



Henri Aarne

# Laadunvarmistusprosessi ja Congri- din hyödyntäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

11.3.2022

# Tiivistelmä

Tekijä:	Henri Aarne
Otsikko:	Insinööriyön otsikko
Sivumäärä:	34 sivua + 1 liite
Aika:	11.3.2022
Tutkinto:	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	talotekniikka
Ammatillinen pääaine:	LVI-suunnittelu
Ohjaajat:	diplomi-insinööri Pellervo Matilainen lehtori Markku Leino

---

Insinööriyön tavoitteena on perehtyä talotekniikan laadunvarmistusprosessiin ja sen vaiheisiin. Työn tarkoituksena on käydä läpi teoria ja oikeat toteutusmenetelmät laadunhallintaprosessin takana sekä perehtyä digitaalisen laadunvarmistuksen käyttöön laadunvarmistuksen tukena.

Laadunvarmistusprosessin tavoitteena on varmistaa suunnitelmien mukainen laadullinen lopputulos. Rakennustietokannan materiaalien avulla käydään läpi talotekniikan laadunvarmistusprosessiin liittyvät tehtävät hankkeen alusta vastaanottotarkastukseen asti. Digitaalista laadunvarmistusta ja sen tuomia hyötyjä laadunvarmistukseen tarkastellaan vertaamalla sitä perinteiseen dokumentointityyliin.

Insinööriyössä tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta, että digitaalisen laadunhallintatyökalun käyttäminen nopeuttaa ja helpottaa laatutarkastusten tekemistä. Perinteinen kynä ja paperitekniikka tarkastusten tekemiseen sisältää useita aikaa vieviä vaiheita, jotka jäävät kokonaan pois digiavusteisessa laatutarkastuksessa. Työssä nousi myös esille havainnoinnin helppouden mahdollinen vaikutus havaintojen määrään. Dokumentointiin liittyvät käytännöt tulee olla kaikille osapuolille selkeät. Näin vältytään päätymästä tilanteeseen, jossa informaatiota ja raportteja alkaisi kertymään liikaa.

Avainsanat: laatu, laadunvarmistus, talotekniikka, digitalisaatio, Congrid

## Abstract

Author: Henri Aarne  
Title: Quality assurance process and utilization of Congrid  
Number of Pages: 34 pages + 1 appendix  
Date: 11 March 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Building Services Engineering  
Professional Major: HVAC Design  
Supervisors: Pellervo Matilainen, Master of Science  
Markku Leino, Senior Lecturer

---

The aim of this bachelor's thesis was to study quality assurance process and its stages in the field of building services. The purpose was to go through the theory and the correct implementation methods related to a quality management process, and to study the use of digital quality assurance as a support for quality assurance.

The materials in the Finnish building database were used to review the tasks related to the building services quality assurance process. Digital quality assurance and its benefits for quality assurance were examined by comparing it with the traditional documentation style.

Based on the observations made in the thesis, it can be stated that the use of a digital quality management tool speeds up the performance of quality inspections. It was seen that the traditional pen-and-paper method for performing inspections involves several time-consuming steps that are not needed in digital assisted quality inspection. The possible side effect of easing of observation and increasing the amount of non-relative information was also addressed. It was stated that the documentation standards should be clear to all participants in the project. This helps to prevent a situation where too much information and reports would start to accumulate.

Keywords: quality, quality assurance, building services engineering, digitalisation, Congrid

# Sisällys

1	Johdanto	1
2	Laatu	2
2.1	Laatu käsitteenä	2
2.2	Skanska ja laatu	3
2.3	Mistä laatuongelmat johtuvat?	4
2.4	Laadun kustannusvaikutuksia	6
3	Laadunvarmistusprosessi	9
3.1	Laadunvarmistus	9
3.2	Laadunvarmistusprosessin vaiheet	12
3.2.1	Laite- ja materiaalihyväksynät	12
3.2.2	Malliasennukset	12
3.2.3	Laite- ja asennustapatarkastukset	14
3.2.4	Paine- ja tiiveyskokeet	14
3.2.5	Putkistojen huuhtelu ja puhtauden tarkastus	15
3.2.6	Urakoitsijoiden toimintatarkastukset	16
3.2.7	Rakennuttajan toimintakokeet	17
3.2.8	Järjestelmien virtauksien säätötyöt	18
3.2.9	RAU-järjestelmän parametrien asettelu ja viritys	18
3.2.10	Mittaukset	19
3.2.11	Viranomaistarkastukset	19
3.2.12	Vastaanottotarkastus	21
4	Congrid laadunvarmistuksen dokumentoinnissa	21
4.1	Congrid ja digitaalinen laadunvarmistus	21
4.2	Dokumentointi Congridilla	25
4.2.1	Tarkastuslistat	25
4.2.2	Tarkastushavainto	26
4.2.3	Työmaaraportti	28
5	Yhteenveto	31
	Lähteet	33
	Liitteet	

## Liite 1: Laadunvarmistuksessa huomioitavia ajantarpeita

## 1 Johdanto

Rakennushankkeen lopputuloksessa laatu on merkittävässä asemassa. Hyvin toteutettu työ tarjoaa loppukäyttäjilleen kaikkien asetusten ja määräysten mukaisen turvallisen, terveellisen ja viihtyisän lopputuloksen. Talotekniikan osalta on olemassa lukuisia erilaisia asetuksia, ohjeita ja määräyksiä, joita noudattamalla voidaan saavuttaa laadukas lopputulos. Laatu ja sen tuottaminen ei ole vain imagokysymys. Laaduton lopputulos voi huonoimmillaan aiheuttaa mittavia taloudellisia kustannuksia, kun mahdollisia ongelmia lähdetään selvittämään ja korjaamaan esimerkiksi takuuvaiheen aikana.

Digitalisaation lisääntyminen on tuonut myös rakennusalalle useita ohjelmistoja monia erilaisia käyttötarkoituksia varten. Innovaatiot digitalisaation saralla ovat ominaisuuksillaan edesauttaneet laadun tuottamista hankkeilla.

Tässä insinööriyössä perehdytään talotekniikan laadunvarmistusprosessiin ja sen sisältämiin vaiheisiin sekä luodaan katsaus digitaaliseen laadunvarmistukseen Congridin avulla ja sen käytännön toteutukseen. Insinööriyö toteutetaan kirjallisuustutkielmana ja talotekniikan laadunvarmistusprosessin osalta käsitellään vain sen sisältämät pääkohdat. Syvempi tarkastelu näiden vaiheiden sisältämien yksityiskohtien vaikutuksesta lopputulokseen on rajattu pois. Työn tavoitteena on saada selkeä käsitys laadunvarmistuksen ja työvaiheiden yhteensovittamisesta projektin aikana.

## 2 Laatu

### 2.1 Laatu käsitteenä

Rakennusalalla yksi puhutuimmista aiheista on laatu. ISO9000-laaturjärjestelmän standardissa laatua on määritelty siten, mikä on esimerkiksi tuotteen tai palvelun kyky vastata asiakkaiden odotuksiin ja vaatimuksiin. Tämän lisäksi laatuun sisältyy myös asiakkaan tuotteesta saama hyöty ja arvo. Yksinkertaisemmin muotoiltuna ISO 9000:n mukaan laadulla tarkoitetaan siis sitä, missä määrin tuotteen tai palvelun ominaisuudet täyttävät asetetut vaatimukset. (1, s. 6.)

Tuoteperusteisessa määritelmässä laatuero ovat seurausta ominaisuuksien eroista, joita voidaan jollain tapaa mitata. Tällaiseen laatukäsitteeseen kustannukset ja hinta yhdistetään monesti siten, että parempi laatu tarkoittaa suurempia tuotantokuluja. Edellä mainitun kustannusten ja laadun suhteen perusteella voidaan parempilaatuisesta tuotteesta veloittaa suurempi hinta. Tällä tavoin laatukäsite ymmärretään usein esimerkiksi markkinoinnissa. (2.)

Tuotantoperusteisessa määritelmässä, esimerkiksi rakennusalalla, laatu on sekä vaatimusten täyttämistä, että täyttymistä. Laatua voidaan kuvata myös virheettömyysasteena, toisin sanoen miten hyvin vaatimukset täytetään. Se on myös suure, jota voidaan mitata. (2.)

## 2.2 Skanska ja laatu

Digitalisaation ja innovoinnin saralla Skanska haluaa jatkuvasti kehittyä ja etsiä parempia käytäntöjä ja työkaluja tämän edistämiseksi. Rakentaminen muuttuu ja rakennuksien sisältävän teknologian lisääntyessä Skanskalla päivitetään samaan tahtiin osaamista tekniikoiden kehityksen mukana. Yhtenä esimerkkinä innovoinnista ja digitalisaation edellä käynnistä Skanska toi 2019 Suomessa markkinoille täysin uuden keinon käydä asuntokauppaa. Digitaalisessa asuntokauppaprosessissa asunnon koko ostoprosessi on mahdollista tehdä vaikka kotisohvalta käsin. (3.)

Skanskan tavoitteena on olla rakennusosalalla Suomen johtava yritys laadussa. Yrityksen toiminnan perustana on vahva arvopohja ja päämäärätietoinen toiminta olla mukana yhteistyössä rakentamassa parempaa yhteiskuntaa, sekä asiakkaiden, että sidosryhmien kanssa. Laatu ja tavoitteiden täyttymistä seurataan jatkuvasti sekä yritys- että kuluttaja-asiakkaille tehtävillä tyytyväisyyttä mittaavilla kyselyillä. Näillä seurataan esimerkiksi lopputuotteen laatua ja palveluasennetta, joilla on luonnollisesti merkittävä rooli kokonaislaatukokemuksessa. Ulkopuolisten organisaatioiden yleisesti tunnustetut standardit ovat myös Skanskalla tärkeä osa järjestelmää, joiden avulla johdetaan esimerkiksi vastuullisuutta. Skanska Suomen toimintajärjestelmä perustuu standardeihin, mm. kansainväliseen ISO 9001-standardiin, joka määrittelee vaatimukset organisaation laadunhallinnalle. (4.)

Skanskalla digitalisaatiota hyödynnetään laadun parantamiseksi niin asiakasympäristössä, kuin tuotannon parissa työmaallakin. Asiakastyön avuksi virtuaalitodellisuudella mallien avulla voidaan suunnitelmia havainnollistaa asiakkaille etukäteen. Esimerkiksi asuntokauppaa käydessä on mahdollista tutustua uuteen kotiin jo ennen rakentamisen aloitusta 3D-mallin avulla. Työmailla Skanskalla on käytössä mobiililaitteita, kuten tabletteja. Nämä mahdollistavat tavansaisten piirustusten ja 3D-mallien tarkastelun työntekijöiden ja työnjohtajien osalta kentällä mahdollisen ongelman luona, mikä parantaa sekä tuottavuutta, että laatua. (3.)



