

Arttu Leinonen

# Talotekniikan laadunvarmistuksen dokumentointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinööriytyö

13.3.2017

Tekijä Otsikko	Arttu Leinonen Talotekniikan laadunvarmistuksen dokumentointi
Sivumäärä Aika	34 sivua + 3 liitettä 13.3.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI, tuotantopainotteinen
Ohjaajat	laatu- ja ympäristöpäällikkö Joonas Saikkonen rakennuspäällikkö Juha Mikkonen talotekniikkapäällikkö Jari Toikka lehtori Jyrki Viranko
<p>Insinööriyön tavoitteena oli kehittää yrityksen talotekniikkaa koskevien töiden laadunvarmistuksen dokumentointia ja siihen liittyviä toimintamenettelyitä. Yrityksen talotekniikkaosastolle ei ollut määritelty yhtenäisiä toimintatapoja erilaisten työvaiheiden tarkastuksien tekemiseen ja dokumentointiin. Näiden ohella yritys haluaa parantaa laadunvarmistuksen kokonaisuuden hallintaa ottamalla käyttöön tarkastusasiakirjan, johon on listattu mahdollisimman kattavasti rakennustyönaikaisia, talotekniikkaa koskevia laadunvarmistustoimenpiteitä.</p> <p>Laadunvarmistuksen oleellimmat puutteet tunnistettiin haastattelemalla yrityksen talotekniikka-asiantuntijoita. Tärkeänä havaintona oli, että tarkastuksien pohjalta luodut dokumentit ovat olleet usein sisällöltään ja laadultaan epäyhtenäisiä sekä joskus myös vajavaisia, antaen näin ollen kuvan puutteellisesta laadunvarmistuksesta yrityksestä ulospäin. Lisäksi dokumenttien tallentamisesta yrityksen toimintajärjestelmään ei ollut yhteistä ohjetta, joten asiakirjat ovat olleet kansioissa hajallaan ja niiden palauttaminen on ollut hidasta ja vaivalloista.</p> <p>Lopputuloksena saatiin tunnistettujen kehittämisalueiden pohjalta luotua toimintatavat, joiden avulla taloteknisten töiden laadun varmistaminen ja dokumentointi olisi tehokasta ja samankaltaista hankkeiden eroavaisuuksista riippumatta. Työvaiheiden tarkastuksia varten talotekniikka-asiantuntijoiden käyttöön koottiin tarkastuskortisto, jonka avulla heidän työskentely olisi tehokkaampaa. Lisäksi luotiin taloteknisiä töitä koskeva tarkastusasiakirja, joka sisältää kattavan listauksen rakennusvaiheen toimenpiteistä, joihin tulee kiinnittää huomiota hyvän laadun saavuttamiseksi. Talotekniikan tarkastusasiakirja luotiin yhteistyössä toisen insinööriopiskelijan kanssa.</p> <p>Työ toimii hyvänä alkuna laadunvarmistuksen tehokkaammalle toteutukselle ja hallinnalle. Kuitenkin toimintatapojen ollessa yrityksen sisällä uusia täytyy kokonaisuuden toimivuutta testata käytännössä, jolloin voidaan tarkemmin määritellä niiden todellinen hyöty ja kehittämismahdollisuudet.</p>	
Avainsanat	laadunvarmistus, tarkastusasiakirja, tarkastus, dokumentointi, talotekniikka

Author Title	Arttu Leinonen Documentation of quality assurance in building services
Number of Pages Date	34 pages + 3 appendices 13 March 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Production Orientation
Instructors	Joonas Saikkonen, Quality and Environment Manager Juha Mikkonen, Building Manager Jari Toikka, Building Services Manager Jyrki Viranko, Lecturer
<p>The goal of this final year project was to improve the quality assurance in building services in a company with no unified policy for everyday quality assurance procedures. In interviews it was found out that occasionally, the installation check-up documents lacked essential information and the company did not have a guideline for filing the documents in the project management system. Therefore, the documents were at times scattered around in the project folders which made the retrieval of them difficult. Furthermore, the company wanted to enhance its quality management by deploying an auditing document to clarify the quality assurance procedures done during a project.</p> <p>The improvements were done by gathering and enhancing the existing procedures, documents and methods used to guarantee the satisfaction of the customer and assure a good quality of the project. The result of the project is an auditing document that serves as a checklist for construction work. It contains a comprehensive list of all the quality assurance procedures that should be remembered when building heating, ventilation and air conditioning systems. Also, a guideline was created for storing the inspection sheets into the project management system. The project serves as a good start for better quality assurance.</p>	
Keywords	quality assurance, building services, auditing, construction

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Laatu	2
2.1	Laadun käsite	2
2.2	Miten laatua tuotetaan?	3
3	Yrityksen toimintajärjestelmä	4
3.1	Tarjoustoiminta	5
3.2	Rakentamisen valmistelu	5
3.3	Rakentaminen	6
3.4	Toistuva tehtävänohjaus	6
3.5	Viimeistely ja käyttöönotto	7
3.6	Käyttö ja ylläpito	7
4	Lait, määräykset ja ohjeistukset	7
4.1	Rakentamiseen kohdistuvat lait	7
4.2	Maankäyttö- ja rakennuslaki	8
4.3	Suomen rakentamismääräyskokoelma	8
4.4	Tarkastusasiakirja	9
5	Talotekniikan laadunvarmistuksen dokumentointi	10
5.1	Laadunvarmistuksen ongelmat	10
5.2	Laadunvarmistusmatriisi	11
5.3	Tarkastusasiakirjan kehittäminen	12
5.4	Käytäntöjen kehittäminen	16
5.4.1	Työmaan aloituskokous	16
5.4.2	Aloituspalaveri	17
5.4.3	Malliasennuskatselmus	19
5.5	Tarkastustoimenpiteet	19
5.5.1	Laite- ja asennustapatarkastukset	20
5.5.2	Peittyvät tarkastukset	22
5.5.3	Kannakointi	23
5.5.4	Painekokeet	25
5.5.5	Huuhtelut	27

5.5.6	Toimintakokeet	29
5.5.7	Mittaukset ja säädöt	29
5.6	Tarkastuspöytäkirjat ja tarkastuksien dokumentointi	30
5.7	Tarkastusasiakirjan käyttöohje	33
6	Yhteenveto	33
	Lähteet	35
	Liitteet	
Liite 1.	Painekoepöytäkirja	<b>Liite vain tilaajan käyttöön</b>
Liite 2.	Huuhtelupöytäkirja	<b>Liite vain tilaajan käyttöön</b>
Liite 3.	Malliasennuskatselmuspöytäkirja	<b>Liite vain tilaajan käyttöön</b>
Liite 4.	Tarkastusasiakirjan käyttöohje	<b>Liite vain tilaajan käyttöön</b>

## Lyhenteet

CE-merkintä	Valmistajan ilmoitus siitä, että tuote täyttää Euroopan Unionin sille asettamat vaatimukset
ISO	International Organization for Standardization. Kansainvälinen standardisoimisjärjestö
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki
NCC	Nordic Construction Company. Yksi pohjoismaiden suurimmista rakennusliikkeistä
RYL	Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
SRMK	Suomen rakentamismääräyskokoelma
YSE	Yleiset sopimusehdot

## 1 Johdanto

Insinööriyön tärkeimpänä tavoitteena oli yhtenäistää yrityksen talotekniikkaosaston laadunvarmistusmenettelyitä ja tarkastustoimenpiteistä syntyvien tarkastuspöytäkirjojen dokumentointitapoja. Tätä varten yrityksen käyttöön luotiin taloteknisten töiden tarkastusasiakirja, johon on koottu rakennustyöaikaiset laadunvarmistustoimenpiteet. Näille laadunvarmistustoimenpiteille luotiin tarkastuspöytäkirjapohjia sekä koottiin yhteen olemassa olevia tarkastusdokumenttipohjia, jotka olivat hajallaan yrityksen toimintajärjestelmässä. Lisäksi asiakirjoille luotiin ohjeistus siitä, kuinka ne tulee tallentaa, jotta niiden hakeminen toimintajärjestelmästä olisi vaivatonta ja yhdenmukaista.

Talotekniikka on nykypäivänä erittäin suuri tekijä rakennuksen suunnitellun toimivuuden kannalta, ja rakennusprojektissa onkin tärkeää pystyä osoittamaan asiakkaalle, että järjestelmät on rakennettu sovittujen laadunvarmistustoimenpiteiden ja vaatimusten mukaisesti ja että ne toimivat oikealla tavalla. Hyvällä laadunvarmistuksen dokumentaatiolla ja huolellisella arkistoinnilla voidaan mahdollistaa rakennusprojektin rakennustyönaikaisten tapahtumien tarkastelu jopa vuosia projektin luovutuksen jälkeen.

Työssä esitellään lyhyesti laadun käsite ja millaisena se tulisi ymmärtää, sekä kuinka laatua tuotetaan. Lisäksi tutustutaan yrityksen toimintajärjestelmän kohtiin, jotka nivoutuvat sen tuotantoon kohdistuviin toiminta-alueisiin.

Työ on tehty NCC Suomi Oy:lle talven 2016–2017 aikana. NCC-konserni on yksi Pohjois-Euroopan suurimmista ja johtavista yhtiöistä liiketoiminta-alueellaan, johon kuuluvat rakentaminen sekä kiinteistö- ja infrastruktuurikehittäminen. Koko konsernin liikevaihto oli vuonna 2015 noin 6,7 miljardia euroa, ja se työllisti n. 18 000 henkilöä. NCC:n kotimarkkina-alueena ovat Pohjoismaat, sekä sen toiminta koostuu mm. talonrakentamisesta, korjausrakentamisesta ja infrarakentamisesta. Lisäksi se tarjoaa rakentamisessa tarvittavia aineksia sekä teiden päällystys- ja kunnossapitopalveluita. [1.]

## 2 Laatu

### 2.1 Laadun käsite

Laatu voidaan käsitteenä tulkita hyvin laajasti ja subjektiivisesti. Jokainen voi mielessään pohtia: Kuinka hyvin tämä asia tai tarkasteltavana oleva kohde täyttää sille asetamani odotukset, tarpeet ja vaatimukset? Laatu on silloin hyvää, kun kaikki nämä ominaisuudet toteutuvat parhaalla mahdollisella tavalla. Yleisesti laatuun suhtaudutaan myönteisesti, sillä se kuvaa käsitteenä positiivisuutta ja onnistumista. [2.]

Laatu tulee myös ymmärtää kokonaisvaltaisempana, kuin että pelkkä lopputuote olisi virheetön ja toimiva. Laatu voidaan jakaa tuotteen tai palvelun laatuun, ja toiminnan eli prosessin laatuun. Tuotteen ja palvelun laatu on tekijä, jolla herätetään asiakkaan huomio ja vastataan tämän odotuksiin. Sen tärkeitä elementtejä ovat muun muassa

#### *Valmistuksen laatu*

- Vastaako tuote sille suunnittelussa asetettuja vaatimuksia?

#### *Suunnittelun laatu*

- Onko tuote suunniteltu niin, että se täyttää asiakkaan sille asettamat vaatimukset?

