähintään urakan takuu-aika. Poikkeuksena edelliseen ovat kuitenkin tapaukset, joissa kaupalliset asiakirjat määrittelevät toisin.

#### 4.6 Asennustilojen tarkastukset

Toteuttajan on varmistettava tuotteiden asennustilojen riittävyys, jos tämä esittää suunnitelmista poikkeavia tuotteita. Ennen asennusten aloitusta on sovittava samaan tilaan asennuksia suorittavien osapuolten asennusjärjestyksestä ja asennusaikataulusta. LVI-tuotteiden eristykselle ja huollettavuudelle on varattava riittävästi tilaa. Asennustilan riittävyttä arvioitaessa on otettava huomioon asennusten kannakointi, eristys ja vaaditut asennusvälit. [9] Hyväksi koettu käytäntö on tarkastella ahtaaksi tiedettyjä asennustiloja eri urakoitsijoiden kesken esimerkiksi työmaalla järjestettävässä palaverissa.

TateRYL ohjeistaa, että lämmitysjärjestelmien huoltotilojen ja reitin huoltotiloille tulee mahdollistaa järjestelmän huolto tavanomaisin työmenetelmin. Konehuoneessa on myös oltava vesipiste esimerkiksi lianerottimien puhdistusta varten sekä kaasutiivis lattiakaivo ja viemärointi. [9, 21.11.2.1.]

#### 4.7 Mallikatselmukset

Mallikatselmuksessa käydään työmaalla läpi toistuvan työvaiheen malliasennuksen tuotteet, asennustyön laatu ja toteutustapa [10, s. 2; 5, s. 5]. Urakoitsija suorittaa asennuksen sovittuun paikkaan urakka-asiakirjojen mukaisesti. Rakennuttaja tai rakennuttajan edustaja tarkastavat ja hyväksyvät malliasennuksen mallikatselmuksessa urakoitsijan kanssa. Loput toistot tehdään malliasennuksen mukaisesti. [10, s. 2.]

Mallikatselmusten tärkeys korostuu usean eri urakoitsijan yhteissuorituksissa. Yhteissuorituksissa sovitaan suoritusjärjestyksistä, töiden laadusta ja

asennustavoista. Yhteiset malliasennukset kannattaa järjestää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. [5, s. 5.]

Mallikatselmuksessa malliasennus dokumentoidaan mallikatselmuspöytäkirjaan. Kohdassa 4.1 Dokumentointi esitettyjen vähimmäisvaatimusten lisäksi pöytäkirjaan dokumentoidaan asennuspaikan tai tilan sijainti ja tunnus. Malliasennus dokumentoidaan kirjallisesti tai piirustuksessa esitettynä ja siitä otetaan valokuvia [10, s. 5]. Malliasennuksen dokumentoinnissa on tärkeää yksiselitteisyys, jotta myöhemmin ei tule kiistaa asennustavasta. Asennuksen kannalta tarpeellisten mittojen muistiin kirjaaminen mallikatselmuksen yhteydessä varmistaa kaikkien osapuolien tyytyväisyyden tuleviin asennuksiin.

#### 4.8 Rakennustarvikkeiden vastaanotto työmaalle

Työmaalle saapuvat tuotteet kannattaa tarkistaa päällisin puolin ennen kuin kuittaa kuorman vastaanotetuksi [10, s. 6]. Mahdollisista puutteista kuten rikkinäisistä kuljetuspakkauksista tai lähetyslistan ja saapuvan tavaran ristiriidoista kirjataan varauma kuljettajan kuormakirjaan [12]. On suositeltavaa tehdä havaituista puutteista reklamaatio mahdollisimman pian, jotta esimerkiksi korvaavien tuotteiden saapuminen ei viivytä rakennushankkeen aikataulua. Saapuvien tuotteiden tarkastuksen jälkeen hyväksytyt erät rakennustarvikkeita varastoidaan työmaalle säältä suojaan, mieluiten lukkojen taakse. Edellä kuvatulla menetelmällä vähennetään logistiikan virheistä aiheutuvia haittoja.

#### 4.9 Laite- ja asennustapatarkastukset

LVI-toteuttaja suorittaa laite- sekä asennustyön tarkastuksia sovitun menettelytavan mukaisesti koko rakentamisvaiheen ajan. Rakennuttajan edustaja osallistuu tarkastuksiin työn etenemisen mukaisesti. Asennuksia verrataan suunnitelmiin sekä asennusohjeisiin, ja tarkastusten havainnot dokumentoidaan. [9; 5, s. 5.]

YSE:n mukaan urakoitsijan on tarkastettava työnsä laatu ja korjattava puutteet ja virheet ennen työn luovutusta tilaajalle. Havaitessaan vakavia virheitä on urakoitsijan kerrottava niistä ja korjaavista toimenpiteistä tilaajalle. [8, s. 5.] RT-kortin ohjeen mukaan [10, s. 5] ”tarkastukset tehdään vertaamalla asennuksia tuoreimpiin suunnitelmiin ja asennusohjeisiin sekä hyväksytyihin malliasennuksiin.”

#### 4.10 LVI-järjestelmien asennustyön yleiset vaatimukset

TateRYL asettaa esteettisiä vaatimuksia LV-asennusten asennuslinjoihin niiden jäädessä näkyviin. LV-asennusten asennuslinjojen tulee mukailla huoneen pysty- ja vaakalinjoja, jotka muodostuvat esimerkiksi seinien, lattian ja katon linjoista. [9.] Yhdensuuntaisiksi tarkoitettujen asennusten on oltava yhdensuuntaisia [9], ja esimerkiksi putkiparin harottaminen osuu herkästi ihmissilmään. Asennettaessa putkea tai kalustetta kaakelipinnalle tai muulle saumatulle pinnalle on kiinnitettävä huomiota saumojen ja asennuksen yhdensuuntaisuuteen.

Samaan aikaan näkyvillä olevien tai samassa tilassa olevien vastaavien asennusten, esimerkiksi kahden eri lämmityslinjojen pystyjohtojen kannakkeiden tulisi aina olla samassa korossa toisiinsa nähden.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä (796/2017) määrittelee rakenteiden vähimmäis-ääneneristävyystasot ja rakennuksen sisätiloille esitetyt suurimmat sallitut äänitasot [13]. TateRYL esittää myös äänitekniisiä vaatimuksia LV-asennuksille. Talotekniset järjestelmät on TateRYLin mukaan asennettava niin, ettei rakenteiden ääneneristävyys heikenny tai suurin sallittu melutaso ylitä. Runkoääntä ja tärinää aiheuttavat laitteet asennetaan tärinäneristimien varaan, ja laitteisiin kytkettävät putket asennetaan esimerkiksi joustavin liittimin äänen ja tärinän pysäyttämiseksi. [9]

Putkisto on kannakoitava niin, että siihen kohdistuvat voimat eivät pääse aiheuttamaan vaaraa henkilöturvallisuudelle tai vaurioittamaan LVI-järjestelmiä. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta määrittelee, että

kannakoinnin on kestävä myös tulipalon aiheuttamat rasitukset, koska mahdollinen kannatuksen pettäminen saattaa heikentää rakennuksen palo-osastoa [14]. Kannakoinnilla on myös suuri merkitys putkiston hyvän ääniteknisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

LVI-järjestelmän on oltava tarkistettavissa, puhdistettavissa, huollettavissa ja vaihdettavissa tapauskohtaisessa laajuudessaan. Edellä lueteltujen vaatimusten täyttymiseksi kohteessa ja sen LVI-järjestelmissä tulee olla riittävä määrä tarkastus- ja puhdistusluukkuja. LVI-järjestelmät on asennettava tilantarve huomioon ottaen, jotta huolto olisi mahdollista. [9]

#### 4.11 Lämmönjakokeskukset

KVV-vastaavan tarkastukset kaukolämmön suhteen alkavat kytkentäkaavion tarkastamisella. Kytkentäkaavion on oltava energialaitoksen hyväksymä ja siihen on voinut tulla muutoksia tarjouslaskennan jälkeen [15]. Seuraava työvaihe on lämmönjakokeskuksen valmistajan hyväksyttäminen tilaajalla.