### 2.3 Mistä laatuongelmat johtuvat?

Rakentamisen laatu on aihe, josta puhutaan paljon. Etsittäessä tietoa aiheesta tulee vastaan lukuisia kirjoituksia, joissa käsitellään siihen liittyviä ongelmia ja pyöritellään syy-seuraussuhteita. Melkeinpä poikkeuksetta eri lähteissä samat ongelmat nousevat esille, joten ainakin ongelmat ovat alalla hyvin tiedossa. Esimerkiksi talotekniikka-alan työntekijöiden mukaan tyytymättömyyttä herättää erityisesti suunnitelmat ja niiden sisältö. (5.)

Laadun pahin vihollinen on kiire. Tämä korostuu Rakennusliiton teettämän laatukselyn vastauksissa (kuva 1), jossa kysyttiin työntekijöiden mielestä tärkeimpiä syitä rakentamisen laatuongelmiin. Työn suorittamiseen liittyvä kiire keräsi yksin yli puolet annetuista vastauksista. Vaikka kiire korostuu vastauksissa, se ei kuitenkaan aina ole perimmäinen syy ongelmiin. Kiire on seurausta esimerkiksi suunnittelun, tekemisen ja johtamisen ongelmista. (5.)

Syy	Kpl	%
Työn suorittamiseen liittyvä kiire	1325	53 %
Kosteuteen ja olosuhteisiin liittyvät tekijät	214	9 %
Materiaalien sopimattomuus ja suojauksen puute	166	7 %
Ulkomaalaiset työntekijät ja kieliongelmat	158	6 %
Suunnitelmien puutteellisuudet	140	6 %
Valvonnan puute	117	5 %
Työnjohdon osaamattomuus	102	4 %
Välinpitämättömyys	84	3 %
Puutteellinen ammattitaito	81	3 %
Aliurakkaketjut ja kilpailuttaminen	78	3 %
Puutteellinen tiedonkulku	45	2 %
	2510	

Kuva 1. Rakennusliiton vuonna 2018 teettämän kyselyn tulos laatuongelmien syistä (5).

Rakennuslehden artikkelissa ”Kiireessä ei synny priimaa” nostetaan yksitellen esille juurisyyt, jotka toteutuessaan lopulta johtavat laatuongelmiin. Artikkelin perusteella on hankalaa lähteä yleisesti osoittamaan vain yhtä tiettyä syytä, joka itsessään olisi ongelma. Esimerkiksi suunnittelun osalta suunnitelmien myöhästyminen ei aina ole yksin suunnittelun vika. Suunnittelun ohjauksessa on voinut olla aukkoja, tai tilaajaan lähtötietoihin on tullut muutoksia tai ne ovat olleet puutteelliset. Nämä muuttuvat tekijät yhdistettynä jo valmiiksi tiukkoihin aikatauluvaatimuksiin voivat jo aivan alkuvaiheessa saattaa projektin aikataulun osalta vaikeuksiin. (5.)

Tuotantovaiheen haasteista työmaalla nostettiin esiin artikkelin mukaan aliurakointi, työnjohdon kokemattomuus ja kiire. Aliurakoitsijoiden mielestä heidän mielipiteitään esimerkiksi aikatauluista ei kuunnella, vaan ne sanellaan ehtona töiden saamiselle. Kiireen koittaessa sitten ei niin tärkeiksi koetut asiat, kuten suojaukset, saattavat jäädä tekemättä. (5.) Pieneltä tuntuva asia voi myöhemmässä vaiheessa kostautua laadunhallinnan kannalta. Esimerkiksi päätelaitteiden ja kanavien suojaamatta jättäminen ilmanvaihtotöiden osalta voi johtaa rakennustöiden edetessä kanaviston likaantumiseen, joka ilmenee pahimmillaan vasta projektin loppuvaiheessa toimintakokeiden alla. Kanaviston puhdistamisesta koituu sekä kustannuksia, että todennäköistä viivettä aikatauluun.

Työnjohto sai Rakennusliiton kyselyssä kritiikkiä jo vuonna 2012 toteutetussa kyselyssä, ja sama trendi toistui vuoden 2018 kyselyssä. Esiin nostettiin lehden mukaan työnjohtopula ja liian kokemattomat työnjohtajat. Työnjohtovajeen vuoksi usein nuorille ja kokemattomille on annettu liian suuri vastuu osaamistason nähden. (5.)

Rakennushankkeeseen oleellisesti kuuluva valvontakaan ei säästynyt moitteilta. Esimerkiksi gryndikohteissa koettiin ongelmaksi valvonnan riippuvuus palkanneeseen rakennusliikkeeseen. Jopa valvonnassa on saatettu aikataulupaineiden johdosta hyväksyä työnjälkeä, joka ei ole moitteetonta ja näin ollen täytävä laatuvaatimusta. (5.)

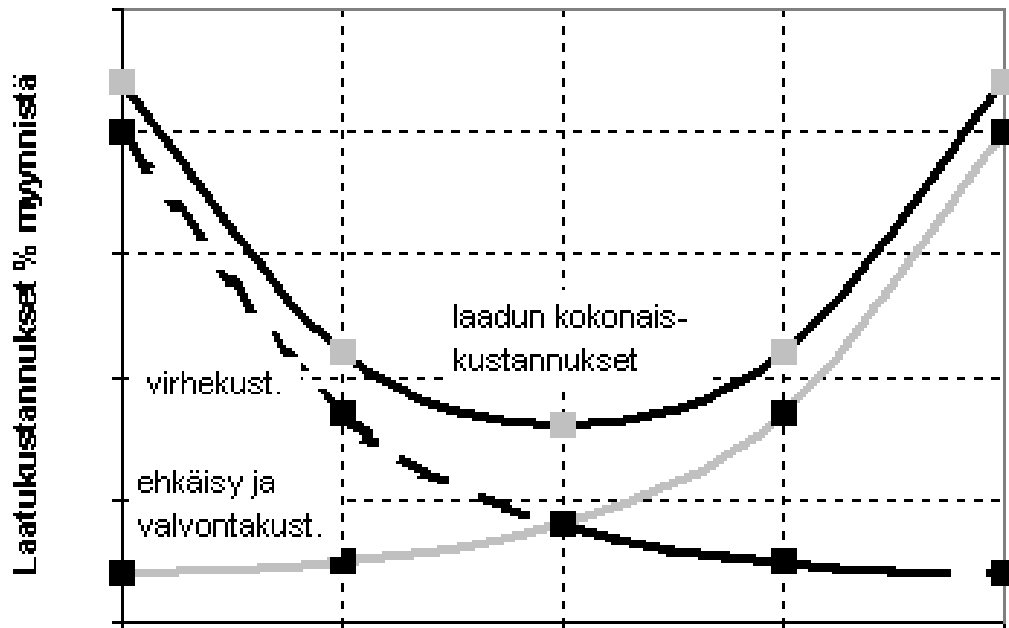
## 2.4 Laadun kustannusvaikutuksia

Heikko laatu voi huonoimmassa tapauksessa aiheuttaa merkittäviä kustannusvaikutuksia. Kustannusvaikutukset voivat syntyä esimerkiksi virheellisistä tuotteista tai huonosta tekemisestä, jota joudutaan jälkikäteen korjaamaan joko takuutöinä tai projektin aikana. VTT:n vuonna 2021 tekemän tutkimuksen mukaan huonosta laadusta aiheutuu rakennusyrietyksille ylimääräisiä kuluja 10–15 prosenttia. Tarkka ja läpinäkyvä dokumentointi rakentamisen vaiheista sekä mahdollisimman optimoitu tehokkuus voisivat auttaa säästämään tässä merkittäviä summia. (6.)

Rakennusteollisuuden puheenjohtaja Tero Kiviniemi taas nosti vuonna 2016 esille arvion laadusta johtuvista vuotuisista kustannuksista kirjoituksessaan ”Laatu on ilmaista mutta laaduttomuus maksaa”. Kiviniemen mukaan takuukorjausten välittömät kustannukset Suomen rakennusteollisuudelle vuositasolla ovat 300 miljoonaa euroa. (7.)

Yleistasolla laadun ja kustannusten suhdetta voidaan havainnollistaa esimerkiksi diagrammeihin tai graafisiin kuvaajiin. Laatuakatemia julkaisussa klassisessa laatukustannusmallissa (kuva 2) laatukustannukset ja niiden muodostuminen havainnollistetaan U-käyränä. Samasta kuvasta voidaan myös lukea valvonnan ja ehkäisyn vaikutus virhekustannuksiin. Virhekustannusten laskiessa tarpeeksi matalalle kääntyy ehkäisykustannus kalliimmaksi. Kustannusteknisesti optimaalinen taso laadulle asettuu siis suhteellisen lähelle pistettä, jossa laskevat virhekustannukset ja kasvavat ennaltaehkäisyn kustannukset leikkaavat toisensa. Kuvasta 2 nähdään myös, että valvonnan suhteeton kasvattaminen johtaa ylilaatuun. Tälle mallille on olennaista, että valvontakustannukset lisääntyvät laadun tason paranemisen myötä, sekä se, että laadun parantuminen ei tuota hyötyä suhteessa kasvavien kustannusten kanssa. (8.)

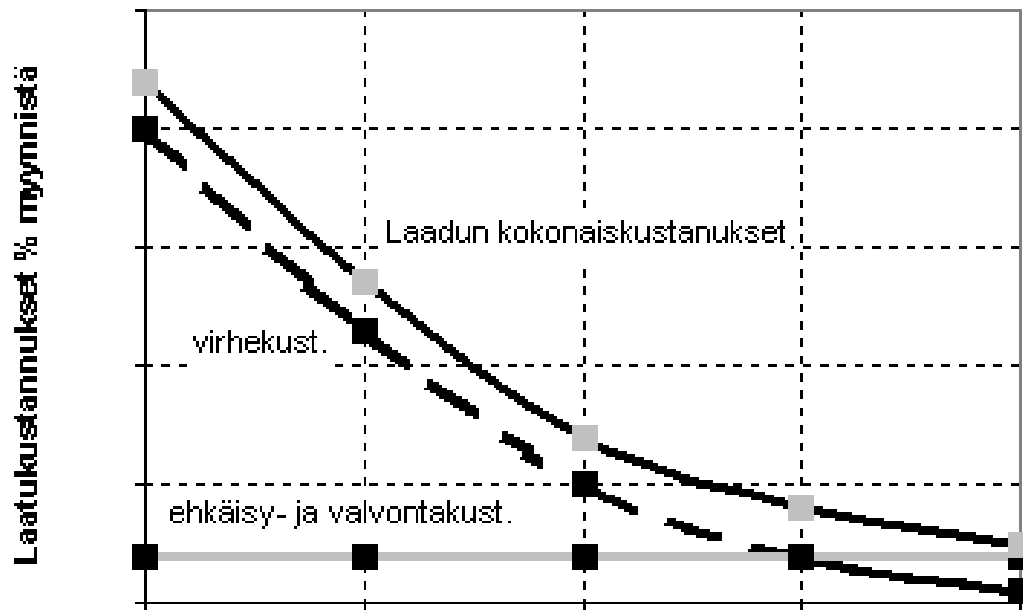
## Klassinen laatukustannusmalli



Kuva 2. Klassinen laatukustannusmalli (8).

