



Mikael Hallbäck

# Talotekniikkaurakoinnin laatudokumentointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

6.5.2021

## Tiivistelmä

Tekijä: Mikael Hallbäck  
Otsikko: Talotekniikkaurakoinnin laatudokumentaatio  
Sivumäärä: 25 sivua + 1 liite  
Aika: 6.5.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Talotekniikka  
Ammatillinen pääaine: LVI-urakointi  
Ohjaajat: Talotekniikka-asiantuntija Jani Alanko, DI  
Lehtori Seppo Innanen, DI

---

Insinööriyön tavoitteena oli perehtyä laadunvarmistukseen ja siihen, miten se liittyy talotekniikkaan. Tarkoituksena oli tuottaa tiivistetty ohjeistus talotekniikan laadunvarmistukseen ja dokumentointiin.

Laadunvarmistuksen on tarkoitus todentaa rakennushankkeiden suunnitelmanmukainen toteutus, hyvän rakennustavan käyttö, laatutaso sekä varmistaa käyttöönoton ja ylläpidon valmius. Laadunvarmistuksen on myös tarkoitus minimoida vastaanoton jälkeisten virheiden ja puutteiden määrää.

Insinööriyön tavoitteena oli myös tuottaa laadunvarmistusdokumentteja, joiden avulla taloteknisten töiden laatutaso sekä suunnitelmienmukaisuus voidaan todentaa tilanteen vaatiessa.

Työssä käytettiin apuna rakennustietokortteja, standardeja, rakentamismääräyksiä sekä Yleisiä sopimusehtoja 1998. Näiden ohjeistuksien avulla rakennushankkeiden laadunvarmistus pystytään pitämään oikealla polulla ja varmistamaan, että rakentamisessa on käytetty hyvää rakentamistapaa.

Insinööriyössä havainnollistettiin, mitkä laatudokumentit ovat keskeisimmässä osassa rakentamisen taloteknistä etenemistä. Työssä käytiin myös lyhyesti läpi, mitä kuuluu rakennushankkeen päättymisen jälkeiseen toimintaan talotekniikan ja dokumentoinnin osalta.

Avainsanat: laadunvarmistus, dokumentointi, talotekniikka

## Abstract

Author: Mikael Hallbäck  
Title: Quality documentation for HVAC Contracting  
Number of Pages: 25 pages + 1 appendix  
Date: 6 May 2021

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Building Services Engineering  
Professional Major: HVAC Contracting  
Instructors: Jani Alanko, MEP  
Seppo Innanen, Senior Lecturer

---

The goal of this Bachelor's thesis was study quality assurance and its connection to building services. In order to create a concise set of instructions for building services quality assurance and documentation.

The aim of the final year project was also to produce quality assurance documents to, be used to verify the quality level of building services work, as well as its compliance with the plans when the situation so requires.

Building data cards, standards, building regulations and the General Conditions of 1998 were used in the final year project. These guidelines were chosen as they make it possible to keep the quality assurance of construction projects on the right track and to ensure that good construction practice has been used in construction.

The Bachelor's thesis illustrated which quality documents are the most important part for the progress of building services engineering in construction. The thesis also briefly reviewed what is involved in the activities after the end of the construction project in terms of building services and documentation.

Keywords: quality insurance, documentation, building services

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Talotekniikka	2
3	Laatu	2
3.1	Laadun määritelmä	2
3.2	Laadun määrittäminen rakentamisessa	3
4	Laadunvarmistus	5
4.1	Laadunvarmistus talotekniikassa	5
4.2	Urakoitsijan laadunvalvonta	6
5	Dokumentointi talotekniikassa	7
6	Laadunvarmistusdokumentit	8
6.1	Malliasennukset	8
6.1.1	Ilmanvaihtoasennusmalli	8
6.1.2	Viemäriasennusmalli	10
6.2	Painekoe	11
6.3	Tiiviyskokeet	13
6.4	Putkistojen huuhtelu	15
6.5	Oman työn tarkastus	17
6.6	Ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyö	17
7	Takuuaika	19
8	Vastuu-aika	22
9	Yhteenveto	22
	Lähteet	24

## Liitteet

Liite 1: Laadunvarmistusdokumenttitaulukko

## Lyhenteet

LVISA	lämpö, vesi, ilma, sähkö ja automaatio
Projektipankki	Tietokanta verkossa, joka sisältää hankkeen materiaalit
TATE	Talotekniikka
YSE	Yleiset sopimusehdot 1998

# 1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on yhtenäistää yrityksen talotekniikan laadunvarmistusdokumentaatio. Työn aikana luotiin osa laadunvarmistusdokumenteista, joita yrityksessä voidaan jatkossa käyttää. Dokumentit luotiin vastaamaan yrityksen tarpeita laadunvarmistuksen osalta.

Laadunvarmistus on keskeinen osa tämän päivän rakentamista ja sen parantamista yritetään kehittää jatkuvasti. Tämän takia laadunvarmistusprosessien kehittäminen onkin iso osa talotekniikkayritysten toimintamallia. Nykypäivän rakennusten toimivuuden kannalta talotekniikka on tärkeässä roolissa. Jos hankkeen dokumentaatio on laadittu huolellisesti ja arkistoitu oikealla tavalla, on rakennusaikaisten tapahtumien tarkastaminen helppoa ja vaivatonta projektin luovutuksen jälkeenkin.