Lämmönjakokeskuksen tilaamisen jälkeen kootaan materiaali, esimerkiksi venttiililuettelosta ja viimeisimmästä lämmönjakokeskusvalmistajan lämmönsiirtimen ajosta, LVI-suunnittelijalle, joka päivittää suunnitelmat. [15] Päivitetty urakoitsijakuva tarkistutetaan jälleen energialaitoksella.

Energiäteollisuuden julkaisu K1/2021 "Rakennusten kaukolämmitys Määräykset ja ohjeet" on ajantasainen kokoelmateos rakennusten kaukolämmityksestä [16]. Ennen paketin asennusta on tarkistettava, täyttyvätkö kaukolämpösuunnitelmien mukaisessa asennuksessa määräykset huollettavuuden ja käytön tarpeista [16]. Määräysten mukaan mittauskeskukselle on varattava huoltotilaa eteen 800 mm ja sivuille 600 mm, huoltotilan korkeuden on oltava vähintään 2000 mm korkea. Näiden lisäksi on myös keskusteltava sähköurakoitsijan kanssa sähkölaitteiden sähköturvallisuusmääräysten mukaisesta huoltotilasta. [16, s. 5.]

Myös seuraavat seikat voivat vaikuttaa kaukolämpöpaketin sijoituksessa: Uudisrakennuksessa tai uudisrakentamista vastaavassa korjauskohteessa lämmönjakohuone on myös varustettava lattiakaivolla silloin kun vesivahingon riski on mahdollinen. Lämmönjakohuoneeseen asennetaan myös vesipiste, josta saadaan lämmintä ja kylmää vettä. [7.] Lianerottimien on oltava puhdistettavissa [16, s. 26] ja vesipiste helpottaa tätä huomattavasti.

Taulukko 1 kuvaa kaukolämpökeskuksen vastuunjakotaulukkoa, josta ilmenee työvaiheen toteuttaja ja siitä laadittava dokumentti.

Taulukko 1. Kaukolämpökeskuksen vastuunjakotaulukko [16]

Toimenpide	Dokumentti	Toteuttaja
Laitteiden asennus ja toimintatarkastus	Tarkastuspöytäkirja	Lämpöurakoitsija
Laitteiden käyttöönotto ja käyttöönottotarkastus	Asennusvalvonta-pöytäkirja	Lämmönmyyjä, auktorisoitu lämpöurakoitsija tai muu palveluntarjoaja
Lämmöntoimituksen aloitus	Aloituseroilmoitus	Lämmönmyyjä
Säätölaitteiden viritys ja säätölaitteiden toimintakoe	Virityspöytäkirja	Laitetoimittaja (valtuutettu säätölaitteurakoitsija)
Loppukäyttäjän koulutus		Lämpöurakoitsija
Laiteasennusten valmistuminen, toimintakoe, loppu-tarkastus	Valmistumis-pöytäkirja	Lämmönmyyjä, auktorisoitu lämpöurakoitsija tai muu palveluntarjoaja

### Käyttöönottotarkastus

Lämmönmyyjän tai auktorisoidun lämpöurakoitsijan tulee hyväksyä lämmönjakokeskuksen asennus ennen sen käyttöönottoa käyttöönottotarkastuksessa. Tarkastuksessa laadittu asennusvalvontapöytäkirja toimitetaan lämmönmyyjälle sekä työn tilaajalle. [16, s. 46.]

Asennusvalvontapöytäkirjassa todetaan myös suositellusti jo ennen lämmönjakokeskuksen asennusta tarkistettavat asiat, kuten laitteen sijoitus huoltotilat huomioiden, käytettyjen osien vaatimustenmukaisuusvakuutus ja putkikoot sekä materiaalit. [16, s. 46–47.]

Käyttöönottotarkastuksessa on lämmönjakokeskuksen kaikkien varusteiden ja mittareiden oltava toiminnassa. Putkiston ja laitteiden kannakkeet tulee asentaa niin, että putkisto pääsee lämpölaajenemaan ja melu ei kulkeudu esimerkiksi rakennuksen runkoa pitkin asuintiloihin. [16]

Kaukolämpökeskuksen kytkentöjen valmistuttua on asennusten ja laitteiden tiiveys tarkistettava painekokeella viimeistään käyttöönottotarkastuksessa, ja siitä luodaan painekoepöytäkirja. Yleisimmin koepainetta 2,1 MPa pidetään vähintään 15 minuuttia kylmällä vedellä. [16, s. 47.]

### **Säätölaitteiden viritys ja säätölaitteiden toimintakoe**

LVI-järjestelmien virityksen edellytyksenä ovat vesi-, liuos- ja liuosvirtojen hyväksytysti suoritettavat mittaukset ja säädöt [9].

Valtuutettu säätölaitteurakoitsija virittää toiminnassa olevan lämmönjakokeskuksen säätöjärjestelmän lämpöurakoitsijan toimittaman kaukolämmityssuunnitelman perusteella. Kaukolämmityssuunnitelmasta säätöurakoitsija saa selville lämmönjakokeskuksen laitetiedot ja suunnittelijan mitoitukset. [16, s. 47–48.]

Lämmönjakokeskuksen virityksessä asetetaan ja säädetään esimerkiksi lämpimän käyttöveden lämpötila ympäristöministeriön asetuksen 1047/2017 mukaiseksi. Virittäjä kirjaa kaikki toimintapisteet ja säädöt virityspöytäkirjaan. [16, s. 47–48.] Tarvittaessa kaukolämpökeskus voidaan palauttaa virityspöytäkirjan avulla normaaliin toimintaan, jos esimerkiksi säätöarvot katoavat laitteiston muistista.

Toimintakokeessa säätöurakoitsija varmistaa virityksen onnistumisen ja säätölaitteiden toiminnan vaatimuksenmukaisuuden. Virityksen onnistuminen

varmistetaan trendiseurannalla ja tulosteet trendiseurannan käyristä toimitetaan LVI-valvojan tarkastettavaksi [9]. Sääτούrakoitsija kirjaa ja toimintakokeen tulokset ja virityspöytäkirjaan.

### **Lopputarkastus**

Ennen energialaitoksen lopputarkastusta vastuuhenkilön tulee järjestää ja tarkistaa putkien eristys, merkkaus, laminoitu kytkentäkaavio ja laitteiden asennus. Energialaitoksen loppukatselmuksessa tarkistetaan virityspöytäkirja, eristystyö ja putkien merkinnät [16, s. 48]. Paisunta-astian sulkuventtiilin kahvan tulee olla irrotettuna ja esimerkiksi ripustettuna sulkuventtiilin läheisyyteen [16, s. 28].