Klassisen laatukustannusmallin lisäksi on olemassa tästä kehitetty ns. uusi laatukustannusmalli (kuva 3). Uuden laatumallin ajatus on, että siinä parantuva laatu ei välttämättä aiheuta lisäkustannuksia, kun laatuajattelu otetaan mukaan prosessiin. Tämä edellyttää organisaatiotasolla laadun ja sen merkityksen omaksumista ja laatuvaiheiden läpikäymistä. Uudessa laatukustannusmallissa valvonta- ja ehkäisykustannukset ovat vakiot, ja laadun kokonaiskustannus laskee virhekustannusten vähentyessä. (8.) Kuten mainittua, tämä on mahdollista ottamalla laatuajattelu mukaan prosessiin, eli esimerkiksi työmaan tuotantoon.

## Uusi laatukustannusmalli



Kuva 3. Uusi laatukustannusmalli (8).

### 3 Laadunvarmistusprosessi

#### 3.1 Laadunvarmistus

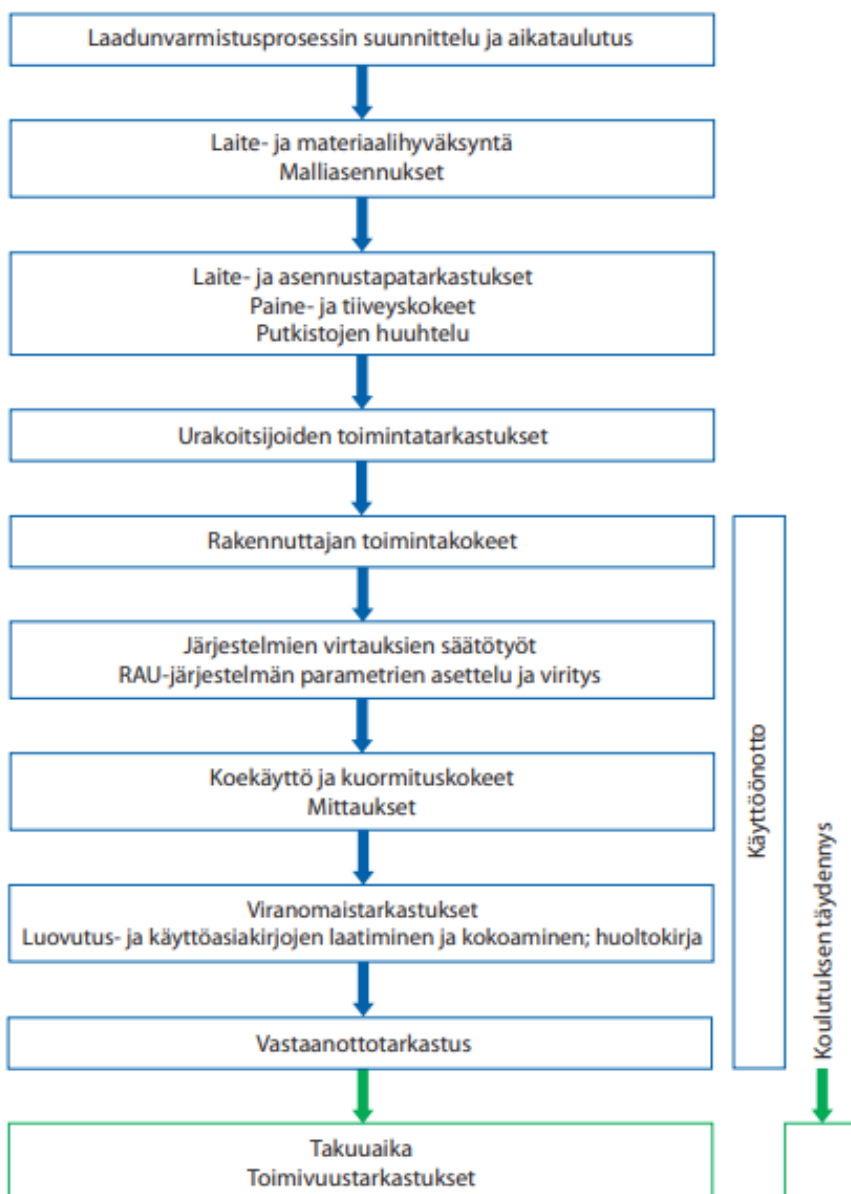
Talotekniikan laadunhallintaa ja varmistusta varten on Rakennustieto Oy:n tietokokoelmassa ohjekortteja, joissa esimerkiksi kuvataan laadunvarmistusprosessin kulku talonrakennushankkeessa taloteknisten järjestelmien osalta. Näiden ohjeistusten noudattaminen auttaa tunnistamaan ja ennaltaehkäisemään hankkeen aikana syntyviä mahdollisia laatuongelmia ja näin ollen myös niistä aiheutuvia kustannuksia.

Taloteknisten järjestelmien vaiheittain toteutettavan prosessimaisesti etenevän laadunvarmistusprosessin kokonaisuuden tavoitteena on ensiluokkaisen ja virheettömän lopputuloksen saavuttaminen. Laadunvarmistusprosessin järjestelmällisyyden avulla on tarkoitus varmistaa, että rakennushankkeen toteutus ja laatutaso on suunnitelmien mukainen ja että lopputulos täyttää asetetut tavoitteet sekä vaadittavat ylläpito- ja käyttövalmiudet. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi rakennushankkeen kaikkien osapuolten tulee yhteistyössä suorittaa jatkuvaa, systemaattista sekä ennakoivaa laadunvarmistusta hankkeen vastaanottomenettelyn osana. (9.)

RT-kortin 10–11301 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely prosessikuvaus ensimmäiseltä sivulta löytyy havainnollistava kuva (kuva 4), josta nähdään koko laadunvarmistuksen prosessimainen kulku ensimmäisestä askeleesta hankkeen vastaanottotarkastukseen. Siinä on myös tiivistetty hyvin ja selkeästi näiden vaiheiden tarkoituksenmukaisuus:

Laadunvarmistuksen tavoitteena on varmistaa suunnitelman mukainen toteutus ja laatutaso sekä valmiudet käyttöönololle ja ylläpidolle. Virheettömänä vastaanotettu rakennushanke on tavoitteen mukainen tulos. Laadunvarmistuksen tarkoituksena on minimoida vastaanoton jälkeen tapahtuvia selvityksiä ja järjestelmien virheellistä tai puutteellista toimintaa. (9, s. 3.)

### LAADUNVARMISTUS, PROSESSIKAAVIO



Kuva 4. Laadunvarmistuksen prosessikaavio (9, s. 1).

Laadunvarmistus toteutetaan ennalta sovitulla ja aikataulutetulla tavalla. Talotekniikka-urakoitsijat ottavat osaa suunnittelijan, rakennuttajan sekä toisten urakoitsijoiden koolle kutsumiin laadunvarmistukseen liittyviin suunnittelu- ja aikataulukokouksiin. Jokainen laadunvarmistusprosessin osapuoli nimittää yhden edustajan, joka on vastuussa yhteisesti sovittavan laadunvarmistusprosessin velvoitteiden ja vastuiden hoitamisesta. Laadunvarmistusprosessin tavoitteena on ennen kaikkea sitouttaa hankkeen osapuolet vahvasti varmistamaan laatu. (9, s. 3.)

Laadunvarmistuksen eri vaiheista tehdään pöytäkirjoja. Tällaisia pöytäkirjoja ovat esimerkiksi katselmuspöytäkirjat, mittauspöytäkirjat ja tarkastusasiakirjat. Kaikki pöytäkirjat tallennetaan hankkeesta riippuen esimerkiksi yhteiseen projektipankkiin ja lopuksi ne luovutetaan vastaanottotarkastuksen yhteydessä rakennuttajalle. Mikäli dokumentit sisältävät valokuvia tai videomateriaalia, tulee niissä selkeästi osoittaa niiden ottopaikka rakennuksessa. Pöytäkirjojen oikeellisuudesta vastaa dokumentin laatija, talotekniikassa esimerkiksi vastaava IV- tai KVV-työnjohtaja. (9, s. 4.)

Kaikissa laadunvarmistukseen liittyvissä asiakirjoissa täytyy olla ainakin seuraavat tiedot (10, s. 3):

- sen yhtiön tai organisaation nimi, jonka työntekijä on asiakirjan tehnyt
- asiakirjan tekijän nimi
- päivämäärä, jolloin asiakirja on tehty
- asiakirjan sisältöä kuvaava nimi
- sivunumerointi ja sivujen lukumäärä
- päivämäärä, jolloin asiakirjan sisällön tehtävät ovat tapahtuneet
- tarvittava sisältö
- paikka hyväksyjän nimelle, allekirjoitukselle ja allekirjoituspäivämäärälle.



## 3.2 Laadunvarmistusprosessin vaiheet

### 3.2.1 Laite- ja materiaalihyväksynnät

Talotekniikkatöiden laadunvarmistuksen ensimmäinen vaihe on urakoitsijan valitsimien tuotteiden tarkastaminen hyväksyntää varten. Urakoitsijan tulee ennen jokaisen asennustyövaiheen aloittamista hyväksyttää rakennuttajalla kaikki kyseisessä työvaiheessa käyttämänsä materiaalit, tuotteet ja laitteet. Ennen hyväksyntää rakennuttajalta ei mitään hyväksymättömiä tuotteita saa käyttää asentamisessa tai tuoda työmaalle. (10, s. 4.)

Laite- ja materiaalihyväksynnän tarkoitus on taata, että urakoitsijoiden valitsemat järjestelmät, laitteet, materiaalit ja niiden asennustavat täyttävät niin suunnitelmien vaatimukset, kuin sellaisetkin yleisiin säädöksiin ja asetuksiin perustuvat vaatimukset, joita ei suunnitelmissa muuten tarvitse esittää (9, s. 5).

Urakoitsijan esittäessä suunnitelmista poikkeavaa laite- tai materiaalivalintaa joko rakennuttaja tai tämän edustaja varmistaa LVI-suunnittelijalta, että urakoitsijan esittämät valinnat täyttävät suunnitelmien tekniset vaatimukset. Suunnittelijan tulee myös tarkastaa, että esitetyt tuotteet ovat yhteensopivia ennalta määritetyn järjestelmän kanssa, energiatehokkuusvaatimukset toteutuvat ja ne täyttävät yleiset edellytykset markkinoille saamiseksi (CE-merkintä). Kun kaikki nämä on tarkastettu, antaa suunnittelija asiasta kirjallisen lausunnon. Talotekniikkavalvoja valtuuksistaan riippuen hyväksyy urakoitsijan valintaesitykset. Tarvittaessa TATE-valvojan on hyväksyttävä valinnat rakennuttajalla. (9, s. 5.)