Työ rajattiin LVI-alaan. Työssä käydään aluksi läpi talotekniikkaa ja laatua. Laatudokumentteihin ja laadunvarmistukseen perehdytään tarkemmin niin, että ensin kerrotaan yleisesti laadunvarmistuksesta ja siitä, miten se liittyy talotekniikkaan. Tämän jälkeen kerrotaan laatudokumentoinnista ja dokumenteista tarkemmin. Lopuksi käydään lyhyesti läpi takuu- ja vastuu aika sekä siihen liittyvä dokumentointi.

## 2 Talotekniikka

Talotekniikka käsitteenä tarkoittaa kiinteistöjärjestelmiä sekä niiden laitteita, ja siihen kuuluvat ilmanvaihto, vesi- ja viemäri, lämmitys ja jäähdytys, sähkö, automaatio, sprinkleri, tele, turvalaitteet ja paloturvallisuus. Nämä järjestelmät tuottavat kiinteistöjen käyttäjille yksilölliset ja hallitut olosuhteet, joiden avulla hallitaan kiinteistöjen terveellisyyttä, toimivuutta, ympäristöystävällisyyttä, ja turvallisuutta. Nykyaikaisten kiinteistöjen toimivuudessa talotekniikan osuus on merkittävä. Energiatehokkuusvaatimukset vaikuttavat järjestelmien valintaan, suunnitteluun ja asennukseen. Nämä järjestelmäratkaisut vaikuttavat myös kiinteistöjen ylläpitokustannuksiin.

Talotekniikan osuus on myös tärkeää huomioida rakennusten elinkaarella ja elinkaarikustannuksissa. Talotekniikka-alalla on haasteena saada asiakkaat ymmärtämään sen merkitystä. Rakennushankkeissa kustannukset ovatkin yleensä ratkaisevassa roolissa. Kun kuluja yritetään ajaa alas, voi laatutaso laskea väärin hankintojen takia. Toteutukset, jotka ovat halvimpia, eivät yleensä tuota tilaajille parasta mahdollista lopputulosta.

## 3 Laatu

### 3.1 Laadun määritelmä

Laatu on käsitteenä vaikea, sillä jokainen näkee ja kokee eritavoin. Laatua voi esiintyä hyvänä tai huonona riippuen ihmisen tulkinnasta ja mielipiteestä. Vuosikymmenestä toiseen hyvän laadun tavoitteet ovat vaihdelleet. Eri aikakausilla laatua on määritelty seuraavasti [9]:

- Deming (1940): asiakkaan nykyisten ja tulevien tarpeiden täyttämistä laadun avulla
- TQM (1950): asiakkaan odotusten täyttämistä
- Edwards (1968): kykyä tyydyttää asiakkaan tarpeet
- Juran (1989): sopivuus käyttöön tai tarkoitukseen
- Akyama (1991): se, mikä toteuttaa ostajan tarpeet.

Sopivuus tarkoituksenmukaiseen käyttöön yhdistää kaikkia yllä mainittuja laadun määritelmiä. Onpa sitten kyseessä palvelutuote tai perinteinen tuote niin kaikki keskittyy asiakastyytyväisyyteen, jonka parantaminen on pohja koko laadutyyölle. Laadusta puhuessa voidaankin ajatella sen jakautuvan kahteen kategoriaan, jotka ovat tuotelaatu ja toiminnan laatu. Nämä kaksi kategoriaa mainitaan Tri Mikel J. Harry:n laatumääritelmässä [9]:

- Harry, Mikel (2000): Laatu on tuotteen tai palvelun kyky täyttää asiakkaan tarpeet ja odotukset sekä tuottaa valmistajalleen voittoa. Laatu tuo tyytyväisyyttä ja rahaa.

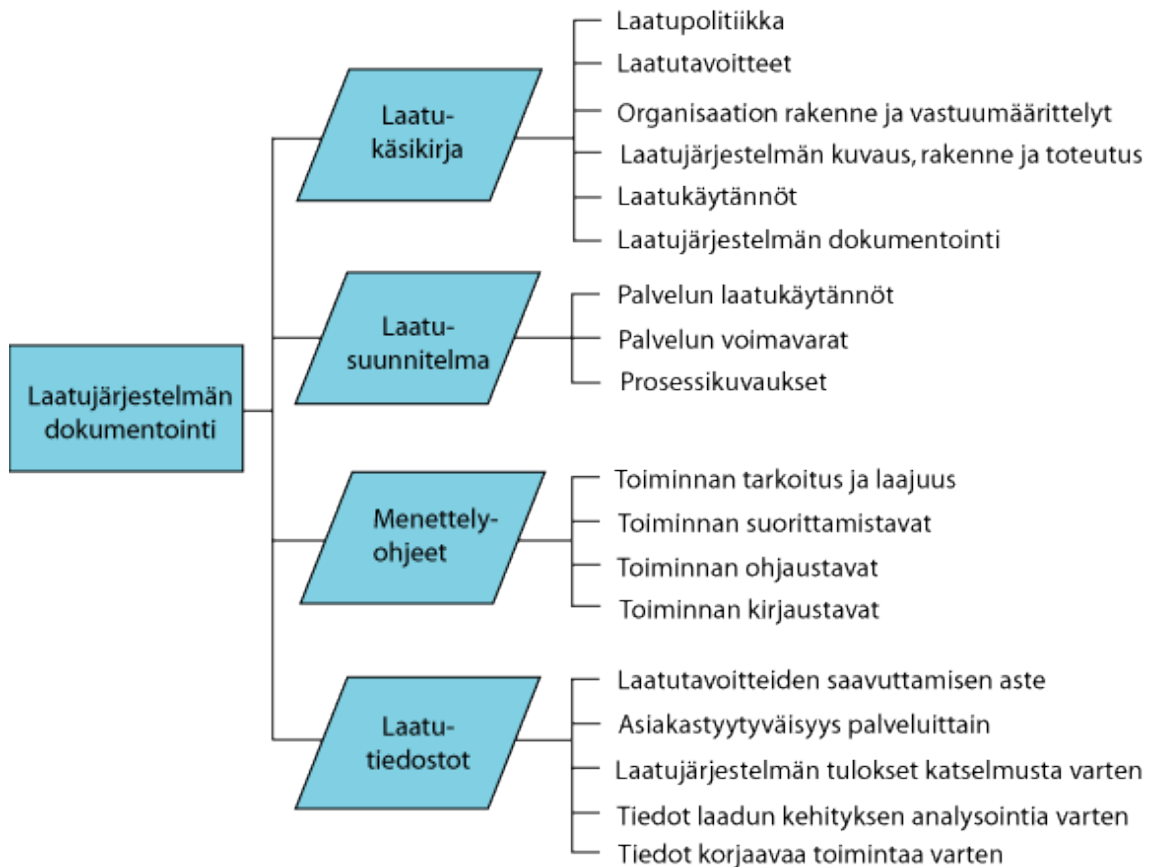
### 3.2 Laadun määrittäminen rakentamisessa