Lämmönjakohuoneessa on oltava laitteistojen kytkentäkaavio laminoituna seinällä, säätö- ja virityspöytäkirjat sekä tarvittavat huolto- ja käyttöohjeet. Laitteet ja putket tulee olla merkittynä riittävin tiedoin. Myös tilan valaistuksen ja ilmanvaihdon on oltava riittävä, ja sieltä on löydyttävä vesipiste sekä lattiakaivo. [16, s. 48.]

Toimintakokeessa tarkastetaan viritysarvot sekä paluu- ja menolämpötilat lämmönsiirtimien molemmin puolin. Ulkolämpötila kirjataan ylös ja tarkistetaan lämmönjakokeskuksen ulkoilman lämpötila-anturi, joka on sijoitettu mieluiten rakennuksen pohjoispuolelle. Energialaitoksella tulee myös olla esimerkiksi vikatilanteessa pääsy lämmönjakokeskukseen, ja se järjestetään tavallisesti ulkoseinään sijoitetulla avainsäilöllä. [16, s. 48–49.]

Energialaitoksen valvoja tarkastaa lämmönsiirtimien toiminnan. Käyttövesisiirtimen toiminta todennetaan juoksuttamalla lämmintä käyttövettä virtaamalla, joka on vähintään 50 % mitoitusvirtaamasta. Käyttövesisiirtimen mitoituksen riittävyys selviää kuitenkin vasta täydellä mitoitusvirtaamalla. Lopputarkastuksesta kirjataan valmistuspöytäkirja, joka toimitetaan tilaajalle ja lämmönmyyjälle. [16, s. 49]. Toteutunut kaukolämpösuunnitelma ja pöytäkirjat liitetään osaksi rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta.

#### 4.12 Laitteiston tiiviys ja vuotojen havaitseminen

TateRYLin vaatimuksen mukaan ”LVI-järjestelmien on täytettävä niille suunnitelma-asiakirjoissa asetetut tiiviysvaatimukset. LVI-järjestelmien tiiviys todennetaan suunnitelma-asiakirjoissa esitetyllä tavalla.” [9] Ympäristöministeriön asetuksen 1047/2017 mukaan vesilaitteiston on oltava tiivis, ja erityisalan työnjohtajan on huolehdittava laitteiston koestuksesta vesipainekokeella ennen rakennuksen käyttöönottoa [7].

Vesi- ja lämmitysjärjestelmän toteutuksen on mahdollistettava vuotojen havaitseminen, ja rakenteellisten ratkaisuiden on ohjattava vuotovesi näkyville [9]. Käytännössä asennettaessa putkistoja umpinaiseen rakenteeseen edellä mainittu vaatimus toteutetaan yhtenäiseen suojaputkeen asennettavalla putkella tai asentamalla vaatimukset täyttävää vuotovesisuojaalla päällystettyä putkea. Vesijärjestelmässä rakenteelliset vuodonilmaisimet on asennettava vesijärjestelmässä pystyjakojohtoihin jokaiseen kerrokseen. Jos rakenteellisten vuodonilmaisimien käyttö ei ole mahdollista, voidaan niiden sijaan käyttää vuodonilmaisuntureita [9]. Kuva 3 esittää yleistä pystyjakojohtoon asennettavaa vuodonilmaisinta.



Kuva 3. Näsimuovin valmistama vuodonilmaisinta pystyjakojohtoon [17]

Hankkeen aloituskokouksessa on hyvä sopia menettelyistä tiiveys- ja painekokeiden osalta, jos niistä ei ole jo sovittu sopimusasiakirjoissa. Asennustyön laadun vaatiessa osallistuu rakennusvalvontaviranomainen kokeiden valvontaan. [5, s. 5.]

Kohdassa 4.1 Dokumentointi esitettyjen vähimmäisvaatimusten lisäksi pöytäkirjaan kirjataan järjestelmän normaali käyttöpaine, koepaine, kokeen kesto ja saluttu paineen muutos putkessa [18]. Painekokeen suorittanut toteuttaja tai LVI-valvoja vahvistaa pöytäkirjan allekirjoituksellaan [5, s. 5].

Painemittarin on oltava kalibroitu, ja sen tarkkuuden on oltava 10 kPa. Painekokeen painemittari kytketään mitattaessa järjestelmän alimpaan osaan, ja koe suoritetaan putken valmistajan ohjeen mukaan. [9]

Kotelon tai muun vastaavan syyn takia näkymättömiin jääville verkoston osille suoritetaan osapainekoe ennen rakenteiden sulkemista [9]. Painekokeessa asennusten on oltava eristämättömiä ja putkiston liitoksineen on oltava mahdollisimman näkyvillä toimintakokeen aikana vuotojen havaitsemiseksi. Tavallisimmin asuinkiinteistön painekokeet suoritetaan täyttämällä verkosto alimmasta kohdasta vesijohtovedellä ja ilmaamalla verkostoa samalla. Usein rakennusvaiheessa saatetaan kuitenkin suorittaa alustava painekoe ilmalla esimerkiksi jäätymisvaaran vuoksi. [18]

#### Lämmitys- ja käyttövesijärjestelmät

Painekokeen koeaika on oltava tavallisesti vähintään 10 minuuttia. Suoritettaessa tiiveyskoetta muoviputkea sisältävään laitteistoon, jonka tilavuus laajenee paineen kasvaessa, ylläpidetään koepainetta puoli tuntia ja tarvittaessa lisätään painetta. Edellä mainitun jälkeen lasketaan paine noin puoleen ja odotetaan noin puolitoista tuntia, ja jos paine nousee odotusaikana vakiotasolle, on laitteisto tiivis. [18]

Koepaine vaihtelee järjestelmäkohtaisesti. Käyttövesijärjestelmissä vaaditaan koepaineeksi 10 bar, ja lämmitysverkoston koepaine on 6 bar [18]. Koepainetta

suunniteltaessa on hyvä tarkistaa järjestelmään kytkettyjen laitteiden paineenkesto [9] ja tarvittaessa sulkea laitteita pois painekokeesta esimerkiksi sulkuventtiilillä.

Puristusliittimiä käytettäessä varmistetaan järjestelmän tiivyydestä suorittamalla painekoe myös alhaisella paineella, koska puristamaton puristusliitin voi vuotaa alhaisessa paineessa, mutta olla suuressa paineessa tiivis [18]. Esimerkiksi Altech M-press puristusliittimiä käytettäessä havaitaan vuodot koestettaessa laitteisto alle 3 bar:in koepaineella [19].

Painekokeessa havaitut viat tulee korjata, ja uusi painekoe on järjestettävä laitteiston tiivyyden ja korjausten onnistumisen varmistamiseksi [18]. Painekokeen jälkeen tiiviiksi todettu järjestelmä puhdistetaan tai huuhdellaan [9].

