

Yrityksen LVIA-valvontaprosessin kehittäminen

Roni Anttila

OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2020

Talotekniikan ylempi tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan ylempi tutkinto-ohjelma

ANTTILA, RONI:
Yrityksen LVIA-valvontaprosessin kehittäminen

Opinnäytetyö 56 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Lokakuu 2020

Tämä opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Ramboll CM Oy:n kanssa. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää ja tehostaa yrityksen talotekniikan valvontatyötä eri rakennushankkeissa. Tämän hetken ohjeistus ja lainsäädäntö talotekniikan osalta on kokenut tai kokemassa uudistusta rakentamisen ohjauksen kehittämiseksi. Aiheesta kerättiin mahdollisimman laajalti tietoa kirjallisen tutkimuksen avulla ja perehtymällä alan tämän hetken lainsäädäntöön ja ohjeistuksiin. Yrityksen valvonnan nykytila kartoitettiin haastattelemalla yrityksen henkilöstöä sekä omien kokemusten perusteella ja näiden pohjalta sekä kirjallisen tutkimuksen avulla pyrittiin löytämään ratkaisuja valvonnan laadunvarmistusprosessin tehostamiseksi.

Opinnäytetyön aikana tehdyn kartoittamisen pohjalta pyrittiin yhtenäistämään valvontatapoja eri hankkeiden sekä työntekijöiden välillä. Opinnäytetyössä laadittiin työkalut rakennushankkeiden työmaa-aikaista valvontaa ja valvontatyön seuraamista varten, joita hyödyntämällä eri hankkeiden välillä tapahtuva valvonnan toistettavuus ja laadunvarmistus helpottuvat. Työkalujen avulla suunnitelmien mukaisen toteutuksen ja sen laatutason, rakennusprojektin asetettujen tavoitteiden sekä tarvittavan ylläpito- ja käyttövalmiuden saavuttamisen varmistaminen helpottuu.

Jatkokehityksenä osana opinnäytetyötä tehdyt työkalut olisi mahdollista laatia helpommin muokattaviksi eri rakennushankkeita ja kohteita varten.

Opinnäytetyö rajattiin LVIA-valvontaan ja sen kehittämiseen kohdistuviin toimenpiteisiin. Opinnäytetyön tuloksena syntynyt luottamuksellinen aineisto on poistettu julkisesta raportista.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Master's Degree Programme in Building Services Engineering

ANTTILA, RONI:

Development of the company's HVAC supervision process

Bachelor's thesis 56 pages, appendices 0 pages
October 2020

This thesis was made together with Ramboll CM Oy. The purpose of this thesis was to develop and make HVAC supervision more effective in different building projects. The directives and legislation in HVAC are experiencing a renewal at this moment. The purpose of this renewal is to improve controlling in the field of construction. As much data as possible were collected through written research and by acquainting to legislation and directives in the field of HVAC and technical supervision. The present state of the company's supervision was surveyed by interviewing employees and through writer's own experience. Based on these, as well as through written research, efforts were made to find solutions in making the quality assurance process more effective.

Based on the survey carried out during the thesis, the aim was to unify different supervising methods between different building projects and employees. Tools for supervising and for monitoring supervision during building projects were produced in this thesis. By utilizing these tools monitoring the implementation and quality of technical drawings, the objectives of the building project and the state of maintenance and usage completion will be easier.

As a further development the produced tools can be made more easily customizable for different building projects.

The subject of this thesis was limited to HVAC supervision and to actions for its development. The confidential material resulting from this thesis has been removed from the public section.

Key words: building services engineering, supervision, HVAC supervision, quality assurance

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	LAINSÄÄDÄNTÖ JA OHJEISTUKSET	9
	2.1 Kansallinen lainsäädäntö	9
	2.2 LVI-talotekniikan säädökset	10
	2.3 LVI-talotekniikan ohjeistukset ja oppaat	11
	2.3.1 Talotekniikan oppaat, Talteka	12
	2.3.2 LVI-kortisto, Rakennustieto Oy	12
	2.3.3 TalotekniikkaRYL 2002, Rakennustieto Oy	13
	2.4 Valvonnan säädökset	14
3	VALVONTA	16
	3.1 Yleistä valvonnasta	16
	3.2 Valvonnan osapuolet	17
	3.2.1 Viranomainen	18
	3.2.2 Rakennushankkeeseen ryhtyvä	19
	3.2.3 Työnjohto	19
	3.3 Valvonnan osapuolten tehtävät	20
	3.3.1 Viranomainen	20
	3.3.2 Suunnittelija	21
	3.3.3 Rakennuttaja ja valvoja	22
4	LVI-TALOTEKNINEN VALVONTA	25
	4.1 Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tehtävät	25
	4.2 Laadunvarmistusprosessi	26
	4.3 Laadunvarmistuksen toteutus ja dokumentointi	27
	4.3.1 Laadunvarmistusprosessin suunnittelu ja aikataulutus	28
	4.3.2 Laite- ja materiaalihyväksynät	28
	4.3.3 Malliasennukset	30
	4.3.4 Laite- ja asennustapata tarkastukset	30
	4.3.5 Paine- ja tiiveyskokeet	32
	4.3.6 Putkistojen huuhtelu ja kanavistojen puhdistus	32
	4.3.7 Urakoitsijoiden toimintatarkastukset	33
	4.3.8 Rakennuttajan toimintakokeet	34
	4.3.9 Järjestelmien virtauksien säätötyöt	35
	4.3.10 RAU-järjestelmien parametrien asettelu ja viritys	36
	4.3.11 Koekäyttö ja kuormituskokeet	36
	4.3.12 Mittaukset	37
	4.3.13 Viranomaistarkastukset	38

4.3.14	Luovutus- ja käyttöasiakirjojen laatiminen ja kokoaminen..	39
4.3.15	Vastaanottotarkastus	40
4.3.16	Takuuaika	41
4.3.17	Toimivuustarkastukset	41
5	TALOTEKNIIKAN VALVONTA YRITYKSESSÄ.....	43
5.1	Valvonnan nykytila	43
5.2	Parannuskohdat.....	44
5.3	Valvonnan tehostaminen ja yhtenäistäminen.....	44
5.3.1	LVI-valvonnan tarkastusasiakirja	46
5.3.2	LVI-valvonnan tarkastusasiakirjan rakenne	46
5.3.3	RAU-toimintakokeiden tarkastusasiakirjat	49
5.3.4	RAU-toimintakokeiden tarkastusasiakirjojen rakenne.....	49
5.4	Kehittämistyön tulokset	51
5.4.1	LVI-valvonnan tarkastusasiakirja	51
5.4.2	RAU-toimintakokeiden tarkastusasiakirjat	52
6	POHDINTA	53
	LÄHTEET	55

ERITYISSANASTO

LVI	Lämpö, vesi ja ilma
LTO	Lämmöntalteenotto
MRA	Maankäyttö- ja rakennusasetus
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki
RAU	Rakennusautomaatio
RT	Rakennustieto
RTS	Rakennustietosäätö
RYL	Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
SFP-luku	Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho
Talteka	Talotekninen teollisuus ja kauppa
TATE	Talotekniikka

1 JOHDANTO

Suomessa maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti rakennushankkeeseen ryhtyvällä on huolehtimisvelvollisuus siitä, että rakentamista koskevia säännöksiä ja määräyksiä noudatetaan rakennuksen suunnittelussa ja rakentamisessa (MRL 119§, 41/2014). Tähän huolehtimisvelvollisuuteen kuuluu myös varmistaa rakennushankkeeseen osallistuvien suunnittelijoiden, työnjohtajien ja muiden rakennushankkeessa toimivien riittävä asiantuntemus sekä ammattitaito. Yksi tehokas keino täyttää tuota lain vaatimaa huolehtimisvelvollisuutta on työmaavalvonta, jonka avulla pystytään varmistamaan asetettujen tavoitteiden ja vaatimusten täyttyminen rakennushankkeessa. (Junnonen 2012.)

Opinnäytetyön laatimisen hetkellä on valmisteilla laaja maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistus, jolla pyritään selkeyttämään ja johdonmukaistamaan tämän hetken lainsäädäntöä. Osana tätä uudistusta on Suomen rakentamismääräyksissä tapahtunut myös merkittäviä muutoksia. Näiden muutosten tarkoituksena on ollut saattaa rakentamismääräykset vastaamaan muuttunutta maankäyttö- ja rakennuslakia sekä säätelyn keventäminen. Rakentamisen ja sen ohjauksen laatu on muuttuneen sekä kevennetyn lainsäädännön myötä pääsääntöisesti rakennuttajan itsensä vastuulla. Samasta syystä myös rakennuksen teknisiä ratkaisuja on aiempaa vähemmän määritelty lainsäädännöllä.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään kirjallisuustutkimuksen avulla rakentamisen ja erityisesti LVIA-talotekniikan koskevaa tämänhetkiseen lainsäädäntöön ja ohjeistuksiin. Tarkoituksena on luoda mahdollisimman selkeä kuva lainsäädännön kokonaisuudistuksen vaikutuksista LVIA-talotekniikan säätelyyn sekä selvittää kuinka se käytännössä määrittelee rakennushankkeen työmaalla tapahtuvia valvonnan toimenpiteitä ja vastuita.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kirjallisuustutkimuksen pohjalta tehostaa Ramboll CM Oy Sisä-Suomen kiinteistöprojektinjohdon yksikön talotekniikan valvonnan toimintamallia. Työssä laaditaan LVIA-talotekniikan työmaa-aikaisen valvonnan toteuttamisen ja dokumentoinnin tueksi yhtenäiset tarkastusluettelot, jotka ovat helposti sovellettavissa eri hankkeisiin ja toimeksiantoihin soveltuviksi.

Tämän opinnäytetyön aihe sekä kirjallisuustutkimus ja tavoitteet päätettiin rajata koskemaan talotekniikan valvonnan osalta LVIA-tekniikkaa.

Kiitos Ramboll CM Oy:n talotekniikan ryhmäpäällikölle ja LVIA-asiantuntijalle Mika Heleniukselle opinnäytetyön ohjauksesta.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ JA OHJEISTUKSET

2.1 Kansallinen lainsäädäntö

Suomessa rakentamisen ohjauksesta ja valvonnasta yleisellä tasolla vastaa Ympäristöministeriö ja tämä tapahtuu lakien ja asetusten tasoisilla säännöksillä. Näistä ylimpänä on vuoden 1958 rakennuslain korvannut vuonna 2000 voimaan tullut maankäyttö- ja rakennuslaki, joka määrittää rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettelyn ja viranomaisvalvonnan. (Ympäristöministeriö 2018.)

Tällä hetkellä on parlamentaarisesti valmisteilla maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistus, joka olisi tarkoitus valmistua vuoden 2021 loppuun mennessä. Tarkoituksena on uudistaa vuoden 1999 maankäyttö- ja rakennuslaki kaikkine siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen siten että, lakiteksti olisi selkeä ja johdonmukainen. Uudistuksen tavoitteita ovat alueidenkäytön suunnittelujärjestelmän yksinkertaistaminen, rakentamisen ohjauksen kehittäminen ja tukea kansalaisten mahdollisuuksia vaikuttaa omaa elinympäristöään koskevaan suunnitteluun ja päätöksentekoon. (Ympäristöministeriö n.d.)

Ympäristöministeriö ylläpitää myös Suomen rakentamismääräyksiä, jotka koostuvat maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetuista rakentamista koskevista säännöksistä, rakentamismääräyksistä, Ympäristöministeriön ohjeista sekä valtion muiden viranomaisten antamista määräyksistä (MRL 132/1999, 13§). Perinteisesti Suomen rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat koskeneet pelkästään uuden rakennuksen rakentamista ja niitä on sovellettu korjaus- ja muutostöissä vain niiltä osin kuin laatu, laajuus sekä muutettava käytötapa ovat edellyttäneet. Vuoteen 2018 mennessä Suomen rakentamismääräykset kokivat kuitenkin ison uudistuksen, vuonna 2013 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen takia.

TAULUKKO 1. Uudet rakentamismääräykset (Kalliomäki 2018)

Ympäristöministeriön asetus:	Osan nimi ennen	MRL
Rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017	E1 (E2, E4, ja E9 osin)	117 b §
Pienten savupiippujen rakenteista ja paloturvallisuudesta 745/2017	E3	117 b §
Rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017	D1	117 c §, 117 d §, 117 e § ja 117 f §
Rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017	C2	117 c §, 117 d § ja 117 g §
Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017	D2	117 c §, 117 d §, 117 e § ja 117 f §
Rakennuksen käyttöturvallisuudesta 1007/2017	F2	117 d §
Rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017	C1	117 f §
Uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017	D3 (ohjeina C4 ja D5)	117 g §
VNA rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 788/2017	9/2013	117 g §
Asuin-, majoitus- ja työtiloista 1008/2017	G1	117 j §

Tuon muutoksen siirtymäsäännös päättyi 31.12.2017 ja nykyään Suomen rakentamismääräykset ovat ministeriön ylläpitämä sähköinen julkaisu, jossa on koostusti maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset asetukset ja suositukset. (Ympäristöministeriö 2019.)

2.2 LVI-talotekniikan säädökset

Aiemmin rakentamisen taloteknisiä vaatimuksia ovat Suomessa määritelleet pääasiassa rakentamismääräyskokoelman asetuksina annetut talotekniikkaa koskevat säännökset ja ministeriön antamat ohjeet. Näitä rakentamismääräyskokoelman osia ovat olleet esimerkiksi

- C Eristykset
- D LVI ja energiatalous
- E paloturvallisuus

Uudet rakentamismääräykset ovat tulleet vaiheittain voimaan 1.1.2018 mennessä ja erottamalla vaatimukset ja suosituksina annettavat ohjeet toisistaan, on pyritty selkeyttämään nykyistä sääntelyä. Uudet LVI-talotekniikan vaatimukset löytyvät tällä hetkellä pääosin Ympäristöministeriön asetuksista vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017 sekä Ympäristöministeriön asetuksesta uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. Uudet rakentamismääräykset

sisältävät myös tarkempia asetuksia koskien tuotteiden teknisiä vaatimuksia. (Edilex, 2020.)

Asetus rakennusten vesi ja viemärlaitteistoista koskee uuden rakennuksen ja sen kiinteistöllä sijaitsevien vesi- ja viemärlaitteistojen suunnittelua ja rakentamista, ja asetus on korvannut aiemman rakentamismääräyskokoelman osan D1. Lisäksi asetus koskee myös rakennuksen laajennus-, muutos- ja korjaustöitä sekä käyttötarkoituksen muuttamista. Uuden asetuksen tavoitteena on täyttää nykyisen lainsäädännön vaatimukset sekä turvata puhdas vesi ja laitteiston turvallinen käyttö ja asetus noudattaakin pääosin aiempia määräyksiä. (Kauko 2017.)

Kuten edellä mainittu asetus vesi- ja viemärlaitteistoista, niin myös asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta koskee myös rakennuksen laajennusta ja kerrosalan laskettavan tilan lisäämistä. Tällä asetuksella on korvattu aiempi rakentamismääräyskokoelman osa D2 ja myös tämän asetuksen uudistamisella on pyritty saattamaan rakennusten sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa koskevat säännökset vastaamaan muuttunutta maankäyttö- ja rakentamislakia sekä hallituksen ohjelman mukaisesti keventämään sääntelyä.