Rakentamisessa voidaan ajatella laadun olevan asiakkaan tarpeiden ja toiveiden täyttämistä yrityksen kannalta kaikista tehokkaimmalla ja kannattavimmalla tavalla. Laatuun kuuluu jatkuva suoritustason parantaminen ja laadullinen kehittäminen. Tätä voi edesauttaa seuraamalla kilpailijoiden toimintaa sekä vaatimusten ja sääntöjen muutoksia. Virheettömyys sisältyy myös laadun määrittämiseen.

Rakentamisessa pyritään aina virheettömyyteen. Tätä on kuitenkin erittäin vaikea toteuttaa täysin, sillä me kaikki olemme vain ihmisiä ja virheitä sattuu rakennustyömailla sekä elämässä päivittäin. Oikeiden asioiden tekeminen onkin kokonaislaadun kannalta tärkeämpää kuin virheettömyys. Vaikka valmistettu tuote tai palvelu olisi sen tarjoajan mielestä erinomaista tai täydellistä onkin hyvä muistaa, että asiakas ei välttämättä ole asiasta samaa mieltä. Esimerkiksi parhaana myytävä tuote, jonka hintalappu on korkea, voidaan kokea ylilaatuna. Tällaista ylilaadullista tuotetta voi olla vaikeaa myydä asiakkaalle koska ne yleensä pitävät sisällään ominaisuuksia, joita asiakas ei koe tarvitsevänsä tai ole valmis maksamaan niistä ylimääräistä. Kääntöpuolena on myös se, että tällaisilla tuotteilla tai palveluilla voidaan saavuttaa kilpailuetu, jolloin sitä ei pidetä ylilaadukkaana.



Talotekniikassa laatu käsitetään yleisesti hyvin tehtynä työnä, jonka lopputulos on asiakkaan käytössä rakentamisen jälkeen. Työ, joka on laadukkaasti tehty pitää sisällään hyvän suunnittelun, toteutuksen ja toimivan lopputuloksen, jolla taataan terveellinen ja toimiva työ- tai asuinympäristö. Yrityksillä on käytössään omat laatujärjestelmät, joilla he ohjaavat työtään laadukkaaseen lopputulokseen. Hyvä esimerkki laatujärjestelmän dokumentoinnin rakenteesta on Timo Tuuralan tekemä kaavio (kuva 1).



Kuva 1. Laatujärjestelmän dokumentointiesimerkki [10]

Asennustöissä sekä tarvikkeiden valmistuksessa on noudatettava voimassa olevia lakeja ja asetuksia sekä yleisiä tai kunnallisia määräyksiä, ohjeita ja normeja sekä hyväksi tunnettuja työtapoja.

## 4 Laadunvarmistus

### 4.1 Laadunvarmistus talotekniikassa

Urakoitsijalla on velvoitteita sopimusosapuolensa laadun suhteen, jotka määritellään tarjouspyynnöissä, urakkasopimusasiakirjoissa sekä yleisissä sopimusehdoissa (YSE 1998). Yleisten sopimusehtojen pykälässä 10. mainitaan laadunvarmistuksesta seuraavasti [4, s. 5]:

- Urakoitsijan on noudatettava sopimusasiakirjoissa edellytettyä laadunvarmistusta. Urakoitsijan on viimeistään ennen työn aloitusta vaadittaessa kirjallisesti osoitettava, kuinka hän varmistaa suorituksensa laadun. Urakoitsijan on joka tapauksessa meneteltävä siten, että sopimuksen mukainen laatu saavutetaan.
- Urakoitsijan edellytetään käyttävän rakennustuotteita, joiden takuu-aika vastaa vähintään urakoitsijan takuu-aikaa, ellei kaupallisissa asiakirjoissa ole toisin määrätty.