### 3.2.2 Malliasennukset

Malliasennusten perusteella kirjataan muistiin asennuksissa käytettävät tuotteet, sekä asennustyön laatu- ja toteutustapa, joita noudatetaan toistettavissa suorituksissa. Talotekniikkatoteutusten osalta tällaisia malliasennusta vaativaa asennussuoritteita ovat esimerkiksi kylpyhuoneasennukset. Talotekniikkatöiden valvoja dokumentoi hyväksytyt malliasennukset ja sisällyttää

dokumenttiin tarpeelliset kirjaukset valokuvineen sekä asennuksen sijaintipaikan rakennuksessa. Talotekniikkaurakoitsijoiden tulee esittää malliasennukset hyvissä ajoin hyväksyttäväksi, ennen kuin lopullinen asennustyö aloitetaan. Tieto malliasennusten sijainnista ja hyväksyttämisaikataulusta tulee välittää talotekniikkavalvojalle ja muille tarpeellisille osapuolille. (9, s. 5.)

Sopimusasiakirjoissa määritellään asennuskokonaisuudet, joista tulee tehdä malliasennukset. Erityisesti malliasennukset ovat tarpeen, kun asennuskokonaisuuteen liittyy useamman kuin vain yhden urakoitsijan työsuoritetta. Malliasennuksia tehdään tyypillisesti esimerkiksi seuraavista töistä (10, s. 4):

- putkistot ja kanavistot kannakointeineen
- vesi- ja viemärikalusteet
- eristykset
- asuinkerrostalossa koko asunto tai kylpyhuone
- liikekeskuksessa malliliiketila
- radiaattorin asennus
- puhallinkonvektori
- jäähdytyskatto ja -palkki
- oviverhokone
- suuntapainepuhallin/savunpoistopuhallin
- palopelti.

Urakoitsija tekee malliasennuksen esimerkiksi putkiston kannakoinnista urakkaasiakirjojen mukaan. Rakennuttajan edustajista valvoja ja/tai suunnittelija tarkastaa ja hyväksyy malliasennukset ja hyväksytty malliasennus jää osaksi lopullista asennusta. Pöytäkirjan tästä tekee joko rakennuttajan tai urakoitsijan edustaja. Hyväksytyt malliasennuksen pöytäkirjaan kirjataan asennuspaikan tai tilan tunnus ja sijainti, sekä mahdolliset huomautukset asennuksiin liittyen. (10, s. 5.)

### 3.2.3 Laite- ja asennustapatarkastukset

Laite- ja asennustapatarkastusten avulla todennetaan, että asennustöissä käytetyt tuotteet ovat pysyneet ehjinä, ne vastaavat niiden tuotekorteissa esitettyä sisältöä ja että asennustyö on tehty käyttötavan vaatimusten mukaisesti. Rakennustyön sopimusasiakirjoissa on määritelty jatkuvaa todentamista edellyttävät tarkastukset sekä niiden ajankohdat. Asennustapatarkastukset dokumentoidaan rakennustyön tarkastusasiakirjaan, mikä osaltaan täyttää urakoitsijan oman työn tarkastusveloitteen toteutumisen. Oman työn tarkastusta voidaan myös kutsua itselleluovutukseksi. Urakoitsijan itselleluovutusten hyväksytyt suorittaminen on edellytys, jota ennen toimintakoevaiheeseen ei siirrytä. (9, s. 5.)

Urakoitsija toteuttaa laite- ja asennustapatarkastuksia samanaikaisesti asennustöiden edistymisen tahdissa. Tarkastuksissa verrataan asennuksia, suunnitelmia, asennusohjeita hyväksytyihin malliasennuksiin. Asennustöiden ja tarkastusten sujumuuden kannalta on tärkeää, että niin asentajilla, kuin tarkastajillakin on aina käytössä viimeisimmät suunnitelmarevisiot sekä asennusohjeet. (10, s. 5.)

Urakoitsijan täytyy tehdä jokaisesta tarkastuksesta pöytäkirja tai kirjallinen muistio, jolla todennetaan yksityiskohtaisesti tarkastetut asiat. Mikäli tarkastuksessa havaitaan puutteita, on niistä hyvä ottaa riittävästi valokuvia ja liittää ne osaksi pöytäkirjaa. Peittyvät asennukset tulee myös kuvata huolellisesti ennen peittämistä ja sen jälkeen, jotta voidaan osoittaa asennusten oikeellisuus sekä asennuksissa käytetyt materiaalit ja laitteet. (10, s. 5.)

### 3.2.4 Paine- ja tiiveyskokeet

Paine- ja tiiveyskokeet toteutetaan joko verkostojen osissa tai koko verkoston kattavana. Osapainekokeet suoritetaan työn etenemisen yhteydessä sellaisille verkostojen osille, jotka eristetään tai jäävät rakenteiden sisään. Kokeet tulee tehdä ennen kyseessä olevien asennusten peittämistä. Mikäli koeponnistuksen yhteydessä havaitaan vuotoja tai vikoja, ne korjataan, minkä jälkeen koe

uusitaan tarvittavilta osin. Koeponnistuksen tuloksesta tehdään työn todentava pöytäkirja, jonka TATE-urakoitsija laatii ja TATE-valvoja allekirjoituksellaan vahvistaa. (9, s. 6.)

Paineenalaiset putkistot koepainetaan vedellä tai jäätyttömällä nesteellä, mikäli on olemassa jäätymisvaara. Koepainettava putkisto tulee ilmata hyvin, jotta koepainemittaria lukemalla mahdollinen vuotojen toteaminen onnistuu kohtuullisen ajan kuluessa. Koepaine vesijohtoverkostossa tulee aina olla vähintään 1,0 MPa, ja muissa putkistoissa koepaineena käytetään 1,3 kertaa kyseessä olevan putkiston suurin käyttöpaine. Jäte- ja hulevesiviemäreiden osalta todetaan tiiveys joko ilmalla tai vedellä suoritettulla painekokeella. Ilmanvaihtokanavien tiiveyskokeet suoritetaan ilmalla ja koepainepuhaltimella. Kaikista näistä painekokeista tehdään urakoitsijan toimesta pöytäkirjat, joilla todennetaan työn suoritus. (10, s. 5.)

### 3.2.5 Putkistojen huuhtelu ja puhtauden tarkastus

Painekokeiden jälkeen LVI-järjestelmät huuhdellaan tai puhdistetaan menetelmillä, jotka määritellään tarkemmin sopimusasiakirjoissa. Urakoitsija tekee puhdistuksesta toteutussuunnitelman, joka tulee hyväksyttävä rakennuttajalla tai tämän edustajalla ennen työn aloitusta. Puhdistustyöt toteutetaan rakennuttajan edustajan valvonnan alaisena, ja työn tuloksen hyväksyy myös rakennuttaja tai tämän edustaja. Urakoitsijan toimesta tehdään pöytäkirjat kanavistojen puhdistuksesta, sekä putkistojen huuhtelusta. (9, s. 6.)

Vesilaitteiston huuhtelussa putkistosta poistetaan sinne mahdollisesti jäänyt lika tai irtoaines. Huuhtelulla myös parannetaan kupariputkien sisäpinnalle muodostuvan suojakerroksen muodostumista. Huuhtelu toteutetaan talousvedellä, hyödyntäen voimakasta virtausta. Kaikki putkiston osat huuhdellaan, joko putkilinja tai putkiston osa kerrallaan. Huuhtelutyö aloitetaan veden tulosuuntaan nähden kauimmaisesta vesipisteestä ja edetään kohti veden tulosuuntaa. Ilmanvaihtokanavat puhdistetaan alipaineistettuna harjaamalla. (10, s. 6.) Liitteessä 1 on

tarkemmin eroteltu näiden, ja muiden laadunvarmistusprosessiin liittyvien tehtävien ajankäytön tarpeeseen vaikuttavia asioita.

### 3.2.6 Urakoitsijoiden toimintatarkastukset

Toimintatarkastukset suoritetaan tarkastuslistojen perusteella, jotka on valmisteltu etukäteen. Tarkastuslistojen käyttö auttaa jaksottamaan tarkastukset luotettavalla tavalla, koska vaiheittain täytetyistä listoista nähdään selkeästi ne tarkastustoimet, jotka on tehty ja jotka ovat vielä suorittamatta. Tämän toimintamallin avulla tarkastukset saadaan kohdennettua haluttuihin toimintoihin ja saadaan tarkastusten kulun laajuudesta selkeä käsitys. (9, s. 6.)

Toimintatarkastukset voidaan toteuttaa, kun laitteisto on asennettu lopullisesti sekä sähköurakoitsija on osaltaan suorittanut laitteistokohtaiset käyttöönottotarkastukset ja mittaukset. Toimintatarkastuksissa urakoitsijat yhdessä varmistavat, että kaikkien taloteknisten järjestelmien toiminta on suunnitelmien mukaista. Ennen ilmanvaihtolaitteiston toimintatarkastusta tulee tekniset tilat sekä muut ilmanvaihdon vaikutusalueella olevat tilat olla siivottu ja täysin pölyttömiä. (10, s. 6.)

Toimintatarkastusten edellytyksenä on, että tarkastuksen piirissä oleville järjestelmille ja tuotteille on tehty hyväksytyt asennustapa-tarkastukset sekä tiiveys- ja painekokeet ennen toimintatarkastusten aloittamista. Tarkastusten aloittamisen edellytyksenä on myös, että tilojen puhtausaste on sopimusasiakirjoissa vaaditulla tasolla. (9, s. 6.)

Mikäli toimintatarkastuksessa havaitaan virheitä tai puutteita, ryhdytään korjaviin toimenpiteisiin välittömästi. Talotekniikkaurakoitsija laatii pöytäkirjan toimintatarkastuksista, jota voidaan myöhemmin hyödyntää pohjana toimintako-keessa. Tarkastetut järjestelmäkokonaisuudet ja toiminnot sekä mahdollisesti havaitut virheet ja puutteet kirjataan pöytäkirjaan. Rakennusautomaation piste-luettelo ja siihen merkitseminen ei yksin ole riittävä dokumentointitapa. TATE-urakoitsijan laatimat virhe- ja puutelistat ovat osa projektin luovutusaineistoa, ja ne tulee tallentaa ja liittää sovitulla tavalla luovutusaineistoon, joka toimitetaan

lopuksi rakennuttajalle. ”Hyväksytysti suoritettavat toimintatarkastukset ovat edellytyksenä toimintakokeiden aloittamiselle.” Toimintatarkastuksilla siis varmennetaan siitä, että toimintakokeiden edellytykset täyttyvät ja niihin ollaan valmiina siirtymään. (9, s. 6.)

### 3.2.7 Rakennuttajan toimintakokeet

Rakennuttajavetoisissa toimintakokeissa tarkistetaan kriittisimpien laitteiden tärkeimmät toiminnot. Niissä keskitytään toimintoihin ja laitteisiin, jotka ovat merkittäviä turvallisuuden, käyttökustannusten ja tilojen käytettävyyden kannalta. Talotekniikkavalvojat, jotka vastaavat toimintakokeista, huolehtivat, että jokainen toimenpide tulee suoritetuksi hankkeelle hankekohtaisesti toteutetun toimintasuunnitelman mukaisesti. Laadunvarmistusaikatauluun tulee varata riittävästi aikaa toimintakokeiden eri vaiheille, ja tilojen puhtausluokan tulee olla sopimusasiakirjojen vaatimusten mukainen, ennen kuin toimintakokeet aloitetaan. Toimintakokeita edeltävät urakoitsijoiden toimintatarkastukset ja niiden laajuus määrittelevät toimintakokeiden laajuuden ja tarkkuuden. Mikäli toimintatarkastukset todetaan laajuudeltaan kattaviksi, puutteiltaan vähäisiksi ja hyvin dokumentoiduiksi voidaan toimintakokeet viedä läpi pääsääntöisesti pistokoeluonteisesti. (9, s. 6.)