(Kalliomäki 2017.)

Koska edellä mainituissa asetuksissa ei ole määritelty näihin liittyvien rakennustuotteiden yksityiskohtaisia teknisiä vaatimuksia niin, ne ovat annettu erikseen säädetyissä asetuksissa. Nämä asetukset kohdistuvat erityisesti tuotteisiin, joilla ei ole yhdenmukaista eurooppalaista standardia, joten olennaiset vaatimukset on toistaiseksi niiden osalta jouduttu määrittelemään kansallisesti. Yleisesti rakennustuotteiden teknisten vaatimusten täytyminen voidaan todentaa EU:n rakennustuoteasetuksen mukaisella CE-merkinnällä. (Kalliomäki 2019.)

2.3 LVI-talotekniikan ohjeistukset ja oppaat

Uusien rakentamismääräysten ollessa vähemmän säänteleviä ja sisällöltään suppeampia, on näiden tueksi olemassa erilaisia oppaita ja ohjeistuksia, joiden

avulla pystytään määrittelemään tarkempia toteutustapoja määräysten täyttämiseksi. Yleensä näissä oppaissa on annettu ohjeistuksia, joita noudattamalla voidaan toteuttaa asetuksissa esitetyt määräykset ja vaatimukset. Pitää kuitenkin tiedostaa että, ohjeistukset ja oppaat eivät ole velvoittavia ja määräystenmukaisuus on mahdollista saavuttaa myös ohjeistuksista poikkeavilla toteutustavoilla. Tässä kappaleessa on käsitelty joitakin alalla yleisesti tiedossa ja käytössä olevia ohjeistuksia.

2.3.1 Talotekniikan oppaat, Talteka

Talotekniikan oppaat on tehty alan toimijoiden kanssa yhteistyössä Ympäristöministeriön asetusten tueksi, vuosien 2016 ja 2018 välisenä aikana. Oppaita on kolme erilaista ja niiden ylläpidosta ja päivityksestä vastaa Talotekninen teollisuus ja kauppa ry. Oppaita ovat

- Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas
- Vesi- ja viemäri-laitteistot -opas
- Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus -opas

Oppaat koostuvat asetusten velvoittavista asetusteksteistä ja niihin liittyvistä opastavista teksteistä. Opastavat tekstit on kirjoitettu niin, että niitä noudattamalla voidaan täyttää asetusten määräykset ja vaatimukset, mutta määräysten vaatimustaso on mahdollista saavuttaa myös erilaisilla toteutuksilla. Lisäksi oppaat sisältävät kokoelman esimerkkejä, jotka ovat opastavia tekstejä yksityiskohtaisempia ja kuvaavat tai syventävät esitettyjä ratkaisuja. (Talteka 2020.)

2.3.2 LVI-kortisto, Rakennustieto Oy

LVI-kortisto on osa Rakennustiedon kaupallista tietopalvelua, jonka sisältö on erityisesti suunnattu talotekniikan rakennuttamiseen, suunnitteluun, asennukseen ja kunnossapitoon. Tietopalvelu sisältää esimerkiksi

- talotekniikan yleiset laatuvaatimukset
- ohjaavat lait ja määräykset
- valmistajakohtaista tuotetietoa

- lomakemalleja
- laskentaohjelmia

Erityisesti tietopalvelu on keskittynyt tuottamaan yksityiskohtaisempia ja konkreettisia ohjeita suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon tueksi, joita noudattamalla on mahdollista täyttää myös talotekniikan asetukset ja laatuvaatimukset. LVI-kortistoa ylläpitää Rakennustieto Oy, joka on Rakennustietosäätiö RTS sr:n omistama osakeyhtiö ja se toimii kiinteistö- ja rakentamisalan tietopalveluiden ja julkaisujen kustantajana. (Rakennustieto Oy n.d.)

2.3.3 TalotekniikkaRYL 2002, Rakennustieto Oy

Yhtenä julkaisuna LVI-kortistossa on Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002, joka lyhyemmin tunnetaan nimellä TalotekniikkaRYL 2002. TalotekniikkaRYL 2002 on kuvattu olevan yleisesti hyväksytyyn hyvän rakennustavan kuvaus ja se on julkaistuaan korvannut LVI-RYL 92:n. TalotekniikkaRYL 2002 julkaisua on tarkoitus käyttää rakennuttajien, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välisissä toiminnoissa taloteknisen rakentamisen määrittelyssä, toteutuksessa ja toteutuksen valvonnassa. (Rakennustietosäätiö RTS, LVI-keskusliitto ry & Sähkötieto ry. 2003.)

TalotekniikkaRYL 2002:een on koottu yleiset laatuvaatimukset seuraavista järjestelmistä

- LVI-järjestelmät
- sähköjärjestelmät
- sähkötekniset tietojärjestelmät
- keittiön tuotanto- ja jakelujärjestelmät
- kuljetuslaitteet (hissit ja liukuportaat)

TalotekniikkaRYL 2002 on jaettu kahteen osaan, joista ensimmäinen sisältää LVI- ja automaatiojärjestelmät. Eri suoritusten tai tuotteiden suunniteltu lopputulos on pyritty julkaisussa esittämään toimintoja, materiaaleja ja työskentelytapoja kuvaamalla. Julkaisun tekstit ovat laatimisajankohtanaan vastanneet käytössä

olevia asennustapoja, asetuksia, standardeja ja materiaaleja. (Rakennustietosäätiö RTS, LVI-keskusliitto ry & Sähkötieto ry. 2003.)

Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002 on julkaistu Rakennustietosäätiö RTS sr:n, LVI-Keskusliitto ry:n ja Sähkötieto ry:n toimesta. Julkaisun ollessa lähes 20-vuotta vanha, eivät kaikki tekstin asiakohdat vastaa tämän päivän vaatimuksia, mutta tällä hetkellä on käynnissä TalotekniikkaRYL:n päivityshanke. TalotekniikkaRYL-hankkeessa on tarkoitus päivittää talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset ajan tasaiseksi teokseksi. (Rakennustieto Oy n.d.)

2.4 Valvonnan säädökset

Rakentamisen valvontaa on määritelty maankäyttö- ja rakennuslaissa varsin yleisellä tasolla. MRL:n ensimmäisessä luvussa on määritelty lain yleiseksi tavoitteeksi ”järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävää kehitystä” (MRL 1§, 132/1999). Rakentamisen valvonnan toteutus on laissa määritelty kunnan vastuulle ja rakennusvalvonnan viranomaistehtävistä tulee huolehtia kunnan määräämä lautakunta tai muu monijäseninen toimielin. Kunnassa tulee olla myös erikseen rakennustarkastaja, rakentamisen neuvontaa ja valvonnan toteuttamista varten. (MRL 21§, 132/1999.)

Maankäyttö- ja rakennusasetus on MRL:n nojalla annettu asetus, joka osaltaan säätelee ja tarkentaa laissa asetettuja vaatimuksia ja asetuksia. MRA:ssa säädetään mm. yleisistä säännöksistä, kaavoista, suunnittelusta ja rakentamisesta, mutta myös lupamenettelyitä ja kuntien rakennusvalvontaviranomaisen tehtäviä on tässä asetuksessa määritelty.

Aiemmin on rakentamisen valvonnasta ja teknisestä tarkastuksesta säädetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osalla A1 ”Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus, Määräykset ja ohjeet 2006”. Asetus on kuitenkin vuonna 2015 kumottu Ympäristöministeriön päätöksellä, Suomen rakentamismääräysten uudistuksen yhteydessä. (RT YM1-21636 1§, 2015.) Tällä hetkellä rakentamisen

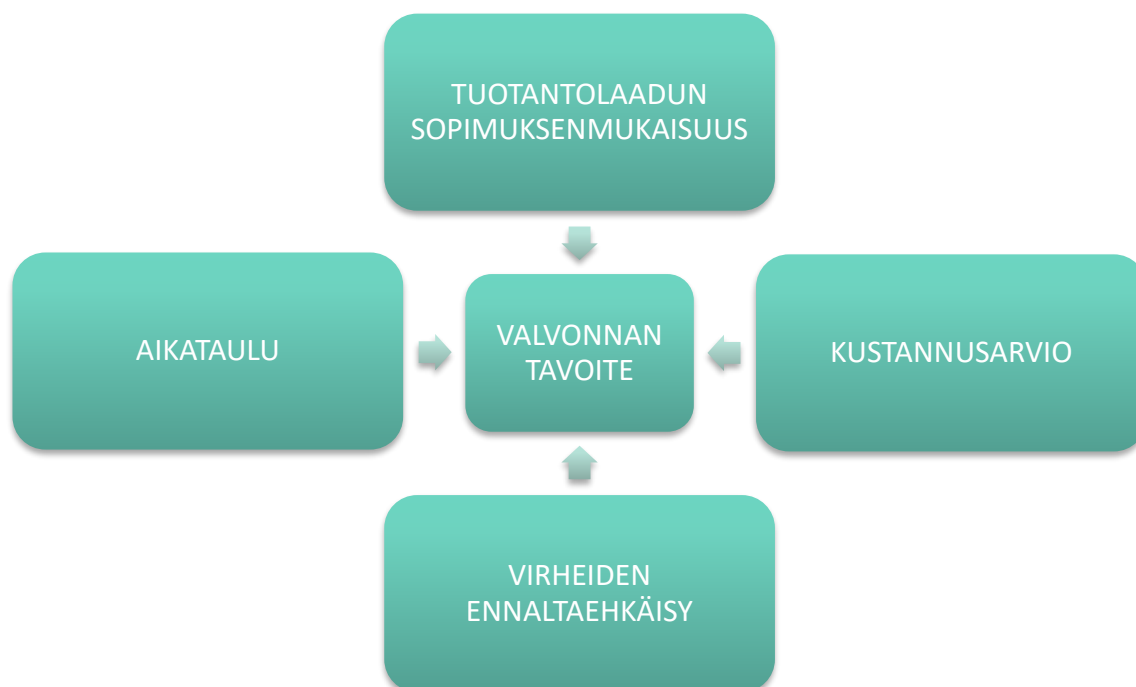
valvontaa ja varsinkin taloteknistä valvontaa on laissa ja asetuksissa määritelty vain hyvin yleisellä tasolla, ja ne ovat jättäneet kuntien rakennusvalvontaviranomaisille valtuudet suorittaa viranomaisvalvontaa parhaaksi katsomallaan tavalla.

3 VALVONTA

3.1 Yleistä valvonnasta

Rakentamisen ohjausjärjestelmän keskeisenä tavoitteena on pyrkiä edistämään terveellistä, toimivaa ja viihtyisää elinympäristöä, informaatio- ja normiohjauksen avulla. Rakentamisen informaatio-ohjauksella tarkoitetaan suoritusluonteisia ohjeita ja oppaita, kun taas normiohjauksella viitataan säädöksiin oikeudellisesti velvoittaviin lakeihin ja asetuksiin. Rakentamisen normiohjauksella on tarkoitus varmistaa rakentamiselta edellytetty vähimmäistaso. (RT YM2-21644 2015.)

Työmaalla toteutettavan valvonnan tavoitteet voidaan pääsääntöisesti jakaa neljään eri kategoriaan. Nuo tavoitteet ovat tuotantolaadun sopimuksenmukaisuuden varmistaminen, ajallisten tavoitteiden varmistaminen, taloudellisten tavoitteiden varmistaminen sekä rakentamisen virheiden ennalta ehkäiseminen. (Junnonen 2012.)



KUVIO 1. Valvonnan tavoite (Kankainen & Kuoppamäki 1999)

Tärkein näistä tavoitteista on tuotantolaadun sopimuksenmukaisuuden. Tämä on mahdollista saavuttaa, jos noudatetaan annettuja säädöksiä, hyvää rakennustapaa ja hanke toteutetaan sopimusten teknisten asiakirjojen mukaisesti. Toinen tärkeä tavoite on virheiden ennaltaehkäisy, jota pyritään toteuttamaan riittävällä ja tarpeeksi asiantuntevalla valvonnalla. Muut valvonnan tavoitteet eivät vaikuta suoranaisesti projektin lopputulokseen, vaan niillä pyritään saavuttamaan rakennushankkeen valmistuminen suunnitellussa ajassa ja suunnitelluilla kustannuksilla. (Junnonen 2012.)

Työmaavalvonnan pyrkimyksiksi rakennushankkeessa on RT-kortistojen mukaisissa valvonnan tehtäväluetteloissa määritelty rakennuttajan, käyttäjän tai asukkaan edun varmistaminen. Näin ollen ulkopuolisen valvojan tai konsultin työmaavalvonnan käytännön toimet voidaan tiivistää perehtymiseen, suunnitelmallisuuteen, ennalta ehkäisyyn ja edistävään toimintaan. (Junnonen 2012.) Toki valvoja voi olla rakennushankkeessa myös toisten osapuolten, kuten urakoitsijan edustajana, jolloin pyrkimys ei ole pääasiallisesti rakennuttajan edun mukaisen toteutuksen varmistaminen.

3.2 Valvonnan osapuolet

MRL velvoittaa rakennushankkeeseen ryhtyvää vastaamaan hankkeen organisoinnista ja siitä että hänellä on rakennushankkeen vaativuus huomioiden käytettävissään riittävät resurssit ja pätevä henkilöstä, hankkeen toteuttamiseksi. Hanke voidaan toteuttaa rakennustyöhön ryhtyvän omilla resursseilla tai kokonaan tai osittain ulkopuolisia rakennuttaja- ja valvontapalveluita hyödyntäen.

Rakennushankkeen käynnistämisen yhteydessä on esimerkiksi seuraavanlaiset tehtävät ja päätökset rakennusorganisaation osalta nimettävä, määriteltävä ja kuvattava

- hankkeen rakennuttamisorganisaatio
- rakennuttajan turvallisuuskoordinaattori
- organisaation tehtävät, vastuut ja valtuudet (hankkeen johtaminen, rakennuttaminen, työmaavalvonta)
- päätöksentekomenettely

- rakennuttamisen laadunvarmistus
- rakennushankkeeseen ryhtyvän ja mahdollisen rakennuttajakonsultin välisen tehtävä- ja vastuunjako
- käyttäjän ja ylläpitäjän osallistuminen, vastuut ja valtuudet
- tarvittaessa rakennuttamistehtävät rakennuttamisohjelmassa

(RT 10-11284 2017.)

3.2.1 Viranomainen

Kuntien tulee huolehtia alueillansa alueiden käytön, rakentamisen ja ympäristön kehityksen seurannasta (RT YM1-21765 4§, 2018). Tosin rakentamista tapahtuu Suomessa jatkuvasti niin paljon, että kuntien rakennusvalvonnan resurssit eivät yksinkertaisesti riitä tekemään jatkuvaa käytännön valvontaa työmailla. Yleisesti ottaen rakennusvalvontaviranomaisten tehtävänä on valvoa rakennustoimintaa yleisen edun kannalta ja huolehtia, että lain määräykset rakentamisessa täyttyvät. Rakennusvalvontaviranomaisten huomio kohdistuu pääsoin siihen, että hankkeiden toteuttamisesta vastaavat osapuolet täyttävät omalta osaltaan rakennuslupapäätöksissä tai rakentamisen aloituskokouksissa heille määritellyt tai muuten kuuluvat velvollisuudet. Rakennusvalvontaviranomainen pyrkii siis käytännössä valvomaan, että muut osapuolet hoitavat heidän vastuullensa kuuluvat huolehtimisvelvoitteet.