Rakennushankkeiden aikana työn jälkeä valvotaan jatkuvasti. Talotekniset toteutukset tulee olla tehty käyttäen hyvää rakennustapaa ja tätä valvotaan laadunvarmistusprosesseilla. Tällä tavalla tavoitellaan hankkeen virheetöntä lopputulosta. Laadunvarmistus on yritysten työkalu todentaa, että rakentamisessa on käytetty suunnitelmissa ennalta määritellyjä standardien mukaisia materiaaleja, ja että työn jälki vastaa suunniteltua. Toisin sanoen laadunvarmistusprosesseilla ennaltaehkäistään luovutuksen jälkeisiä korjaustoimia sekä selvityksiä.

Rakennushankkeiden sopimusasiakirjoissa määritellään laadunvarmistukseen liittyvien dokumenttien tarve, jotka urakoitsijoiden tulee toimittaa näyttääkseen toteuttavansa työnsä oikeassa laatuolosuhteissa. Työn laatua tarkistellaan myös erilaisilla mallikatselmuksilla ja kokouksilla, joita ovat esimerkiksi [3, s. 2]:

- malliasennukset (yhteen tai toistuvaan asennustapaan kohdistuva dokumentoitu katselmus, jossa päätetään/hyväksytään asennusten toteutustapa)
- painekokeet (putkistojen tiiveyden tarkastaminen, joka suoritetaan lisämällä putkistoon painetta kuormittamaan liitoskohtia, jotta huonosti tehdyt liitokset löytyvät ennen lopullista käyttöä)

- risteilypalaverit (katselmoidaan eri urakoitsijoiden välisiä mahdollisia törmäyksiä, esimerkiksi sprinkleriputken ja sähköhylyn törmäys)

## 4.2 Urakoitsijan laadunvalvonta

Urakoitsijan tulee toteuttaa rakennushankkeen laadunvalvonta sovitussa aikataulussa. Kaikki laadunvalvontaan liittyvät asiat kirjataan ja dokumentoidaan ennalta sovitulla tavalla. Dokumentit, jotka laadunvalvonnassa syntyvät tallennetaan rakennushankkeen omaan projektipankkiin tai muuhun sovitettuun paikkaan. Yleisten sopimusehtojen pykälässä 11. mainitaan urakoitsijan laadunvalvonnasta seuraavasti [4, s. 6]:

- Urakoitsija tarkastaa itse suoritusvelvollisuuteensa kuuluvan työn laadun sekä korjaa mahdolliset puutteet ja virheet ennen tilaajalle tapahtuvaa luovutusta.
- Urakoitsijan on ilmoitettava tilaajan edustajalle havaitsemistaan vakavista virheistä urakasuorituksessaan ja toimenpiteistään niiden korjaamiseksi.
- Rakennustavaroiden ja rakennusosien tarkastuksen tulee tapahtua ennen kuin niitä on alettu käyttää sekä jatkuvasti työn aikana. Järjestelmien ja laitteistojen toiminnalliset tarkastukset suoritetaan käyttökokein ennen käyttöönottoa tai viimeistään vastaanottotarkastuksen yhteydessä järjestelmän ollessa valmis ja toiminnassa.
- Urakoitsija kustantaa sellaiset rakennustavaroiden ja rakennusosien sekä työn laadun toteamiseksi tarpeelliset kokeet, jotka on erikseen sopimusasiakirjoissa mainittu, jotka rakentamista koskevien säännösten ja normien mukaan säännöllisesti on otettava tai jotka on katsottava tavanmukaisiksi.
- Sopimuksen vastaiset rakennustavaransa urakoitsijan tulee viipymättä poistaa rakennustyömaalta.
- Tilajalla on oikeus perustellusta syystä vaatia suoritettavaksi muitakin kuin edellä tarkoitettuja kokeita sekä laitteistojen ja järjestelmien puolueettomia testejä. Urakoitsijalla on vastaava oikeus vaatia puolueettoman testin suorittamista, jos tilaaja vaatii perusteetta työsuorituksen korjaamista virheellisenä. Näistä kokeista tai testeistä aiheutuvista kustannuksista vastaa urakoitsija, jos työn tulos ei ole ollut sopimuksen mukainen, muussa tapauksessa niistä vastaa tilaaja.

## 5 Dokumentointi talotekniikassa

Taloteknisiin töihin kuuluu paljon työvaiheita, joita tulee dokumentoida läpi rakennushankkeen. Dokumenttien tarkoituksena on tukea ennalta määriteltyä laadunvarmistusta, jotta kohteen valmistuttua se toimii virheettömästi tuottaen sille tarkoitetun käyttötarkoituksen moitteettomasti. Liitteenä 1 on lista LVIA-dokumenteista, joita rakennusurakoissa tuotetaan. Urakoitsija tekee dokumentit laadunvarmistuksen eri vaiheista, joihin hän kirjaa tulokset ja tallentaa ne sovitulla tavalla. Jos sopimusasiakirjoissa ei erikseen mainita, kuka urakoitsijan organisaatiosta dokumentin laatii ja allekirjoittaa, on tämä yleensä se henkilö urakoitsijan organisaatiosta, jonka vastuulla kyseinen työvaihe on. Tämä henkilö myös kutsuu koolle tarvittavat henkilöt tarkastuksen tai katselmuksen ajaksi.