Mikäli toimintakokeiden suorituksessa on päädytty pistokoemaisuuteen ja niissä havaitaan, että aiemmassa vaiheessa laadituissa hyväksytyksi tulleissa toimintatarkastuspöytäkirjoissa on virheitä, valvojilla on oikeus keskeyttää tai muuttaa kokeet järjestelmäkohtaisiksi. Toimintakokeilla varmistutaan siitä, että kaikki järjestelmät toimivat, kuten on suunniteltu. Rakennuttajan toimintakokeiden pöytäkirjat laativat ja allekirjoittaa TATE-valvoja. Kirjaukset pelkistä puutteista eivät riitä, vaan toimintakoepöytäkirjasta tulee käydä ilmi, mitä on tarkastettu. (9, s. 6.)

### 3.2.8 Järjestelmien virtauksien säätötyöt

Verkostojen säätötyö toteutetaan pääsääntöisesti tietokoneavusteisen laskennan perusteella saaduilla esisäätöarvoilla. Mikäli asennustyössä on hyväksytty käytettäväksi esimerkiksi eri venttiileitä, tulee kaikkien tällaisten LVI-tuotteiden tyypit päivittää. Eri tuotteilla on erilaisia virtausteknisiä ominaisuuksia, jotka vaikuttavat verkoston säätöön. Ennen säätötöiden aloitusta tulee säätöpöytäkirjamallit hyväksyttää rakennuttajalla. (9, s. 7.)

LVI-tekniisten järjestelmien ja tuotteiden toiminta säädetään asennusta vastaavien suunnitelmien mukaiseksi rakennus-, vyöhyke- ja tilakohtaisesti. Virtauksien säätötöiden työn aloituksen edellytyksenä on, että toimintakoe on säädettävän järjestelmän osalta suoritettu. Säädetävän järjestelmän tulee toimia jatkuvasti rakennusautomaation ohjaamana ja varolaitetoimintojen on oltava normaalissa käytössä. Tällä menettelyllä selvitetään mahdollisten poikkeamien syyt sekä tarvittaessa suunnitellaan ja toteutetaan korjaavat toimenpiteet. Urakoitsija laatii kaikista virtauksien säätötöistä ja mittauksista pöytäkirjat puhtaaksikirjoitettuna. (9, s. 7.)

### 3.2.9 RAU-järjestelmän parametrien asettelu ja viritys

Talotekniikkaurakoitsija toimittaa RAU-urakoitsijalle tarvittavat tiedot TATE-järjestelmistä, joka näiden perusteella asettelee prosessien lopulliset asetusarvot. Lopulliset käyttöönottoasetukset rakennusautomaatiojärjestelmään voidaan tehdä vasta sitten, kun kaikki LVI-järjestelmään kuuluvat osa-alueet on säädetty. Rakennuksessa olevien tekniisten järjestelmien säädön tulee toimia tarkasti riittävällä nopeudella, eikä säädettävä suure saa värähdellä tai huojua poikkeavasti. (9, s. 7.)

LVI-laitteiden parametrein asettelun dokumentoinnista vastaa RAU-urakoitsija, johon kirjataan RAU-järjestelmän ja -laitteiden asetusarvot, sekä niihin liittyvät viritystiedot. Viritystyön onnistuminen todetaan trendiajolla säätöpiirikohtaisesti.

Näistä tulostetaan käyrästä, jotka toimitetaan rakennuttajan LVIA-valvojalle tarkastusta ja hyväksyntää varten. (9, s. 7.)

### 3.2.10 Mittaukset

LVI-järjestelmien virtaussäätötöiden jälkeen LVI-urakoitsija mittaa ja dokumentoi kaikki suureet, joille on suunnitelmissa määritelty tavoitearvot ja vaaditaan töiden todentamista mittauksin. Tällaisia suureita ovat esimerkiksi SFP-luvut, ilmanvaihdon LTO:n hyötysuhteet, äänitasot, ilman nopeus oleskeluvyöhykkeellä, tuloilman lämpötilat, tilojen lämpötilat jne. Kaikki mittaustulokset dokumentoidaan talotekniikkaurakoitsijan toimesta ja, mikäli niissä ilmenee poikkeavuuksia, säätöjä korjataan, kunnes haluttu tulos saavutetaan. (9, s. 8.)

### 3.2.11 Viranomaistarkastukset

Rakennusvalvontaviranomainen ilmoittaa yleensä rakennusluvassa sekä rakennusvalvonnan aloituskokouksessa ne tarkastukset, jotka rakennusvalvontaviranomainen tulee suorittamaan. Talotekniikkatoteuttaja on vastuussa yhteydenpidosta rakennusvalvontaviranomaiseen työvaiheiden vaatimassa järjestyksessä. Ennen kuin tilaajan vastaanottotarkastus on mahdollista järjestää, tulee viranomaistarkastusten olla suoritettuja ja tarkastuspöytäkirjat näistä laadittuna. (9, s. 8.) Kuvasta 5 nähdään esimerkkipöytäkirja vesi- ja viemärlaitteiston tarkastusten osalta.

Viranomaistarkastukset vastaanottotarkastusta varten on oltava suoritettu ja tarkastusasiakirjat laadittu ennen tilaajaorganisaation vastaanottotarkastusta. Talotekniikkatöiden osalta pääurakoitsija vastaa siitä, että KVV- ja IV-loppukatselmus on suoritettu ennen rakennusvalvonnan pitämää käyttöönottotarkastusta tai loppukatselmusta. Vastaanottotarkastukseen mennessä tulee olla tehtynä kaikki vaadittavat viranomaistarkastukset. Kaikki mahdollisesti havaitut viimeiset puutteet korjataan, ja ne tulee olla tehtynä ennen vastaanottotarkastusta. (9, s. 8.)



### Vesi- ja viemärlaitteistot tarkastusasiakirjan yhteenvetolomake

Ennen loppukatselmusta lomake tallennetaan Lupapisteeseen  
Kopio annetaan vesi- ja viemärlaitteistoiden loppukatselmuksessa

Rakennuslupa- tai Lupapiste-tunnus		
Osoite	Toimenpide	
Rakennushankkeeseen ryhtyvä		puh.
KVV-suunnittelija		puh.
KVV-tyonjohtaja ulkopuoliset asennukset		puh.
KVV-tyonjohtaja sisäpuoliset asennukset		puh.
KVV-tyonjohtaja rajattu vastuualue		puh.
<b>Työvaihetarkastus / Vastuuhenkilö</b> (*lisätietoa ja ohjeet vesi- ja viemärlaitteistot -opas / talotekniikkainfo.fi)	pvm.	<b>Varmennusmerkintä</b> Allekirjoitus
<b>KVV-töiden aloitusvalmius:</b> rakennuslupa lainvoimainen, suunnitelmat leimattu		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>KVV-aloituskokous pidetty</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>Ulkopuoliset viemärit tarkastettu (asennukset ja täyttö)</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>Jäte- ja hulevesikaivot tarkastettu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>Pohjaviemärit tarkastettu (liitokset, kannakointi, täyttö)</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>Kerrosviemärit tarkastettu (liitokset, kannakointi)</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>Pumppaamot ja erottimet viritetty ja tarkastettu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>*Jätevesilaitteiston tiiviyys todettu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>*Sisäpuolisten hulevesiviemäreiden tiiviyys todettu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>*Vesilaitteiston tiiviyys todettu (paine-ko)</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>*Vesilaitteisto ja poresuuttimet huuhdeltu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>*Käyttöveden kiertojohtoon virtaamat säädetty</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>*Vesilaitteiston paine ja vesikalusteiden virtaamat mitattu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>*Lämpimän käyttöveden odotusaika mitattu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>*Vesimittareiden toiminta tarkastettu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>Palo-, kondenssi-, lämpö- ja ääneneristykset tarkastettu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>Äänitasomittaukset suoritettu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>Toimintakokeet hyväksytysti suoritettu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>Rakennustyön alkaiset muutokset dokumentoitu suunnitelmiin</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-suunnittelija		
<b>Muutokset energiaselvitykseen esitetty pääsuunnittelijalle</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-suunnittelija		
<b>Käyttö- ja huolto-ohjeet materiaalitodistuksineen luovutettu</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-suunnittelija		
<b>KVV-työ suunnitelmien mukainen ja käyttöönotettavissa</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>KVV-loppukatselmus osittainen (käyttöönotto) pidettävissä</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
<b>KVV-loppukatselmus pidettävissä</b>		
Vastuuhenkilö <input type="checkbox"/> KVV-tj		
Huomautukset		

Kuva 5. Esimerkki LV-töiden tarkastusasiakirjasta (11).

### 3.2.12 Vastaanottotarkastus

Kohteen vastaanottomenettelyä voidaan pitää jatkuvana toimintana, joka tapahtuu koko urakkasuorituksen ajan. Valmistumien alkaa siis jo ensimmäisenä valmistuneen työsuorituksen tarkastuksesta. Rakentaminen on kokonaisuudessaan pitkä jana täynnä useita toimenpiteitä, jotka lopulta johtavat kohteen valmistumiseen ja vastaanottotarkastuksen pitämiseen. Vastaanottotarkastuksessa varmennetaan hankkeen sopimusasiakirjojen paikkansapitävyys ja se, että kaikki laadunvarmistustoimenpiteet ennen sitä on suoritettu hyväksytysti ja oikein dokumentoitu. Työsuoritus päättyy vastaanottotarkastukseen ja rakennuttajalle luovutukseen. (9, s. 9.)

## 4 Congrid laadunvarmistuksen dokumentoinnissa

### 4.1 Congrid ja digitaalinen laadunvarmistus

Vuonna 2013 kahden työmaamestarin, Matti Huuskon ja Pasi Savolaisen toimesta sai alkunsa ohjelmistoyhtiö Congrid. Molempien mielestä rakennusalan 1990-luvulle jumiutuneet dokumentointikäytännöt piti päivittää 2010-luvun tasolle. He olivat turhautuneet käyttämään kyniä, papereita ja excel-tiedostoja rakennustyömaan laatu- ja turvallisuushallintaan. Kehitystyön tuloksena syntyi ensimmäiseksi työkalu virrehavaintojen tekoa varten. Congridin tavoitteena on alusta asti ollut käyttäjäystävällinen pilvipalveluohjelmisto, joka sopii yritykselle sen koosta riippumatta. Laadunvalvonnassa hyödynnetään vielä paljon paperia ja esimerkiksi tarkastusasiakirjat ovat yleensä excel tulosteita, jotka tietoineen hukkuvat helposti paperisirkuksen keskelle. (12.)