Viemäriin tiiveyskoe ilmalla suoritetaan kaivoväleittäin tai pienempinä osuuksina hyödyntäen sulkutulppia. Koepainettavassa osuudessa korotetaan paine 11 kPa:n ylipaineeseen. Varsinainen koe alkaa, kun viemäriin ylipaine on laskeutunut 10 kPa:han ja sen jälkeen lasketaan sekunteja, kunnes paine laskee seitsemään kilopascaliiin. Hyväksyttävä koetulos on, kun paineen alenemiseen kuluva aika sekunteina on vähintään putken sisähalkaisija millimetreinä. [10]

Viemäreiden tiiviyys voidaan myös todeta huuhtelun jälkeen viemäriin sisäpuolisella videokuvauksella; kuva 4 esittää viemärikuvaukseen tarkoitettua kameraa. Videokuvauksen yhteydessä selviää myös asennuksen suoruus ja huuhtelun onnistuminen. Videokuvauksesta laaditaan tarkat raportit, josta on selvittävä esimerkiksi kuvauksen kohteet ja osanottajat tai valvojat. [5, s. 6.]



Kuva 4. Ridgid-merkkinen viemärikamera [20]

Hule- sekä jätevesiviemäreiden tiiveys on todettava vedellä tai ilmalla suoritettavalla tiiveyskokeella. Paineviemäriin tapauksessa on koeponnistus pakollinen. [9]

Kiinteistön sisäpuolisten hulevesiviemäriin tiiveys on myös tarkastettava esimerkiksi tulppaamalla (kuva 5) viemäri pystynousun alapäästä ja täyttämällä viemäri vedellä. Talotekniikkainfon ohjeen mukaan painekokeen kesto voi olla esimerkiksi 30 minuuttia, jonka aikana seurataan vedenpinnan korkeutta ja kannakoinnin kestävyttä. Paineekokeen jälkeen hulevesiviemäriin tulppaus poistetaan tai venttiili avataan, ja linja tyhjenee suurella virtaamalla. Rankkasateen aikana hulevesiviemäriin voi kohdistua padotuksen johdosta painekokeen kaltaisia rasituksia, ja siksi tiiviiden ja kannakoinnin huolellinen tarkastaminen on tärkeää. [21]



Kuva 5. Sulkutulppa viemärin tiiveyskokeeseen [20]

#### 4.13 Putkistojen huuhtelut

Ympäristöministeriön asetuksen 1047/2017 mukaan erityisalan työnjohtajan vastuulla on, että vesijohtolaitteisto huuhdellaan vedellä ennen rakennuksen käyttöönottoa. Vastuuhenkilön on merkittävä suoritus rakennustyön tarkastusasiakirjaan. [7.] Urakoitsija esittää rakennuttajalle toteutussuunnitelman, jonka rakennuttaja tai tämän edustaja hyväksyy ennen huuhtelujen aloitusta. Huuhtelu suoritetaan rakennuttajan edustajan valvonnassa. Verkoston puhdistuminen todennetaan vesianalyysillä, joka hyväksytetään rakennuttajalla. [5, s. 6.]

Lämmitys- ja käyttövesiverkostojen huuhtelun tarkoituksena on puhdistaa verkostot liasta, asennuksessa verkostoon jääneestä roskasta ja vesilaitteiston osista veteen liuenneista aineista [22]. Verkoston huolellinen huuhtelu vähentää lämmitysverkoston lianerottimien puhdistustarvetta ensimmäisten viikkojen aikana ja poistaa järjestelmästä korroosiota aiheuttavaa ainesta.

Huuhtelusta laaditaan pöytäkirja, johon kirjataan 4.1 kohdan lisäksi seuraavia asioita [10]:

Valokuvat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Puhtausmittauksen tulokset ennen ja jälkeen puhdistuksen

Huuhdeltavan putkiverkoston laajuus

Huuhtelun ajankohta

Huuhteluyhteiden määrä ja sijoitus

Käytetyn huuhteluveden määrä tai juoksutusaika

Huuhtelun suorittaja.

Edellä mainittujen lisäksi käyttövesiverkoston huuhteluun liittyy seuraavia huomioitettavia yksityiskohtia:

Huonosti huuhdellun käyttövesiverkoston vedessä saattaa esiintyä epätavanomaista hajua tai makua [22]. Huuhtelemattomassa käyttövesiverkostossa voi myös esiintyä veden värihaittaa, ja verkoston roskat voivat tukkia esimerkiksi vesikalusteiden poresuuttimia. Huuhtelu nopeuttaa kuparin korroosiolta suojaavan oksidikerroksen muodostumista [22].

Käyttövesiverkoston huuhtelun yhteydessä on puhdistettava ja tarkastettava suihku- ja poresuuttimet [22]. Useat kalustevalmistajat, esimerkiksi Oras, eivät suosittele käyttövesiverkoston huuhtelua kalusteen läpi, sillä verkoston roskat voivat aiheuttaa vaurioita tai toimintaongelmia kalusteessa [23]. Tarkastusasiakirjaan on tehtävä merkintä, jos verkosto huuhdellaan kalusteen läpi [23]. Jos kylmän veden epätavanomainen haju tai maku ei poistu kohtuullisella veden juoksutuksella, on siitäkin kirjattava merkintä tarkastusasiakirjaan.

#### 4.14 Vesikalusteiden virtaamien sekä paineen mittaus ja säätö

Vesi- ja viemärlaitteiston rakentamisesta vastaavan työnjohtajan on varmistettava vesilaitteiston säätöjen suunnitelmien mukaisuus mm. paineen sekä vesikalusteen virtaamien osalta, ja suoritettava tarvittavat merkinnät rakennustyön tarkastusasiakirjaan [24].

Vesikalusteiden virtaamien mittauksella ja säädöllä varmistetaan kiinteistön kalusteista saatavan virtaaman riittävyys vesikalusteen käyttötarkoitusta varten, ja toisaalta rajoitetaan vesijohtoverkoston virtaamaa tarvittaessa laitteiston elinkaarta ja vedenkulutusta ajatellen. Vesikalusteiden virtaaman mittauksella ja säädöllä vesivirrat on saatava raja-arvojen, 100–150 % vesikalusteen mitoitusvirtaamasta, sisäpuolelle. [10]

Ympäristöministeriön asetuksen 1047/2017 mukaan on kiinteistössä käytettävä paineenalennusventtiiliä jakojohdon vedenpaineen ollessa yli 500 kPa [7]. On myös olemassa kohteita, joissa kaupungin vesijohtoverkon paine ei riitä aikaansaamaan riittävää virtaamaa kiinteistön jakojohdossa. Kun paine ei riitä, on TateRYLin mukaan käytettään kiinteistökohtaista paineenkorotusasemaa, jolla jakojohdon paine saadaan korotettua riittävän suureksi. Paineenkorotusasema ei saa kuitenkaan aiheuttaa häiritsevää painenvaihtelua tai ääntä, ja siinä on oltava varolaitteet liian korkean ylipaineen estämiseksi. [9]

Vesikalusteiden mittaus ja säätötyöt voidaan aloittaa, kun vesijohtolaitteisto on kokonaisuudessaan kytketty ja huuhdeltu. Vesikalusteiden virtaama mitataan juoksuttamalla vettä rakovirtaukseen perustuvaan mitta-astiaan (kuva 6). [10, s. 8.]