Rakennusprojekteissa viranomaisvalvonnan laajuus ja laatu tulee suhteuttaa projektin vaativuuteen, luvan hakijan ja projektin eri osapuolten asiantuntemukseen ja ammattitaitoon sekä muihin valvonnan tarpeeseen vaikuttaviin seikkoihin (MRL 124§, 132/1999). Kaikissa kunnissa ei toisaalta ole valvontaresursseja tarpeen mukaiseen valvontaan, jolloin rakennuttajan huolehtimisvelvollisuus ja vastuuttaminen korostuu.

3.2.2 Rakennushankkeeseen ryhtyvä

Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi toimia itse hankkeessa rakennuttajan roolissa, jos hänellä on siihen riittävät resurssit ja osaaminen. Hankkeeseen ryhtyvä voi toimia myös pelkästään tilaajan roolissa, jolloin rakennuttamista hoitaa tilaajan valitsema taho. Rakennuttajana voi projektissa toimia esimerkiksi johtoryhmä, toimikunta, ulkopuolinen konsultti tai riittävän osaamisen omaava yksityishenkilö. Tilaajan valitseman rakennuttajan tehtävänä on varmistaa tilaajan vaatimusten ja tavoitteiden mukaisten tilojen tai verkostojen tuottaminen. Rakennuttaja johtaa rakennusprojektia tilaajan ja rakennuttajan välisten sopimusten mahdollistavilla valtuuksilla.

Lähtökohtaisesti suurin huolehtimisvelvollisuus ja vastuu rakennusprojektin valvonnasta on rakennushankkeeseen ryhtyvällä. Huolehtimisvastuuta voi projektissa velvoittaa esimerkiksi hankkeeseen nimetyn päätoteuttajan vastuulle, mutta tämä ei vähennä kuitenkaan rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuuta hänelle kuuluvista velvollisuuksista.

3.2.3 Työnjohto

Rakennushankkeessa tulee olla vastaava työnjohtaja aina, kun hankkeeseen vaaditaan rakennuslupa. Myös toimenpidelupaa edellyttävässä hankkeessa vaaditaan vastaava työnjohtaja, jos se kohteen käytön aikaiseen turvallisuuteen, terveellisyyteen tai maisemaan ja ympäristönäkökohtiin liittyen on välttämätöntä. Rakennushankkeeseen voidaan vaatia myös erityisalojen työnjohtajia, jos se rakennuslupaa edellyttävän työn vaativuuden vuoksi on aiheellista. Tällöin rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä rakennustyölle esimerkiksi vesi- ja viemärlaitteiston tai ilmanvaihtolaitteiston rakentamisesta vastaavan työnjohtajan nimettäväksi. Jokaisen työnjohtajan on vähintään omalla vastualueellaan huolehdittava, että rakennustyö suoritetaan rakennuslupaa, säädöksiä sekä hyvää rakennustapaa noudattaen. Työnjohtajien perussäännökset ovat määritelty maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä tarkemmat säännökset maankäyttö- ja rakennusasetuksessa.

3.3 Valvonnan osapuolten tehtävät

Rakennushanketta käynnistäessä voi rakennushankkeeseen ryhtyvä hakea rakennusvalvontaviranomaiselta lupaa valvoa hanketta kokonaan tai osittain itse. Tällöin on rakennushankkeeseen ryhtyvän esitettävä kohteeseen laadittu valvontasuunnitelma, jossa esitetään tiedot hankkeesta ja rakennuttajavalvonnan toteutuksesta sekä muut valvontaan olennaisesti liittyvät asiat. (MRL 151 §, 132/1999.) Valvontasuunnitelman hyödyntäminen on yksi tapa, jolla rakennushankkeen osapuolet, sisäiset vastuut ja tehtäväjaot voidaan läpikäydä.

3.3.1 Viranomainen

Viranomaisvalvonta luvanvaraisessa rakennusprojektissa alkaa normaalisti rakennustyön aloituksesta ja päättyy hyväksytyyn loppukatselmukseen. Näiden lisäksi voi rakennusvalvontaviranomainen määrätä pidettäväksi esimerkiksi pohja-, sijainti-, rakenne- sekä lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtolaitteiden katselmuksista ja muista tarpeelliseksi näkemistään tarkastuksista, jos ne rakennustyön laajuuden ja vaativuuden kannalta ovat tarpeen. (MRL 149 & 150 §, 132/1999.)

Rakennusvalvontaviranomaisen on tehtävä päätös eri osapuolten, kuten rakennus- ja erityisalojen työnjohtajien sekä suunnittelijoiden, kelpoisuuksista toimia kyseisissä tehtävissä. Hankkeen ja sen laitteistojen vaativuus huomioiden, on rakennusvalvontaviranomaisella mahdollisuus oman harkintansa perusteella vaatia hankkeeseen erityisalojen työnjohtajia. Näitä ovat esimerkiksi vesi- ja viemärilaitteiston sekä ilmanvaihtolaitteiston rakentamisesta vastaavat työnjohtajat. Rakennusvalvontaviranomainen käsittelee ja hyväksyy työnjohtajien hakemukset, jos nämä säädetyt kelpoisuusvaatimukset täyttyvät. Viranomaisen tulee myös osaltaan huolehtia, että rakennushankkeen eri osapuolten tehtävät hoidetaan vaaditulla tasolla ja peruutettava hyväksyty päätös toimia hankkeessa, mikäli tehtävien olennaisen laiminlyömisestä tai muusta vastaavasta syystä siihen on aihetta. (MRL 120 & 122 §, 132/1999.)

3.3.2 Suunnittelija

Rakennushankkeeseen ryhtyvä on vastuussa siitä että, hankkeessa on kelpoisuusvaatimukset täyttävät suunnittelijat ja heidät on valittu suunnittelutehtävien vaatimusluokat huomioiden. Suunnittelijoiden vastuu hankkeessa määräytyy suurelta osin tilaajan ja suunnittelijan välisestä sopimuksesta ja sillä määritellystä tehtävälaajuudesta. (RT 10-11284 2017.)

Lain velvoittamia velvollisuuksia suunnittelijalla on tilaajan ja suunnittelijan välisestä sopimuksesta riippumatta. Esimerkiksi Työturvallisuuslaki määrittelee suunnittelijan velvollisuudeksi ottaa suunnitelmissa huomioon työturvallisuuslain säännökset kohteen ilmoitetun käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla (Työturvallisuuslaki 57 §, 23.8.2002/738). Muita säädösten asettamia velvollisuuksia suunnittelijoille ovat

- pääsuunnittelijan vastuu hankkeen suunnitelmien laadusta, kokonaisuudesta sekä säädösten ja hyvän rakentamistavan mukaisuudesta
- pääsuunnittelijan huolehtimisvastuu siitä, että tilaaja saa huolehtimisvelvollisuutensa kannalta tarpeelliset tiedot suunnittelua koskien
- suunnittelijoiden vastuu huolehtia, että heillä on käytössään kaikki tarpeelliset lähtötiedot
- suunnittelijoiden vastuu tehdä suunnitelmiin rakennusaikaiset muutokset sekä laatia omalta osaltaan rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeet
- pääsuunnittelijan ja tarvittaessa erityissuunnittelijoiden velvollisuus osallistua määriteltyihin rakennusvalvonnan kokouksiin
- rakennussuunnittelijan velvollisuus varmentaa rakennuslupahakemuksen pääpiirustukset

(MRL 120 §, 132/1999.)

Muita kuin lain määrittämiä velvollisuuksia ja vastuita voidaan hankkeessa määrittellä tilaajan ja suunnittelijoiden välisillä sopimuksilla ja tehtäväluetteloilla. Valvonnan osalta voidaan tehtäväkokonaisuuteen määrittellä suunnittelijoille esimerkiksi

- takuuajan toiminnallisuuden analysointi- ja valvontatehtäviä

- huolehtimis- ja vastuurajat eri järjestelmille ja alueille, käyttäjien ja viranomaisten vaatimusten huomioimiseksi sekä tarpeelliset lähtötietojen välittämiseksi muille osapuolille
- suunnitelmakatselmukset, joissa varmistetaan, että suunnitelmat on saatettu riittävälle tasolle
- suunnitelmien ristiintarkastukset, yhteensovittamiset ja vertailut pääsuunnittelijan johdolla
- osallistuminen viranomais-, suunnittelu- ja käyttäjäkokouksiin
- suunnittelu- ja tiedonvaihtoaikataulun seuranta
- suunnittelutavoitteiden toteutumisen seuranta
- suunnitelmien tarkastus ja täydennys viranomaisvaatimusten mukaiseksi
- toteutuksen suunnitelmienmukaisuuden varmistaminen ja perusvalvontaa täydentävät tehtävät
- urakoitsijoiden esittämien järjestelmä- ja laiteratkaisuesitysten, tarjousten sekä suunnitelmien tarkastus
- urakkasuoritusten vastaanottovalmiuden, teknisten tarkastusten ja toimintakokeiden valvonta
- valmiin rakennuksen tavoitteenmukaisuuden tarkastus
- järjestelmien toiminnallisuuden sekä takuuajan tekniset tarkastukset

(RT 10-11290 2017.)

3.3.3 Rakennuttaja ja valvoja

Keskeisimmät rakennushankkeeseen ryhtyvän lakisääteiset velvollisuudet liittyvät rakennuksen suunnitteluun ja rakentamiseen, mutta tämän lisäksi ne voivat koskea myös työturvallisuutta, ympäristönsuojelua, pelastustoimea, terveydensuojelua, sähköturvallisuutta, sekä väestönsuojien rakentamista. Keskeisimpiä rakennushankkeeseen ryhtyvää koskevia viranomaissäädöksiä, jotka liittyvät rakennushankkeen valvontaan

- huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan säännösten ja määräysten sekä myönnetyn rakennusluvan mukaisesti

- rakennushankkeessa toimivilla on tehtäviensä vaatimustaso huomioiden riittävästi asiantuntemusta ja ammattitaitoa sekä kelpoisuusvaatimukset täyttävät suunnittelijat ja työnjohtajat
- ympäristövaikutusten arviointi
- valvonta ja vastuu ulkopuolisen työvoiman lain edellyttämien velvoitteiden täyttymisestä
- huolehdittava työturvallisuudesta siten, ettei työmaasta aiheudu työmaalla työskenteleville ja vaikutuspiirissä oleville henkilöille vaaraa, missään vaiheessa rakennushanketta
- huolehdittava että rakennushankkeella on pätevä turvallisuuskoordinaattori ja että tämä hoitaa hänelle kuuluvat tehtävät
- rakennuslupa on myönnetty ja lainvoimainen
- päätoteuttajalle kuuluvien velvollisuuksien toteutuminen
- tarvittavat kokoukset ja tarkastusasiakirjat pidetään asianmukaisesti
- tiedonantovelvollisuuden vaatimat toimenpiteet toteutuvat

Näiden lisäksi on säädöksissä määritelty yksityiskohtaisemmin joitakin työturvallisuuden, ympäristönsuojelun ja rakentamisen valvontatoimenpiteitä. (RT 10-11284 2017.)

Rakennuttajalla ei välttämättä itsellään tai organisaatiossaan ole resurssia tai osaamista toteuttaa rakennushankkeen valvontaa riittävällä tasolla. Tällaisessa tapauksessa voidaan käyttää ulkopuolista valvojaa tai valvontaorganisaatiota, varsinkin jos kyseessä on hankkeen laajuus ja tekniset ratkaisut huomioiden vaativa rakennuskohde. Ulkopuolisen valvonnan tarkoituksena on yleensä urakkasopimuksen mukaisen toteutuksen, rakentamisen laadun, työturvallisuuden sekä ajallisen ja taloudellisen toteutuksen, tai vain osan edellä mainituista, valvonta työmaalla.

Rakennusprojektiin nimetty valvoja tai asiantuntija voi olla hankkeessa mukana jo tarveselvityksestä lähtien, esimerkiksi arvioimassa rakennuksen tilojen eri ratkaisujen edullisuuksia, tekemässä tarvittavia selvityksiä, tarkastamassa teknisiä piirustuksia tai olemalla mukana eri hankintojen neuvotteluvaiheissa. Vaihtoehtoisesti valvoja voi olla mukana vasta rakentamisvaiheessa, jossa työmaavalvonnan tehtävät voidaan karkeasti jakaa seuraaviin osa-alueisiin

- yleisvalvonta
- työmaan turvallisuuden ja ympäristön valvonta
- ajallinen valvonta
- teknisen toteutuksen laadunvalvonta
- taloudellinen valvonta
- dokumentointi
- käytönopastuksen valvonta
- muut valvontatoimenpiteet
- vastaanottomenettely
- takuuajan tehtävät
- takuuajan jälkeiset tehtävät

(RT 103171 2019.)

4 LVIA-TALOTEKNINEN VALVONTA

Kuten aiemmin tässä opinnäytetyössä on todettu, tulee rakennushankkeeseen ryhtyvällä olla riittävät resurssit ja edellytykset hankkeen läpiviemiseksi. Riittävillä resursseilla ja osaamisella voidaan varmistaa, että rakennus täyttää rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan mukaiset vaatimukset ja että hankkeen laadunvarmistus ja valvonta toteutetaan riittävällä tarkkuudella.

Talotekniikan valvonta käsittää monien eri osa-alueiden ja varsinkin tavanomaisissa ja vaativissa kohteissa laajaa tuntemusta ja osaamista eri teknisistä järjestelmistä ja niiden toiminnoista. Näissä tapauksissa ei rakennushankkeeseen ryhtyvällä välttämättä ole osaavaa henkilöstöä varmistamaan taloteknisten järjestelmien toteutusta, laatua ja toimivuutta rakennusprojektin aikana, jolloin talotekniikan laadunvarmistusta hoitaa useasti ulkopuolinen rakennuttajan edustaja. Taloteknisiä järjestelmiä voi rakennusprojektissa olla esimerkiksi

- lämmitysjärjestelmät
- vesi- ja viemärijärjestelmät
- ilmastointijärjestelmät
- kylmätekniset järjestelmät
- kaasujärjestelmät
- höyryjärjestelmät
- palontorjuntajärjestelmät
- automaatiojärjestelmät
- sähköjärjestelmät
- sähkötekniset tietojärjestelmät

(Rakennustietosäätiö RTS, LVI-keskusliitto ry & Sähkötieto ry. 2003.)

4.1 Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tehtävät

Rakennushankkeen talotekniikan työmaavalvonnan tarkoitus on ennakoiva toiminta rakennuttajan edun valvomiseksi. Ennakoiva toiminta rakennuttajan edun

valvomiseksi käsittää urakkasopimusten mukaisen toteutuksen, työturvallisuuden ja työn laadun valvontaa. Näiden lisäksi työmaavalvonnalla seurataan taloteknisten töiden toteutumista suunnitellussa aikataulussa sekä suunnitelluilla kustannuksilla. (RT 103172 2019, 1.) Työmaavalvonnin tehtävät ovat lueteltuina aiemmin kappaleessa 3.3.3, jossa mainittujen tehtävien lisäksi voi talotekniikan työmaavalvonta käsittää myös yleisvastuulliset valvontatehtävät.