Ammattimaisesti toteutettu valvonta projektilla laskee todennäköisyyttä riskien realisoitumisesta ja näin ollen vähentää sekä asiakkaan että urakoitsijan mahdollisia taloudellisia tappioita. Hankkeen toteutusvaihe on ajanjakso, jolloin rakennusprojektin suurimmat riskit yleensä realisoituvat. Hyvä ennakkosuunnittelu

ja suunnittelun ohjaus on tärkeässä roolissa riskien hallinnan kannalta, mutta suurin osa siitä tehdään ennen toteutusvaihetta. Toteutusvaiheen riskien minimoimiseksi on tärkeää olla olemassa järjestelmällinen valvontamenetelmä ja hyödyntää sen toteuttamisessa digitaalisia valvontatyökaluja, kuten Congridia. Esimerkiksi näillä toimenpiteillä voidaan keskitetysti vähentää projektin toteutusvaiheessa laatuvirheitä sekä niiden lisäksi ehkäistä samalla myös terveys-, turvallisuus ja ympäristöhaittoja. (13, s. 6.)

Hankkeen läpiviennin sekä työturvallisuuden kannalta työn, käytettävien materiaalien ja työskentelyolosuhteiden laadunvalvonta on välttämätöntä. Tämä edesauttaa ongelmien välttämistä kaikissa laadullisissa asioissa aikatauluongelmista kustannusvaikutuksiin. Laadunvalvontaa tulisi toteuttaa hankkeen jokaisessa vaiheessa, jotta vältyttäisiin esimerkiksi virheellisten asennusten tai vikaantuneiden materiaalien aiheuttamat piiloon jäävät laatuvirheet. Digitaalisten valvontatyökalujen avulla kaikki asennusvaiheet on mahdollista dokumentoida ja tallentaa. Tämä edesauttaa kaikkien osapuolien sitouttamista laadunvarmistusprosessiin, sekä luodaan mahdollisimman läpinäkyvä projektiympäristö, josta hyötyvät hankkeen kaikki osapuolet. Congridin kaltaiset digityökalut ovat tehostaneet kaikkia valvontaprosesseja, joka osaltaan tekee päätöksenteosta ketterämpää, kun kaikki informaatio on reaaliajassa saatavilla. (13, s. 7.) Kuvassa 6 on havainnollistettu digitaalisesta työkalusta saavutettava ajallinen hyöty yleisesti valvonnassa.

Numero	Selite	Perinteinen tyyli	Congridilla	Congridilla ilman tarkastuskierrosta
1	Matka toimistolta kohteeseen	30	30	30
2	30 kohdan puutelistan kirjaus sisältäen valokuvat, sijaintitiedot, vastuulliset, selitteet ja toimenpide-ehdotukset	240	180	180
3	Matka kohteelta toimistolle	30	30	30
4	Muistion laadinta	10	0	0
5	Valokuvien lataus koneelle	10	0	0
6	Paperiaineiston puhtaaksikirjoitus tietokoneella kuvien lisäysten ja pohjakuvamerkintöjen kanssa	90	0	0
7	Aineistojen lähetykset pääurakoitsijan edustajille	10	0	0
8	Tieto pääurakoitsijalta, kun puutteet korjattu ja keskustelut	15	0	0
9	Matka toimistolta kohteeseen	30	30	0
10	Kierrostietojen päivitys työmaalla	120	120	0
11	Matka kohteelta toimistolle	30	30	0
12	Raportin päivitys	30	0	10
13	Aineistojen lähetykset pääurakoitsijan edustajille	10	0	0
	<b>Σ min</b>	<b>655</b>	<b>420</b>	<b>260</b>
	<b>Vaiheita</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>4</b>

Kuva 6. Valvonnassa säästetty aika perinteisen menetelmän ja Congridin välillä (13, s. 9).

Digitaalisten työkalujen mahdollistama hyötyjen kirjo on laaja: jatkuva ajantasainen tilannekuva, kaikkien osapuolien osallistaminen ja infon saatavuus ilman pullonkauloja tai rikkiäistä puhelinta. Eri sidosryhmien käyttäessä Congridia projektilla dataketju ei pääse katkeamaan. Digityökalut eliminoivat myös turhien ajallisten viiveiden syntymisen, koska jokaisella on mahdollisuus saada tarvittava informaatio käsiinsä omalta laitteelta, kuten puhelimelta tai tablettilta. Digitaalisen järjestelmässä, kuten Congridin tarkastusmuistiossa, informaatio säilyttää aina muotonsa ja alkuperäisen asunsa, jolloin mahdolliset epäselvyydet tiedon kulun matkalla eteenpäin jäävät pois ja ei tarvita taas uutta ketjua epäselvyyksien selvittelyyn. (13, s. 12.)

Congridin mobiilisovellus mahdollistaa kaikki projektin laatutarkastukset kätevästi suoraan työmaalla. Tämä ratkaisu on erityisesti luotu tukemaan prosessinomaisesti toteutettavaa laadunhallintaa. Laadunvarmistusmatriisit ovat laadittavissa esimerkiksi projektikohtaisesti kuten parhaaksi nähdään, jolloin saadaan

paras tuki ja kokonaiskuva projektin laadunhallintaan. Laadunhallinnan onnistumisen kannalta projektin jokaisen työvaiheen systemaattinen ja jatkuva tarkastaminen on avainasemassa. (14.) Kuvasta 7 nähdään, miten helppoa esimerkiksi talotekniikan LV-töiden osalta tätä systemaattista prosessia on toteuttaa. LV-töille on luotu valmiit laatumatriisit, joiden perusteella erilaisia laatutarkastuksia voidaan toteuttaa ja dokumentoida.



Kuva 7. Esimerkki LV-töiden laatumatriisin sisällöstä Congridin mobiilisovelluksesta.

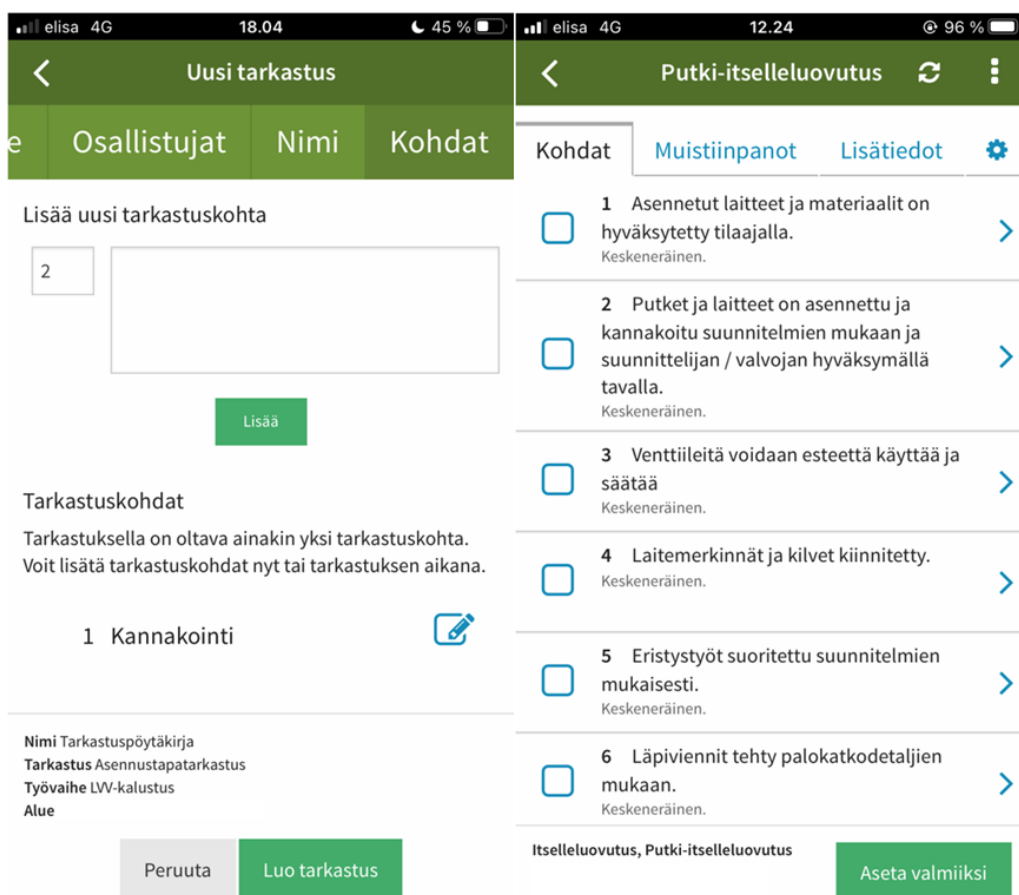
Laatutarkastus voidaan Congridin avulla toteuttaa talotekniikassa mistä työvaiheesta tahansa. Ennalta määritettyjen tarkastuspohjien määrää ja sisältöä voidaan suunnitella etukäteen, jotta itse tarkastaminen työmaoiloissa sujuu tehokkaasti. Laatutarkastus voidaan toteuttaa myös ilman valmista mallipohjaa. Tyhjältä pohjalta täytettävä tarkastuspöytäkirja mahdollistaa ketterän reagoinnin

työmaalla, mikäli ilmenee esimerkiksi tarve työvaiheen tarkastukselle, josta on unohdettu tehdä valmis tarkastuspohja. (14.)

## 4.2 Dokumentointi Congridilla

### 4.2.1 Tarkastuslistat

Kuvassa 8 oikealla on malliksi luotu kuvitteellinen tarkastuslista. Kuvassa vasemmalla on tarkastuspohja ilman valmista mallipohjaa. Tarkastuskohtia voi lisätä, poistaa ja muokata tarpeen mukaan sekä valmiissa tarkastuspohjassa, että ilman pohjaa olevassa tarkastuspöytäkirjassa. Laatutarkastuksen toteuttaminen valmiiseen pohjaan on erittäin nopeaa. Sen avulla suurtenkin kokonaisuuksien tarkastaminen sujuu järjestelmällisesti, ja jokainen osa-alue tulee tarkastettua samalla tavalla.



Kuva 8. Tyhjä ja valmiiksi luotu laatutarkastuspohja.

Ilman mallipohjaa olevaa itse luotua tarkastuslistaa voi TATE-työnjohtaja hyödyntää esimerkiksi kerrostalokohteen työmaatarkastuksessa. Kierroksen työmaalla voi suorittaa kätevästi luomalla uuden tarkastuksen ilman pohjaa ja lisäämällä tarkastuksen kulun mukaan tarpeellisen määrän tarkastuskohtia. Tarkastuskohdat voi nimetä esimerkiksi asunnon numeron mukaan. Tällöin tarkastuksen tulos ja vaadittavat toimenpiteet on valmiiksi yksilöity niiden sijainnin perusteella, ja asentajien on helppo toteuttaa korjaavat toimenpiteet.