Dokumentit toimivat ns. takuuna urakoitsijan urakkasuoritukselle, jolla he osoittavat toimineensa hyvän rakennustavan mukaan ja niin kuin on määritelty sopimuksissa sekä muissa asiakirjoissa. Dokumentoinnissa tullee ottaa huomioon, että sen sisältö on tarpeeksi laaja ja kattava. Videomateriaalia tai valokuvia sisältävissä dokumenteissa tulee olla selkeästi osoitettu mistä kohtaa järjestelmää tai rakennusta kyseinen video tai valokuva on otettu. Sopimusasiakirjoissa voi olla maininta, kuinka dokumenttien sisältö tuotetaan mutta sen sisällön tulee kattaa vähintään seuraavat asiat [5, 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.

## 6 Laadunvarmistusdokumentit

Laadunvarmistusdokumentit ovat iso osa rakentamisen laadun valvontaa. Laadunvarmistusdokumenteilla urakoitsija osoittaa tehneensä työnsä oikeilla materiaaleilla ja suunnitellusti tiettyjen standardien ja sääntöjen mukaan. Yleinen periaate on, että urakoitsijat suorittavat tarkastukset ja laativat niistä pöytäkirjat laadunvarmistukseen ja käyttöönottoon liittyvissä tarkastuksissa. Näiden pöytäkirjojen pohjalta rakennuttaja suorittaa omia tarkastuksiaan haluamassaan laajuudessa. Näihin dokumentteihin kuuluu alasta riippumatta monia eri dokumentteja rakentamisen koko ajalta. Dokumentit ovat niin urakoitsijan kuin tilaajan parhaaksi, sillä niillä pystytään todentamaan, ettei virheitä ole tehty kyseisten rakennusvaiheiden aikana.

### 6.1 Malliasennukset

Malliasennukset ovat yleensä jonkin toistuvan työvaiheen ensimmäisten asennusten katselmus, jossa tehdään malli kyseiselle asennukselle ja tämä hyväksytetään pääurakoitsijalla ja valvojilla. Malliasennuksia tulee yleensä tehdä piiloon jäävistä asennuksista sekä paikoista, joihin tulee useamman urakoitsijan asennuksia. Malliasennuksia on myös hyvä tehdä isommista asennuskokonaisuuksista sekä vaativista asennuksista, jotta laatutaso saadaan pidettyä sovittuna. Malliasennuksista tehdään aina pöytäkirja, jossa tulee olla mainittuna kohde, katselmukseen osallistujat, katselmukseen liittyvät suunnitelmat, paikka, jossa malliasennus on suoritettu, kuvia asennuksista sekä yhteenveto, jossa todetaan, onko mallit tehty oikein. Kun malliasennus on hyväksytty, käytetään hyväksyttyä mallia toistuvissa urakkasuorituksissa.

#### 6.1.1 Ilmanvaihtoasennusmalli

Ilmanvaihtokanavista tehtävistä malleista tulisi tarkastaa kannakkeet ja niiden etäisyydet toisistaan. LVI 12-10370 kortissa [14] on ohjeistus kannakointiväleihin sekä niiden asetteluun kanavaosien suhteen. Malliasennuksissa tulisi myös katsoa kanavien kiinnityksissä käytettyjen pop-niittien määrä. Niittien määrä

määräytyy kanavakoon mukaan ja siihen löytyy ohjeistuksia. Yksi näistä on ETS NORDin verkkoaineistossa [13]. Malliasennus olisi myös hyvä tehdä lähtökauluksista ja katsoa, että niiden liitokset on hyvin tiivistetty, jotta ne eivät vuoda. (Kuvat 2 ja 3.)



Kuva 2. Kannakointimalli [8]



Kuva 3. Lähtökaulusmalli [8]

### 6.1.2 Viemäriasennusmalli

Viemäriasennuksista tehtävistä malleista tulisi tarkastaa, onko asennuksissa käytetty oikeita materiaaleja sekä kannakkeita. Viemäreiden kaadoissa tulee tarkastaa, että ne on tehty suunnitelmien mukaan ja että niiden teossa on noudatettu voimassa olevia määräyksiä ja standardeja. Kannakoinnin osalta tulee aina katsoa kannakointivälit, sekä suureen rasitteeseen joutuvien osien osalta että ne on kannakoitu tarpeeksi hyvin, esim. 90 asteen kulmayhteet. Kuvassa 4 on alakaton yläpuolelle jäävien viemäreiden malliasennus.



Kuva 4. Viemäreiden malliasennus [8]

## 6.2 Painekoe

Painekokeella tarkoitetaan jonkin putkisto-osan koetta, jolla testataan sen tiiveyttä ja toimivuutta. Painekoe suoritetaan kaikille putkille, joissa tulee virtaamaan nestettä rakennuksen käytön aikana. Painekekeessa käytetään yleensä talousvettä mutta suunnitelma-asiakirjoissa voi olla maininta joidenkin putkiosuuksien erinäisistä painekokeista ja niissä käytettävistä nesteistä. Painekoe voidaan suorittaa myös alustavasti paineilmalla, jos ulkolämpötila aiheuttaa vedelle jäätymisriskin. Koeponnistukset tulee suorittaa aina kaikille putkiosuuksille. Nämä putkiosuudet määritellään suunnitelma-asiakirjoissa, joita on esimerkiksi LVI-työselostus. Painekoe aloitetaan täyttämällä putkisto tai laitteisto sen alimmasta kohdasta, jotta sinne ei jää ilmaa.

Jos asennuksissa on käytetty puristusliitoksia, on hyvä tietää, että tutkimusten mukaan puristusliitokset säilyttävät tiiveytensä paremmin korkeassa koepaineessa. Jos osat ovat puristamatta, ne pettävät koepaineessa missä käytetään matalaa painetta. Tämän takia puristusliitoksiset asennukset olisi hyvä myös testata tiiviykskokeella, jossa käytetään alhaista painetta.