Taloteknisen työmaavalvonnin laajuus ja sisältö tulee rakennushankkeessa erikseen sopia, käyttämällä apuna esimerkiksi RT-ohjekorttia 103172 Talotekniikkatöiden työmaavalvonnin tehtävälueetelo, tai muuta erillistä sopimusta. Rakennuttajan ja työmaavalvonnin välisellä valvontasopimuksella määritellään tarkemmin työmaalla suoritettavat valvonnin tehtävät, vastuut ja velvollisuudet sekä yleisvastuullisten valvonta- ja koordinoititehtävien sisältyminen toimeksiantoon.

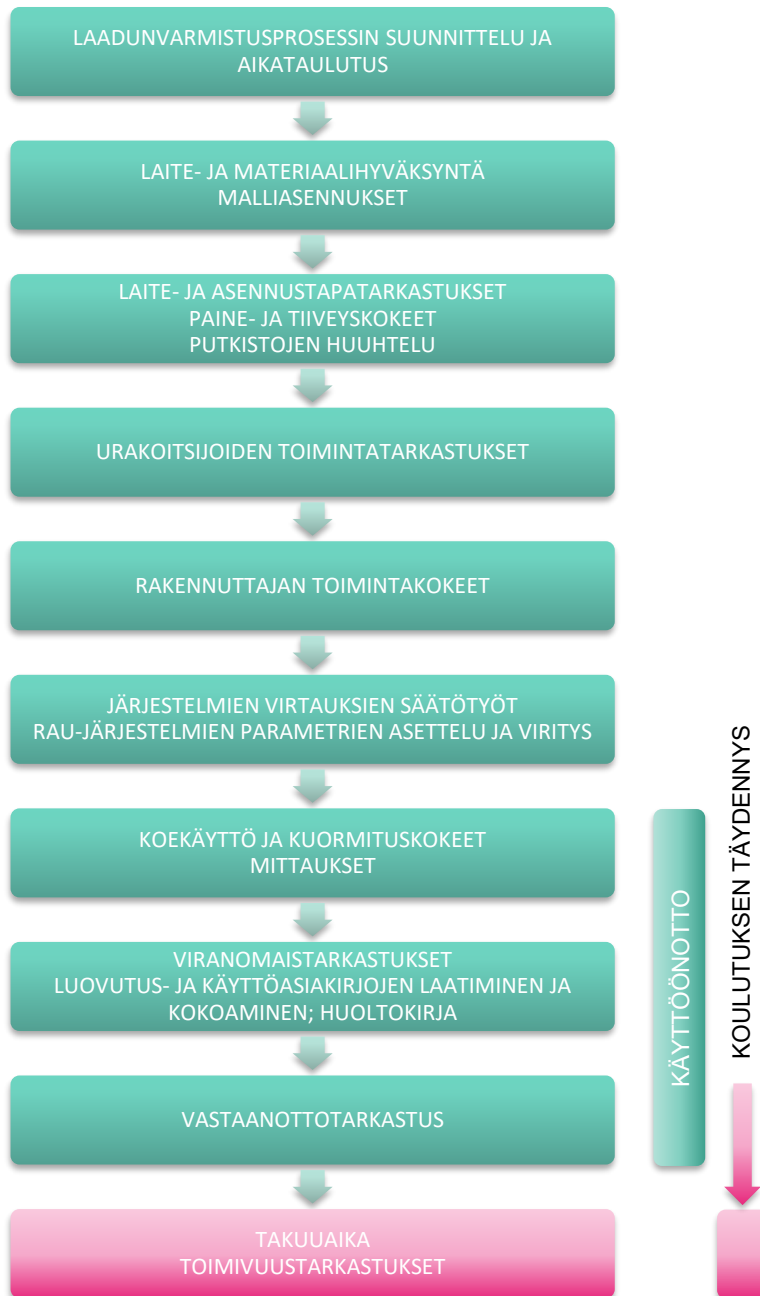
4.2 Laadunvarmistusprosessi

Laadunvarmistus on kuvattu TalotekniikkaRYL:ssä seuraavasti

Laadunvarmistus; niiden suunniteltujen ja järjestelmällisten laatujärjestelmän toimintojen joukko, joilla saavutetaan riittävä luottamus siihen, että LVI-järjestelmä täyttää laatuvaatimukset ja joiden toimivuus voidaan tarvittaessa osoittaa. (Rakennustietosäätiö RTS, LVI-keskusliitto ry & Sähkötieto ry. 2003.)

Laadunvarmistusprosessin tarkoituksena on suunnitelmien mukaisen toteutuksen ja sen laatutason, rakennusprojektin asetettujen tavoitteiden sekä tarvittavan ylläpito- ja käyttövalmiuden saavuttamisen varmistaminen. Erityisesti talotekniikan osalta se tarkoittaa taloteknisten järjestelmien laatua ja toimivuutta. (RT 10-11301 2018.)

Kuviossa 2 on kuvattu talotekniikan laadunvarmistusprosessin eteneminen vaiheittain. Rakennushankkeen sopimusasiakirjoissa tulee kuitenkin määrittellä, mitkä näistä vaiheista kyseisen projektin laadunvarmistusprosessiin sisällytetään.



KUVIO 2. Laadunvarmistuksen prosessikaavio (RT 10-11301 2018)

Prosessikaaviossa kuvattujen vaiheiden lisäksi voi hankkeessa olla myös muita suunnitelmiin ja yhteensovituksiin liittyviä tarkastuksia ja katselmuksia.

4.3 Laadunvarmistuksen toteutus ja dokumentointi

Seuraavissa kappaleissa tullaan kuvaamaan prosessikaavion eri vaiheiden sisältö, toteutus ja niihin liittyvä dokumentointi, RT 10-11301 ja RT 10-11302 ohjekorttien mukaisesti.

4.3.1 Laadunvarmistusprosessin suunnittelu ja aikataulutus

Tärkeä osa laadunvarmistusprosessin suunnittelua ja aikataulutusta on laadunvarmistussuunnitelma. Laadunvarmistussuunnitelma on asiakirja, jolla pyritään varmistamaan rakennuttajan hankkeelle asettamien vaatimusten ja tavoitteiden täyttyminen. Laadunvarmistussuunnitelman laatii alustavasti rakennuttaja tai rakennuttajan edustaja ja suunnitelman täydentämiseen osallistuu jokainen suunnittelija oman suunnittelualansa osalta. Urakoitsijavalintojen jälkeen myös urakoitsijat täydentävät laadunvarmistusryhmää ja omalta osaltansa osallistuvat laadunvarmistussuunnitelman päivittämiseen. Myös käyttäjien edustajien osallistuminen laadunvarmistusprosessin kehittämiseen tulee mahdollistaa rakennushankkeen aikana. (RT 10-11301 2018.)

Tärkeä osa laadunvarmistussuunnitelmaa on laadunvarmistuksen aikataulu, jossa määritellään tarkasti tehtävät laadunvarmistuksen toimenpiteet ja niiden suoritusajankohdat rakennushankkeen edistymisen mukaisesti. Vaiheistamalla laadunvarmistusprosessi rakennustyön edistymisen mukaan pyritään välttämään liian kiireellä tehtäviä tarkastuksia ja niistä johtuvia korjaustoimenpiteitä. Yksityiskohtaisella aikataululla pystytään myös havaitsemaan rakennustyön aikatauluongelmat varhaisessa vaiheessa ja näin myös puuttumaan niihin hyvissä ajoin. (RT 10-11301 2018.)

4.3.2 Laite- ja materiaalihyväksynät

Itse laadunvarmistusprosessin ensimmäinen vaihe on laite- ja materiaalihyväksynät. Hankkeen suunnitelmissa on yleensä määritelty käytettävät tuotteet ja materiaalit, tai vähintään tuotteiden niille vaaditut tekniset suoritusarvotiedot. Urakoitsijoiden on esitettävä tarvittavat tuotehyväksynnässä tarvittavat asiakirjat henkilölle, jolle rakennuttaja on antanut hyväksyntäoikeuden. Yleensä LVI-tekniisiin järjestelmiin liittyen valtuutettu henkilö on LVIA-valvoja, mutta monesti myös suunnittelijan tulee tarkastaa hyväksytettävät tuotteet ja materiaalit sekä toimittaa tarkastuksesta kirjallinen lausunto. Suunnittelijoiden ei tule kuitenkaan hyväksyä laite- ja materiaaliesityksiä ilman erillistä valtuutusta. (RT-10-11301 2018.)

Laite- ja materiaalihyväksynnässä tarvittavia asiakirjoja voivat olla esimerkiksi

- CE-merkinnän edellyttämät asiakirjat
- tyyppihyväksynnän asiakirjat
- varmennustodistuksen mukaiset asiakirjat
- valmistuksen laadunvalvonta-asiakirjat
- sellaisten tuotteiden osalta, joille muuta tuotehyväksyntämenettelyä ei voi soveltaa, riittävät tiedot rakennuspaikkakohtaista selvitystä varten
- materiaalitodistukset ja -tiedot
- tekniset suoritusarvotiedot (esim. teho, virtaus, lämpötilat, painehäviöt ja äänitasot)
- käyttö-, huolto- ja asennusohjeet
- mitat ja paino

Hyväksytyjen laitteiden ja materiaalien dokumentaatio tulee tallentaa projektissa sovitun käytännön mukaisesti ja hyväksynnöistä tulee urakoitsijan tai rakennuttajan pitää yhteenvetoa. Urakoitsijoiden tulee myös kerätä ja tallentaa dokumentit luovutusasiakirjamateriaaliin. On tärkeää, että ennen rakennuttajan tai valtuutetun henkilön hyväksyntää, ei työmaalle saa tuoda tai asentaa hyväksymättömiä laitteita ja materiaaleja. (RT 10-11302 2018.) Hyväksytyjen tuotevaihdosten aiheuttamien muutosten vaikutukset urakkasuoritukseen, muihin suunnitelmiin ja niiden muuttamisesta aiheutuviin kustannuksiin tulee urakoitsijan ja rakennuttajan yhteisesti sopia (RT 10-11301 2018).

Laitteiden ja materiaalien hyväksyttämässä tulee huomioida prosessiin vaadittava aika. Laitteiden ja materiaalien kilpailuttaminen, rakennuttajan hyväksynät, puutteellisten tietojen täydentäminen sekä mahdollisesti tuotteiden vaihtaminen ja uudelleen hyväksyntä vaativat kaikki oman aikansa, joka tulee huomioida prosessin ajoituksessa. Rakennuttajan tai hänen valtuuttaman edustajan hyväksyntäprosessille tulee normaalisti varata noin yksi viikko aikaa. Hyväksyntäprosessissa tulee huomioida myös markkinatilanteesta riippuvat tuotteiden hankintaajat. (RT 10-11302 2018.)

4.3.3 Malliasennukset

Malliasennukset ovat tapa varmistaa ja yhteisesti sopia projektissa toistuvien asennusten laatu, asennustavat ja asennusjärjestykset, joita urakoitsijat pyrkivät noudattamaan soveltuvilta osin koko hankkeen ajan. Hankkeen urakka-asiakirjoissa on määriteltynä ne työt ja asennuskokonaisuudet, joista tulee tehdä malliasennukset ennen varsinaista asennustyötä. (RT 10-11301 2018.) Talotekniikan malliasennuksia voidaan tehdä esimerkiksi putkistoista ja kanavistoista kannakointeiseen, eristyksistä, käytäväasennuksista tai kokonaisen kylpyhuoneen tai huoneiston asennuksista.

Malliasennuksia voidaan toteuttaa joko urakoitsijoiden omien asennusten tarkasteluna, tai toteuttajien yhteisinä asennustarkastuksina. Talotekniikkaurakoitsijoiden omissa malliasennuksissa tarkastetaan käytetyt tuotteet, asennustyön laatu ja toteutustapa sekä suunnitelmien ja urakka-asiakirjojen mukaisuus. Projektin kaikkien urakoitsijoiden yhteiset malliasennukset voidaan toteuttaa esimerkiksi niin sanotulla mallihuoneella, jossa yhteisesti sovitun aikataulun mukaisesti toteutetaan erikseen määritellyn tilan asennukset valmiiksi rakennuttajan ja hänen edustajansa tarkastusta varten. (RT 10-11301 2018.)

Malliasennuksista laaditaan pöytäkirjat, joihin tulee yleisten tietojen lisäksi kirjata ainakin asennuspaikka, tehdyt malliasennukset, valokuvat, päätös hyväksynnästä tai hylkäyksestä sekä mahdolliset huomautukset asennuksista (RT 10-11302 2018). Malliasennuksista laaditut pöytäkirjat tulee dokumentoida sopimusasiakirjojen ja sovittujen käytäntöjen mukaisesti.

4.3.4 Laite- ja asennustapatarkastukset

Laite- ja asennustapatarkastukset ovat tarkastuksia, joita tulee tehdä koko hankkeen rakennustyön ajan. Tarkastukset ovat osa talotekniikkatyön toteuttajien oman työn tarkastusvelvoitetta, jota he suorittavat rakennuttajalla hyväksytyyn laadunvarmistussuunnitelmansa mukaisesti. Kaikki tai osa tarkastuksista voidaan myös määrittää tehtäväksi rakennuttajan edustajan läsnä ollessa. (RT 10-11301 2018.)

Talotekniikan laite- ja asennustapatarkastuksiin on hankkeen sopimusasiakirjoissa voitu sisällyttää esimerkiksi

- toimitettujen laitteiden ja materiaalien kunto sekä kuormakirjat
- tuotteiden vastaavuus hyväksyntöihin
- tuotteiden oikea varastointi ja suojaus
- asennustapatarkastukset
- asennusten suunnitelmien mukaisuus
- varusteet
- kannakoinnit
- käytettävyys, huollettavuus, korjattavuus ja vaihdettavuus
- kallistukset (viemärit ja muut putkistot)
- tyhjennys- ja ilmanpoistoyhteet
- riittävän suuret asennusvälit eristyksiä varten
- lämpö-, palo- ja kondessieristykset
- kanavistojen ja viemäreiden puhdistettavuus
- asennustodistukset

Näiden lisäksi voidaan sopimusasiakirjoihin sisällyttää myös muita laite- ja asennustapatarkastuksia, mikäli kohteen vaatimus ja järjestelmät sen vaativat. (RT 10-11302 2018.)

Talotekniikkatoteuttajien tulee laatia jokaisesta tehdystä tarkastuksesta kirjallinen pöytäkirja tai muistio ja dokumentoida ne rakennustyön tarkastusasiakirjoihin. Laite- ja asennustapatarkastusten tarkastusasiakirjoissa tulee kuvata yksityiskohtaisesti tarkastuksen kohteet sekä näissä havaitut puutteet. Valokuvia käytetään usein hyödyksi selventämään tarkastettujen kohteiden havaintoja. Peittyvät asennukset tulee valokuvata aina ennen ja jälkeen peittämistä, jotta asennusten oikea suoritus ja oikeat materiaalit voidaan tarvittaessa myöhemmin osoittaa. Videokuvaus on myös yleisesti talotekniikan laite- ja asennustapatarkastuksissa käytetty dokumentointimenetelmä, esimerkiksi viemäreiden tarkastuksessa. (RT 10-11302 2018.)