#### *Asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu*

- Onko asiakkaan saaman tuotteen laatu suhteessa sen odotettuun laatuun?

Toiminnan laadussa käsitys asiakkaasta laajentuu tarkoittamaan myös organisaation sisäisiä asiakkaita, kuten seuraavan työvaiheen suorittajaa tai muita prosessiin ja projektiin liittyviä henkilöitä. Toiminnan laatuun panostaminen onkin keskeinen asia yrityksen kilpailukyvyn kannalta. Kun yrityksen toiminta on laadukasta, sen toimintatavat ovat vakioituja ja tehokkaita, joten näin ollen laadukas toiminta parantaa tuottavuutta ja alentaa kustannuksia. [3, s. 9.]



Yrityksessä sen johto vastaa laatu politiikan toteuttamisesta ja siitä, että kaikille on luotu tarvittavat toimintaedellytykset laadukkaan toiminnan tuottamiselle. Johdon vastuulla on myös selvittää toimintaorganisaatiolle laadunparannuksen periaatteet, ohjata laadunparannusprosessia ja annettava palautetta henkilöstölle. Vastuu laadukkaan toiminnan kehittämistä ja sen toteutumisesta on kuitenkin koko henkilöstöllä; jokaisen tulisi ymmärtää asetettujen tavoitteiden merkitys sekä sitoutua niihin ja kokea ne kuin omakseen. Kun koko organisaatio ymmärtää laadun merkityksen ja sen mitä se pitää sisällään, ei huonoa laatua päästetä liikkeelle. [3, s. 9.]

## 2.2 Miten laatua tuotetaan?

Laadun tuottaminen alkaa asiakkaan tarpeiden selvittämisestä ja odotuksiin vastaamisesta. Tärkeää on tunnistaa, mitä asiakas haluaa ja saatujen tietojen pohjalta luoda oikeanlainen tuote, jossa kohtaavat laatu-, kustannus- ja aikatavoitteet [3, s.11].

Joissain rakennusprojekteissa, kuten vuokra-asuntoja tai -toimistotiloja rakennettaessa, laadun määrittely voi kuitenkin olla hankalaa, sillä lopputuotteen käyttäjä ei ole tarkalleen tiedossa. Näissä tilanteissa tuleekin panostaa eritoten rakennuksen muuntojoustavuuteen.

Rakennustöiden laadun yhtenä tärkeimpänä painopisteenä on valmistuksen laatu, johon sisältyy tuotantoprosessin ja valmiin lopputuotteen laatu. Tuotantoprosessin ja lopputuotteen laatu kytkeytyvät tiukasti toisiinsa, sillä vaatimukset täyttävä ja virheetön lopputuote saavutetaan parhaiten tekemällä asiat ns. kerralla oikein -periaatteella, jolla myös vältetään poikkeamien korjaustöistä aiheutuvia kustannuksia sekä parannetaan tuottavuutta. Edellytyksenä tällä on, että tehtävän työn laatuvaatimukset sekä siihen käytettävät menetelmät on käyty läpi työntekijöiden kanssa ennen työn aloittamista. [3, s. 11.]

Hankkeessa käytettävien suunnitelmien toteutettavuutta, toiminnan ja valmiin työn suunnitelmien mukaisuutta ja organisaation suorituskykyä tulee seurata ja ohjata koko projektin ajan. Kerättyä tietoa ja palautetta voidaan hyödyntää meneillään olevan sekä tulevaisuudessa alkavien rakennushankkeiden laadun parantamiseksi tallentamalla tieto yrityksen laatu- ja toimintajärjestelmään. [3, s. 11.]

### 3 Yrityksen toimintajärjestelmä

NCC haluaa tuottaa asiakkailleen laadukkaita tuotteita ja vastata heidän vaatimuksiin ja odotuksiin mahdollisimman tehokkaasti. Avuksi tähän yritys on luonut käyttöönsä toimintajärjestelmän. Toimintajärjestelmän periaatteena on, että siihen koostetaan yrityksen yhteisesti sovitut toimintatavat, joita kehitetään tulosvetoisesti, hyödyntäen palautteita ja arviointeja.

Toimintajärjestelmän sisältö koostuu toiminnan prosesseista ja niiden mittaamisesta sekä organisaation periaatteista, ja siihen on sisällytetty kuvaus siitä, miten toimintaa kehitetään. Yrityksen toimintajärjestelmässä on esitetty rakentamisen prosessit ja sinne tallennetaan rakennusprojekteista syntyvät dokumentit, lomakkeet, mallit ja ohjeet, joiden avulla voidaan tarkastella, miten laatu yrityksessä syntyy ja miten sen toteutus on järjestetty. [4.]

NCC:n toimintajärjestelmä pohjautuu sertifioituun ISO 9001 -standardin mukaiseen laadunhallintajärjestelmään. ISO 9001 -standardi asettaa toimintajärjestelmälle vaatimuksia hyvin laajalti, joten tässä työssä esitetään vain sen yleiset vaatimukset. Yleisinä vaatimuksina on, että organisaatio luo itse, dokumentoi ja toteuttaa laadunhallintajärjestelmänsä sekä kehittää ja ylläpitää sitä jatkuvasti. Lisäksi organisaatio

- määrittää laadunhallintajärjestelmän prosessit, niiden järjestyksen ja keskinäisen vuorovaikutuksen sekä sen, kuinka niitä sovelletaan organisaatiossa
- määrittää ne kriteerit ja menetelmät, joilla varmistetaan prosessien toiminta ja ohjaus
- varmistaa, että prosessien toiminnan ja seurannan tueksi on saatavilla tarvittava määrä resursseja ja informaatiota
- mahdollisuuksien mukaan seuraa ja mittaa näitä prosesseja sekä analysoi niitä
- toteuttaa tarvittavat toimenpiteet suunniteltujen tulosten saavuttamiseen ja prosessien jatkuvaan parantamiseen. [5, s. 14.]

Rakennustöiden kannalta yrityksen toimintajärjestelmässä on esitetty sitä koskevat oleelliset asiat, jotka ovat tarjoustoiminta, rakentamisen valmistelu, itse rakennustyö, rakennuksen viimeistely ja käyttöönotto sekä käyttö- ja ylläpito.

### 3.1 Tarjoustoiminta

Tarjoustoiminnalla tarkoitetaan liiketoimintaprosessin, eli tässä tapauksessa rakennusurakoinnin, alkua tarjouspyyntöjen hankinnan kautta johtavaan urakkasopimuksen allekirjoittamiseen. Liiketoimintayksikkö luo sen tarjousstrategian pohjalta arvion, onko kohteesta kannattavaa tehdä tarjous vai kohdistuuko siihen joitain hallitsemattomia riskejä. Mikäli riskejä ei esiinny, voidaan tehdä tarjoustoiminnan aloituspäätös ja siirtyä tarjouslaskentavaiheeseen. [6.]

Tarjouslaskentavaiheessa liiketoimintayksikön johtaja kokoaa yhteen tarjouslaskentaan osallistuvat henkilöt, ja eri tarjouslaskentaa koskevat tehtävät jaetaan ja vastuutetaan näiden henkilöiden kesken. Lisäksi määritellään laskentaprosessin aikataulu tarjouspyynnön ja toimintajärjestelmässä olevien ohjeiden mukaisesti. [6.]

Kun tarjouslaskentavaihe on saatu päätökseen, tulee päättää, tehdäänkö tarjous. Yksikön johtaja vastaa siitä, että tarjous on yritykselle mahdollisimman riskitön ja kannattava. Jos tarjous katsotaan kannattavaksi tehdä ja se hyväksytään, voidaan siirtyä rakentamisen valmisteluun. [6.]

### 3.2 Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmistelun alussa luodaan tehtävästä projektista projektisuunnitelma, jossa on kuvattu, kuinka yrityksen toimintajärjestelmän toimenpiteitä sovelletaan kyseisessä projektissa. Projektisuunnitelmaan on koottu rakennusprojektin johtamiseen, laatuun, ympäristöön ja työturvallisuuteen liittyvät suunnittelu-, toteutus- ja valvontamenettelyt ja siinä on määritelty suunnitelmat ja toimenpiteet, joilla hankkeessa päästään sille asetettuihin tavoitteisiin. [6.]

Hankkeesta tehtävä projektisuunnitelma pohjautuu asiakkaan urakkasopimuksessa määrittämiin vaatimuksiin sekä yrityksen omiin toimintatapoihin ja kohteen tunnistettuihin riskeihin [6].

### 3.3 Rakentaminen

Rakentamisvaiheen, eli tuotantovaiheen, tavoitteena on toteuttaa kohde vastaamaan asiakkaan vaatimuksia tehtyjen suunnitelmien ja piirustusten mukaisesti. Työmaan ohjauksen toteuttaa tuotantojohto. Tarvittaessa tuotannon suunnitelmia päivitetään työmaan aikana ja niiden päivittämisestä vastaa työmaan johto. [6.]

Tuotantovaiheessa tapahtuu myös rakentamisen teknisen laadun varmistaminen, jota tässä insinööriyössä kehitetään. Teknistä laadunvarmistusta valvotaan ja ohjataan, ja sen toteutus tapahtuu toistuvan tehtävänohjauksen kautta. [6.]

### 3.4 Toistuva tehtävänohjaus

Toistuva tehtävänohjaus on yrityksen keskeinen laadunhallinnan väline, joka perustuu laadunhallinnan peruselementteihin. Näitä elementtejä sovelletaan rakentamiseen, joka sisältää komponentit:

- *Suunnittele*: tehtäväsuunnittelu ja aloituspalaverin suunnittelu
- *Sovi*: aloituspalaveri
- *Tarkista*: mallityöt, mittaukset, tarkastukset ja testit
- *Korjaa*: työn osavastaanotot ja vastaanotot.

Toimintajärjestelmässä on esitetty yrityksen menettelytapa ja ohjeistus jokaiselle eri toimenpiteelle. Tarkoituksena on, että kaikki merkittävät työkokonaisuudet johdetaan läpi tehtävät suunnittelu- ja ohjausprosessin mukaisesti. Huomiota tulee erityisesti kiinnittää tehtävän toimenpiteen dokumentointiin, joka tallennetaan yrityksen toimintajärjestelmään. [6.]

### 3.5 Viimeistely ja käyttöönotto

Työmaan viimeistely toteutetaan laatimalla viimeistelyohjelma, jolla työmaa varmistaa, että rakentamisessa saavutetaan haluttu sopimuksenmukainen laatu luovutusajankohdan mennessä. Sen sisältö koostuu viimeistelyaikataulun laatimisesta, jossa esitetään työmaan valmistumisjärjestys sekä tarkastus-, korjaus- ja jälkitarkastuksien aikataulu. Viimeistelyohjelmassa johdetaan myös tehtävät tarkastuskierrokset, jolloin havaitaan mahdolliset virheet, puutteet ja tekemättömät työt sekä suunnitellaan ja järjestetään näille tarvittavat korjaustoimenpiteet jälkitarkastuksineen. [6.]