Painekoetta suoritettaessa tulisi laitteiston tai putkiosuuden osoittautua tiiviiksi. Tavallisesti koepaine suoritetaan 1 000 kPa:n paineessa, joka mitataan alimmasta pisteestä. Painekekeen tulee kestää vähintään 10 minuuttia. Muoviputkissa voi tapahtua koepaineistuksen aikana vesitilavuuden laajenemista, jolloin koepainetta tulisi ylläpitää vähintään 30 minuuttia lisäten vettä tarvittaessa. Tämän jälkeen paine lasketaan noin puoleen painetta tarkkaillen 90 minuutin ajan. Laitteisto tai putkisto on tiivis, jos paine nousee tarkkailuajana vakiotasolle.

Painekekeen aikana koko koepainettu verkosto-osuus tulee kiertää ja tarkastaa mahdollisten vuotojen osalta. Koepainetta ei saa suorittaa yön tai viikonlopun aikana, jolloin sitä ei valvota. Putkisto tulee aina tyhjentää painekokeen jälkeen ylipaineesta. Jos painekokeessa todetaan vikoja tai puutteita, tulee ne korjata ja painekoe suorittaa uudestaan. Vesikalusteita tai putkisto-osia, jotka eivät kestä painekokeessa käytettävää koepainetta, voidaan jättää pois painekokeesta.



Koepainepöytäkirjaan tulee merkitä kokeessa käytetty paine, putkistossa sallittu paineen muutos, kokeen kesto ja käytettävä paine.

Talotekniikan malliasiakirjat

## Koepainepöytäkirja

15.4.2021

Kohde: \_\_\_\_\_  
 Osoite: \_\_\_\_\_  
 Koepaineen suorittaja: \_\_\_\_\_  
 Koepaineen päivämäärä: \_\_\_\_\_

Koepainettava järjestelmä:

Vesijohto	<input type="checkbox"/>
Lämmitys	<input type="checkbox"/>
Jäähdytys	<input type="checkbox"/>
Paineilma	<input type="checkbox"/>
Kaasu	<input type="checkbox"/>
Lämmöntalteenotto	<input type="checkbox"/>
Kaukolämpö (Ensiö)	<input type="checkbox"/>
Kaukojäähdytys (Ensiö)	<input type="checkbox"/>
Muu _____	<input type="checkbox"/>

Koepaineen laajuus: \_\_\_\_\_

Koepaine suoritettu:	Paineilmalla	<input type="checkbox"/>	Vedellä	<input type="checkbox"/>
Käytetty koepaine:	3 bar	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	6 bar	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	10 bar	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	16 bar	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	21 bar	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	____ bar	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Koepaineen kesto:	15 min	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	30 min	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	60 min	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	____ min	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Silmämääräinen tarkastus suoritettu:		<input type="checkbox"/>		
Saumat tarkistettu vuodonilmaisimella:		<input type="checkbox"/>		

Painekokeen tulos: \_\_\_\_\_  
 Huomautuksia: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Tarkastajan allekirjoitus: \_\_\_\_\_  
 Nimenselvennys: \_\_\_\_\_

HUOM! Pöytäkirjan liitteeksi tasokuva koepainetusta putkesta sekä kuvat alku- ja loppupaineesta

Kuva 5. Painekoepöytäkirjamalli [8]

### 6.3 Tiiviyskokeet

Tiiviyskokeita suoritetaan ilmanvaihtokanavistoissa ennen kuin rakenteita peitetään. Tiiviyskokeen tarkoituksena on tarkistaa kanaviston tiiviys- ja paineenkestävyys. Tiiviyskokeita suoritetaan asennustöiden aikana tietyille kanavaosuksille. Tiiviyskokeen suorittaja tekee jokaisesta kokeesta erillisen pöytäkirjan. Tiiviyskokeet suoritetaan ilmanvaihtokanaville käyttäen koepainepuhaltimia ja noudattaen standardia SFS-EN 12599. Ilmanvaihtokanavan pinta-ala tulee laskea standardin SFS-EN 14239 mukaan. Ilmanvaihdon tiiviysluokkia on viisi ympäristöministeriön asetuksen 1009/2017 pykälän 19 mukaan (Kuva 6).

#### 19 §

##### *Ilmanvaihdon tiiviysluokat*

Ilmanvaihtojärjestelmän, ilmakehän ja kanavan osien suurimmat sallitut vuotoilmavirrat vaipan pinta-alaa kohti  $q_{VIA}$  ( $\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ ) koepaineella  $p_s$  (Pa) eri tiiviysluokissa ovat seuraavat:

Tiiviysluokka	Sallittu vuotoilma enintään $q_{VIA}$ $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$
A	$0,027 \times p_s^{0,65}$
B	$0,009 \times p_s^{0,65}$
C	$0,003 \times p_s^{0,65}$
D	$0,001 \times p_s^{0,65}$
E	$0,0003 \times p_s^{0,65}$

Kuva 6. Ilmanvaihdon tiiviysluokat [12]

Ympäristöministeriön asetuksessa 1009/2017 pykälässä 20 tiiviysluokat asetellaan seuraavasti:

Rakennuksen painovoimaisen tai koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän on oltava luja ja tiiviydeltään vähintään tiiviysluokkaa B. Jos poistoilmassa on merkittävästi muita kuin ihmisperäisiä epäpuhtauksia, on tiiviysluokan oltava vähintään C. Koneellisessa ilmanvaihtojärjestelmässä rakennuksen sisällä konehuoneen ulkopuolella sijaitsevat poistoilmakanavat on suunniteltava alipaineisiksi. Poistoilmaluokkien 1 ja 2 poistoilmakanavat voivat kuitenkin olla ylipaineisia rakennuksen sisällä edellyttäen, että kanavisto on vähintään tiiviysluokkaa C.