Kuva 6. Oraksen valmistama mitta-astia [20]

Työ aloitetaan selvittämällä suunniteltu sekä toteutunut paine jakojohdossa vesimittarin jälkeen, tarvittaessa painetta kuristetaan paineenalennusventtiilin avulla tai korotetaan paineenkorotusasemalla suunniteltuun arvoon. Kun kiinteistön vesijohtoverkosto on suunnitellussa paineessa, mitataan virtaama kalusteesta, joka on suurimman painehäviön takana. Tarvittaessa vesijohtoverkoston painetta korotetaan tai lasketaan, jotta vesimittarilta katsottuna suurimman painehäviön omaava kaluste saadaan riittävän lähelle mitoitusvirtaamaa. Jakojohdon sopivan painetason löydyttyä kierretään vesikalusteet läpi mittalaitteen avulla ja tulokset kirjataan tarkastusasiakirjaan.

#### 4.15 Lämmitysjärjestelmien perussäädön edellytykset ja tarkastukset

Verkostot säädetään lähtökohtaisesti LVI-suunnittelijan mallintamalla laskemien säätöarvojen mukaan. Suunnittelijan laskelmat päivitetään urakoitsijoiden punakynäkuvien mukaiseksi ennen säätötöiden aloittamista. Säättöön edellytys on, että järjestelmän toimintakoe on suoritettu tarvittavassa laajuudessaan ja varolaitteet ovat normaalissa käytössä. [5, s. 7.]

Perussäädön aloituksen edellytyksenä on seuraavia asioita: Verkoston on oltava valmis, koepainettu, huuhdeltu, verkoston lianerottimien puhdistettu ja huolellisesti ilmattu. Asennustarkastusten ja toimintakokeiden on oltava suoritettu hyväksytysti. [25]

Seuraavista asioista on hyvä sopia ennen säätötyön ja mittausten aloitusta [25; 26]:

- Kenen vastuulla on venttiilien esisäätöarvojen asettaminen?
- Toimilaitteellisten säätöventtiilien edellyttämät asennot säätöä varten.
- Mittausten laajuus ja tarkastusmittaukset.
- Yleisavain säätöurakoitsijan käyttöön.
- Keskustelu LVIAS-urakoitsijoiden kesken, jottei tule yllätyksiä kesken mittausten.
- Tarkastus- ja huoltoluukkujen avaaminen.

Ennen säätötyötä LV-urakoitsija tarkastaa verkoston asennusten valmiuden, laadun ja suunnitelmienmukaisuuden, minkä jälkeen hän toimittaa säätöurakoitsijalle LVI-suunnittelijan korjaamat suunnitelmat. LV-urakoitsijan on myös hyvä varmistaa pumppujen sekä toimilaitteiden toiminta, ja luovuttaa käyttöohjeet säätäjälle. Vaadittaessa on säätöurakoitsijalle toimitettava myös pöytäkirja verkoston huuhteluista. LV-urakoitsija puhdistaa verkostojen lianerottimet ja ilmaa järjestelmän ennen säätöä; Mahdollisen alipaineilmanpoistimen on oltava toiminnassa vähintään kaksi viikkoa ennen säätöä. [25.]

Säätöurakoitsija asettaa tarvittaessa esisäätöarvot kerta- ja linjasäätöventtiileihin sekä tarkistaa venttiilin asennustavan, mallin ja nimelliskoon. Säätöurakoitsija varmistaa, ettei patteriventtiilien termostaatteja ole asennettuna mittausten aikana. [25] Säätöurakoitsijan on hyvä varmistaa LVI-valvojalta, missä laajuudessa verkosto mitataan ja säädetään. Säätöurakoitsijan kannattaa myös keskustella säätötyöstä työmaan eri osapuolten, kuten sähkö- ja automaatiourakoitsijoiden kanssa, koska esimerkiksi sähkötyöt voivat aiheuttaa katkoksia pumpun toiminnassa estäen säätöurakoitsijan työskentelyn.

Säätötyön laadunvarmistus suoritetaan usein LVI-valvojan toimesta, säätöurakoitsijan mittauspöytäkirjojen toimittamisen jälkeen. Laadunvarmistuksessa tarkastellaan seuraavia asioita [25; 26]:

- Venttiilien asentojen ja pumppujen asetusten lukituksen varmistaminen.
- Venttiilien varustaminen kyltein, joista tavallisimmin selviää esisäättöarvo, virtaama ja paine-ero.
- Tarkistusmittausten suoritus sovitussa laajuudessa pistokokein esimerkiksi kertasäättöventtiileistä.
- Säätöurakoitsijan mittalaitteen kalibroinnin ajankohta.

Laadunvarmistuksen mittaustuloksista laaditaan tarkastusasiakirja, ja tuloksia verrataan aiemmin toimitettuihin mittaustuloksiin. Tarvittaessa säätöjä korjataan. [9] LVIA-valvoja tarkastaa ja hyväksyy urakoitsijan laatimat säätö- ja mittauspöytäkirjat. Mahdollisista poikkeamista ja puutteista informoidaan suunnittelijaa ja rakennuttajaa, eikä poikkeamia saa hyväksyä ilman rakennuttajan erillishyväksyntää. [5, s. 7.]

#### 4.16 Lämpimän käyttöveden kiertojohdon säätö ja mittaus

Pääsääntöisesti lämpimän käyttöveden kiertojohdon säätö ja mittaus menee edellisen luvun 4.15 mukaan, mutta sen lisäksi on huomioitava tässä kappaleessa mainittavat asiat:

Ympäristöministeriön asetuksen 1047/2017 mukaan erityisalan työnjohtajan vastuulla on kiertojohdon virtaaman mittaus ennen rakennuksen käyttöönottoa ja toimenpiteestä on tehtävä merkintä rakennustyön tarkastusasiakirjaan [7]. Tavallisesti säädön ja mittausten suorittamisesta vaaditaan pöytäkirja, johon kirjataan venttiilien koko ja malli, säätöasento, paine-ero sekä suunniteltu ja mitattu virtaama. Myös kiertovesipumpun asetuspiste ja mittauksissa käytetty mittalaite kirjataan muistiin.

Kiertojohdon säätö on tärkeä toimenpide Legionella-bakteerien torjunnassa; Kiertojohdon mittauksella varmistuu, että vesi pääsee kiertämään verkostossa

suunnitellusti, eikä lämpimän käyttöveden lämpötila pääse laskemaan alle 55 celsiusasteeseen missään verkoston osassa. [27.]

Virtaavan veden nopeudella on myös merkitystä kuparisen käyttövesiputkiston elinkaarta ajatellen, koska tarpeettoman suuret nopeudet aiheuttavat vaaran eroosiokorroosiosta. Eroosiokorroosio voi aiheuttaa huomattavaa putkiston ennaikasta kulumista johtaen ennaikaisiin korjauksiin. Lämpimän veden kuparisen kiertojohdon virtausnopeuden tulee olla alle 0,5 m/s. [28.]

Lämpimän veden kiertojohdon säätö tapahtuu tavallisesti uudiskerrostalossa säätämällä jokainen kiertojohdon haara haluttuun virtaamaan linjasäätöventtiilillä ja optimoimalla kiertovesipumpun toimintapiste. Mittaus suoritetaan linjasäätöventtiilien mittayhteistä esimerkiksi TA-SCOPE-mittalaitteella (kuva 7). Hyvin säädetty kiertojohto ehkäisee äänitekniisiä ongelmia ja säästää energiaa pienentämällä kiertovesipumpun energiankulutusta.