Käyttöönotossa huolehditaan, että asiakkaan olisi mahdollisimman vaivatonta ottaa valmistunut tuote, eli rakennus, käyttöönsä. Tämä toteutetaan antamalla koulutusta käyttö- ja ylläpito henkilöstölle rakennuksen laitteistoihin, järjestämällä koulutusta ja opastusta rakennuksen käyttäjille sekä saattamalla luovutusaineisto kuntoon. Lisäksi tulee varmistua siitä, että rakennus ja sen järjestelmät toimivat moitteetta rakennusta luovutettaessa ja asiakkaan käytön alkaessa. [6.]

### 3.6 Käyttö ja ylläpito

Käytön ja ylläpidon vastuut toteutetaan sovittujen takuehtojen mukaisesti, jotka noudattavat useimmissa tapauksissa Yleisten sopimusehtojen 1998 (YSE 1998) mukaisia takuusopimuksia. Sen sisältö kuitenkin rajataan tästä työstä pois. Asiakkaan kanssa voidaan joissain tapauksissa myös sopia yllä- ja kunnossapitosopimus, mikäli se on kyseisen hankkeen kohdalla kannattavaa yritykselle. [6.]

## 4 Lait, määräykset ja ohjeistukset

### 4.1 Rakentamiseen kohdistuvat lait

Rakentamiseen kohdistuvia lakeja, määräyksiä ja ohjeistuksia noudattamalla saavutetaan rakennusprosessissa yleensä hyvä laatu. Suomessa rakentamista koskeva laki on maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL) 5.2.1999/132. Erilaisia teknisiä järjestelmiä koskevat tarkemmat määräykset ja ohjeistukset on kuvattu Suomen rakentamismääräyskoelmassa (SRMK).

Taloteknisiä töitä toteutettaessa ja suunniteltaessa voidaan lisäksi käyttää apuna Rakennustieto Oy:n julkaisemaa Talotekniikan rakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia (TalotekniikkaRYL) sekä LVI-kortistoa. Niihin on kuvattu talotekniikkaa koskevia ohjeistuksia kattavammin kuin MRL:iin ja SRMK:aan. Huomioitavaa kuitenkin on, että TalotekniikkaRYL:ssä ja LVI-kortistossa mainitut menettelytavat eivät ole velvoittavia, joten MRL ja SRMK asettuvat juridisesti sen yläpuolelle.

#### 4.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaki on laki, jonka tavoitteena on sen 1 §:n mukaan järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että se edistää kestävästä kehitystä ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurillisesti sekä luo edellytykset hyvälle elinympäristölle. Lisäksi sillä pyritään turvaamaan suunnittelun laatu ja vuorovaikutteisuus, asiantuntemuksen monipuolisuus, jokaisen osallistumismahdollisuus asioiden valmisteluun sekä tiedottamisen avoimuus käsiteltävinä olevissa asioissa. [7.]

Maankäyttö- ja rakennuslain sisältö koostuu maankäytön suunnittelun, kaavoituksen ja rakentamisen perussäännöksistä, lupamenettelystä ja viranomaisvalvonnasta sekä rakentamista koskevien yleisten edellytysten ja olennaisten teknisten vaatimusten määrittelyistä. [7.]

#### 4.3 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Maankäyttö- ja rakennuslain rakentamista koskevien kohtien täsmennetyt ohjeet ja säännökset on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Suomen rakentamismääräyskokoelma on jaoteltu useaan eri tekniseen osioon, ja taloteknisten järjestelmien kannalta sen olennaisimmat osat ovat:

- *C Eristykset*, jonka sisältö koostuu ääni-, meluntorjunta-, kosteus ja lämmöneristystä koskevista määräyksistä ja ohjeistuksista.
- *D LVI ja energiatalous*, jossa on esitetty rakennuksen LVI-laitteistoa ja energiataloutta koskevat määräykset ja ohjeistukset

Määräyksissä ja ohjeistuksissa on kuvattu ne toimintatavat ja menettelyt, joiden mukaan järjestelmät tulee suunnitella ja toteuttaa, ja kuvattu millaisia vaatimuksia niiden toimintoihin liittyy sekä sitä, kuinka kunkin järjestelmän kohdalla tulee toimia työsuoritusta tehtäessä.

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa esitetyt määräykset ovat velvoittavia ja sitovia. Annetut ohjeistukset eivät sen sijaan ole velvoittavia, vaan ne ovat esimerkkiratkaisuja, joita toimenpiteiden toteutukseen voidaan käyttää, mikäli se täyttää rakentamiselle asetetut vaatimukset. [8.]

Lähtökohtaisesti rakentamismääräyskokoelman määräykset koskevat vain uuden rakennuksen rakentamista, ja sen määräyksiä sovelletaan korjaus- ja muutostöitä tehtäessä vain siltä osin, mitä tehtävän toimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen tai sen osan mahdollisesti muutettava käyttötapa edellyttävät, ellei ko. määräyksissä toisin mainita. [8.]

#### 4.4 Tarkastusasiakirja

Maankäyttö- ja rakennuslain 150 f §:n vaatima tarkastusasiakirja on dokumentti, jota ylläpidetään rakennusprojektin ajan ja johon on merkattu projektin aikana tehtävät tarkastukset työlajeittain sekä niiden vastuuhenkilöt. Tarkastusasiakirjan tärkeimpänä tavoitteena on varmistua rakennussuorituksen sopimuksenmukaisuudesta.

Rakennustyön tarkastusasiakirjasta on määrätty maankäyttö- ja rakennuslain §:n 150. kohdassa f seuraavaa:

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennustyömaalla pidetään rakennustyön tarkastusasiakirjaa.

Rakennusluvassa tai aloituskokouksessa sovittujen rakennusvaiheiden vastuuhenkilöiden sekä työvaiheita tarkastaneiden on varmennettava tekemänsä tarkastukset rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

Tarkastusasiakirjaan on merkittävä myös perusteltu huomautus, jos rakennustyö poikkeaa rakentamista koskevista säännöksistä.

Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä tarkastusasiakirjan sisällöstä ja siihen tehtävistä merkinnöistä. [7.]

Tarkastusasiakirjan sisältö koostuu usein rakennuksen turvallisuuden, terveellisyyden ja pitkäaikaiskestävyyden näkökulmista tehtävistä tarkastuksista sekä kantavien rakenteiden toteuttamisen kannalta merkittävimmistä tarkastuksista. Lisäksi yleensä merkitään rakennustyön aikaiset kosteudenhallintaan ja kuivatukseen liittyvät varmistustavat ja tarkastukset. Merkinnot varmennetaan merkinnän tekijän allekirjoituksella, ja siihen tulisi myös sisällyttää tiedot merkinnän tekijästä ja sen ajankohdasta, tarkastuksen kohteesta ja rakennus- tai työvaiheen valmistumisesta. [9, s. 9.]

Tarkastusasiakirjaan tulisi myös merkata ne rakennusprojektin kannalta keskeiset asiat, joita valvomalla saavutetaan hyvän rakennustavan mukainen lopputulos. Hyvänä tavoitteena voidaan pitää, että tarkastusasiakirjaan merkattaisiin kaikki rakennustyön aikaiset toimenpiteet aloituksesta loppukatselmukseen saakka. [9, s. 10.]

Tarkastusasiakirjaa laadittaessa tulisi myös yhdessä urakoitsijan kanssa sopia, miten tarkastukset dokumentoidaan, mistä työlajeista tarkastuslistoja käytetään ja kuinka usein dokumentoitavia tarkastuksia tulee tehdä. Huomiota tulisi erityisesti kiinnittää työvaiheisiin ja -tehtäviin, joissa esiintyy riskialttiutta tai joissa tehdyt asennukset jäävät rakenteiden peittoon. [10.]

## **5 Talotekniikan laadunvarmistuksen dokumentointi**

### **5.1 Laadunvarmistuksen ongelmat**

Laadunvarmistuksen ongelmat yrityksessä ovat yleensä alkaneet jo rakentamisen valmisteluvaiheessa. Aliurakoitsijan kanssa käytävissä työvaiheiden aloituspalavereissa ei ole käyty asiakkaan laatuvaatimuksia tarpeeksi kattavasti läpi sekä tunnistettuja virheitä ja ongelmia haastavien työvaiheiden aikana ei ole tuotu riittävästi esille. Erillisiä suunnitelmakatselmuksia ei ole pidetty taloteknisten töiden osalta, joissa voitaisiin perehtyä laadittuihin suunnitelmiin ja tutkia, ovatko ne toteuttamiskelpoisia sekä liittykö niihin riskejä tai erityshuomioita.

Yrityksen talotekniikkaosastolla ei myöskään ole ollut käytettävissä spesifioitua tarkastusasiakirjaa, joka koskisi vain taloteknisiä töitä. Useissa NCC:n hankkeissa talotekniisiin töihin kohdistuvien tarkastusten osuus on hyvin suuri, mutta niissä käytössä olevien tarkastusasiakirjojen talotekniikkaa koskeva osuus suppea.



Asennustapatarkastuksissa ja malliasennuskatselmuksissa luotavat tarkastusdokumentit ovat olleet puutteellisia, eikä niistä ole käynyt selkeästi ilmi, mitä tilaisuudessa on katselmoitu. Katselmuksia tehdessä kerronta tapahtumien kulusta, siihen käytetyistä menetelmistä ja tehdyistä havainnoista on ollut niukkaa.

Taloteknisille järjestelmille on tehty erilaisia tarkastuksia ja koestuksia, mutta silti vahinkoja on päässyt syntymään, vaikka laatuvaatimukset ja asennukset on todettu oikeanlaisiksi. Useimmin esille nousseet puutteet ovat liittyneet putkistojen kannakointiin sekä järjestelmien painekokeisiin ja huuhteluihin. Etenkin painekokeista ja huuhteluista tehtävät tarkastuspöytäkirjat ovat olleet puutteellisia sisällöltään ja kerronnaltaan. Usein myös tarkastuksen suorittajana toimii työvaiheen aliurakoitsija, joiden laatimat tarkastuskortit eivät vastaa yrityksen laadunvarmistuksen vaatimuksia.

Yleisesti ottaen palaverieja, katselmuksia ja asennustarkastuksia pidettäessä niiden yksityiskohtainen dokumentointi on ollut haastavaa, eikä varsinaista toimintaohjetta dokumenttien luomisesta ja arkistoisesta ole ollut, joten toimintatavat ovat vaihdelleet suuresti käyttäjän ja projektin mukaan.

## 5.2 Laadunvarmistusmatriisi

NCC:llä on tällä hetkellä käytössään suurimmassa osassa sen projekteista laadunvarmistusmatriisi, jolla suunnitellaan työmaan työkokonaisuuksien laadun suunnittelu, ohjaus, valvonta ja todennus. Laadunvarmistusmatriisimenettelyssä työmaalla on vapaus määritellä nämä yllämainitut laadunohjaustoimenpiteet, mutta samalla se luo työmaalle vastuun näiden laadunohjaustoimenpiteiden riittävydestä. [6.]