4.3.5 Paine- ja tiiveyskokeet

Paine- ja tiiveyskokeilla varmennetaan LVI-järjestelmien vaadittavat tiiviysvaatimukset ja paikallistetaan mahdolliset viat ja vuotokohtat. Paine- ja tiiveyskokeet tehdään eri järjestelmien putkistoille ja tiiveyskokeet ilmanvaihtokanavistolle sekä jäte- ja hulevesiviemäriputkistoille. Kaikkien rakenteilla tai eristeillä peittyvien putkistojen ja kanavistojen tiiveydet tulee varmentaa ennen niiden peittymistä. Hankkeen alussa tulee määritellä paine- ja tiiveyskokeiden suoritustavat, tehtävien tarkastusten ilmoitustapa ja ajankohdat, tarkastuksiin osallistuvat henkilöt sekä tehtyjen tarkastusten dokumentointi ja raportointi. (RT 10-11301 2018.)

Putkistojen koepaineistukset suoritetaan ensisijaisesti vedellä tai tarvittaessa jäätyttömällä nesteellä, vähintään 1,3 kertaa suurinta käyttöpainetta suuremmalla paineella. Vesijohtoverkoston koepaine on aina vähintään 1,0 MPa. Koepaineen keston tulee olla vähintään 10 minuuttia, mutta tarvittaessa niin pitkä, että järjestelmän tiiviys voidaan luotettavasti todeta. Ilmanvaihtokanaviston ja viemärlaitteistojen tiiveyskokeissa noudatetaan standardeja SFS 3113, SFS 3114, SFS-EN 1610 ja SFS-EN 12599. (RT 10-11302 2018.)

Kaikista paine- ja tiiveyskokeista tulee järjestelmän asentaneen ja kokeen suorittaneen urakoitsijan laatia pöytäkirja, jonka rakennuttaja tai hänen edustajansa hyväksyy allekirjoituksellaan. Pöytäkirjoista tulee kohteen yleisten tietojen lisäksi käydä ilmi vähintään kokeen ajankohta ja olosuhteet, koestettu järjestelmä ja kokeen laajuus, käytetyt materiaalit, testivälineet sekä niiden kalibrointiajankohdat, kokeen kesto, kokeen suorittaneet henkilöt, mahdolliset havaitut viat ja puutteet sekä kokeen hyväksyntä tai hylkäys. Pöytäkirjat tulee tallentaa sovitulla tavalla hankkeen tarkastusasiakirjoihin ja luovutusmateriaaliin.

4.3.6 Putkistojen huuhtelu ja kanavistojen puhdistus

LVI-järjestelmien osien huuhtelulla ja puhdistuksella pyritään verkostoista poistamaan kaikki valmistuksen, varastoinnin ja rakentamisen aikana niihin kertynyt lika ja muut irtoaineet, jotta rakennuksen loppukäyttäjille voidaan LVI-järjestelmien

osalta taata mahdollisimman hyvin toimivat järjestelmät sekä hygieeniset ja puhtaat olosuhteet. Käyttövesi- ja lämmitysverkostojen huuhtelut ja puhdistukset sekä ilmanvaihtokanavistojen puhdistus ovat tärkeä osa rakennusprojektin laadunvarmistusprosessia.

Putkistojen huuhtelulla poistetaan mahdollinen lika ja irtoaines niiden sisältä. Samalla vesijohtoverkoston huuhtelulla parannetaan myös kupariputkien sisäpintojen passivoitumista suojaavilla hapettumakerroksilla. Putkistojen huuhtelu tulee suorittaa mahdollisimman pian verkostojen valmistuttua, täyttöjen ja painekokeiden yhteydessä. Lämmitysverkoston pesulla pyritään putkistosta poistamaan hienompijakoiset aineet, kuten rasvat ja muut aineet, joita ei vesihuuhtelulla pystytä poistamaan. (RT 10-11302 2018.)

Ilmanvaihtokanavistojen puhdistus suoritetaan mekaanisesti harjaamalla. Harjauksessa tulee kanavat alipaineistaa, jotta irtoava pöly ja lika saadaan hallitusti johdettua kanavistosta pois. Kanavistojen puhtaus todetaan puhdistuksen jälkeen silmämääräisesti tai mittaamalla.

LVI-työselityksessä on tavallisesti määritetty putkistojen ja kanavistojen puhdistusten suoritustavat. Mikäli työselityksessä ei suoritustapoja ole kuvattu, niin tulee urakoitsijan hyväksyttää toteutustavat rakennuttajalla ennen näiden suoritusta. Putkistojen ja kanavistojen puhdistukset tulee suorittaa rakennuttajan tai hänen edustajansa läsnä ollessa ja kaikista suoritetuista toimenpiteistä tulee urakoitsijan laatia pöytäkirjat. Kanavistojen puhdistuksen osalta tulee yleisten tietojen lisäksi esittää puhtausmittausten tulokset ennen ja jälkeen puhdistuksen sekä valokuvat ennen ja jälkeen puhdistuksen. Putkistojen huuhteluista tulee esittää huuhdellun putkiston laajuus, käytetty neste sekä mahdolliset analysointitulokset. (RT 10-11302 2018.)

4.3.7 Urakoitsijoiden toimintatarkastukset

Urakoitsijoiden toimintatarkastuksilla on tarkoitus varmentua siitä, että kaikki talotekniset laitteet ja järjestelmät toimivat suunnitellulla tavalla. Hyväksytysti suo-

ritetut toimintatarkastukset ovatkin edellytys rakennuttajan toimintakokeiden suorittamiselle. Urakoitsijat suorittavat toimintatarkastukset omille asennuksillensa ja talotekniikkaurakoitsijat suorittavat myös yhteiset toimintatarkastukset, joilla varmennetaan järjestelmien keskinäinen toiminta. Toimintatarkastusten edellytyksenä ovat mm. hyväksytyt laite- ja asennustapatarkastukset, laitteistokohtaiset käyttöönottotarkastukset mittauksineen, hyväksytyt tiiveys- ja painekokeet, sekä tilojen sopimusasiakirjojen mukainen puhtaustaso. (RT 10-11301 2018.)

Ennen toimintatarkastusten aloittamista tulee urakoitsijoiden laatia pääurakoitsijan johdolla toimintatarkastussuunnitelma, jonka hyväksyvät eri urakoitsijoiden lisäksi myös talotekniikkavalvojat. Toimintatarkastussuunnitelma on kohteeseen yksilöity järjestelmäkohtainen ja vaiheittainen suunnitelma. Pääurakoitsijalla on suunnitelman laatimisessa keskeinen rooli, erityisesti tarkastusten yhteensovittamisessa rakennusaikataulun kanssa. (RT 10-11301 2018.) Varsinaisessa toimintatarkastuksessa on rakennusautomaatiourakoitsijalla merkittävä rooli eri rajapintojen toteuttajana ja RAU-urakoitsijan johdolla tulisi suorittaa niiden järjestelmien tarkastukset, joihin rakennusautomaatiotöitä liittyy (RT 10-11302 2018).

Toimintatarkastuksista laaditaan pöytäkirjat, joista ilmenee jokainen tarkastettu järjestelmä, toiminta ja tarkastuksen tulos. Havaitut virheet ja toiminnallisuuspuutteet yksilöidään ja pöytäkirjasta tulee niiden osalta ilmetä vastuullinen urakoitsija sekä aikataulu korjaukselle. Laaditut pöytäkirjat ja muistiot tulee tallentaa hankkeessa sovitulla tavalla osaksi luovutusaineistoa. (RT 10-11301 2018.)

4.3.8 Rakennuttajan toimintakokeet

Hyväksytysti suoritettujen ja dokumentoitujen toimintatarkastusten jälkeen rakennuttajan toimintakokeet voidaan suorittaa. Rakennuttajan toimintakokeilla pyritään varmistamaan tärkeimpien laitteiden ja järjestelmien tärkeimmät toiminnot ja toimintakokeissa keskitytään pääsääntöisesti niihin laitteisiin ja toimintoihin, jotka vaikuttavat merkittävästi turvallisuuteen, käytettävyyteen ja käyttökustannuksiin. (RT 10-11302 2018.)

Urakoitsijoiden toimintatarkastusten kattavuus ja laatu voivat vaikuttaa toimintakokeiden laajuuteen ja tarkkuuteen, mutta rakennuttajan johdolla hankekohtaisesti laadittu toimintakoesuunnitelma määrittää pääsääntöisesti toimintakokeiden toimenpiteet ja suoritustavan. Toimintakokeita voidaan pitää myös vaiheittain hankkeen eri osien valmistumisen tahdissa, kunhan toimintakokeiden jälkeen urakoitsijoille jää riittävä työaika virheiden ja puutteiden korjauksille, koekäytöille sekä säädöille ja mittauksille. (RT 10-11301 2018.)

Toimintakokeista tulee rakennuttajan edustajan laatia pöytäkirjat, joista ilmenee tarkastetut toiminnot ja tarkastusten tulos. Pelkät kirjaukset toimintakokeiden puutteista eivät ole riittävät. Rakennuttajan edustaja varmentaa pöytäkirjat allekirjoituksellaan ja pöytäkirjat tallennetaan hankkeessa sovitulla tavalla osaksi luovutusaineistoa. (RT 10-11301 2018.)

4.3.9 Järjestelmien virtauksien säätötyöt

Rakennuttajan toimintakokeiden jälkeen urakoitsijat suorittavat LVI-järjestelmien neste- ja ilmavirtojen säädöt. Järjestelmien virtaus- ja säätöarvot lasketaan ensisijaisesti suunnittelijoiden toimesta, teknistä laskentaa ja suunnitteluohjelmia apuna käyttäen. Säätötöiden tekemisen edellytyksenä ovat kyseisten järjestelmien osalta hyväksytysti suoritettujen toimintakokeiden, jotta ohjaukset ja varotoiminnot ovat kyseisten järjestelmien osalta toiminnassa. Ilmavirtojen mittausten edellytyksenä ovat tilojen ja kanavistojen varmistetut riittävät puhtaustasot. (RT 10-11301 2018.)

Putki- ja ilmanvaihtoverkostojen säätötyöt tulee suorittaa aina rakennuttajan tai hänen edustajansa läsnä ollessa. Ennen säätötöihin ryhtymistä tulee urakoitsijan hyväksyttää rakennuttajalla myös mittauspöytäkirjojen mallit. Säädettäviä järjestelmiä voi rakennuksessa olla esimerkiksi erilaiset suljetut kiertopiirit, kuten lämmitysverkostot, ilmanvaihdon lämmitys- ja jäähdytysverkostot sekä lämmöntalteenottoverkostot. Suljettujen kiertopiirien lisäksi säädettäviä verkostoja ovat käyttövesiverkosto sekä ilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtojärjestelmän säätötyössä mitataan ja säädetään kanavistojen ilmavirrat sekä tarvittaessa päätelaitteiden virtauskuviot ja suunnat.

Kaikista mittaus- ja säätötöistä tulee urakoitsijoiden laatia mittauspöytäkirjat, joista tulee käydä ilmi muun muassa säädetty verkosto, säätölaitteiden asennot, saavutettu virtausarvo sekä suunnitelmissa esitetty säätöarvo. Kaikkiin pöytäkirjoihin tulee saada rakennuttajan edustajan hyväksyntä ja pöytäkirjat tulee tallentaa hankkeessa sovitulla tavalla osaksi luovutusaineistoa. (RT 10-11302 2018.)

4.3.10 RAU-järjestelmien parametrien asettelu ja viritys

Rakennuksen järjestelmien säätö tulee toimia mahdollisimman tarkasti ja ilman suurempaa huojuntaa, myös määritellyissä ääriolosuhteissa. Rakennusautomaatiourakoitsija asettaa talotekniikkaurakoitsijoilta saatujen mittaus- ja säätötietojen perusteella LVIS-järjestelmien lopulliset säätö- ja asetusarvot. Viritysten onnistuminen tulee todentaa säätöpiirikohtaisilla trendiajoilla, jotka rakennuttajan edustaja tarkastaa ja hyväksyy. (RT 10-11302 2018.)

Kaikista asetusarvoista ja virityksistä tulee RAU-urakoitsijan laatia pöytäkirjat, jotka rakennuttajan edustaja tarkastaa ja hyväksyy. Kaikki pöytäkirjat ja säätöpiirikohtaiset trendiajot tulee tallentaa osaksi luovutusaineistoa hankkeessa sovitulla tavalla.

4.3.11 Koekäyttö ja kuormituskokeet

Hyväksytysti suoritettujen toimintakokeiden, mittaus- ja säätötöiden sekä rakennusautomaation parametroiden ja viritysten jälkeen suoritetaan järjestelmien koekäytöt ja kuormituskokeet. Koekäytöillä varmistetaan eri järjestelmien toiminta halutulla tavalla myös samanaikaisesti ja kuormituskokeilla on tarkoitus varmentua talotekniikkajärjestelmien toiminnasta vaihtuvissa kuormitusolosuhteissa. (RT 10-11301 2018.)

Koekäytöt ja kuormituskokeet suoritetaan rakennuttajan johdolla laaditun koekäyttöohjelman mukaisesti ja kokeet suoritetaan yleensä talotekniikkavalvojen koordinoimana. Koekäytöt suoritetaan seuraaville järjestelmille

- ilmastointi

- lämmöntuotanto
- jäähdytys
- savunpoisto
- ylipaineistus
- vakioilmastointikoneet
- kylmä- ja pakastetilat

Näiden lisäksi yhteiskoekäyttöillä varmistetaan, ettei eri järjestelmien yhtäaikaisessa toiminnassa esiinny ristiriitaisuuksia. (RT 10-11302 2018.)

Kuormituskokeet kohdennetaan suunnitelmissa ennalta määriteltyihin erikoistiloihin, joihin tuotetaan suunnitelmissa esitettyä tasetta vastaava jäähdytys- tai lämmityskuorma. Sähkötekniikan osalta todennetaan kiinteistön turvajärjestelmien sekä eri rakennusautomaation järjestelmien toimivuus katkotilanteessa niin sanotulla blackout-testillä, eli sähkökatkotestillä. (RT 10-11301 2018.)

Suoritettujen testien ja kokeiden perusteella päätetään mahdollisista tarvittavista korjaustoimenpiteistä, uusintatesteistä sekä testausten hyväksymisestä. Hyväksynnän tekevät talotekniikkavalvojat yhdessä suunnittelijoiden kanssa. Kaikki kokeiden tulokset ja dokumentointi tulee tallentaa hankkeessa sovitulla tavalla osaksi luovutusaineistoa. (RT 10-11301 2018.)

4.3.12 Mittaukset

Hankkeeseen laadituissa urakka-asiakirjoissa voi olla määriteltynä erilaisia järjestelmien toimintaan tai sisäilmastoon liittyviä tavoitearvoja, joiden toteutuminen tulee todentaa erilaisin mittauksin. Mittaukset suoritetaan talotekniikkaurakoitsijoiden mittalaitteilla rakennuttajan läsnä ollessa. Näitä erilaisia mitattavia tavoitearvoja voivat olla esimerkiksi

- huonelämpötilat
- äänenpainetasot
- SFP-luvut
- ilmanvaihdon LTO-hyötysuhde
- öljykattilan hyötysuhde

- lämpöpumpun lämpökerroin
- eri virtausmittaukset
- tilojen ja ulkoilman paine-erot

Näiden lisäksi voi rakennuttajan edustaja suorittaa urakoitsijan avustuksella pistokoemittauksia LVI-järjestelmien aiemmin tehdyille virtausten säätötöille. (RT 10-11302 2018.)