Kuva 7. TA-SCOPE-mittalaite salkussaan [20]

#### 4.17 Kohteen itselleluovutus

Rakennustöiden laatu 2017 -kirjassa määritellään itselleluovutus prosessina, jossa urakoitsija vastaa oman työnsä laadun toteutumisesta viimeistelyohjelman mukaisesti. Itselleluovutuksessa urakoitsija kirjaa muistiin virheet ja puutteet tiiloittain ylös, minkä jälkeen ne korjataan. Tarkastuksia ja korjauksia toistetaan, kunnes kohteen laatuvaatimukset saavutetaan. [4]

#### 4.18 Toimintatarkastukset ja toimintakokeet

Toimintatarkastuksessa tarkastetaan urakoitsijan toimittamien laitteiden ja järjestelmien suunnitelmien mukaiset toiminnot. Urakoitsija laatii toimintatarkastuksista järjestelmäkohtaiset tarkastussuunnitelmat, jotka hyväksytetään pääurakoitsijalla ja rakennuttajan edustajalla [5, s. 6]. Urakoitsijan toimintatarkastukset ovat RT kortin 10–11302 mukaan [10, s. 2] laadunvarmistusprosessin tärkein vaihe laadukkaan lopputuloksen saamiseksi.

Toimintatarkastuksen edellytyksenä on laitteiden lopullinen asennus. Toimintatarkastus edellyttää usein vain laitteen tai järjestelmän toimittaneen urakoitsijan osallistumista, mutta rakennusautomaatioon liittyvät järjestelmät on testattava rakennusautomaatiourakoitsijan johdolla. Tarvittaessa useampi urakoitsija suorittaa toimintatarkastukset yhdessä. [10, s. 6.]

Jokainen urakka-asiakirjojen mukainen ja järjestelmien oikeanlaisen toiminnan mahdollistava toiminto on testattava. Jokaisen tarkistettavan toiminnon testauksen tulos merkitään erikseen tarkastusasiakirjaan. Rakennuttajan toimintakokeet voivat alkaa, kun kaikki vaaditut tarkastukset on suoritettu sekä laitteet todettu toimiviksi ja tarkastusasiakirjat toimitettu rakennuttajalle. [10, s. 6.]

Toimintakokeessa häiritään laitteen toimintaa manipuloimalla asetusarvoja, antureiden mittaustuloksia tai esimerkiksi sulkemalla venttiileitä. Laitteiden toimintaa verrataan valvomonäytön esittämään laitteen tilaan. Rakennuttajan edustajat suorittavat toimintakokeet yhdessä urakoitsijoiden kanssa pistokoemaisesti

varmentaa toimintatarkastuksen vaatimuksenmukaisuuden. Toimintakokeiden laajuus riippuu kohteesta ja sen vaativuudesta, vaativissa kohteissa toimintakokeissa tarkastetaan järjestelmät aina kokonaan. Toimintakokeissa keskitytään turvallisuuden, käyttökulujen ja tilojen käyttökelpoisuuteen liittyviin tärkeimpiin kojeisiin ja niiden toimintoihin. Rakennuttajan edustaja laatii toimintakokeista pöytäkirjat, joissa jokainen tarkastuskohde on kirjattu erikseen. [10, s. 7.]

#### 4.19 Viranomaiskatselmuksien ja -tarkastukset

Viranomaiskatselmus on rakennusvalvontaviranomaisen rakennusluvassa määräämä viranomaisen suorittama tarkastus. Viranomaiskatselmus voidaan määrätä suoritettavaksi esimerkiksi lämpö-, vesi ja ilmanvaihtolaitteiden osalta. [11, s. 29.] Viranomaisen määräämän katselmuksen on oltava tarpeen esimerkiksi säännösten ja määräysten tai lupamääräysten noudattamisen valvomiseksi [11, s. 32].

Maankäyttö ja rakennuslain mukaan ”Katselmuksen toimittava viranhaltija selvittää, ovatko tiettyyn rakennustyövaiheeseen kuuluvat toimenpiteet, tarkastukset ja selvitykset sekä havaittujen epäkohtien tai puutteiden johdosta edellytetyt toimenpiteet tehdyt”. Vastaavan työnjohtajan ja rakennushankkeeseen ryhtyvän tai tämän edustajan on aina osallistuttava katselmukseen. Erityisalan työnjohtajan osallistuttava viranomaiskatselmukseen silloin kun hänen asiantuntemustaan tarvitaan katselmuksen suorittamiseen. [6]

Ympäristöministeriön ohjeen mukaan lv-työnjohtajan tavallisesti on osallistuttava lämpö-, vesi ja ilmanvaihtokatselmuksiin. Ohje luettelee ”tonttijohtoliitoksiin tai ulkopuoliset viemäriin tai pohjaviemäriin tai kerrosviemäriin ja kerrosvesijohtoihin” keskittyvät katselmuksiksi. Jos viranomaiskatselmuksessa löytyy huomautettavaa, kirjataan katselmuksesta pöytäkirja. Pöytäkirjaan kirjataan myös toimenpiteet sekä määräaika virheiden ja puutteiden korjaukseen. [11, s. 30.]

Tavallisesti viranomaistarkastuksista määrätään maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti rakennusluvassa ja rakennusvalvonnan aloituskokouksessa, mutta myös rakennustyön aikana voidaan määrätä ”erityisestä syystä” viranomaistarkastus [6].

LVI-toteuttajan on huolehdittava yhteydenpidosta rakennusviranomaisiin ja muihin osapuoliin sopiakseen vaadittavat viranomaistarkastukset LVI-tuotteille ja järjestelmille [9, s. 9]. Maankäyttö- ja rakennuslaki ei määrää ketään osallistumaan viranomaistarkastuksiin, mutta käytännössä viranomaisen voi velvoittaa henkilön osallistumaan tarkastukseen [11, s. 32].

Kaikkien viranomaistarkastuksissa havaittujen puutteiden on oltava korjattuna ja vaadittavien viranomaistarkastusten on oltava hyväksytysti suoritettuina vastaanottotarkastukseen mennessä [9, s. 9].

#### 4.20 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje

Maankäyttö- ja rakennuslaki määrää, että asuinkäyttöön tarkoitettulle rakennukselle on laadittava rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, mutta se ei juurikaan määrittele sen sisältöä [6]. Rakennuksen huolto- ja käyttöohje, eli kiinteistöpitokirja sisältää tyypillisesti vähintään seuraavat suomenkieliset dokumentit, tuotteiden oikeaoppiseen käyttöön ja huoltoon [5]:

konekortit täytettyinä

mittaus- ja säätöpöytäkirjat

koneiden ja laitteiden käyttö- ja huolto ohjeet sekä käyttöikäarviot

rakennuksen loppukäyttäjälle tarkoitetut käyttöohjeet huonetiloihin sijoitetuista käyttö- ja asettelulaitteista (sisällöstä ja sijoituksesta on sovittava rakennuttajan kanssa ennen näiden ohjeiden laatimista)

asennettujen laitteiden esitteet tehokäyrästöineen (esimerkiksi säätöventtiilit, pumput, puhaltimet, lämmöntalteenottolaitteet, lämmönsiirtimet, rakennusautomaatiolaitteet)

paine- ja tiiviyskokeiden pöytäkirjat

todistus kanavien puhdistuksesta

raportti putkistojen tai ilmanvaihtokanavien videokuvauksista

viranomaistarkastusten todistukset

laitekohtaiset asiakirjat paineastioista

jäähdytyslaitteiden ym. erityistä huoltoa vaativien laitteiden kokoonpanopiirustukset

mahdolliset takuuasiakirjat ja huoltosopimukset

energiankulutusarvion edellyttämät hyödykekulutusten mittausluke-  
mat (lämpö, vesi, kaasu yms.) ja lämpötilojen mittausarvot luovu-  
tuspäivänä.