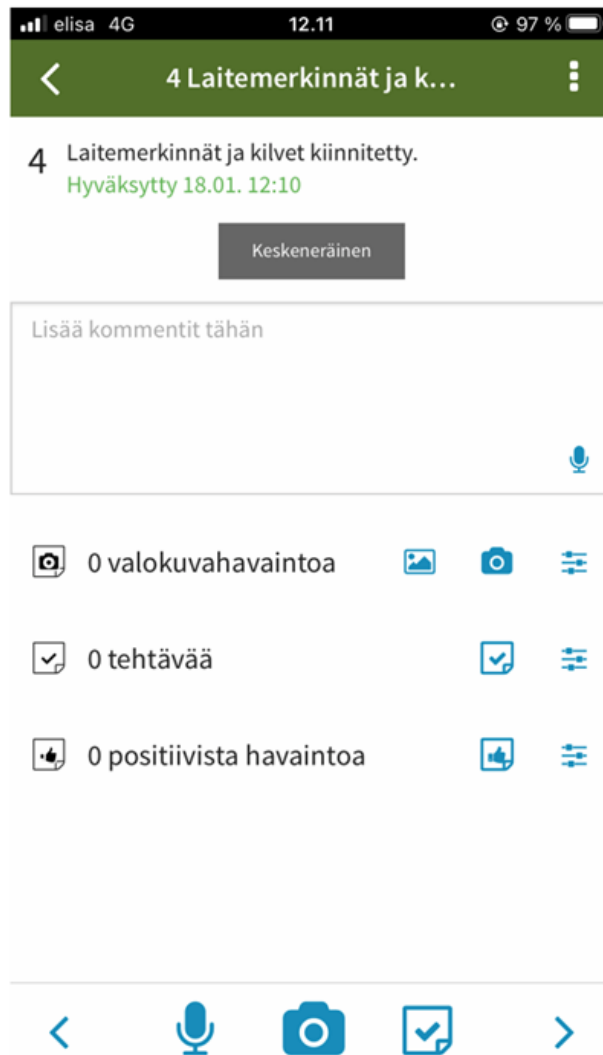
Mallitarkastusasiakirjan esimerkkitarkastuksessa Putki-itselleluovutus nähdään ylälaidassa kolme välilehteä. Kuvassa 8 auki on ensimmäinen Kohdat-välilehti, josta nähdään ennalta laaditun tarkastusasiakirjan tarkastuskohtien lukumäärä ja nimet. Jokaisen tarkastuskohdan edessä on neliön mallinen "rastiruutuun" lokero, jota klikkaamalla tarkastuskohta voidaan merkitä hyväksytyksi, hylätyksi tai jättää tyhjäksi ja siten kokonaan huomioimatta. Yleisiä muistiinpanoja, jotka eivät liity yksittäiseen tarkastuskohtaan, on mahdollista kirjoittaa muistiinpanotvälilehdelle.

Congridin mobiilisovelluksessa on mahdollista myös sanella muistiinpanoja. Sanelutoiminto toimii kohtalaisen hyvin, mutta pieniin tekstinmuokkauksiin fyysisesti näppäimistöä käyttämällä on yhä syytä varautua. Kohdasta lisätiedot voi tarkastella tarkastuslistan yleisiä tietoja. Sieltä voi lisätä tai muokata tietoja, jotka valittiin aiemmin tarkastuslistan valinnan yhteydessä. Mikäli tarkastusta aloittaessa on epähuomiossa merkitty dokumenttiin tarkastuksen sijainti kattamaan esimerkiksi 2. kerroksen, vaikka tarkastus tapahtuukin 3. kerroksessa, voi tämän muuttaa helposti lisätiedot-kohdasta. Reunimmaisena näkyvästä hammasrattaan kuvasta on vielä mahdollista lisätä, muokata tai poistaa valmiin tarkastuspohjan tarkastuskohtia.

#### 4.2.2 Tarkastushavainto

Kuten aiemmin mainittiin, yksittäiset tarkastushavainnot voi hyväksyä tai hylätä nopeasti klikkaamalla lokeroa kyseisen tarkastuskohdan edessä. Klikkaamalla tarkastuskohdan auki, aukeaa kyseisestä kohdasta laajempi, kuvan 9 näkymä.

Mahdolliset puutteet voi kirjata suoraan sitä koskevan tarkastuskohdan alle, joko kirjoittamalla tai käyttämällä sanelutoimintoa. Sovelluksella on myös puutteiden ja virheen sijaan mahdollista tehdä positiivisia havaintoja hyvin tehdystä työstä.



Kuva 9. Yksittäisen havainnon dokumentointi.

Informatiivisin tapa tehdä havainto virheestä tai puutteesta on valokuvahavainto. Tarkastuskohtaan voi liittää mobiililaitteen galleriasta jo otettuja kuvia tai avata kameran sovellus ja kuvata havaintoja. Valokuvat yhdistettynä kirjallisiin havaintoihin tekevät tulostettavasta loppuraportista erittäin kattavan tarkastusasiakirjan.



Valokuvahavainnon yhteydessä on mahdollista myös merkitä havainnon sijainti pohjapiirustukseen kohteessa. Tämä helpottaa huomattavasti esimerkiksi korjaustoimenpiteitä, kun paikkojen etsimiseen pelkän valokuvan tai kirjallisten kommenttien perusteella ei tarvitse kuluttaa aikaa. Kuvasta 10 nähdään, miten havainto voidaan kohdentaa Congridissa pohjapiirustukseen. Pohjakuvaa klikkaamalla siihen ilmestyy sininen ympyrä, joka merkitsee havainnon paikan. Havainto tallentuu kaikkien siihen kohtaan lisättyjen tietojen kanssa ja tulostuu osaksi loppuraporttia.



Kuva 10. Esimerkki valokuvahavainnosta kohdistettuna pohjapiirrokseen.

#### 4.2.3 Työmaaraportti

Kun kaikki laatutarkastuksen tarkastuskohdat on käyty läpi ja ne on kohtalta hyväksytty tai hylätty, voidaan siirtyä asettamaan tarkastusdokumentti

valmiiksi. Congridin raportit helpottavat rakennusprojektien hallintaa ja ennen kaikkea säästävät aikaa. Tarkastuspöytäkirja on mahdollista jakaa kaikille projektin osapuolille muutamassa sekunnissa työmaalta käsin. Tietojen jakaminen ei vaadi erikseen raporttien tulostusta tai liittämistä sähköpostiin, vaan sen lähettäminen onnistuu suoraan Congridin mobiilisovelluksesta. (15.)

Kuvassa 11 on Congridilla esimerkiksi tulostettu kuvitteellinen tarkastusraportti. Raportista nähdään kaikki tarvittava tieto tarkastusajankohdasta sen hyväksyjään allekirjoituksineen. Tässä mallissa kaikki tarkastuskohdat on suoritettu hyväksytysti ilman huomautettavaa. Mikäli esimerkiksi tarkastuskohtaan 4. palopeltien kiinnityksestä osastoiviin rakenteisiin olisi löytynyt huomautettavaa, kaikki siihen tarkastuskohtaan lisätyt valokuvat ja muistiinpanot tulisivat raportin liitteeksi.

## Laatutarkastus 135

15.07.2021, Viikko 28

Pvm.	Työvaihe / Tarkastus	Alue	👤
15.07.2021	5.02 IV-itselleluovutus / Itselleluovutus		Henri Aarne
Hyväksyjät		Osallistajat	
		Henri Aarne	
Status	Kuvaus		
✓	1. Asennetut laitteet ja materiaalit on hyväksytty tilaajalla.		
✓	2. Kanavat on asennettu ja kannakoitu suunnitelmien mukaan ja suunnittelijan / valvojan hyväksymällä tavalla.		
✓	3. Puhdistusluukut on asennettu siten, että niihin on helppo päästä käsiksi, ja kanavisto voidaan kauttaakaan puhdistaa.		
✓	4. Palopellit on kiinnitetty osastoivien rakenteisiin		
✓	5. Puhaltimet ja puhaltimien värinävoimentimet ja joustavat liittimet yms. Asennettu valmistajan ohjeiden mukaisesti		
✓	6. Laitemerkinnät ja kilvet kiinnitetty		
✓	7. Eristystyöt suoritettu suunnitelmien mukaisesti.		
✓	8. Säleköt ja päätelaitteet asennettu suunnitelmien mukaisesti		
✓	9. Läpiviennit tehty palokatkodetaalien mukaan.		
Lisätietoja		Sää 15.07.2021	
<b>Tapahtumat</b> 15.07.21 15:21 Henri Aarne: ✓ Valmis tarkastettavaksi		 <b>Sää kello 15:21</b> Enimmäkseen pilvistä Lämpötila: 29.2 °C Tuuli: 4.5 m/s	



15.07.2021 15:21 Henri Aarne

Hyväksyjät

Henri Aarne  
Osallistuja

Kuva 11. Valmis tarkastusraportti.

## 5 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli perehtyä talotekniikan ladunvarmistusprosessin vaiheisiin ja sisältöön sekä Congridin hyödyntämiseen osana laadunvarmistusprosessia.

Talotekniikan laadunvarmistuksen prosessikuvaus antaa yleisellä tasolla ohjeurongon, jonka perusteella voidaan laadullinen lopputulos saavuttaa. Laadukas lopputulos vaatii kuitenkin teorian lisäksi ymmärrystä käytännön toteutuksesta ja asioiden vaikutukset prosessikuvauksen tehtäväkohtien välillä. Esimerkiksi materiaali ja sen varastointi on yksi tällainen laajasti kokonaisuuteen vaikuttava asia. Pahimmassa tapauksessa materiaalit voivat odottaa kohteessa pitkänkin ajan ennen kuin niitä päästään asentamaan. Varastoinnin merkityksen laiminlyönti voi johtaa esimerkiksi likaantuneiden kanavien asennukseen. Tämä, valvonnasta huolimatta, saatetaan huomata vasta hyvin myöhäisessä vaiheessa hanketta, jolloin ylimääräiset puhdistustoimenpiteet vaikuttavat pahimmillaan koko hankkeen aikatauluun. Isossa kokonaisuudessa pieniltäkin tuntuvat yksityiskohdat, jotka olisivat vähäisellä oikea-aikaisella työpanoksella helposti estettävissä, merkitsevät.

Laadunvarmistuksen tueksi luoduista materiaaleista ja hyvistä käytännöistä huolimatta osoittautuu laadun toteuttaminen ajoittain haasteelliseksi. Suurimaksi syyksi tähän nimettiin Rakennusliiton kyselyssä työn suorittamiseen liittyvä kiire. 2510:stä vastaajasta peräti 53% nimesi laatuongelmien syyksi kiireen. Congrid-laadunhallintaohjelmisto kehitettiin helpottamaan työmaan laadunhallintaa ja sen on myös osoitettu säästävän huomattavan määrän työnjohdon aikaa laadunhallinnan parissa. Digitaalisesti toteutetun tarkastusraportin ero perinteisesti tuotetun kynä ja paperiversion välillä on suuri. Congrid mahdollistaa tarkastusten teon tehokkaasti ilman ylimääräisiä ja aikaa kuluttavia vaiheita raportin teon ja lähettämisen välillä. Yksinkertaiset, mutta merkittävät ominaisuudet, kuten valokuvahavainnot ja pohjapiirustuksien avulla kohdennettavat merkinnät yhdistettynä loppuraporttiin antavat käsityksen digitaalisten työkalujen hyödyntämisen potentiaalisuudesta verrattuna ”vanhanaikaisiin” keinoihin.