Laadunvarmistusmatriisista ilmenee työmaan teknisen laadun, ajan ja talouden kannalta projektin merkittävimmät työkokonaisuudet. Näiden työkokonaisuuksien laadunohjaus toteutetaan suorittamalla seuraavat menettelyt:

- tehtäväsuunnitelma tai työvaihesuunnitelma
- työvaiheen aloituspalaveri
- mestan vastaanotto

- malliasennus- ja katselmus
- tarkastukset, mittaukset ja testit
- osavastaanotot, eli urakkasuorituksen tarkastukset
- vastaanottotarkastukset.

Laadunvarmistusmatriisiin merkattujen kokonaisuuksien suorittaminen dokumentoidaan pöytäkirjoihin, muistioihin, lomakkeisiin, piirustuksiin, rakennustyön tarkastusasiakirjaan tai vähintään merkintänä työmaapäiväkirjaan. [6.]

Laadunvarmistusmatriisin suurin puute on kuitenkin, että se sisältää vain toistuvaan tehtävänohjaukseen sisältyviä laadunvarmistusmenettelyitä. Projektin parissa työskentelevien henkilöiden, kuten itse urakoitsijan tai tilaajan, voi olla haastavaa hahmottaa, minkälaisien toimenpiteiden avulla laatu projektissa syntyy.

Tästä syystä osassa NCC:n projekteista on otettu käyttöön tarkastusasiakirja. Tarkastusasiakirjan vahvuus laadunvarmistusmatriisiin verrattuna on, että siinä on käsitelty myös rakentamisen valmisteluun, viimeistelyyn ja käyttöönottoon sekä huoltoon ja ylläpitoon liittyviä toimenpiteitä ja tehtäviä, kokonaisuuden varmistamisen ollessa näin huomattavasti kattavampi.

### 5.3 Tarkastusasiakirjan kehittäminen

Yrityksellä käytössään oleva tarkastusasiakirja (liite 1) pohjautuu Asuntokiinteistö- ja rakennuttajaliitto Oy:n (ASRA) laatimaan tarkastusasiakirjamalliin, johon on koottu valmiiksi pääosa rakennuskohteen dokumentoitavasta yhteisestä laadunvarmistuksesta toimenpiteittäin. Sen sisältöä muokataan tarpeenmukaisesti vastaamaan rakennuttajan urakkatarjouspyynnössä määrittelmiä ja edellyttämiä laadunvarmistustoimenpiteitä. Rakennusprojektin osapuolet, eli rakennuttaja ja urakoitsija, tarkentavat ja täydentävät tarkastusasiakirjan sisältöä yhteistyössä ja hyväksyvät sen ennen rakentamisen aloittamista. Tarkastusasiakirjaan on myös kirjattu rakennusvalvontaviranomaiselle ilmoitetut rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt, jotka allekirjoituksellaan hyväksyvät saaneensa tarkastustehtävät tiedoksi.

Tarkastusasiakirjaan on määritelty kunkin toimenpiteen toteuttaja ja se, ketkä osallistuvat kyseisen toimenpiteen suorittamiseen (kuva 1). Kun toimenpide on rakennustyön aikana saatu kokonaan valmiiksi hyväksytysti, kuittaa tarkastusasiakirjaan merkitty toimenpiteen vastuuhenkilö sen tehdyksi allekirjoituksellaan. Toimenpiteen hyväksyjä on pääsääntöisesti joku muu kuin toimenpiteen toteuttaja, yleensä kuitenkin valvoja tai joku suunnittelijoista. [11.]

Selitykset		Kvv = kvv-työnjohtaja aliu. = muu erikoisurakoitsija viranom. = viranom. tai laitos											v=vastaa	h=hyväksyy		
rakenn. = valvoja /rakennuttaja vast. = vastaava työnjohtaja													o=osallistuu			
Rakenn.	Urakoitsijat						Suunnitt.						viranom.	muu	Hyväksyntä	
	vast.	Kvv	IV	Säh	aliu.	ARK	RAK	LVI	SÄH	Geos	Vihers.	pvm			vastuuhenkilön allekirjoitus (merkitty harmaalla pohjalla)	
v	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o			
h	v	o	o	o												
h	v				o	o						o	o			
	v				o									naapurit		
	v											o				
h	v					o	o				o	o				
	v															
o	v					o	h	o	o					elem.s.		

Kuva 1. Toimenpiteiden vastuuhenkilöt. Kuvakaappaus ASRA:n tarkastusasiakirjasta.

Toimenpiteitä hyväksyttäessä vaaditaan MRL:n mukaan vain vastuuhenkilön allekirjoitus toimenpiteen suorituksesta. NCC:n käytäntönä on kuitenkin, että toimenpiteitä hyväksyessä luodaan pöytäkirja tarkastuksen liitteeksi, josta ilmenee tilaisuuden luonne (tarkastus, mittaus, katselmus, palaveri jne.) ja sitä koskevat muistiinpanot, kirjaukset tai tulokset.

ASRA:n laatima tarkastusasiakirjamalli on vapaasti ladattavana internetissä MS-Excel-pohjaisena dokumenttina.

NCC on ottanut tämän tarkastusasiakirjamallin käyttöönsä ja muokannut sitä projekti-kohtaisesti vastaamaan kunkin hankkeen tarpeita. Taloteknisen tarkastusasiakirjan kehittämisessä käytettiin näitä eri projektien käyttöön luotuja tarkastusasiakirjapohjia. Nämä tarkastusasiakirjapohjat koottiin yhteen dokumenttiin ja sitä muokattiin niin, että

se koskee laajuudeltaan vain LVI-järjestelmiä ja niihin kohdistuvia tarkastuksia. Samalla sen ulkoasua muokattiin selkeämmäksi ja toimenpiteet asetettiin kronologiseen järjestykseen.

25	G1	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT
26	01	Lämmitystöiden aloituspalaveri
27	02	Materiaalien ja laitteiden sekä koneiden hyväksyttämistaulukko (lämmitys)
28	03	Lämmitystöiden tehtäväsuunnitelmat
29	04	Lämmitysjärjestelmien mallit
30	05	Kirkkaiden putkien hitsausmallit
31	06	Lämmitysjärjestelmien painekokeet
32	07	Lämmitysjärjestelmien huuhtelut

**Kuva 2. Osa lämmitysjärjestelmiä koskevista laadunvarmistustoimenpiteistä. Kuvakaappaus yrityksen tarkastusasiakirjasta.**

Yrityksen käyttämään tarkastusasiakirjapohjaan on koottu erilaisia laadunvarmistustoimenpiteitä mahdollisimman kattavasti (kuva 2). Sitä käyttöönotettaessa tulee sen rakenne yksilöidä tilaajan kanssa sovittujen laadunvarmistustoimenpiteiden mukaisesti ja rakennusprojektin kannalta tarpeettomat toimenpiteet piilotetaan. Valmiiksi merkattujen toimenpiteiden numerointia ei kuitenkaan muuteta, vaikka dokumenttiin lisättäisiin tai sieltä poistettaisiin kohtia. Tällä varmistetaan, että tarkastusasiakirjan rakenne pysyy yhtenäisenä ja että toimenpiteiden haku olisi helppoa eri projektien välillä.

*Esim:* Kuvassa 2 näkyvä kohdan G1 Lämmitysjärjestelmät numero 02 Materiaalien ja laitteiden sekä koneiden hyväksyttämistaulukko. Kaikkien eri projektien välillä löytyy G1-kohdan numeron 02 alta tämä sama toimenpide.

Tarkastusasiakirjapohjaan on merkitty, millainen tehtävä kohdistuu kuhunkin toimenpiteeseen sitä tehtäessä, eli toimenpideluokka (kuva 3). Erilaisia toimenpideluokkia ovat

*Dokumenttien vastaanotto:* Erilaisten dokumenttien tarkastaminen ja hyväksyntä

*Katselmus:* Kertaluontoinen katselmustilaisuus, jossa osapuolet ovat yhtä aikaa paikalla

*Malli:* Osapuolien yhdessä arvioima materiaalmalli, tuotemalli tai tuotteen asennusmalli, joka hyväksytään ennen työn aloittamista

*Mittaus/koe:* Laadunvalvontakoe tai -mittaus, joka on määritelty urakka-asiakirjoissa

*Tarkastus:* Joko yleinen koko rakennuksen tms. tasolla tapahtuva tarkastus tai työkohteittain tapahtuva tarkastus.

Toimenpiteen vastuuhenkilö ja järjestäjä voi toimenpideluokan tarkastamalla varmistua, millainen on tilaisuuden luonne ja tehdä tarvittavat valmistelut sitä varten.

9	T90	No	Tehtävä toimenpide	Toimenpideluokka
10				
11				Kts. Ohjeet välilehdeltä: Toimenpideluokat
25	<b>G1</b>		<b>LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT</b>	
26		01	Lämmitystöiden aloituspalaveri	kokous
27		02	Materiaalien ja laitteiden sekä koneiden hyväksyttämistaulukko (lämmitys)	dokum. vastaanotto
28		03	Lämmitystöiden tehtäväsuunnitelmat	dokum. vastaanotto
29		04	Lämmitysjärjestelmien mallit	malli

Kuva 3. Kuvan oikeassa reunassa tarkastusasiakirjaan merkattuja toimenpideluokkia.

Tarkastusasiapohjassa on myös tilannemerkinnyt, jotka osoittavat, missä vaiheessa kyseessä oleva toimenpide on (kuva 4). Kun toimenpiteen tilaan tulee muutoksia, vaihdetaan sen väriä tilannemerkintöjen mukaisesti. Näin voidaan nopeasti havaita, missä vaiheessa kukin toimenpide on sekä reagoida tarvittaessa havaittuihin poikkeamiin.

AE	AF
<u>Tilannemerkinnyt:</u>	
Toimenpide on valmis ja PRO3:ssa	
Toimenpide on valmis	
Toimenpide on käynnissä	
Toimenpide on myöhässä	

Kuva 4. Toimenpiteiden tilannemerkinnyt.

<i>Toimenpide on valmis ja PRO3:ssa</i>	Toimenpide on valmis, ja siitä syntyneet dokumentit on tallennettu yrityksen toimintajärjestelmän käyttöliittymään.
<i>Toimenpide on valmis</i>	Toimenpide on valmis, mutta vaadittavia dokumentteja ei ole vielä tallennettu järjestelmään.
<i>Toimenpide on käynnissä</i>	Toimenpide on parhaillaan käynnissä.
<i>Toimenpide on myöhässä</i>	Toimenpide tai sen aloitus on myöhässä.

## 5.4 Käytäntöjen kehittäminen

### 5.4.1 Työmaan aloituskokous

Maankäyttö- ja rakennuslain 121 §:n mukaan kohteen rakennusluvassa määrätään työmaan aloituskokouksen pitämisestä [7]. Aloituskokouksen tarkoituksena on sopia työmaan valvonnasta, ja sen järjestää ja kutsuu koolle rakennushankkeeseen ryhtyvä. Käytännössä aloituskokous on järjestettävä vähintään kaksi viikkoa ennen rakennustyön aloittamista, jotta urakoitsijalla on riittävästi aikaa varmistaa ja hankkia huolehtimisvelvollisuutensa mukaiset lisäselvitykset tai laadunvarmistus selvitykset rakennustyötä varten.