#### 4.21 Loppukatselmus

Rakennusvalvontaviranomaisen hyväksymä loppukatselmus on edellytyksenä rakennuksen käyttöönotolle [6]. Loppukatselmuksen tarkoituksena on yleisen edun kannalta valvoa rakennuksen rakennusluvan mukaisuutta ja aloituskouksen tai rakennustyön aikana asetettujen ehtojen noudattamista. Loppukatselmuksen tärkeimpiä tehtäviä on rakennusta koskevien säännösten ja määräysten täyttymisen valvominen. Maankäyttö ja rakennuslaki [6] asettaa kuusi edellytystä loppukatselmuksen suorittamiselle ja hyväksymiselle:

1) rakennustyö on saatettu loppuun rakennusluvan sekä rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti;

2) rakennusvalvontaviranomaisen määräämät katselmukselle ja tarkastukset sekä niissä vaaditut toimenpiteet on tehty;

3) muuhun lakiin perustuvat ja rakennuksen käyttöturvallisuuteen olennaisesti vaikuttavat tarkastukset ja niissä vaaditut toimenpiteet on tehty;

4) rakennustyön tarkastusasiakirjaan on tehty 150 f §:ssä edellytetyt merkinnät ja tarkastusasiakirjan yhteenveto on toimitettu rakennusvalvontaviranomaiselle;

5) rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, jos sellainen on laadittava, on riittävässä laajuudessa valmis ja toimitettavissa rakennuksen omistajalle; ja

6) ympäristönsuojelulain mukainen lupa, jos sellaista tarvitaan rakennuksen käyttötarkoituksen mukaiseen toimintaan, on saanut lainvoiman.

Erityisalan työnjohtajan on osallistuttava viranomaiskatselmukseen silloin kun hänen asiantuntemustaan tarvitaan katselmuksen suorittamiseen [6]. Loppukatselmuksessa havaitut virheet, puutteet sekä korjaavat toimenpiteet on kirjattava muistiin katselmuksen toimittaneen viranomaisen toimesta [11, s. 48].

Osittainen loppukatselmus on keino saada osa työmaasta käyttöön otettavaksi, silloin kun loppukatselmusta ei voida hyväksyä koko työmaan osalta. Osittaisen loppukatselmuksen hyväksymisen ehdot ovat pääpiirteittäin samat kuin varsinaisen loppukatselmuksen. On kuitenkin huomioitava, että käyttöön otettavan työmaan osan on oltava erotettuna työmaaksi jäävästä osasta turvallisesti ja siten, ettei työmaapöly tai mahdollinen tulipalo pääse leviämään työmaalta käyttöön otetulle alueelle. [11, s. 48–49.]

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on osittaisesta loppukatselmuksesta huolimatta haettava koko rakennuksen loppukatselmusta rakennushankkeen rakennusluvan aikana [6]. Rakennushankkeen viranomaisvalvonta loppuu hyväksytyyn loppukatselmukseen [5, s. 4].

#### 4.22 Vastaanottotarkastus

Vastaanottotarkastuksessa ei yleensä nimestä huolimattaan tehdä varsinaisia fyysisiä tarkastuksia työsuorituksista, vaan siellä verrataan valmistuvaa kohdetta sopimusasiakirjoihin ja todennetaan laadunvarmistustoimenpiteiden hyväksytyt suoritukset ja dokumentointi. LVI-järjestelmien vastaavat työnjohtajat

ovat velvoitettuja osallistumaan vastaanottotarkastukseen. [9.] Vastaanottotarkastuksen lopuksi työsuoritus luovutetaan rakennuttajalle [5, s. 9].

#### 4.23 Takuutarkastus

Takuuajalla tarkoitetaan ajanjaksoa, jonka aikana urakoitsija vastaa asennustensa sopimuksenmukaisuudesta ja toimivuudesta [8, s. 3; 29, s. 28]. Takuu alkaa rakennuksen hyväksytystä vastaanottotarkastuksesta ja kestää YSEä noudatettaessa kaksi vuotta [8, s. 8]. Takuun aikana suoritetaan esimerkiksi tarkemmat lämpötilojen mittauksiin perustuvat lämmitysjärjestelmän säädöt. Takuuajan aikana kerätään listaa ilmenevistä vioista ja puutteista. Takuutarkastus suoritetaan valmistuneessa kohteessa takuuajan päätteeksi ja siitä laaditaan takuutarkastuspöytäkirja. [29.]

Urakoitsija vastaa myös kustannuksista, jotka syntyvät takuuajan aikana havaittujen puutteiden korjauksista. YSEn mukaan urakoitsijaa velvoittaa tilaajalle annettava vakuus, joka on 2 % urakkahinnasta. Vakuus varmistaa, että urakoitsijalla on varaa maksaa takuuajan aikana ilmenevien puutteiden korjaukset. YSEn mukaisesti takuuajan vakuus on palautettava välittömästi urakoitsijan suorittua hyväksytysti takuuajan aikaiset työt sekä korjaukset. [8, s. 9–10.]

Urakoitsijan vastuu ei kuitenkaan pääty takuun loppumiseen. Urakoitsija vastaa törkeällä laiminlyönnillä aiheuttamistaan virheistä tai suorittamattomista suorituksista kymmenen vuotta takuun alkamisesta [8, s. 9].

## 5 Tulokset

### 5.1 Tietojen koonti

Kirjallisuuskatsauksen lopputuloksena syntyi laaja tietopaketti, jota lukemalla saa pintapuolisen käsityksen laadunvarmistusprosessin toteutuksesta. Laadunvarmistusprosessista enemmän tietoa tarvitseva pääsee helposti syventymään aiheeseen kirjallisuuskatsauksen varsin kattavan lähdeluettelon avulla. Pidän

kirjallisuuskatsausta käyttökelpoisena dokumenttina esimerkiksi uusien työntekijöiden perehdyttämiseen, ja aiheesta enemmän tietävät voivat päivittää osamistaan raportin ja lähteiden avulla.

Aloittaessani nykyisessä työssäni Mikenti Talotekniikalla olisin varmasti hyötynyt vastaavan insinööriyön lukemisesta oppimistarkoituksessa. Työn laatimisen aikana opin valtavasti laadunvarmistusprosessista ja siihen liittyvistä määräyksistä sekä ohjeista.

## 5.2 Asiakirjojen päivitys

Mikenti Talotekniikan tarkastusasiakirjojen modernisointi oli tämän insinööriyön alkuperäinen idea, joka jäi lopulta sivutuotteeksi. Loppujen lopuksi laadin Mikenti Talotekniikan käyttöön viisi kappaletta tarkastus-, mittaus- ja pöytäkirjadowokumentteja, mutta asiakirjojen päivitys tulee jatkumaan tämän insinööriyön jälkeen. Asiakirjoja ei ole liitetty tämän työn liitteeksi, eikä niitä ole julkaistu Mikenti Talotekniikan ulkopuolelle. Dokumenttien suunnittelun lähtökohtina olivat selkeys, helppokäyttöisyys niin paperisena kuin sähköisenäkin versiona, alan yleiset käytännöt ja viranomaisvaatimukset. Työnantaja on tyytyväinen laadittuihin asiakirjapohjiin, ja ne ovat jo käytössä työmailla.