Kaikista laadituista mittauksista tulee mittauksen suorittajan laatia mittauspöytäkirjat ja lopuksi mittaustulokset puhtaaksikirjoitetaan yhteiseen taulukkoon. Taulukko ja mittauspöytäkirjat tulee hyväksyttää rakennuttajan edustajalla ja dokumentit tallennetaan hankkeen luovutusaineistoon. (RT 10-11302 2018.)

4.3.13 Viranomaistarkastukset

Rakennushankkeen aloituskokouksessa sekä rakennusluvassa on määriteltynä ne tarkastukset, joita rakennusvalvontaviranomainen vaatii pidettäväksi. Kaikki rakennushankkeen viranomaistarkastukset tulee yleensä olla hyväksytysti pidettyinä ja tarkastuspöytäkirjat laadittuina ennen tilaajan vastaanottotarkastusta.

Alla on lueteltuna yleisimpiä tarkastuksia, jotka tulee olla hyväksytysti pidettyinä ennen rakennuttajan vastaanottotarkastusta

- KVV-loppukatselmus
- IV-loppukatselmus
- palotarkastus
- terveystarkastus
- hissitarkastus
- VSS-tarkastus
- sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus mittauksineen
- palonilmaisulaitteiston tarkastus
- turva- ja merkkivalojärjestelmän tarkastus
- sähköjärjestelmien varmennustarkastus
- sammutuslaitteiston tarkastus

- savunpoistolaitteiston/-järjestelmän tarkastus
- rakennusvalvonnan käyttöönottotarkastus
- loppukatselmus

Osa edellä mainituista tarkastuksista kuuluu pääurakoitsijan vastattavaksi ja osa talotekniikkaurakoitsijoiden vastattavaksi ja vastaavien työnjohtajien tulee yhteistyössä rakennusvalvonnan kanssa sopia niiden pitämisen ajankohdat. (RT 10-11301 2018.)

Kaikista pidetyistä tarkastuksista tulee laatia pöytäkirjat. Eri kaupunkien rakennusvalvonnan käytännön mukaan, joko rakennusvalvontaviranomainen tai urakoitsija laatii pöytäkirjan, jonka viranomainen hyväksyy. Kaikki katselmuksista ja tarkastuksista laaditut pöytäkirjat tulee tallentaa osaksi hankkeen luovutusaineistoa.

4.3.14 Luovutus- ja käyttöasiakirjojen laatiminen ja kokoaminen

Rakennushankkeen sopimusasiakirjoissa määritellään mitä asiakirjoja tulee sisällyttää hankkeen luovutus- ja käyttöasiakirjoihin. Sopimusasiakirjoissa voidaan määritellä myös asiakirjojen laatijat, tallennusmuoto, määrä, luovutusajankohdat sekä asiakirjojen tarkastajat. Yleisimmin luovutus- ja käyttöasiakirjojen tarkastajina ovat rakennuttajan edustajina toimivat talotekniikkavalvojat. (RT 10-11301 2018.)

Luovutusasiakirjoihin sisältyvät yleisimmin

- työselostukset
- pohjapiirustukset ja leikkaukset
- järjestelmä- ja säätökaaviot sekä pisteluettelot
- mittarointikaaviot
- sähkökytkentäkaaviot
- vaikutusalue- sekä paikannuspiirustukset
- energiaselvitys
- tietomallit

Luovutusasiakirjojen lisäksi luovutusmateriaaliin sisältyvät käyttö- ja huolto-ohjeet. Käyttö- ja huolto-ohjeet liitetään nykyään yleisimmin osaksi kiinteistön sähköistä kiinteistönpitokirjaa, jonka kokoamisesta vastaa usein erillinen huoltokirjakoordinaattori. Käyttö- ja huolto-ohjeisiin liitettäviä asiakirjoja ovat tyypillisesti

- konekortit
- mittaus- ja säätöpöytäkirjat
- käyttö- ja huolto-ohjeet
- loppukäyttäjän käyttöohjeet
- laitteiden esitteet
- paine- ja tiiviyskoepöytäkirjat
- puhdistus- ja huuhtelupöytäkirjat
- videokuvausten raportit
- viranomaistarkastusten todistukset
- paineastioiden laitekohtaiset asiakirjat
- erityistä huoltoa vaativien laitteiden kokoonpanopiirustukset
- takuuasiakirjat ja huoltosopimukset
- kulutusmittausten lukematiedot luovutuspäivänä

(RT 10-11301 2018.)

4.3.15 Vastaanottotarkastus

Varsinaisessa urakan vastaanottotarkastuksessa todennetaan sopimusasiakirjojen mukainen hankkeen toteutus sekä tarkastusta edeltäneiden laadunvarmistustoimenpiteiden ja tarkastusten tulokset ja dokumentointi. Vastaanottotarkastuksen pyytäminen kuuluu yleisimmin pääurakoitsijan vastuulle ja sen pitämistä tulee pyytää sopimusasiakirjoissa määritellyn aikamääreen verran etukäteen. Tarkastus voidaan pitää, kun kaikki urakoitsijoiden suoritukset ovat sopimusasiakirjojen mukaisesti toteutettu. (RT 10-11301 2018.)

Vastaanottotarkastusta edeltävät vastaanottomenettelyt ovat koko rakennustyön ajan jatkuvia laadunvarmistustoimenpiteitä. Näin ollen työnsuorituksen valmistuminen alkaa hyvissä ajoin ennen vastaanottotarkastusta, ensimmäisestä valmis-

tuneen työsuorituksen tarkastuksesta. Valmistuminen päättyy vastaanottotarkastukseen, jossa työsuoritus luovutetaan rakennuttajalle. Rakennuttajalla on vastaanottotarkastuksessa myös oikeus olla ottamatta työsuoritusta vastaan, mikäli suoritukset eivät vastaa sopimusasiakirjojen vaatimuksia ja ilmenneet puutteet ovat kyllin merkittäviä. (RT 10-11301 2018.)

4.3.16 Takuu aika

Laadunvarmistusprosessi ei käsitä pelkästään rakennustyöaikaisia toimenpiteitä ja tarkastuksia, vaan usein laadunvarmistusprosessin tehtävät kestävät myös koko takuuajan. Esimerkiksi aiemmin käsitellyt suljettujen kiertopiirien säätötyöt, huonelämpötilojen mittaukset sekä toimivuustarkastukset ovat osa takuuajana suoritettavaa laadunvarmistusprosessia. Seuraavassa kappaleessa on käsitelty tarkemmin takuuajan toimivuustarkastuksia.

4.3.17 Toimivuustarkastukset

Toimivuustarkastukset ovat takuuajana suoritettavia toimenpiteitä, joilla pyritään varmistamaan rakennuksen mahdollisimman energiatehokas käyttö. Energiatehokkuuden lisäksi toimivuustarkastuksilla pyritään varmistamaan käyttöönotetun rakennuksen käyttäjän tarpeidenmukaisuus, hyvät sisäilmaolosuhteet sekä talotekniikan oikea ja tarpeenmukainen käyttö. (RT 10-11302 2018.)

Toimivuustarkastukset ovat määrä suorittaa sekä lämmitys- että jäähdytyskaudella, kun rakennuksen käyttöönotosta on kulunut vähintään yksi vuosi. Tarkastusten koolle kutumisesta vastaa rakennuttaja tai hänen edustajansa ja yleisimmin talotekniikkavalvoja laatii toimivuustarkastussuunnitelman, jonka mukaan tarkastus toteutetaan. Ennen tarkastusta koostettavia tietoja ovat esimerkiksi käyttäjien ja ylläpidon havainnot rakennuksen toimivuudesta, data- ja trendiseurannat laitoksen toiminnasta sekä automaation hälytyshistoria. Kerättyjen tietojen ja tarkastuksen perusteella talotekniikkavalvoja laatii tilaisuudesta raportin, jonka

mukaisesti suoritetaan tarvittavat muutos- ja korjaustoimenpiteet. Raportissa tulee olla määriteltynä myös korjaustoimenpiteiden vastuutahot ja aikataulu niiden suorittamiselle. (RT 10-11301 2018.)

5 TALOTEKNIIKAN VALVONTA YRITYKSESSÄ

Yrityksissä yleisellä tasolla toimintaa voidaan ohjata eri menetelmillä ja erilaiset laadunhallintajärjestelmät ovat yksi tapa määrittää yritykselle ja sen henkilöstölle erilaisia toimintamalleja ja prosesseja. Tämän opinnäytetyön yhteistyöyrityksen projektitoiminta perustuu sertifioituun ISO 9001 -laatujärjestelmästandardiin, joka määrittää laadunhallinnan periaatteiksi asiakaskeskeisyyden, johtajuuden, ihmisten täysipainoisen osallistumisen, prosessimaisen toimintamallin, parantamisen, näyttöön perustuvan päätöksenteon ja suhteiden hallinnan. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry n.d.)

Laadunhallinnan prosessimaisella toimintamallilla yrityksessä voidaan määrittää tietyntasoista laadunhallintaa ja dokumentointia eri projekteille. Tämä ei kuitenkaan sulje pois sitä, että eri ihmisillä voisi olla myös omia toimintamalleja eri projekteissa. Aiemmin tässä opinnäytetyössä käsitellyt laadunvarmistusmenettelyt ja eri talotekniikan ohjeistukset ja säädökset eivät määritä tarkasti, kuinka esimerkiksi valvonta käytännössä työmaalla tapahtuu, kuinka asiat kirjataan ja dokumentoidaan sekä kuinka kommunikaatio ja yhteistyö eri sidosryhmien ja henkilöiden välillä tapahtuu.

5.1 Valvonnan nykytila

Tällä hetkellä yrityksen talotekniikkavalvonnan toimintamalli eri toimeksiannoissa muodostuu useista eri tekijöistä. Eniten valvonnan suoritukseen ja toimenpiteisiin rakennushankkeessa vaikuttavat yleensä tilaajan ja valvonnan väliset sopimusehdot ja toimeksiannon sisältö. Eri tilaajilla voi olla valvontaan useita vaikuttavia tekijöitä, kuten omat resurssit ja henkilöstö, valvonnan haluttu taso ja osa-alueet sekä yrityksen omat sisäiset toimintatavat ja käytännöt. Näiden ja tilaajan kanssa tehtyjen sopimusasiakirjojen pohjalta muodostuu pääperiaatteet eri hankkeiden valvonnan suorittamiselle.

Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi yrityksen talotekniikkavalvonnan suorittamisen vaikuttaa käytössä olevan toiminnanohjausjärjestelmän vaatimat toimintatavat ja dokumentoinnit. Tietyt toimenpiteet, kokoukset ja dokumentoinnit tulee jokaisen huolehtia omissa valvontakohteissaan. Näissä toimintatavoissa on kuitenkin vaihtelua suoritusten taajuudessa, laajuudessa sekä dokumentoinnin yhteneväisyyksissä. Eri henkilöillä saattaa olla käytössään hieman erilaiset ja asiasällöiltään toisistaan poikkeavat dokumenttipohjat, jotka kuitenkin täyttävät vaaditut laatujärjestelmien kriteerit. Lisäksi valvontatyö monesti henkilöityy jokaisen eri valvojan kohdalla, ja työn suoritukseen vaikuttavat jokaisen omat tottumukset, tietämys, kokemus ja resurssit. Tämä tekee jokaisen valvojan omasta työsuoritustavasta omanlaisen.

5.2 Parannuskohdat

Yhdessä yhteistyöyrityksen tälle opinnäytetyölle nimetyn ohjaajan kanssa opinnäytetyön lähtökohdiksi ja tavoitteiksi muodostuivat LVI-taloteknisen työmaavalvonnan tehostaminen ja yhtenäistäminen. Edellä mainittujen tavoitteiden pohjalta suoritettiin vapaamuotoista haastattelua yrityksen eri talotekniikan valvojille. Eriytyisesti haastatteluissa nousi esille eri projektien väliset poikkeavuudet dokumentoinnissa, toimintatavoissa sekä käytännön valvonnan ohjauksen puute. Näiden haastatteluiden, yrityksen ohjaajan näkemyksen sekä omien kokemusten perusteella muodostettiin yritykselle kyseisen yksikön talotekniikan valvonnan parannuskohdat. Keskeisimmiksi parannuskohdiksi muodostuivat työmaalla tapahtuvan käytännön valvonnan toteutus ja sen seuranta sekä valvonnan dokumentointi. Tarkoitus olisi keskittyä luomaan yhtenäisiä toimintamalleja ja työkaluja toiminnan ohjaukseen eri työmaiden ja henkilöstön välillä.

5.3 Valvonnan tehostaminen ja yhtenäistäminen

Valvonnan yhtenäisistä toimintamalleista voi olla hyötyä useammalle eri taholle, kuten esimerkiksi yritykselle, esimiehille, henkilöstölle, tilaajille ja jopa rakennusprojektissa toimiville urakoitsijoille. Yritykselle on kannattavampaa, kun valvonta-

työ on tehokkaampaa, suunnitelmallista ja ennakoitua. Esimiehet hyötyvät yhte-
näisistä toimintamalleista, kun he tietävät, että kaikki työntekijät toimivat sovittu-
jen raamien sisällä ja ennalta sovittujen toimintamallien mukaisesti. Samoin tilaa-
jat pystyvät luottamaan siihen, että oli valvojana kuka tahansa kyseisestä yrityk-
sestä, niin palvelun laatu ja toimitus on jo ennalta tiedossa. Myös urakoitsijoilla
on työmailla tiedossa valvojan toimintatavat, riippumatta valvontatyön tekijästä ja
näin ollen toiminta ja laadunvarmistus voi olla tehokkaampaa ja ennakoitua.

Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelossa (RT 103172 2019) on
kyseisen dokumentin yhdeksi tarkoitukseksi määritelty valvonnan suorituskäy-
tännön yhtenäistäminen. Kyseinen tehtäväluettelo onkin omien kokemusteni mu-
kaan melko yleisessä käytössä rakennushankkeissa. Kyseinen ohjekortti määrit-
tää kuitenkin varsin yleisellä tasolla työmaalla tehtävät talotekniikan valvonnan
toimenpiteet ja tehtäväluettelon käyttö on ohjekortin kuvauksen mukaisesti työ-
maavalvonnan tehtävien määrittelyyn rakennuttajan ja työmaavalvonnan välillä.
Kyseinen ohjekortti ei siis käsittele työmaavalvonnan toimenpiteitä tarpeeksi yk-
sityiskohtaisesti, aiemmin mainittujen yrityksen valvonnan parannuskohtien kan-
nalta.

Työmaan LVI-valvonnan kehittämisen lisäksi yritykselle oli tarpeen saada tehos-
tusta ja yhteneväisyyttä myös rakennusautomaation ja erityisesti toimintakokei-
den valvonnan osalta. Tavoitteena oli saada rakennusautomaatiovalvonta ja toi-
mintakokeiden suorittaminen tehokkaammaksi ja yhteneväiseksi yrityksen eri
LVI-valvojien ja -asiantuntijoiden välillä. Rakennusautomaatiovalvonta on
yleensä rakennusprojekteissa osa LVI-asiantuntijan valvontakokonaisuutta,
mutta rakennusautomaatio mielletään monesti erityisosaamisen alle. Tehokkuu-
den ja yhteneväisyyden parantamiseksi pyrittiin laatimaan helposti muokattavissa
olevat tarkastuslistapohjat toimintakokeiden suorittamista varten, joita hyödyntä-
mällä varmistutaan toimintakokeiden edellytysten täyttymisestä sekä laitteiden ja
järjestelmien toiminnasta suunnitellulla tavalla kaikissa olosuhteissa.