Työmaan aloituskokouksessa tulee olla läsnä vähintään rakennuttaja tai sen edustaja, rakennuksen pääsuunnittelija, vastaava työnjohtaja sekä kunnan tai kaupungin rakennusvalvontaviranomainen. Laki määrittelee, että aloituskokouksessa tulee käsitellä ja kirjata

- lupa-asiakirjoissa määrätyt veloitteet rakennushankkeeseen ryhtyvälle
- hankkeen suunnittelun ja rakennustyön keskeiset osapuolet
- eri rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt

- eri työvaiheiden tarkastuksia suorittavat henkilöt.

Aloituskokouksessa käsitellään myös muut mahdolliset laadunvarmistuksen selvitykset ja toimenpiteet, kuten

- laatu- ja ympäristöjärjestelmät
- hankkeen laadunvarmistussuunnitelma
- rakennustyöaikaiset laadunvalvontakokeet, mittaukset ja tarkastukset
- rakennustuotetietojen kerääminen rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen
- rakennustuotteiden kelpoisuuden varmistaminen
- rakennustyön tarkastusasiakirja
- näiden edellä mainittujen asioiden dokumentointi ja arkistointi.

Työmaan aloituskokouksessa sovitut ja laadunvarmistusselvityksessä osoitetut menettelytavat ovat velvoittavia rakennustöitä tehtäessä. [6.]

Yritys painottaa, että se haluaa jatkossa tuoda tarkastusasiakirjan esille jo varhaisessa vaiheessa rakennusprojektia, jotta asiakkaalle voidaan näyttää ja todentaa, mistä laatu rakennustyön aikana syntyy, millaisiin laadunvarmistustoimenpiteisiin kiinnitetään huomiota ja millaisia tarkastuksia rakennustyön aikana tehdään. Esitän tarkastusasiakirja toimitetaan asiakkaalle jo tarjouksen yhteydessä ja, mikäli tarjous hyväksytään, tutustutaan tarkastusasiakirjan sisältöön yksityiskohtaisemmin aloituskokouksessa ja siitä laaditaan asiakkaan vaatimuksien ja tarpeiden mukainen. [12.]

#### 5.4.2 Aloituspalaveri

Laajuudeltaan suurien sekä tarvittaessa muiden työvaiheiden ja -suoritusten alkaessa pidetään alirakoitsijan kanssa aloituspalaveri, jotta voidaan käydä yksityiskohtaisesti läpi niihin kohdistuvat turvallisuus-, terveys- ja käyttöikätekijät sekä riskialttius. Aloituspalaverin tarkoituksena on myös sopia laatuun, aikatauluun, työjärjestykseen ja työtur-

vallisuuteen liittyvät tavoitteet sekä toimenpiteet. Lisäksi aloituspalaverissa aliurakoitsija sitoutetaan noudattamaan tarkastusasiakirjaan määritellyjä ja yrityksen asettamia laadunvarmistustoimenpiteitä. [6.]

Aloituspalaverin pohjana käytetään tehtävä- ja/tai työvaihesuunnitelmaa, mikäli sellainen on luotu. Työvaiheen aloituspalaverissa käsiteltäviä asioita ovat

- sopimus- ja suunnitelmatilanne
- urakkarajat
- tekniset laatuvaatimukset
- laadunohjauksen toimenpiteet
- aikatavoitteet
- työturvallisuuteen liittyvät toimenpiteet
- työvaiheeseen kohdistuvat takuukorjaus- ja virhetiedot.

Lisäksi tarkistetaan aliurakoitsijaa koskevat työnantaja- ja yritysveloitteet. [6.]

Aloituspalaverin yhteydessä katselmoidaan myös käytettävät suunnitelmat. Suunnitelmista tulee tarkastaa, että ne ovat toteutuskelpoiset eivätkä ne ole ristiriidassa keskenään. Laaditut suunnitelmat hyväksytetään rakennuttajalla tai sen edustajalla. [12.]

Aloituspalaverissa käydään läpi myös ne tarkastusasiakirjan kohdat, jotka koskevat kyseisen työvaiheen työsuorituksia ja sen suorittajia. Aliurakoitsijalle tulee selvittää, millä tavalla toimenpide toteutetaan, millainen toimenpiteestä syntyvän tarkastuspöytäkirjan tulee olla (mikäli ei käytetä NCC:n laatimia tarkastuspöytäkirjapohjia) ja kuinka luotu tarkastuspöytäkirja arkistoidaan.

Lisäksi aliurakoitsijan kanssa pidettävässä aloituspalaverissa tulee kiinnittää erityistä huomiota niiden työsuoritusten ylöskirjaamiseen ja kartoittamiseen, joiden kanssa on aiemmin ollut ongelmia. Tämä ehkäisee tekemästä samoja virheitä uudelleen ja mah-



dollisiin ongelmiin osataan varautua paremmin. Aloituspalaverista luodaan muistio, johon kirjataan vähintään tehdyt päätökset, tekniset laatuvaatimukset sekä sovitut laadunohjaustoimenpiteet. [12.]

#### 5.4.3 Malliasennuskatselmus

Malliasennusten ja -katselmusten tarkoituksena on varmistaa, että kyseessä oleva työsuoritus voidaan toteuttaa suunnitelmien mukaisesti, sekä sillä pyritään luomaan yhteinen näkemys eri osapuolten välille sovitusta laadusta. Malliasennuksien ja mallikatselmuksien avulla arvioidaan työryhmän kykyä toteuttaa asetetut laatuvaatimukset, arvioidaan, onko tehty tekninen ratkaisu sopiva käyttötarkoitustaan varten, ja tarkastellaan ratkaisun visuaalisia tekijöitä. Lisäksi hyvin tärkeä tekijä malliasennuksissa on se, että ne toimivat vertailukohteena kun työvaihe toistetaan. [6.]

Malliasennuskatselmuksia pidettäessä tarkastuksen laajuus pitää saada järkevästi määriteltä, sillä jokaisesta asennuksesta tarkastuksen pitäminen ei ole kannattavaa. Tarkastajan tulee myös tietää, millaisia laatuvaatimuksia kyseisiin asennuksiin liittyy. Arviointikriteerit voidaan poimia tarkastuspöytäkirjaan suunnitelmista, TateRYL:sta, normeista tai muista asennukseen liittyvistä asiakirjoista. Materiaaleista ja laitteista tulee tarkastaa, että ne ovat sopimusten ja suunnitelmien mukaiset sekä oikealla paikallaan. Mikäli malliasennuskatselmuksessa havaitaan puutteita tai poikkeamia, ne tulee kirjata muistiin ja korjata sopimusten mukaisiksi. [12.] Malliasennuskatselmuksesta luodaan aina pöytäkirja (liite 3) ja sen liitteeksi otetaan valokuvia mahdollisimman kattavasti.

#### 5.5 Tarkastustoimenpiteet

NCC suorittaa tarkastustoimenpiteitä lakien, määräysten ja normien sekä tarkastusasiakirjaan ja urakkasopimusasiakirjoihin merkittyjen laadunvarmistustoimenpiteiden mukaisesti. Taloteknisissä järjestelmissä oleellisimpia tarkastuksia ja koestuksia ovat laite- ja asennustapatarkastukset, peittoon jäävien asennusten tarkastus, verkostojen painekokeet ja huuhtelut, laitteiden toimintakokeet sekä järjestelmien mittaukset ja säädöt.

Kaikista tarkastustoimenpiteistä luodaan tarkastuspöytäkirjat ja ne tallennetaan yrityksen toimintajärjestelmän projektikohtaisiin arkistoihin. Vastuuta tarkastustoimenpiteistä luotavista dokumenteista yritys haluaa siirtää yhä enemmän aliurakoitsijan puolelle. Käytännöksi pyritään vakiinnuttamaan, että aliurakoitsija toimittaa tarkastuksissa syntyneet dokumentit pääurakoitsijalle viipymättä sähköisesti sekä paperilla, jotta ne päästään arkistomaan sekä mapittamaan työmaan tarkastuskansioihin. Tarkastuspöytäkirjoissa tulee myös kiinnittää erityistä huomiota siihen, että mahdolliset puutteet ja virheet kirjataan kattavasti, mielellään valokuvin. Kun vaadittavat korjaustyöt on saatu tehtyä, ne kuitataan tarkastuksen suorittaneen henkilön allekirjoituksella. [12.]

Lisäksi aliurakoitsijan tekemistä tarkastuspöytäkirjoista tulee selkeästi ilmetä, millä menetelmillä työsuorituksessa on saavutettu asiakkaan ja yrityksen sille asettamat laatuvaatimukset. Usein esimerkiksi asennustapatarkastuksien tarkastuspöytäkirjoissa on käytetty vain OK-merkintää, mutta tämä ei määrittele riittävän yksityiskohtaisesti, kuinka tarkastus on suoritettu ja miten asennuksen laatu on varmennettu. Esimerkkinä voisi olla, että aliurakoitsija on määritellyt, minkä TateRYL:in tai SRMK:n kohtien mukaisesti suoritus on tehty sekä lisännyt huomioita ja kerrontaa tarkastukseen käytetyistä menetelmistä. [12.]

#### 5.5.1 Laite- ja asennustapatarkastukset

Laite- ja asennustapatarkastusten tavoitteena on varmistaa, että hanketta varten hankitut laitteet, niiden asennus ja niihin liittyvät tarvikkeet täyttävät niille asetetut vaatimukset materiaalin, asennustavan ja mitoitusarvojen osalta. Erityistä huomiota tulee kiinnittää piiloon jäävien laitteiden ja asennusten oikeanmukaisuuteen.

Laite- ja asennustapatarkastuksia tulee tehdä koko rakentamisvaiheen ajan, ja tarkastukset tehdään toteutuksen edellyttämässä järjestyksessä. Osapuolen, jonka hyväksyntää asennustyö edellyttää, eli rakennustarkastusviranomaisen tai jonkun muun tahon, tulee ilmoittaa ne tarkastukset, joihin osapuoli aikoo hankkeen aikana osallistua. Ilmoitus osallistumisesta tehdään aloituskokouksessa tai myöhemmin, kuitenkin riittävän ajoissa ennen tarkastusta. [13, s. 48.]

Laitetarkastuksissa urakoitsija toimittaa rakennuttajalle luettelon laitteista, eli materiaalien hyväksyttämistaulukon, jossa on esitetty hankkeessa käytettäväksi ehdotetut tuotteet. Rakennuttaja yleensä pyytää suunnittelijalta lausunnon materiaalien kelpoisuu-

desta, mutta päättää viime kädessä itse tehtävistä hankinnoista. Rakennuttaja vastaa aina materiaalien hyväksymisestä, eikä suunnittelija saa sopia hänen ohi mitään urakoitsijan kanssa. Valittaessa laitteita tulee niissä kiinnittää huomiota tyyppihyväksyntöihin ja standardeihin sekä mahdollisiin käyttäjän aikaisempiin materiaalivalintoihin. [14, s. 2.]