Tiiviyskoepöytäkirjaan tulee kirjata mittauksen suorittaja, mittausajankohta, mitattava kanavisto-osuus, koepaine sekä allekirjoitus kokeen hyväksyjältä.

### ILMANVAIHTOKANAVIEN TIIVEYSKOEPÖYTÄKIRJA

Mittauksen suoritti: \_\_\_\_\_  
 Puhallin: \_\_\_\_\_  
 Mittari: \_\_\_\_\_  
 Pvm: \_\_\_\_\_  
 Mittauksen tarkasti: \_\_\_\_\_

Kanavien osat	Tiiviysluokka A, B, C, K	Koepaine Pa	Kanava / koje A m <sup>2</sup>	Vuoto-ilmamäärä		
				mitattu vuoto dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup>	sall. vuoto dm <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup>

Kuva 7. Ilmanvaihtokanavien tiiviyskoepöytäkirjamalli osa 1/2 [8]

Kohde: \_\_\_\_\_  
 Osoite: \_\_\_\_\_  
 Kaup.osa / kylä: \_\_\_\_\_  
 Kortteli / tila: \_\_\_\_\_  
 Tontti: \_\_\_\_\_

Kanavien kokonais q m <sup>3</sup> /s	Vuoto % kokonais q:sta		mitta putki mm	paine-ero	mittaputken tyyppinumero
	Sallittu	Mitattu			

Kuva 8. Ilmanvaihtokanavien tiiviyskoepöytäkirjamalli osa 2/2 [8]

## 6.4 Putkistojen huuhtelu

Ennen rakennuksen käyttöönottoa kaikki lopulliseen käyttöön otettavien uusien putkistojen verkosto-osuudet tulee huuhdella tai puhdistaa. Huuhtelu ja puhdistus verkosto-osuuksille suoritetaan valvottuina rakennuttajan toimesta ja niistä tulee saada myös rakennuttajalta hyväksyntä. Ennen näiden verkosto-osuuk-sien käyttöönottoa tulee lopullisten verkostosuodattimien olla asennettuna. Ver-kosto-osuuksia voidaan ottaa myös käyttöön useassa osassa, joka edellyttää, että jokainen verkosto-osuus on puhdistettava erikseen ennen pääverkon liit-tymistä.

Lämmitys- ja lämmöntalteenottoverkostojen huuhtelussa putkistojen sisältä poistetaan isoimmat epäpuhtaudet. Lämmitys- ja lämmöntalteenottoverkostojen pesussa putkistoista poistetaan pesuainetta käyttäen ainekset, jotka ovat hie-nompijakoisempia kuten esimerkiksi rasvat. Jos todetaan että putkistoon tai sen varusteisiin jää epäpuhtauksia, joita ei vesihuuhtelulla voida poistaa suoritetaan niihin pesu.

Vesiverkostojen huuhtelussa putkistoista poistetaan lika ja irtoaines, jota putkis-toon on mahdollisesti päässyt. Kupariputkien huuhtelu myös parantaa putken sisäpinnan suojakerroksen muodostumista. Putkistot tulee huuhdella mahdolli-simman nopeasti putkistojen valmistumisen jälkeen ensimmäisen painekokeen yhteydessä. Huuhtelussa käytetään voimakasvirtaista talousvettä. Lämmin- ja kylmävesijohdot sekä kiertojohto tulisi huuhdella aina erikseen. Huuhtelun ai-kana kaikkien säätöventtiileiden tulisi olla täysin auki sekä mahdolliset poresuut-timet irrotettuina.

Kaikki huuhtelut ja pesut tulee dokumentoida niiden suorittajan toimesta. Pöytä-kirjasta tulee ilmetä ainakin kohteen nimi, yritys joka huuhtelun tai pesun suorit-taa, huuhtelun suorittajan nimi, huuhdeltava järjestelmä tai verkosto-osuus, huuhtelun laajuus, huuhtelussa käytetty neste, suorituspäivämäärä, osallistujat, sekä huuhtelun hyväksyjä. Jos huuhtelunesteestä halutaan ottaa näyte, tulee senkin analysointituloksen näkyä pöytäkirjasta.