5.3.1 LVI-valvonnan tarkastusasiakirja

Työmaalla tapahtuvan valvonnan toteutuksen, seurannan sekä dokumentoinnin parantamiseksi laadittiin yritykselle tarkastusasiakirjapohja LVI-valvontaa varten. Kyseinen tarkastusasiakirja toimii työmaalla LVI-valvonnan käytännön tehtäväluettelona (kuva 1), jonka avulla käytännön valvontatoimenpiteiden suorittaminen on eri valvontakohteiden välillä toistettavissa helpommin sekä tehokkaammin. Tarkastusasiakirja keskittyy työmaalla tapahtuviin katselmuksiin, tarkastuksiin sekä valvottaviin asennus- ja laadunvarmistustoimenpiteisiin.

Asiakirja ei voi ymmärrettävästi palvella jokaisessa eri valvontakohteessa täysin samanlaisena, joten sen tulee olla tarvittaessa myös helposti muokattavissa eri hankkeiden välillä. Asiakirjaa tulee pystyä myös käyttämään ja hyödyntämään sekä tietokoneella, mobiililaitteilla että paperisena versiona. Näin ollen kyseinen työkalu laadittiin Excel-ohjelmistolla.

5.3.2 LVI-valvonnan tarkastusasiakirjan rakenne

Tarkastusasiakirjan tekeminen aloitettiin laatimalla täytettävät kohdat kohteen perustiedoille, tarkastuksen tekijälle sekä laatimis- ja päivityspäivämäärille. Tämän jälkeen laadittiin asettelu ja muotokieli kohdalleen, johon tarkastettavat kohdat voitiin täyttää. LVI-valvojan valvottavien katselmusten, tarkastusten sekä asennus- ja laadunvarmistustoimenpiteiden listaus aloitettiin pohtimalla, mitkä kaikki järjestelmät ja asennukset kuuluvat tavanomaisesti hankkeiden LVI-valvonnan sisältöön. Seuraavat asiakohdat sisällytettiin jokainen omaksi välilehdekseen työmaan LVI-valvonnan tarkastusasiakirjaan

- aloitus
- jätevesi
- sadevesi
- käyttövesi
- ilmastointi
- lämmitys
- jäähdytys
- kylmä

- SPR
- kaasuu
- vastaanotto

Rakennushankkeiden LVI-valvonnan toimeksiannoissa on niiden aloitukseen liittyen asioita, jotka toistuvat lähes poikkeuksetta jokaisessa hankkeessa. Valvonnan toimeksiannosta tehdyn sopimuksen jälkeen on erilaisia käytännön toimintamalleja, jotka tulee käydä tilaajan kanssa läpi. Näitä asioita ei myöskään käsitellä riittävän tarkasti Talotekniikan työmaavalvonnan tehtäväluettelon ohjekortissa. Tähän liittyen on tarkastusasiakirjaan lisätty aloitus -välilehdelle käytäntöön ja kokemuksiin perustuen erilaisia tilaajan kanssa käsiteltäviä valvonnan suorittamiseen liittyviä tarkastuskohtia. Näiden tarkastuskohtien lisäksi samalle välilehdelle on listattuna suunnitelmien tarkastukset, rakentamisen aloitukseen liittyvien toimenpiteiden tarkastukset sekä rakentamisen aloitukseen liittyvien asiakirjojen tarkastukset. Myös nämä tarkastuskohdat pohjautuvat aiempien valvontatoimeksiantojen mukaisesti kokemuksiin sekä aiemmin tässä työssä käsiteltyihin laadunvarmistusprosessin ohjekortteihin.

Aloitus -välilehden lisäksi varsinaisen työmaan rakentamisen aikaisen valvonnan toteuttamisen tueksi on tarkastusasiakirjaan lisättyjen LVI-järjestelmien välilehtien alle mietitty tyypillisimmät ja yleisesti LVI-valvonnassa huomioitavat tarkastusten osa-alueet, jotka ovat laite- ja materiaalihyväksynät, lähtötiedot, malliasennukset, asennustyöt sekä laadunvarmistus. Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelo sekä Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely RT-ohjekortteja tukena käyttäen on näiden osa-alueiden alle lisätty yksityiskohtaisempia valvonnan tarkastuksia, joita on täydennetty myös omien käytännön kokemusten sekä yrityksen aiempien valvonnan toimeksiantojen perusteella.

Viimeiseksi kohdaksi on tarkastusasiakirjaan lisätty välilehti vastaanottovaihetta varten. Tämän opinnäytetyön kirjallisuustutkimuksessa on käsitelty laajemmin rakennushankkeen vastaanottovaiheen laadunvarmistus- ja valvontatoimenpiteitä, jonka pohjalta on tälle välilehdelle laadittu kohdat eri tarkastuksille ja toimenpiteille. Nämä kohdat ovat nimetty seuraavasti

- käyttöönottovaihetta edeltävät

- käyttöönottovaihe
- dokumentaation tarkastukset ja luovutusasiakirjat

Käyttöönottovaihetta edeltävät valvonnan tarkastukset keskittyvät urakoitsijoiden oman työn tarkastuksiin, laite ja asennustapatarkastuksiin sekä urakoitsijoiden toimintatarkastuksiin. Käyttöönottovaihe sisältää rakennuttajan ja viranomaisten tarkastukset sekä järjestelmien koekäyttöihin liittyvät tarkastukset. Viimeisessä kohdassa on listattuna vastaanoton ja kohteen luovutuksen edellyttämät dokumenttien laadinnat sekä niihin liittyvät toimenpiteet, kuten esimerkiksi käytön opastukset.

LVI-valvonnan tarkastusasiakirja.xlsx

YRITYKSEN LOGO	KOHDET IEDOT XXX KOHDET IEDOT XXX KOHDET IEDOT XXX	LVI-VALVONNAN TARKISTUSLISTA ILH ANVAIHTO TARKASTAJA: VALVOJA XXX XXX	LAADITTU: _____.____.2020 PÄIVITETTY: _____.____.2020
-----------------------	--	---	--

POSITIO	TARKASTUSKOHDE	TARKASTUS PVM.	HYVÄKSYNTÄ PVM.	HUOMIOT
	Laite- ja materiaalihyväksynät			
	Dyoreat kanavistot ja varusteet			
	Käntökanavistot			
	Ilmanvaihtokoneet			
	Sälekit			
	Ilmaspuhallushajottajat			
	Ilmanotokatkot			
	Äänvaimentimet			
	Pöytälaakkeet			
	Säätöpellit			
	Pölo- ja savunhallintapellit			
	Sulkupellit			
	Huhalimet			
	Savunpoistopuhallimet			
	Ohvierhot			
	Kiertolimaksojeat			
	Kiinnitys- ja kannakointimateriaalit			
	Muut:			
	Lähtöbedot			
	Laitteiden sähköbedot			
	Urakoitsijan työsuunnitelmat			
	Muut:			
	Malliasennukset			
	Kannakointi			
	Kanavan asennus ja haaroitus			
	TV-kone taajuusmuuttajineen			
	Ohvierho			
	Pöistölmapuhallin			
	Suuntapöine/Savunpoistopuhallin			

KUVA 1. Osa LVI-valvonnan tarkastusasiakirjaa

Laaditun tarkastusasiakirjan tarkoituksena on työmaan rakennusaikaisten LVI-valvojan tehtävien helpompi toistettavuus ja suoritettavuus eri hankkeiden välillä. Laaditut lomakkeet toimivat valvojille eräänlaisina muistilistoina suoritettavista toimenpiteistä ja listat ovat helposti muokattavissa eri hankkeisiin soveltuviksi. Tarkastusasiakirjaan on pyritty listaamaan hankkeiden LVI-tekniisiin järjestelmiin

yleisimmin kohdistuvat tarkastuskohdat sekä -toimenpiteet. Harvemmin valvottavia LVI-järjestelmiä ei nähty tarpeen huomioitavaksi tässä työkalussa.

5.3.3 RAU-toimintakokeiden tarkastusasiakirjat

Yhtenä valvonnan toimeksiantona oli yhteistyöyrityksellä käynnissä erään laajan monitoimikeskuksen rakennusaikainen valvonta- ja asiantuntijatehtävät. Kyseinen hanke oli osa sijaintikuntansa kehittämishanketta ja tässä projektissa tilaajalla oli tahtotilana varmistua laajalti kiinteistön ja sen eri osien toimivuudesta luovutusvaiheesta lähtien. Tässä hankkeessa oli mahdollista luoda rakennusautomaation toimintakokeiden tarkastusasiakirjat osana projektia ja jalostaa niitä jatkokehityksellä osaksi yrityksen rakennusautomaatiovalvonnan toiminnanohjausta. Myös rakennusautomaation toimintakokeiden tarkastusasiakirjoille oli tavoitteena niiden helppo käytettävyys sekä tietokoneella, mobiililaitteilla että käsin täytettynä. Asiakirjojen haluttiin olevan myös helposti muokattavissa eri kohteisiin soveltuviksi, joten nämäkin dokumentit laadittiin Excel-tiedostomuotoon.

5.3.4 RAU-toimintakokeiden tarkastusasiakirjojen rakenne

Vastaavasti kuten LVI-valvonnan tarkastusasiakirjoihinkin lomakkeisiin laadittiin täytettävät kohdat perustiedoille, kuten kohdetiedoille ja päivämäärälle. Näiden lisäksi pystytään lisäämään tarkastettavan laitteen tai järjestelmän tunnus ja vaikutusalue, tarkastajien tiedot sekä muiden toimintakokeisiin osallistuvien tiedot. Ylätunnisteeseen tallentuu automaattisesti tiedostonimi, joka tässä tapauksessa oli automaation suunnitelman kuvatunnus sekä suunnitelman sisällön mukainen järjestelmätunnus.

Kyseisen hankkeen rakennusautomaation suunnitelmien ja säätökaavioiden pohjalta tehtiin yhdeksän erilaista tarkastusasiakirjojen pohjaa, jotka käsittelevät seuraavia tarkastuskohteita

- toimintakokeiden aloituksen edellytykset
- erillispisteet
- huonesäädöt

- lämmityskeskukset
- mittaroinnit
- palopellit
- radonin poistojärjestelmät
- savunpoistojärjestelmät
- sprinklerijärjestelmät
- sulanapitojärjestelmät
- ilmastointikoneet
- vakiopainesäätimet

Näitä pohjia muokkaamalla hankkeen toimintakokeita varten laadittiin kaiken kaikkiaan 63 eri tarkastusasiakirjaa. Tarkastettavia kohtia ovat esimerkiksi sää-
tökaavioiden toimintaselostusten mukaiset toiminnot, säädöt, hälytykset ja niiden
raja-arvot (kuva 2). Osassa tarkastusasiakirjoja on listattuna myös kyseisten jär-
jestelmien yksittäiset laitteet, toimintakokeiden sujuvoittamiseksi. Myös huone-
säättöluettelo laadittiin toimintakokeiden tarkastuksia paremmin palvelevaksi do-
kumentiksi.

KUVATUNNUS XXX - JÄRJESTELMÄTUNNUS XXX																																													
YRITYKSEN LOGO	VASTAAN- JA KÄYTTÖÖNOTTO PVM. _____.____.2020 KOHTIEN TIEDOT XXX KOHTIEN TIEDOT XXX KOHTIEN TIEDOT XXX																																												
TOIMINTAKOE	Tarkastaja: TARKASTAJA XXX XXX TARKASTAJA XXX XXX																																												
Laite: LAITETUNNUS XXX Vaikutusalue: VAIKUTUSALUE XXX	Läsnä: OSALLISTUJA XXX XXX OSALLISTUJA XXX XXX																																												
KÄYTTÖ	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>OK</th> <th>EI OK</th> <th>HUOM:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.1 Käyntiaikaohjelmat laadittu, joissa väh. viisi aikakanavaa</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.2 Kanavapaineiden asetusarvot aseteltavissa</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.3 PF02 käyntitehot ja aikaohjelmat ohjelmoitu ja asetusarvot aseteltavissa</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.4 PF02 jatkoaikakäyttö suurelle teholle käynnistettävissä ajastimella KS20</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.5 PF02 jatkoaikakäytön merkkilamppu ML20 toiminnassa</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.6 PF02 käytössä suurella teholla myös tuloilmakone käy suurella teholla</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.7 Läsnäolokäyttö (OE20-nnnn) ohjelmoitu ja aseteltavissa</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.8 Ilmanlaotuskäyttö (QE20-nnnn) ohjelmoitu ja aseteltavissa</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.9 Ytuuletuskäyttö ohjelmoitu ja aseteltavissa (klo. 01 - 06)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.10 Ilmapeltien ja toimimoottoreiden rajoitukset/asennot aseteltu</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		OK	EI OK	HUOM:	1.1 Käyntiaikaohjelmat laadittu, joissa väh. viisi aikakanavaa				1.2 Kanavapaineiden asetusarvot aseteltavissa				1.3 PF02 käyntitehot ja aikaohjelmat ohjelmoitu ja asetusarvot aseteltavissa				1.4 PF02 jatkoaikakäyttö suurelle teholle käynnistettävissä ajastimella KS20				1.5 PF02 jatkoaikakäytön merkkilamppu ML20 toiminnassa				1.6 PF02 käytössä suurella teholla myös tuloilmakone käy suurella teholla				1.7 Läsnäolokäyttö (OE20-nnnn) ohjelmoitu ja aseteltavissa				1.8 Ilmanlaotuskäyttö (QE20-nnnn) ohjelmoitu ja aseteltavissa				1.9 Ytuuletuskäyttö ohjelmoitu ja aseteltavissa (klo. 01 - 06)				1.10 Ilmapeltien ja toimimoottoreiden rajoitukset/asennot aseteltu			
	OK	EI OK	HUOM:																																										
1.1 Käyntiaikaohjelmat laadittu, joissa väh. viisi aikakanavaa																																													
1.2 Kanavapaineiden asetusarvot aseteltavissa																																													
1.3 PF02 käyntitehot ja aikaohjelmat ohjelmoitu ja asetusarvot aseteltavissa																																													
1.4 PF02 jatkoaikakäyttö suurelle teholle käynnistettävissä ajastimella KS20																																													
1.5 PF02 jatkoaikakäytön merkkilamppu ML20 toiminnassa																																													
1.6 PF02 käytössä suurella teholla myös tuloilmakone käy suurella teholla																																													
1.7 Läsnäolokäyttö (OE20-nnnn) ohjelmoitu ja aseteltavissa																																													
1.8 Ilmanlaotuskäyttö (QE20-nnnn) ohjelmoitu ja aseteltavissa																																													
1.9 Ytuuletuskäyttö ohjelmoitu ja aseteltavissa (klo. 01 - 06)																																													
1.10 Ilmapeltien ja toimimoottoreiden rajoitukset/asennot aseteltu																																													
KÄYNTI- JA VAROTOIMINNOT	<table border="1"> <tbody> <tr><td>2.1 Puhaltimet TF01 ja PF01 käynnistyvät rinnan</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.2 Kiihdytys- ja hidastusajat ohjelmoitu ja aseteltavissa (myös PF02)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.3 PF02 voi käydä vain tuloilmakoneen ollessa käynnissä</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.4 Mikäli puhallin ei käynnisty, ohjataan muita puhaltimia minimi viestillä</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.5 PU40 pumppu käy jatkuvasti taajuusmuuttajalta asetetulla tuotolla</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.6 Koneen käytössä säätötoiminnot ohjaavat PU60 pumppun käyntiä</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.7 PU60 pumppun lämpötilaraja-arvot ja verryttelyohjelma ohjelmoitu</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.8 Raitis- ja poistoilmapeltien ohjaukset ohjelmoitu (käynnistysviive)</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	2.1 Puhaltimet TF01 ja PF01 käynnistyvät rinnan				2.2 Kiihdytys- ja hidastusajat ohjelmoitu ja aseteltavissa (myös PF02)				2.3 PF02 voi käydä vain tuloilmakoneen ollessa käynnissä				2.4 Mikäli puhallin ei käynnisty, ohjataan muita puhaltimia minimi viestillä				2.5 PU40 pumppu käy jatkuvasti taajuusmuuttajalta asetetulla tuotolla				2.6 Koneen käytössä säätötoiminnot ohjaavat PU60 pumppun käyntiä				2.7 PU60 pumppun lämpötilaraja-arvot ja verryttelyohjelma ohjelmoitu				2.8 Raitis- ja poistoilmapeltien ohjaukset ohjelmoitu (käynnistysviive)															
2.1 Puhaltimet TF01 ja PF01 käynnistyvät rinnan																																													
2.2 Kiihdytys- ja hidastusajat ohjelmoitu ja aseteltavissa (myös PF02)																																													
2.3 PF02 voi käydä vain tuloilmakoneen ollessa käynnissä																																													
2.4 Mikäli puhallin ei käynnisty, ohjataan muita puhaltimia minimi viestillä																																													
2.5 PU40 pumppu käy jatkuvasti taajuusmuuttajalta asetetulla tuotolla																																													
2.6 Koneen käytössä säätötoiminnot ohjaavat PU60 pumppun käyntiä																																													
2.7 PU60 pumppun lämpötilaraja-arvot ja verryttelyohjelma ohjelmoitu																																													
2.8 Raitis- ja poistoilmapeltien ohjaukset ohjelmoitu (käynnistysviive)																																													