Rakennustuotteiden kelpoisuudesta on määrätty MRL:n 152 § 1. momentissa seuraavaa:

Rakennustuotteen, joka on tarkoitettu käytettäväksi pysyvänä osana rakennuskohteessa, tulee olla ominaisuuksiltaan sellainen, että rakennuskohde asianmukaisesti suunniteltuna ja rakennettuna täyttää rakentamiselle asetetut olennaiset vaatimukset tavanomaisella kunnossapidolla taloudellisesti perustellun käyttöajan. [7.]

Rakennustuotteen kelpoisuus voidaan selvittää Suomen rakentamismääräyskokoelman A1 kohdan 3.3.1 mukaisesti:

Rakennustuotteen kelpoisuus selvitetään rakennustuotedirektiivin mukaisessa menettelyssä (CE-merkintä), tyyppihyväksynnässä, varmennetun käyttöselosteen perusteella tai rakentamisen viranomaisvalvonnassa. [15.]

Mikäli tuotteelle on myönnetty CE-merkintä, se ei automaattisesti takaa tuotteen käytettävyyttä rakennuksessa. Suunnittelua, rakennustuotteiden käyttöä ja rakennuskohdetta säätelevät ensisijaisesti kansalliset viranomaissäädökset, kuten Suomen rakentamismääräyskokoelma. Esimerkiksi CE-merkinnän saanut tuote ei välttämättä täytä Suomen viranomaisvaatimusten mukaista pakkasenkestävyyttä tai takaa sitä, että pakkasenkestävyyttä olisi edes testattu. [18.]

Laite- ja asennustapatarkastuksissa tulee todentaa, että

- tuotteet, materiaalit ja asennustavat ovat sopimuksien ja hyväksymistaulukon mukaisia
- tuotteiden käyttö-, huolto-, ja työturvallisuusnäkökohdat ovat vaatimusten mukaisia
- tuotteet ovat puhdistettavissa asennettujen huolto-, tarkastus- ja puhdistusluukujen sekä irrotettavissa olevien päätelaitteiden kautta.

Yksityiskohtaisemmat jatkuvan todentamisen edellyttämät tarkastukset ja niiden ajankohdat määritellään urakkarajaliitteessä. [13, s. 48.]

LVI-järjestelmien ja -putkistojen asennustapatarkastuksissa tulee todentaa, että niissä on käytetty sopimuksien mukaisia eristeitä ja eristyspaksuuksia ja että niiden päällysteet on kiinnitetty oikein. Venttiilien ja mittauspisteiden luokse on päästävä vaivattomasti sekä mittausyhteiden tulee olla kytkettävissä. [14, s. 3.]

Lämmitys- ja käyttövesijärjestelmissä ilmanvaihto-, lämmitys- ja lämmöntalteenottopattereiden tulee olla kytketty oikein, ja ne on pystyttävä purkamaan tarvittaessa. Lämpö- ja painemittareiden tulee olla luettavissa seisontakorkeudelta, ja lämpömittaritaskuissa on oltava öljyä. [14, s. 3.]

Ilmanvaihtojärjestelmissä kanavistojen liitosten tulee olla tiiviit, eikä niissä saa olla jätöreunoja, jotka voisivat haitata ilman virtausta. Kanavistoista ja kojeista varmistetaan, että ne on merkattu suunnitelmien mukaisesti. Lisäksi merkataan suodattimien vaihtorajat paine-eromittareihin. [14, s. 3.]

#### 5.5.2 Peittyvät tarkastukset

Peittoon jäävien työsuoritusten kohdalla tulee työn toteuttajan tarkastuttaa kaivannoissa, alapohjissa, hormeissa ja rakenteissa olevat suoritukset ennen niiden peittämistä. Sille osapuolelle, jonka hyväksyntää tarkastus edellyttää (LVI-valvoja, rakennusvalvontaviranomainen tms.), tulee ilmoittaa ajankohta, jolloin voidaan todeta käytettyjen materiaalien laatu ja asennustyön suoritustapa oikeaksi. [13, s. 46.]

Tarkastusta tehtäessä todennetaan, että peittyvät viemärit, putket ja kanavat voidaan myöhemmin tarkastaa ja puhdistaa asennettujen puhdistus- ja tarkastusluukkujen kautta. Mikäli asennuksissa on poikkeamia työnaikaisiin asiakirjoihin verratessa, ne dokumentoidaan lopullisia luovutusasiakirjoja varten. [13, s. 46.] Peittoon jäävien asennusten tarkastuksissa tarkastuspöytäkirjojen liitteeksi otetaan myös valokuvat.

### 5.5.3 Kannakointi

Kannakointia tarkastaessa tulee huomioida, että se on toteutettu oikealla tavalla. Kannateltavan putken tai kanavan tulee kestää venttiilien, nesteen, eristeen tai mahdollisten muiden ulkoisten kuormitusten painon sekä lämpölaajenemisen ja nesteen virtauksen aiheuttamat rasitukset. [16, s. 2.]

Yleisesti kannakkeiden materiaalin tulee olla valittu vallitseviin olosuhteisiin sopivaksi kosteuden, syövyttävyyden ja palosuojauksen tms. perusteella. Kannakkeiden tulee olla eristetty putkista ja rakenteista niin, että paineiskut ja värähtelyt eivät tuota äänitekniisiä ongelmia. Kannakkeiden kiinnitysalustasta varmistetaan, että sen rakenne on riittävän massiivinen ja että kiinnitys on toteutettu tukevasti alustan asettamien vaatimusten ja kannakevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Lisäksi mahdolliselle putkieristeelle tulee olla varattuna riittävästi tilaa. [16, s. 2.]

Mikäli kannakoitava putki tai kanava on eristetty, tulee kannakointi toteuttaa aina eristyksen sisäpuolelta. Kannakoinnista tulee myös varmistaa että kannakkeita on asennettu riittävästi ja että niiden asennusväli on toteutettu riittävällä tiheydellä. Kannakkeita tulee olla ainakin

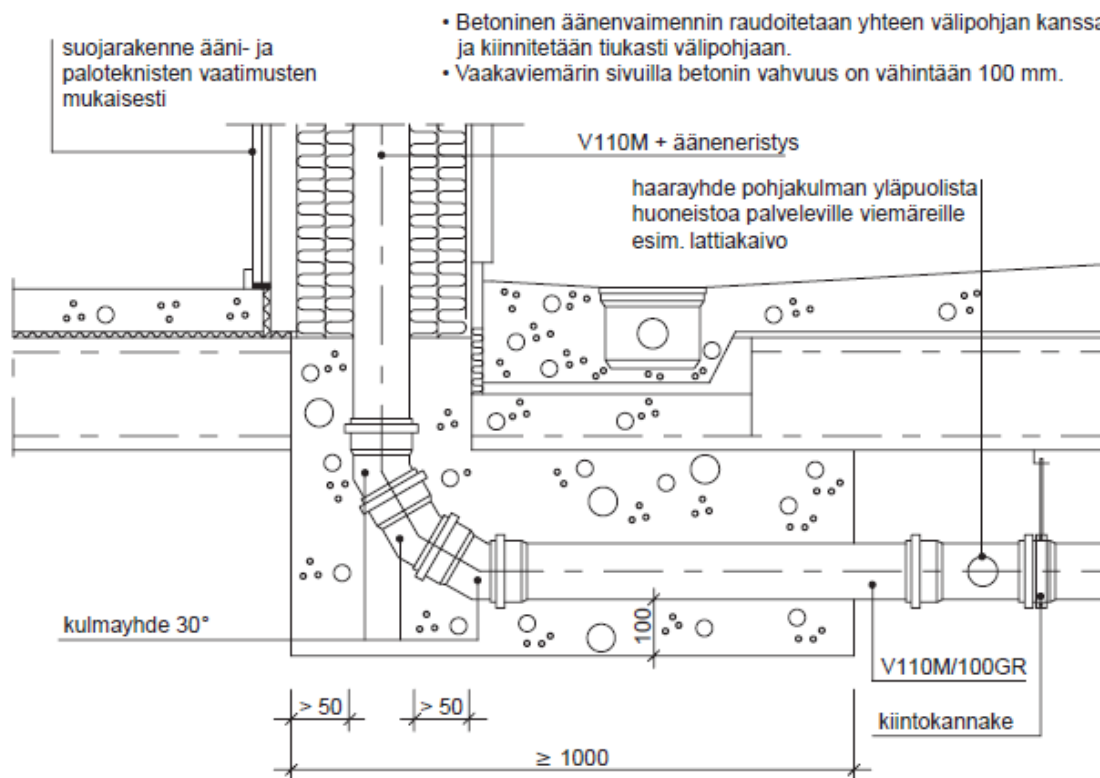
- pystynousujen läpivientien lisäksi vähintään yksi kerrosta kohden
- liitoskohtien molemmin puolin
- kahden eri materiaalin liitoskohdan molemmin puolin
- jokaisen haara- ja mutkakohdan läheisyydessä.

Lämmitys- ja käyttövesiputkien kannakoinneissa tulee pitkien pystynousujen kannakointi olla toteutettu niin, että putken keskikohtaan on asennettu kiintopiste. Kiintopisteellä saadaan lämpölaajenemisesta aiheutuva liike ohjattua tasaisesti sen ylä- ja alapuolelle. Kahden erilaisen materiaalin, esim. kuparin ja muovin, liitoskohdan molemmille puolille tulee olla asennettuna kiintopiste liitoksen välittömään läheisyyteen. [16, s. 2.]

Yläjakoisen lämmitysputkiston patterin kytkentäjohdolle tulee olla asennettuna vähintään yksi kannake, ja joustavia patteriliittimiä käyttäessä kytkentäjohto on kannakoitava myös kulmakohdan läheisyydestä [16, s. 2].

Suojaputkessa olevien muoviputkien kiinnityksestä varmistetaan, että suojaputki ei ole puristunut kokoon, jotta varsinainen virtausputki saadaan tarvittaessa vaihdettua. Suojaputken tulee myös olla asennettuna aaltomaisesti, jotta lämpölaajenemisesta aiheutuva liike saadaan ohjattua aaltomaisiin mutkiin eikä se kohdistu liitoksiin. Betonivaluun asennettavissa putkissa tulee varmistua, että ne eivät pääse liikkumaan valamisen aikana. Putkien liikkuminen voidaan estää esimerkiksi muovisia nippusiteitä tai sidelankaa käyttäen. [16, s. 5.]

Muoviviemäreissä kannakointi tulee toteuttaa heti muhvien juuresta liikkumisen estämiseksi. Valurautaviemäreissä jokainen putken osa tulee olla kannakoituna pantaliitoksen vierestä. Piiloon jäävissä asennuksissa käytetään äänieristettyjä kannakkeita. Erityistä huomiota tulee kiinnittää pystyviemäreiden kannakointeihin, että niiden tuenta ja äänieristävyys on riittävä pohjakulman kohdalla. Riittävä tuenta saavutetaan sijoittamalla pystyviemäriin alapäähän kiintokannake tai tekemällä siihen suojabetonointi (kuva 5). [16, s. 10.]



Kuva 5. Esimerkki muovisen pystyviemärin suojabetonoinnista [15, s. 11].