Havainnoinnin helppoudesta seuraa myös mahdollinen ongelma. Onko havainnointi digityökalujen avustamana jo liian helppoa? Laaturaporttien tuottaminen ja nopea eteenpäin välittäminen saattaa aiheuttaa liiallisen informaation kasaantumisen, jos kaikki mahdollinen tuotetaan raporteiksi. Laadunvarmistus on kuitenkin tehostunut huomattavasti digitalisaation avulla, kunhan digityökalujen potentiaalia hyödynnetään riittävän laajasti ja oikealla tavalla.

Jatkotutkimuksena laadunvarmistuksen tehokkuuteen liittyen voitaisiin tarkastella Congridiin luotavia valmiita laatutarkastuspohjia ja niiden hyödyntämistä talotekniikan työnjohdon apuna. Laatutarkastuspohjien tulisi vastata mahdollisimman hyvin talotekniikan työvaiheiden tarpeita, jolloin niiden täyttäminen on suoraviivaista ja toistettavista riittävän laajasti eri kohteissa. Esimerkiksi asunto- ja toimitilarakentamiselle olisi hyvä luoda omat tarkastuspohjat työvaiheista, joita työnjohtaja voi kohteen vaativuuden mukaan muokata tarpeen mukaan töiden vaihtuessa.

## Lähteet

- 1 SFS-EN ISO 9000. Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. 2015. Suomen Standardisoimisliitto. Sivu 6. Luettu 22.10.2021
- 2 Anttila, Juhani & Jussila, Kari. 2016. Mitä laatu on? Verkkoaineisto. SFS. <<https://sfs.fi/mita-laatu-on>>. Luettu 22.10.2021
- 3 Digitaalisuus ja innovaatiot. Verkkoaineisto. Skanska Oy. <<https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/skanska-suomessa/digitaalisaa-tio-ja-innovaatiot/>>. Luettu 25.10.2021
- 4 Laatu. Verkkoaineisto. Skanska Oy. <<https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/skanska-suomessa/laatu/>>. Luettu 25.10.2021
- 5 Mölsä, Seppo. 2018. ”Kiireessä ei synny priimaa”. Verkkoaineisto. Rakennuslehti. 9.2.2018. <<https://www.rakennuslehti.fi/2018/02/kiireessa-ei-synny-priimaa-valittavat-rakennusmiehet-liiton-kyselyssa/>>. Luettu 25.10.2021
- 6 Selvitys: Heikko laatu aiheuttaa miljoonien menetykset rakennusalalla. 29.9.2021. Verkkoaineisto. Talotekniikka-lehti. <<https://talotekniikka-lehti.fi/selvitys-heikko-laatu-aiheuttaa-miljoonien-menetykset-rakennus-alalle/>>. Luettu 26.10.2021
- 7 Kiviniemi, Tero. 2016. Laatu on ilmaista mutta laaduttomuus maksaa. Verkkoaineisto. Rakentamisen laatu. <<https://www.rala.fi/ajankoh-taista/blogit/laatu-on-ilmaista-mutta-laaduttomuus-maksaa/>>. Luettu 1.11.2021
- 8 Laatukustannukset. Verkkoaineisto. Laatuakatemia. <<http://www.koti-posti.net/tuurala/Laatukustannukset.htm>>. Luettu 8.11.2021
- 9 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely. Prosessikuvaus. 2018. RT 10-11301. Rakennustieto Oy.
- 10 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely. Tehtävät ja dokumentointi. 2018. RT 10-11302. Rakennustieto Oy.
- 11 KVV-työn tarkastusasiakirjapohja uusin versio. 2019. Talotekniikkainfo. <<https://talotekniikkainfo.fi/kvv-tyon-tarkastusasiakirjapohja>>. Luettu 9.1.2022

- 12 Mannila, Merja. 2017. Congrid haluaa pelastaa mestarin paperisirkkukselta. Verkkoaineisto. Rakennuslehti. <<https://www.rakennuslehti.fi/2017/12/congrid-haluaa-pelastaa-mestarin-paperisirkkukselta/>>. Luettu 10.1.2022
- 13 Mannila, Mikko & Smeds, Oskar. 2021. Valvonnan merkitys rakennushankkeissa. Verkkoaineisto. Congrid. <<https://www.congrid.fi/valvonnan-merkitys-rakennushankkeissa/>>. Luettu 10.1.2022
- 14 Laatutarkastukset. Verkkoaineisto. Congrid. <<https://www.congrid.fi/laatu-tarkastukset/>>. Luettu 11.1.2022
- 15 Dokumentit ja suunnitelmat. Verkkoaineisto. Congrid. <<https://www.congrid.fi/dokumentit-ja-suunnitelmat/>>. Luettu 17.1.2022

## Laadunvarmistuksessa huomioitavia ajantarpeita

### 1 Yleistä tehtävien ajan tarpeesta

Tässä kohdassa annetaan ohjeita yksittäisten tehtävien tekemiseen tarvittavasta ajasta. Lisäksi tulee pöytäkirjojen tekemiseen ja lähettämiseen kuluva aika

### 2 Laite- ja materiaalihyväksynnän ajan tarve

Laite- ja materiaalihyväksynnässä pitää ottaa huomioon seuraavat ajat:

- laitteiden ja materiaalien kilpailuttamiseen kuluva aika
- rakennuttajan hyväksymiseen tarvittava aika
- puutteellisten tietojen täydentämiseen ja uudelleen hyväksymiseen menevä aika
- hylättyjen tuotteiden vaihtamiseen ja uudelleen hyväksyttämiseen menevä aika.

### 3 Malliasennusten ajan tarve

Malliasennuksiin tarvittava aika koostuu seuraavista asioista:

- laitteiden ja materiaalien hankkimiseen kuluva aika
- asennustöihin kuluva aika
- tarkastuksen sopimiseen kuluva aika
- tarkastuksen suorittamiseen kuluva aika.

### 4 Laite-, materiaali- ja asennustarkastusten ajan tarve

Laite-, materiaali- ja asennustarkastuksiin tarvittava aika koostuu seuraavista asioista:

- laitteiden ja materiaalien hyväksyntöjen mukaisuuden tarkastus
- asennustarkastukset asennustöiden aikana ja niiden jälkeen.

### 5 Paine- ja tiiviyskokeiden ajan tarve

#### 5.1 Putkistojen painekokeiden ajan tarve

Putkistojen painekokeisiin tarvittava aika koostuu seuraavista asioista:

- painemittauslaitteistojen hankintaan kuluva aika
- täyttö- ja ilmanpoistoyhteiden asennus
- täytönesteiden hankkiminen
- putkiston täyttäminen ja ilman poisto
- paineen alaisen putkiston tarkastaminen (saumat ja liitokset).

#### 5.2 Kanavistojen tiiviyskokeiden ajan tarve

Kanavistojen tiiviyskokeisiin tarvittava aika koostuu seuraavista asioista:

- tiivysmittauslaitteistojen hankintaan kuluva aika
- kanaviston vapaiden päiden sulkemiseen kuluva aika
- tiiviyskokeen alaisen kanaviston vaipan mittaukseen ja pinta-alan laskentaan kuluva aika
- varsinaiseen tiiviyskokeeseen kuluva aika.

### 6 Putkistojen huuhtelun ja kanavistojen puhdistuksen ajan tarve

#### 6.1 Putkistojen huuhtelun ajan tarve

Putkistojen huuhteluun tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- täyttö- ja tyhjennysyhteiden asentaminen
- huuhteluveden liitäntä
- viemäröinnin järjestäminen
- huuhtelutyön suoritus
- vesianalyysin teettäminen.

#### 6.2 Kanavistojen puhdistuksen ajan tarve

Kanavistojen puhdistukseen tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- kanaviston alipaineistuksen järjestäminen
- tarvittavat tulppaukset
- puhdistustyö
- kanavien puhtausmittaus.

### 7 Urakoitsijoiden toimintatarkastusten ajan tarve

Urakoitsijoiden toimintatarkastukseen tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- LVI-laitteiden toimintojen tarkastus
- rakennusautomaatiolaitteiden toiminnan tarkastus.



## **8 Rakennuttajan toimintakokeiden ajan tarve**

Rakennuttajan toimintakokeisiin tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- LVI-laitteiden toimintojen tarkastus teknisessä tilassa
- rakennusautomaatiolaitteiden toiminnan tarkastus teknisessä tilassa
- rakennusautomaation kenttälaitteiden toiminnan tarkastus
- asennustarkastuksiin kuuluva aika.

## **9 Järjestelmien virtauksien säätötöiden ajan tarve**

### **9.1 Putkistojen virtauksien säätötöiden ajan tarve**

Putkistojen virtauksien säätötöihin tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- venttiileiden asetusarvojen asettelu (linjasäätöventtiilit ja radiaattoreiden venttiilit)
- virtausmittaukset ja virtausten säätö kertasäätöventtiileistä
- siirtyminen venttiililtä toiselle ja huoltoluukkujen avaaminen sekä sulkeminen.

### **9.2 Kanavistojen virtauksien säätötöiden ajan tarve**

Kanavistojen virtauksien säätötöihin tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- virtauksien mittaukset kanavista, säätö päätelaitteista ja kertasäätöpelleistä.

## **10 Rakennusautomaation parametrien asetteluun ja virityksen ajan tarve**

Rakennusautomaation parametrien asetteluun ja viritykseen tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- parametrien asettelu
- säätöpiirien viritys.

## **11 Mittauksien ja tarkastusmittauksien ajan tarve**

### **11.1 Lämpötilamittauksien ajan tarve**

Lämpötilamittauksiin tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- mittauksen suoritus ja kirjaaminen
- siirtymiset mittauspaiikkojen välillä.

### **11.2 Äänimittauksien ajan tarve**

Äänimittauksiin tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- mittauksen suoritus ja kirjaaminen
- siirtymiset mittauspaiikkojen välillä.

## **12 Koekäyttöjen ja kuormituskokeiden ajan tarve**

### **Koekäyttöjen ajan tarve**

Koekäyttöihin tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- rakennusautomaatiojärjestelmän jaksomittausten (trend) asettelu
- seurantamittauslaitteiden hankinta ja asennus
- mittaustulosten käsittely.

### **Kuormituskokeiden ajan tarve**

Kuormituskokeisiin tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- koekuormien hankinta ja asennus
- kuormituskokeen suoritus
- mittaustulosten käsittely.

## **13 Viranomaistarkastuksien ajan tarve**

Viranomaistarkastuksiin tarvittava aika koostuu seuraavista tekijöistä:

- tarkastusajankohdan sopiminen
- tarkastuksen ja mahdollisen uusintatarkastuksen kesto.