KUVA 2. Osa ilmanvaihtokoneen toimintakokeiden tarkastusasiakirjaa

5.4 Kehittämistyön tulokset

5.4.1 LVI-valvonnan tarkastusasiakirja

Tässä työssä yritykselle laaditun LVI-valvonnan tarkastusasiakirjan laadinnassa on pyritty ottamaan huomioon koko rakennusaikainen laadunvarmistusprosessi. Tämä asiakirja onnistuttiin laatimaan niin että se tukee valvonnan päätavoitteiden täyttymistä, eli tuotantolaadun sopimuksenmukaisuutta, aikataulua, kustannusarviota sekä virheiden ennaltaehkäisyä. Tulee huomioida, että pelkästään laaditun asiakirjan mukaisten toimenpiteiden ja tarkastusten suorittaminen ei täytä vaadittavia LVI-valvonnan vaatimuksia. Laaditulla asiakirjalla on kuitenkin mahdollisuus tehostaa ja yhtenäistää yrityksen toimintamallia, mikä oli tämän kehittämistyön tavoitteena. Tämän opinnäytetyön kirjoittamisen aikana ei LVI-valvonnan asiakirjaa ollut mahdollista ottaa vielä tuotannolliseen käyttöön, minkä vuoksi käytännön ilmi tuomia kehitysehdotuksia ei ole asiakirjan osalta saatu.

Rakenteellisesti on tarkastusasiakirja luotu selkeäksi ja helposti muokattavaksi sekä jatkojalostettavaksi. Kun asiakirjan aloituksen välilehdelle listatut tarkastukset on rakennushankkeen alussa otettu huomioon, on projektin LVI-valvonnan ja aloittamiselle hyvät edellytykset. Järjestelmille laadittujen välilehtien tarkastukset toteuttamalla voidaan valvonnan tavoitteiden osalta pääosin varmistua teknisen toteutuksen tuotantolaadun sopimuksenmukaisuuden täyttymisestä, niiden järjestelmien osalta, joita tässä tarkastusasiakirjassa käsitellään. Laadittua asiakirjaa käyttämällä ei teknisen toteutuksen pistokoeluontoinen valvonta tule täyteen, mikä on jatkuvaa ja aina työmaakäyntien yhteydessä suoritettavaa talotekniikan töiden laadunvarmistusta. Tämä tulee ottaa huomioon valvonnan tarkastusasiakirjaa hyödynnettäessä. Vastaanottovaiheen välilehteä käytettäessä tulee huomioida valvonnan toimeksiannon laajuus ja roolitus. Kyseinen välilehti käsittelee laajalti vastaanoton ja luovutusvaiheen edellyttämiä toimenpiteitä, mutta nämä eivät välttämättä jokaisessa hankkeessa kuulu LVI-valvojan vastualueeseen.

5.4.2 RAU-toimintakokeiden tarkastusasiakirjat

Rakennusautomaation toimintakokeiden tarkastusasiakirjojen tarkoituksena on helpottaa eri rakennushankkeiden toimintakokeiden läpiviemistä ja niiden suorituksen valvontaa. Laaditut tarkastuslomakkeet toimivat, kuten LVI-valvonnan tarkastusasiakirjatkin, muistilistoina rakennusautomaation valvojan toimintakokeissa tarkastettavista asioista ja toiminnoista. Toisin kuin laaditut LVI-valvonnan asiakirjat, nämä eivät toimi työmaan asennusaikaista valvontaa palvelevina tarkastuslistoina.

Rakennusautomaation tarkastuslistat oli mahdollista luoda käynnissä olevalle rakennushankkeelle, jossa yhteistyöyrityksellä oli eri osa-alueiden valvonnasta toimeksianto. Laaditut tarkastusasiakirjat todettiin hankkeessa toimiviksi ja selvästi edistävän toimintakokeiden tarkastuksia ja läpivientiä. Asiakirjoja käytettiin hankkeessa kahden eri valvojan toimesta toimintakokeiden suorittamiseksi sekä paperisena että tietokonetta apuna käyttäen. Asiakirjat on laadittu kyseisen hankkeen rakennusautomaatiosuunnitelmien pohjalta, jonka vuoksi ne olivat hyvinkin tarkoituksenomaiset juuri tähän hankkeeseen, mutta niiden sujuva muokattavuus seuraavia hankkeita varten herätti kysymyksiä. Tätä muokattavuutta ei ole vielä päästy todentamaan muissa rakennusautomaation valvonnan toimeksiannoissa, joten sen osalta voi esiintyä mahdollisia tarpeita jatkokehitykselle.

6 POHDINTA

Suomessa tällä hetkellä käynnissä olevan maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistuksen yhtenä tavoitteena on sääntelyn keventäminen, mikä tekee rakentamisen ohjauksesta ja valvonnasta entistä haastavampaa. Uudistuksen myötä on esimerkiksi rakennusvalvontaviranomaisten sekä rakennushankkeisiin ryhtyvien vastuun määrä aiempaa suurempi rakennushankkeiden toteuttamisessa. Kevenetyn sääntelyn myötä on kuitenkin Suomessa eri tahojen toimesta käynnissä useampia hankkeita, joissa pyritään kokoamaan ohjeistuksia sekä käytäntöjä säännösten soveltamisen tueksi. Näihin ohjeistuksiin ja käytäntöihin nojautuen on myös rakennustyömaalla toteutettavan valvontatyön tekeminen sujuvampaa.

Rakennustyömaan toteutuminen erinomaisesti on hyvinkin mahdollista myös ilman erillistä valvontaa, mutta varsinkin vaativissa kohteissa on valvontatyön rooli merkityksellinen ja tärkeä. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä ei välttämättä ole tarvittavaa osaamista eikä resursseja työmaan vaatiman valvonnan toteuttamiseksi. Tässä tapauksessa ulkopuolisen valvonnan avulla pystyy rakennushankkeeseen ryhtyvä täyttämään lain vaatimusten mukaisen perusvastuun ja huolehtimisvelvollisuutensa sekä varmistamaan myös työmaavalvonnan päätavoitteiden saavuttamisen hankkeessaan.

Opinnäytetyössä tehdyn kirjallisuustutkimuksen pohjalta saatiin tarkoituksenmukaisesti laaja käsitys tämän hetken LVI-alaan vaikuttavasta lainsäädännöstä ja sitä tukevista ohjeistuksista. Näitä ohjeistuksia apuna käyttäen pystyttiin muodostamaan myös kuva rakennushankkeissa tehtävistä käytännön valvontatoimenpiteistä ja laadunvarmistusprosessista, erityisesti LVI-tekniikan osalta. Rakennushankkeessa ei valvontatoimenpiteitä suoriteta pelkästään ulkopuolisen rakennuttajakonsultin toimesta, vaan valvonnan vastuut jakautuvat esimerkiksi rakennusvalvontaviranomaisen, rakennuttajan, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden sekä valvojien välillä. Tehdyn tutkimuksen myötä selkeytettiin myös käsitys näistä eri osapuolten vastuista ja rooleista rakennushankkeen valvontatoimenpiteisiin liittyen.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää ja tehostaa yhteistyöyrityksen talotekniikan LVIA-valvontaa. Ensimmäisenä yrityksen valvonnan toimintamalli käytiin läpi yhdessä esimiehen ja yrityksen valvontaa suorittavan henkilöstön kanssa. Tämän pohjalta tunnistettiin yrityksen valvonnan toimintamallin parannuskohdat, joita peilattiin kirjallisuustutkimuksen avulla muodostettuun kuvaan rakennushankkeissa tehtävästä valvonnan laadunvarmistusprosessista. Tunnistettujen parannuskohtien kehittämiseksi laadittiin opinnäytetyössä työmaan LVIA-valvontaa varten tarkastusasiakirjat, joita hyödyntämällä valvonnan toteutus, seuranta sekä dokumentointi eri hankkeiden välillä on yhtenäisempää ja helpommin toistettavissa.

Opinnäytetyössä onnistuttiin laatimaan tunnistettujen parannuskohtien kehittämiseksi hyvin soveltuvat sekä helposti eri hankkeisiin muokattavissa olevat valvonnan tarkastuslomakkeet. Rakennusautomaation toimintakokeiden tarkastusasiakirjoista on saatu myös käytännön kokemusta käynnissä olleen monitoimikeskuksen rakennus- ja valvontatehtävissä ja niiden soveltuvuus tarkoitukseensa on todettu erittäin hyvin onnistuneeksi. LVI-valvonnan tarkastusasiakirjaa ei ehditty tämän työn aikana ottamaan käyttöön, joten saavutettuja hyötyjä sekä mahdollisia kehitystarpeita ei ehditty käytännön osalta kartoittamaan.

Jatkokehityksenä näitä laadittuja asiakirjoja on mahdollista laajentaa palvelemaan yhä useampaa eri järjestelmää LVIA-talotekniikan osalta ja vastaavat dokumentit on mahdollista laatia myös sähkötekniikan työmaa-aikaista valvontaa varten. Lisäksi tämän opinnäytetyön kirjallisuustutkimuksen ja teoriaosuuden pohjalta on mahdollista laatia vastaava tarkempi ohjeistus myös talotekniikan vastaanottomenettelyä varten.

LÄHTEET

Edilex. Rakentamismääräykset. Päivitetty 10.3.2020. Luettu 29.5.2020. <https://www.edilex.fi/rakentamismaaraykset#d>

Junnonen, J-M. 2012. Työmaavalvojan vastuut ja tehtävät. Rakentajain kalenteri 2012. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy ja Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry. Luettu 5.8.2020.

Kankainen, J. & Kuoppamäki, A. 1999. Urakan työmaavalvonta. Teknillinen korkeakoulu. Rakentamistalous. Julkaisu R177.

Kalliomäki P. 2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Perustelumuistio. Ympäristöministeriö.

Kalliomäki P. 2019. Ympäristöministeriön asetus rakennusten jätevesilaitteistoihin tarkoitettujen lattiakaivojen olennaisista teknisistä vaatimuksista. Perustelumuistio. Ympäristöministeriö.

Kauko K. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Perustelumuistio. Ympäristöministeriö.

Maankäyttö- ja rakennusasetus. 10.9.1999/895.

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 5.2.1999/132.

Rakennustieto Oy. n.d. LVI-kortiston sisältö. Luettu 12.6.2020. <https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/lvi/sisalto.html>

Rakennustieto Oy. n.d. TalotekniikkaRYL-päivitystyö etenee!. Luettu 12.6.2020. <https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/ryl/talotekniikkaryl.html>

Rakennustietosäätiö RTS, LVI-keskusliitto ry & Sähkötieto ry. 2003. TalotekniikkaRYL 2002. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002. Osa 1. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11284. 2017. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18. Rakennustieto Oy. Luettu 26.6.2020.

RT 10-11290. 2017. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. Rakennustieto Oy. Luettu 26.6.2020.

RT 10-11301. 2018. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Prosessikuvaus. Rakennustieto Oy. Luettu 26.6.2020.

RT 10-11302. 2018. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Tehtävät ja dokumentointi. Rakennustieto Oy. Luettu 26.6.2020.

RT 103171. 2019 Talonrakennustöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelo. Rakennustieto Oy. Luettu 26.6.2020.

RT 103172. 2019. Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelo. Rakennustieto Oy. Luettu 5.8.2020.

RT YM1-21636. 2015. Ympäristöministeriön asetus rakentamisen valvonnasta ja teknisestä tarkastuksesta annetun ympäristöministeriön asetuksen kumoamisesta. Rakennustieto Oy. Luettu 26.6.2020.

RT YM2-21644. 2015. Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta. Rakennustieto Oy. Luettu 26.6.2020.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. ISO 9001:2015 Laadunhallinta. Luettu 24.9.2020. https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tuotteet_valokej-lassa/iso_9000_laadunhallinta/iso_9001_2015

Talteka ry. Talotekniikkainfo. 2020. Luettu 29.5.2020. <https://www.talotekniikkainfo.fi/yllapito>

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738.

Ympäristöministeriö. Kumotut rakentamismääräykset. Päivitetty 22.2.2019. Luettu 29.5.2020. https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut

Ympäristöministeriö. n.d. Maankäyttö- ja rakennuslaki uudistuu. Luettu 22.5.2020. <https://mrluudistus.fi/tietoa-lakiuudistuksesta/>

Ympäristöministeriö. Rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoja koskevat määräykset uuteen asetukseen. Julkaistu 22.12.2017. Luettu 29.5.2020. [https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Rakennusten_vesi_ja_viemarilaitteistoja_\(45503\)](https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Rakennusten_vesi_ja_viemarilaitteistoja_(45503))

Ympäristöministeriö. Rakentamisen ohjaus – tavoitteena laadukas rakennettu ympäristö. Päivitetty 5.12.2018. Luettu 22.5.2020. https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus

Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Päivitetty 23.5.2019. Luettu 24.5.2020. <https://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>