Alapohjan alle asennettavissa lämmitys- ja käyttövesiputkissa sekä viemäreissä käytetään aina korroosiosuojattuja kiinnitystarvikkeita ja kannakkeita [16, s. 11].

Ilmanvaihtokanavien kannakoinnin tulee kestää oman painonsa lisäksi ilmanvaihtokanavien eristeiden ja pinnoitteiden painot, värähtelyt sekä nuohouksesta aiheutuvat rasitukset. Mikäli ilmanvaihtokanaviin liittyy vaatimuksia sisäpuolista paloa vastaan, kannakoidaan kanava myös ulkopuolelta eristeiden päältä. [16, s. 17.]

Mikäli kannake ja putki ovat eri metallia, tulee niiden välissä olla eriste, jotta estetään epäjalomman metallin syöpyminen. Eristeellä toteutetaan myös tarvittava äänieristys. [16, s. 4, 17.]

#### 5.5.4 Paineokeet

Tiiviys- ja paineokeita tehtäessä koestettavaan järjestelmään liittyvien osien ja niiden liitoksien tulee olla näkyvissä, ja järjestelmän tulee olla pinnoiltaan kuiva mahdollisten vuotojen paikallistamiseksi. Paineoke tulee suorittaa aina ennen kyseisen asennuksen

eristämistä ja/tai peittämistä. Mikäli painekoetta tehtäessä järjestelmässä havaitaan vikoja tai vuotoja, ne korjataan ja järjestelmä koepainetaan uudelleen. Tätä toistetaan niin monta kertaa, että järjestelmässä ei enää havaita poikkeamia. Havaitut vuodot voidaan todeta silmämääräisesti, ellei asiakirjoissa asianomaisia järjestelmiä käsittelevissä kohdissa toisin määrätä. Koepaine mitataan käyttäen kalibroitua painemittaria, ja paineen pysyvyyttä tulee tarkkailla jatkuvasti. [13, s. 48.]

Lämmitysjärjestelmissä putkistojen paine- ja tiiviyskokeet tehdään vedellä, ellei asiakirjoissa ole toisin mainittu. Tarvittaessa veteen voidaan lisätä jäätyminenestoainetta. Ennen varsinaista koepainetta verkosto täytetään nesteellä ja ilmataan sekä veden lämpötilan annetaan tasaantua. Koepaineen paineenkeston alittavat laitteet, kuten automaattiset ilmanpoistimet, varoventtiilit ja paisunta-astiat kytketään pois verkoston alaisuudesta painekokeen ajaksi. Laitteet kuitenkin säädetään ja koestetaan ennen järjestelmän varsinaista käyttöönottoa. Lämmöntalteenottoputkistoissa tiiviys- ja painekokeet tehdään sillä nesteseoksella, jota putkistossa tullaan käyttämään. Putkistojen painekoe tehdään suurimmalla käytössä esiintyvällä paineella, ja koeaika on 30 minuuttia. [13, s. 60–61.]

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaan käyttövesilaitteiston tiiviys on varmistettava painekokeella. Painekoe tulee suorittaa siten, että koepainettava laitteisto täytetään ensin vedellä sen alimmasta pisteestä, jotta putkistoon ei jää ilmaa. Käyttövesijärjestelmien koepaineistus tehdään vedellä ja paine mitataan verkoston alimmasta pisteestä. Painekoetta tehtäessä veden lämpötilan tulee pysyä vakiona. Metallisissa vesijohdoissa koepaine on vähintään 1,000 kPa (10 bar), ja koepaineen keston tulee olla vähintään 10 minuuttia. [17, s. 16]

Painekokeesta luodaan painekoepöytäkirja (liite 1), josta ilmenevät seuraavat asiat:

- työmaa ja työnumero
- koepainettu järjestelmä
- painekokeen putkisto-osa tai alue
- koepaine, bar



- painekokeeseen käytetty aine
- painekokeeseen käytetty aika
- painekokeen suorittaja
- painekokeen tulos (hyväksytty tai hylätty)
- painekokeen tarkastajan allekirjoitus
- painekokeen aika, paikka ja päivämäärä.

Lisäksi pöytäkirjaan tehdään merkinnät kokeen aikaisista havainnoista. Mikäli painekoe hylätään, tulee siihen johtanut syy kirjata sekä sopia uusi ajankohta painekokeen suorittamiselle ja tarkastamiselle. [12.]

#### 5.5.5 Huuhtelut

Painekokeiden yhteydessä suoritetaan lämmitys- ja käyttövesiverkostojen huuhtelu. Putkimateriaaleja työmaalla säilytettäessä ne keräävät herkästi likaa sisäpinnoilleen. Asennustöitä tehtäessä putkiston sisälle kertyy katkaisujen ja liitoksien johdosta runsaasti irtonaista materiaalia, joka järjestelmää käyttöönottaessa tukkii erilaiset venttiilit ja aiheuttaa laitteistoihin vaurioita, mikäli riittävää verkoston huuhtelua ei ole suoritettu. Urakoitsijan tulee huolehtia, että järjestelmien putkisto on huuhdeltu puhtaiksi. Verkostoja huuhdellaessa tulee se tehdä riittävän nopeasti sekä maltillisella vesimäärällä (2–3 kertaa verkoston tilavuus), jotta vältetään turhalta korroosiolta. [19.]

Lämmitysverkosto tulee huuhdella ennen kuin säätöventtiilit, patteriventtiilit, termostaatit tai muut vastaavat on säädetty esisäätöarvoihinsa ja niiden tulee olla huuhtelun ajan täysin auki-asennossa. Herkästi likaantuvat varusteet ja laitteet kuten magneettiventtiilit ja jäähdytyspalkit kytketään pois huuhtelun piiristä sulkemalla niiden venttiilit, jotta ne eivät kerää irtomateriaalia sisäänsä. Verkostoa huuhdellaan niin pitkän aikaa, että huuhteluviedessä ei enää esiinny sakkaa, värivoikkeamia tai muuta vastaavaa. Kun huuhtelu on suoritettu, verkosto täytetään viipymättä lopullisella lämmönsiirtonesteellä ja ilmataan. Verkoston tyhjänä pitämistä tulee välttää, sillä se aiheuttaa oksidoitumista. [19.]

Käyttövesiverkoston huuhtelusta on määrätty Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 kohdassa 2.8.2, että vesilaitteisto tulee huuhdella ennen sen käyttöönottamista talousvedellä. Huuhtelu myös parantaa kupariputkien sisäpinnan suojakerroksen muodostumista. Putkisto tulee huuhdella mahdollisimman pian putkiston valmistuttua, ja yleensä se suoritetaan järjestelmän ensimmäisen täytön ja painekokeen yhteydessä. Jokainen putkisto, putkiosa sekä kylmä-, lämmin- ja kierovesijohto huuhdellaan erikseen käyttäen voimakasta vesivirtausta. Kalusteiden poresuuttimien tulee olla irrotettuna sekä sääntöventtiilit täysin avattuna huuhtelun ajan. [16, s. 16.]

Huuhtelu tulee aloittaa kauimmaisesta vesipisteestä edeten veden virtaussuuntaa vastaan. Vesipisteet avataan täysin auki ja jokaisesta pisteestä juoksetaan vettä vähintään 2 minuutin ajan ennen seuraavan aukaisemista. Huuhtelun valmistuttua vesipisteet suljetaan päinvastaisessa järjestyksessä kuin ne avattiin. [16, s. 16.]

Huuhtelusta luodaan huuhtelupöytäkirja (liite 2), johon on kirjattu seuraavat asiat:

- työmaa ja työnumero
- huuhdeltu järjestelmä
- huuhdeltu putkisto-osa tai alue
- huuhtelumenetelmä
- huuhteluun käytetty aika
- huuhtelun suorittaja
- huuhtelun tulos (hyväksytty tai hylätty)
- huuhtelun tarkastajan allekirjoitus ja nimenselvennös
- huuhtelun aika, paikka ja päivämäärä.

Lisäksi pöytäkirjaan merkataan myös muut mahdolliset huuhtelun aikana tehdyt havainnot kuten painekokeissakin. [11.]

### 5.5.6 Toimintakokeet

Toimintakokeissa tarkastetaan, että laitteet on asennettu oikein ja että ne toimivat suunnitellulla tavalla. Tarkastuksen suorittaa rakennuttaja urakoitsijoiden läsnä ollessa. Tarkastuksessa sähköllä toimivien laitteiden tulee saada virtansa lopullisia virtayhteyksiä pitkin, ja moottoreiden, säätöpeltien ja automaattilaitteiden pyörimis- ja liikesuuntien on oltava oikeat. Lisäksi tulee kiinnittää huomiota siihen, että pakkokytkenät, käynnistyshidastukset ja hälytykset on kytketty oikein. [13, s. 3.]

Toimintakokeet tehdään yleensä koneteknisissä tiloissa sijaitseville laitteille. Koneteknisiä tiloja ovat mm. IV-konehuone, lämmönjakokeskus ja kompressoriasema. Toimintakokeita pidettäessä varmistetaan, että tiloihin on asennettu tarvittavat laitteet piirustusten ja työselitysten mukaisesti sekä arvioidaan valmius siirtyä tarvittaviin järjestelmien säätö- ja viritystoimiin. [13, s. 3.]

Urakoitsija suorittaa varsinaiset toimintakokeet rakennuttajan edustajina toimivien valvojen ja suunnittelijoiden läsnä ollessa. Järjestelmien tulee olla valmiita sekä toimintakunnossa kokeiden alkaessa. [13, s. 3.]

Käyttövesi- ja lämmitysjärjestelmissä toimintakokeet voidaan aloittaa, kun verkosto, laitteet ja mittarit on asennettu lopullisesti, verkosto on huuhdeltu ja esisäädetty sekä eristystyöt pääosin tehty. Ilmanvaihtojärjestelmissä kaikki koneet, laitteet, venttiilit ja säleiköt tulee olla asennettuna sekä puhaltimet ja kanavat puhdistettuna. [13, s. 4.]

Toimintakokeiden hylkäysperusteet tulee olla kirjattuna urakkarajaliitteeseen. Hylkäysperusteita voivat olla muun muassa, että edellä mainitut toimenpiteet ovat tekemättä tai toimintakokeissa havaitaan puutteita merkittävässä määrin. [13, s. 4.]

### 5.5.7 Mittaukset ja säädöt

LVI-järjestelmät ja laitteet säädetään suunnitelmien mukaisiksi hyväksytyjen toimintakokeiden jälkeen ja lisäksi niille tehdään tarvittavat mittaukset. Rakennuksen taloteknisten järjestelmien säädöistä ja mittauksista vastaa urakoitsija. Lisäksi useimmiten suunnittelija, rakennuttajan edustajana, tekee tarvittavat tarkistusmittaukset. Mittausten ja säätöjen tavoitteena on saattaa järjestelmä luovutuskuntoon siten, että rakennuksen laitteistojen toiminta vastaisi todellista käyttötilannettaan. Mittausten laajuus on usein

sovittu jo hankkeen urakkaohjelmassa, ja ne tehdään urakkarajaliitteen ja työselityksen mukaisesti. Asiakirjoissa määrätään mm

- mittausten reunaehdot
- säätö- ja mittausmenetelmät
- käytettävät mittalaitteet
- hyväksynnän ehdot.