## 6 Yhteenveto

Työllä pyrittiin kehittämään Mikenti Talotekniikka Oy:n laadunvarmistusprosessia, samalla kun perehdyin aiheeseen omaa projektihoitajan työtäni varten. Kirjallisuuskatsauksen tuloksena laadunvarmistusprosessin tueksi syntyi tietopaketti, jonka pohjalta luotiin modernisoidut tarkastusasiakirjat Mikenti Talotekniikan käyttöön

Talotekniikan laadunvarmistusprosessi on erittäin laaja kokonaisuus, jota oli pakko rajata työn järkevän pituuden säilyttämiseksi heti alusta pitäen. Tämä työ on kirjoitushetkellään ajantasainen ja kohtuullisen laaja tietopaketti kaikille talotekniikan laadunvarmistusprosessista kiinnostuneille. Valtava lähdeaineisto

koostui muun muassa seuraavista aineistoista: TalotekniikkaRYL, Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, Ympäristöministeriön rakentamismääräyskoelma ja RT-kortisto.

Olisin halunnut kirjoittaa työhön enemmän käytännön ohjeita työmaiden käyttöön, ja tämä olisi mielestäni paras tapa jatkaa työtä eteenpäin. Vaihtoehtoisesti työn voisi laajentaa koskemaan ilmanvaihtolaitteistoa.

Toimivalla laadunvarmistusprosessilla voidaan välttää tai havaita ajoissa suuri osa asennusvirheistä. Asennusvirheet ovat kalliita, koska niiden korjaukseen voi kuluu huomattavasti aikaa; ensin työ tehdään väärin, sen jälkeen joudutaan purkamaan pahimmassa tapauksessa asennuksen lisäksi myös ympäröivää rakennetta tai tekniikkaa ja lopuksi kaikki puretut asennukset joudutaan asentamaan uudestaan. Tällä työllä voi olla huomattavaa taloudellista merkitystä, jos laadunvarmistusprosessiin tutustumisen jälkeen lukija onnistuu välttämään tai havaitsemaan asennusvirheen ajoissa.

## Lähteet

- 1 Mikenti Talotekniikka Oy. Verkkoaineisto. Finder. <<https://www.finder.fi/Rakennusliike/Mikenti+Talotekniikka+Oy/Lahti/yhteystiedot/1535407>>. Luettu 27.8.2022.
- 2 QMG-lyhyt-yritysesittely. 2022. Päivitetty 12.8.2022. Luettu 27.8.2022.
- 3 Anttila, Juhani & Jussila, Kari. Mitä laatu on?. 2016. Verkkoaineisto. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. <<https://sfs.fi/mita-laatu-on/>>. Luettu 22.8.2022.
- 4 Rakennustöiden laatu 2017. Rakennustieto Oy.
- 5 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely Prosessikuvaus. 2018. LVI 03-10630. Rakennustieto Oy.
- 6 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 5.2.1999/132.
- 7 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. 2017. 1047/22.12.2017.
- 8 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 1998. LVI 03-10277. Rakennustieto Oy.
- 9 TalotekniikkaRYL 2021. 2021. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <[https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/TalotekniikkaRYL/2021\\_1/](https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/TalotekniikkaRYL/2021_1/)>. Luettu 28.8.2022.
- 10 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely Tehtävät ja dokumentointi. 2018. LVI 03-10631. Rakennustieto Oy.
- 11 Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta. 2015. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 12 Varastoprosessi ja varastotoiminnot. Verkkoaineisto. Reijo Rautauoman säätiö. <<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varaston-toiminnot/>>. Luettu 26.8.2022.
- 13 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. 2017. 796/24.11.2017.
- 14 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. 848/28.11.2017.

- 15 Yrityksen sisäinen ohjedokumentti. 2021. Mikenti Talotekniikka Oy.
- 16 Rakennusten kaukolämmitys määräykset ja ohjeet Julkaisu K1/2021. 2020. Energiateollisuus ry.
- 17 Vuodonilmaisain Näsimuovi. 28-35mm CU. Verkkoaineisto. Onninen Oy. <<https://www.onninen.fi/nasimuovi-vuodonilmaisain-nasimuovi-28-35mm-cu/p/AMN707>>. Luettu 10.9.2022.
- 18 20 Vesilaitteiston tiiveyden toteaminen. 2018. Verkkoaineisto. Talotekniikka-info. <<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/20-vesilaitteiston-tiiveyden-toteaminen>>. Luettu 23.7.2022.
- 19 Puristusliittimet M-profiili 12-108. 2019. Tuote-esite. Dahl Suomi Oy. <[https://www.dahl.fi/fileadmin/user\\_upload/altech\\_M-profiili\\_ZN\\_HST.pdf](https://www.dahl.fi/fileadmin/user_upload/altech_M-profiili_ZN_HST.pdf)>. Luettu 24.7.2022.
- 20 Lehti, Tomi. 2022. Valokuva. Mikenti Talotekniikka Oy.
- 21 37 Rakennuksen sisäpuolisten hulevesiviemäreiden tiiviys ja käyttövarmuus. 2018. Verkkoaineisto. Talotekniikka-info. <<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/37-rakennuksen-sisapuolisten-hulevesiviemareiden-tiiviys-ja>>. Luettu 13.8.2022.
- 22 21 Vesilaitteiston huuhtelu. 2018. Verkkoaineisto. Talotekniikka-info. <<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/21-vesilaitteiston-huuhtelu>>. Luettu 13.8.2022.
- 23 Tärkeimmät neljä syytä ottaa putkien huuhtelu osaksi asennustyön rutiinia. Verkkoaineisto. Oras Oy. <<https://stories.oras.com/fi/t%C3%A4rkeimm%C3%A4t-nelj%C3%A4-syyt%C3%A4-ottaa-putkien-huuhtelu-osaksi-asennusty%C3%B6n-rutiinia>>. Luettu 13.8.2022.
- 24 23 Vesilaitteiston paineen ja vesikalusteiden virtaamien mittaaminen ja säätö. 2018. Verkkoaineisto. Talotekniikka-info. <<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/23-vesilaitteiston-paineen-ja-vesikalusteiden-virtaamien-mittaus-ja>>. Luettu 13.8.2022.
- 25 Nestekiertoiset lämmitys- ja jäähdytysverkot Virtauksien säätö. 2022. RT-103452. Rakennustieto Oy.
- 26 Nykänen, Risto. 2022. LVI-säätömies, LVI-Säätö Kanninen Oy, Helsinki. Keskustelu 5.8.2022.

- 27 Käyttöveden lämpötila ja laatu. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikka-info. <<https://talotekniikkainfo.fi/esimerkit/kayttoveden-lampotila-ja-laatu>>. Luettu 14.8.2022.
- 28 Vesilaitteiston mitoitusohjeet (D1/2007 Liite 2). 2018. Verkkoaineisto. Talotekniikka-info. <<https://talotekniikkainfo.fi/vesilaitteiston-mitoitusohjeet-d12007-liite-2>>. Luettu 8.9.2022.
- 29 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. 2017. LVI 03-10620. Rakennustieto Oy.