Mittausten tulokset ja laitteille asetetut säätöarvot kirjataan mittauspöytäkirjoihin sekä merkitään laitteille. [12, s. 49; 13, s. 5.]

#### 5.6 Tarkastuspöytäkirjat ja tarkastuksien dokumentointi

Eräänä tehtävänä työssä oli koottava yhteen yrityksessä käytössä olevat eri järjestelmiä koskevat tarkastuspöytäkirjat, eli tarkastuskortit, jotka oli tallennettu hajalleen yrityksen toimintajärjestelmän käyttöliittymään sekä verkkolevyille. Nämä tarkastuskortit kerättiin yhteen MS Excel -dokumenttiin, josta ne ovat helposti löydettävissä sekä muokattavissa käyttötarkoitukseen ja kohteeseen sopiviksi. Lisäksi huuhteluita, malliasennuskatselmuksia ja painekokeita varten luotiin uudet tarkastuskorttien mallipohjat (liitteet 1–3).

Kuvassa 6 on esitetty tarkastuskortiston sisällysluettelo, josta ilmenevät ne talotekniikan työvaiheet, joille on laadittu tarkastuskortti.

## Sisällysluettelo

### Talotekniikan työvaiheet

1.	<a href="#">Materiaalien hyväksyttämistaulukko</a>
2.	<a href="#">Malliasennuskatselmus</a>
3.	<a href="#">Lämmitysjärjestelmät</a>
4.	<a href="#">Sisäpuoliset vesi- ja viem.</a>
5a	<a href="#">Painekokeet</a>
5b	<a href="#">Huuhtelut</a>
6a	<a href="#">Ilmanvaihtojärjestelmät</a>
6b	<a href="#">Aksiaalipuhaltimet</a>
6c	<a href="#">Huippuimurit</a>
6d	<a href="#">Ilman lämpötila ja nopeus</a>
6e	<a href="#">Ilmavirtojen mittaus</a>
6f	<a href="#">IV-kanavat</a>
6g	<a href="#">IV-koneet</a>
6h	<a href="#">IV-päätelaitteet</a>
6i	<a href="#">Kiertoilmakojeet</a>
6j	<a href="#">Puhtaustarkastus</a>
6k	<a href="#">Tiiviysmittaus</a>
6l	<a href="#">Äänitasot</a>
7.	<a href="#">Varusteet ja LVIS-kalustus</a>

Kuva 6. Tate-tarkastuskortiston sisällysluettelo







Kaikki tarkastustoimenpiteistä syntyvät tarkastuspöytäkirjat, katselmusmuistiot ja muut dokumentit tallennetaan yrityksen toimintajärjestelmään myöhempää tarkastelua varten. Sähköisesti tarkastuspöytäkirjoja arkistoidessa ja toimittaessa tiedostot tulee nimetä yhteisesti sovitun käytännön mukaisesti, jotta toimintajärjestelmän käyttöliittymässä eri projektien välisten kansiorakenteiden sisältö pysyisi yhtenäisenä. Sähköisesti tallennettavat tarkastuspöytäkirjat nimetään seuraavalla tavalla:

- Aliurakoitsija on laatinut tarkastuspöytäkirjan lämmitysverkoston painekokeesta. Tarkastusasiakirjaan on merkitty kukin työlaji Talo90-nimikkeistön mukaisesti ja numeroitu niitä koskevat toimenpiteet.
- Tallennettava tiedosto nimetään tarkastusasiakirjaan merkatun työlajitunnuk- sen, numeroinnin ja toimenpiteen mukaisesti. Lisäksi siihen lisätään päivämää- rä ja tarvittaessa muuta oleellista tietoa:
  - o Työlajitunnus\_numerointi\_YYYY-MM- DD\_kuvaus.toimenpiteestä\_muut.tiedot
- Esimerkiksi kuvan 7 mukainen toimenpide ”Lämmitysjärjestelmien painekokeet” nimetään seuraavasti:
  - o G1\_06\_2016-11-24\_Lämmitys.painekoe\_linjat1-2

24	G1	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	
25	06	Lämmitysjärjestelmien painekokeet	mittaus/koe

Kuva 7. Lämmitysjärjestelmien painekokeet -toimenpide tarkastusasiakirjassa

Kun tiedostoihin merkitään järjestelmää koskeva työlajitunnus, numero sekä päivämää- rä, ne järjestäytyvät automaattisesti toimintajärjestelmän käyttöliittymässä kronologi- sesti (kuva 8). Mikäli sama toimenpide on toistettu useaan kertaan, annetaan muut.tiedot -tekstikentässä täsmentävä informaatio kyseistä toimenpidettä koskien.

✓	P	Tyyppi	Nimi	Tila	Muokattu	Muokkaaja
			G1_06_2016-11-24_Lämmitys.painekoe_linjat1-2	...	Valmis 12.12.2016 15:46	 Leinonen Arttu
			G1_06_2016-12-02_Lämmitys.painekoe_linjat3-6 ✳	...	Valmis 12.12.2016 15:46	 Leinonen Arttu
			G1_06_2016-12-06_Lämmitys.painekoe_linjat7-10 ✳	...	Valmis 12.12.2016 15:48	 Leinonen Arttu

Kuva 8. Dokumentit järjestyvät toimintajärjestelmän käyttöliittymään aikajärjestyksessä

## 5.7 Tarkastusasiakirjan käyttöohje

Tarkastusasiakirjaa käyttöönotettaessa talotekniikka-asiantuntijoiden tulee tietää, kuinka tarkastusasiakirjaa käytetään ja miten dokumentteja tallennetaan yrityksen toimintajärjestelmään. Tätä varten luotiin käyttöohje (liite 4), jossa on esitetty lyhyesti

- tarkastusasiakirjan tavoitteet
- tarkastusasiakirjan projektikohtainen yksilöinti
- tarkastusasiakirjan toimenpiteiden pohjalta luotujen dokumenttien nimeäminen
- dokumenttien vieminen NCC:n toimintajärjestelmään.

## 6 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli kehittää NCC:n taloteknisiin töihin liittyvää laadunvarmistuksen dokumentointia. Talotekniikka-asiantuntijoilla ei ole aikaisemmin ollut yhtenäisiä toimintatapoja laadunvarmistuksen dokumentointia ja arkistointia varten, joten toimihenkilöillä on ollut erilaiset, epäyhtenevät toimintatavat asiakirjojen hallintaan. Työ onnistui hyvin, ja lopputuloksena toimihenkilöille saatiin luotua taloteknisiä töitä koskeva tarkastusasiakirja työmaiden laadunseuranta-, -varmistusta ja -hallintaa koskien, sisältäen ohjeistuksen asiakirjojen arkistoinnille. Lisäksi yhteen koottu tarkastuskortisto helpottaa tarkastuksien tekemistä, sillä pohjia tarkastusdokumenteille ei aina tarvitse luoda uudestaan. Tarkastuskortistoa käyttäessä dokumenttien ulkoasu ja siihen kirjattavien huomioiden laajuus myös pysyy yhtenäisenä työmaasta tai käyttäjistä riippumatta.

NCC:n pitkälle hiotun toimintajärjestelmän sisältämä tieto ja runsas aineisto koskien laadunvarmistusta ja rakentamisen määräyksiä sekä ohjeistuksia mahdollisti myös työn etenemisen sujuvuuden, ammattitaitoista ohjausta unohtamatta.

Työtä voisi jatkaa tekemällä tutkimusta siitä, kuinka hyvin taloteknisen tarkastusasiakirjan jalkauttaminen ja käyttöönotto on onnistunut NCC:llä sekä kuinka sitä voisi kehittää jatkossa. Lisäksi työmailla on kovaa vauhtia kehittymässä trendi tarkastuksien dokumentaation ja asiakirjojen mobilisoinnista. Näin ollen tarkastusasiakirjan ja tarkastus-

kortiston saattaminen osaksi rakentamisen valvonnan, ohjauksen ja laadunvarmistuksen mobiilityökaluja voisi toimia hyvänä jatkumona tälle työlle.



## Lähteet

- 1 NCC Konserni. 2017. Verkkodokumentti. NCC Suomi Oy.  
<https://www.ncc.fi/tietoa-nccsta/ncc-konserni/>. Luettu 3.1.2017.
- 2 Anttila, Juhani; Jussila, Kari. 2016. Mitä laatu on? Artikkelii. Verkkodokumentti. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.  
[http://www.sfs.fi/ajankohtaista/uutiskirjeet/uutiskirjeet\\_2016/mita\\_laatu\\_on\\_artikkeli](http://www.sfs.fi/ajankohtaista/uutiskirjeet/uutiskirjeet_2016/mita_laatu_on_artikkeli). Päivitetty 8.2.2016. Luettu 17.10.2016.
- 3 Rakennustöiden laatu. 2009. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 4 Toimintajärjestelmät. 2016. Verkkodokumentti. Laatukeskus Excellence Finland.  
<http://www.laatukeskus.fi/palvelut-asiantuntijapalvelut-virallinen-versio/toimintajarjestelmat>. Luettu 20.10.2016.
- 5 SFS-EN ISO 9001. 2008. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 6 NCC toimintajärjestelmä.2017. Verkkodokumentti. NCC Suomi Oy.  
<http://pro3.ncc.fi/SitePages/Toimintajarjestelma.aspx#tj>. Luettu 1.10.2016–16.1.2017.
- 7 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 5.2.1999/132.
- 8 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2014. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <http://www.ym.fi/Rakentamismaarayskokoelma>. Päivitetty 28.11.2016. Luettu 30.11.2016.
- 9 Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta. 2015. RT YM2-21644. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 10 Siikanen, Pekka. 2004. Asuntotuotannon laadunvarmistus. Verkkodokumentti. Rakennustieto Oy. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK060503.pdf>. Luettu 16.11.2016.
- 11 Tarkastusasiakirja. 2004. Verkkodokumentti. Asuntokiinteistö- ja rakennuttajaliitto ASRA Oy.  
<http://www.hel.fi/static/att/aineisto/tiedostot/suunnitteluohjeet%20ja%20-mallit/7M.4%20Tarkastusasiakirja.xls>. Luettu 17.11.2016.
- 12 Mikkonen, Juha. Rakennuspäällikkö; Pukki, Anna-Mari. Talotekniikka-asiantuntija. 2016. NCC Suomi Oy. 4.11.2016. Haastattelu.

- 13 Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. TalotekniikkaRYL. 2003. LVI 01-10355. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 14 Rakennusten vastaan- ja käyttöönotto. 1991. LVI 03-40002. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 15 Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. 2006. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa A1. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 16 RT 84-10818. Putkistojen ja kanavien kannakointi. 2004. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 17 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D1. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 18 CE-merkintä. 2016. Verkkodokumentti. hEN helpdesk. <http://www.henhelpdesk.fi/www/fi/ce-merkinta/index.php>. Luettu 21.12.2016.
- 19 Toikka, Jari. 2017. Talotekniikkapäällikkö. NCC Suomi Oy. Haastattelu. 13.1.2017.