Yrityksen nimi	Aika
Tekijän nimi	
PUTKISTON HUUHTELUPÖYTÄKIRJA	
Kohde:	_____
Huuhdeltava järjestelmä:	_____
Huuhtelun laajuus:	_____ _____ _____ _____ _____
Suorituspäivämäärä:	_____
Osallistujat:	_____ _____
Huomautuksia:	_____ _____ _____ _____ _____
Huuhtelun hyväksyntä:	_____ (hyväksytty tai hylätty)
Hyväksyntäpäivämäärä:	_____
Hyväksyjän allekirjoitus:	_____
Hyväksyjän nimi:	_____

Kuva 9. Putkiston huuhtelupöytäkirjamalli [5]

## 6.5 Oman työn tarkastus

Oman työn tarkastus, eli itselleluovutus on urakoitsijan tekemä tarkastus omalle työlleen ennen kuin se luovutetaan eteenpäin. Oman työn tarkastuksella urakoitsija varmistaa, että heidän työnsä laatu vastaa yrityksen omia ennalta sovituja käytäntöjä, suunnitelmia sekä voimassa olevia määräyksiä. Oman työn tarkastuksista tehdään aina dokumentti, jolla todennetaan suunnitelmien mukaisuus. Myös virheet ja puutteet merkitään dokumenttiin. Tarkastukset tehdään tilakohtaisesti ja se tulee esittää myös dokumentissa. Tarkastuksissa havaittujen virheiden ja puutteiden korjaaminen ovat urakoitsijan omalla vastuulla. Tarkastuksissa käydään aina läpi järjestelmät, laitteet sekä kalusteet ja testataan niiden toimivuus sekä tarkastetaan asennusten oikeanlaisuus.

Urakoitsijan laadunvarmistukseen kuuluu itselle luovutukset. Yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) kohdassa 11.1§ velvoitetaan urakoitsijaa tarkastamaan itse suoritusvelvollisuuteensa kuuluvien töiden laatu ja korjaamaan mahdollisesti havaitut virheet ja puutteet ennen tilaajalle tapahtuvaa luovutusta. Virheitä ja puutteita ei tarvitse dokumentoida itselle luovutuksen yhteydessä elleivät ne ole vakavia (11.2 §).

## 6.6 Ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyö

Ilmanvaihdon mittaus ja säätötyöllä pyritään tasapainottamaan rakennuksen ilmanvaihto. Tällä tavoin tuotetaan asiakkaille terveellinen työ- tai asuinympäristö. Ilmanvirtojen mittaus- ja säätötyön aloittaminen edellyttää, että kanavistot ovat puhtaat. Säätötyön aikana tulee rakennuksen kaikkien ovien ja ikkunoiden olla kiinni. Ennen säätötyön aloittamista tulee kanavistojen puhtaus tarkastaa.

Ilmanvaihdon mittauksen ja säädön aikana mitattavan tilan ilmanvaihtokone tulee olla täydellä teholla ja sisäänpuhalluslämpötilan normaali. Päätelaitteet tulee asentaa jo asennusvaiheessa taikka puhdistusvaiheessa alustaviin arvoihin, jotta säätötyön edetessä päätelaitteiden kuristus pienenee kanaviston loppupäässä. Kauimpana olevan päätelaitteen tulisi olla alustavissa säädöissä

kokonaan auki. Mittaus suoritetaan kaikista päätelaitteista ja niistä mitatut arvot merkitään mittauspöytäkirjaan. Päätelaitteiden säätöarvot tulee myös merkitä mittauspöytäkirjaan. Jokaiselle venttiilille on suunniteltu arvo (l/s), joka löytyy IV suunnitelmista.

Mittauksissa käytetään siihen soveltuvaa mittaria. Yleisimpiä mittareita, joita ilmanvaihdon mittauksissa käytetään, ovat mikromanometri ja siipipyöräänometri. Mikromanometriä käytetään paine-eron ja staattisen paineen mittaamiseen. Siipipyöräänometriä käytetään ilmamäärien mittaamiseen päätelaitteiden pinnasta.

Ilmanvaihdon mittaus- ja säätöpöytäkirjassa tulee selvittää mittauksen kohde, mittauksen suorittaja, päivämäärä, mittalaite, jota käytetään mittauksessa, päätelaitteen malli, päätelaitteen k-arvo eli asento, paine-ero, mitattu ilmamäärä sekä suunniteltu ilmamäärä. Täytetty pöytäkirja toimitetaan LVIA-valvojalle, joka tarkastaa ja hyväksyy ne allekirjoituksellaan.

#### ILMAMÄÄRAMITTAUSPÖYTÄKIRJA

**Yritys:**

Huone n:o tai tila	Tuloilma l/s							
	kpl	Puhalluselin	m/s	Pa	Ventt.as.	Mitattu	Suunn.	%
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###
								###

**Mittari:** \_\_\_\_\_

**Mittauksen suoritti:** \_\_\_\_\_

**Pvm.** \_\_\_\_\_

Kuva 10. Ilmamäärämittauspöytäkirjamalli 1/2 [8]

Kaup.osa/Kylä

Tontti/RNo

Kortteli/tila

Kohde

Poistoilma l/s

kpl	Poistoelin	m/s	Pa	Ventt.as.	Mitattu	Suunn.	%
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###
							###

Kuva 11. Ilmamäärämittauspöytäkirjamalli 2/2 [8]

## 7 Takuuajaka

Rakentamisessa takuuajalla tarkoitetaan aikaa, jolloin urakoitsija on vastuussa omasta työsuorituksestaan sopimussuhteessa olevaan tilaajan. Takuuajaka on kaksi vuotta, ellei sitä toisin ole määritelty urakkasopimuksessa. Tällöin urakoitsija on tuottamusperusteisessä vastuussa urakkasuorituksen virheellisyydestä. Tämä tarkoittaa, että jos työsuorituksessa on sattunut virhe, on urakoitsijan joko korjattava se tai korvattava virheestä sattuneet korjauskulut, jos virhe on urakoitsijan tahallisuudesta tai huolimattomuudesta aiheutunut. Virheen vakavuudella ei ole merkitystä, vaan urakoitsija vastaa sen korjauksesta oli se sitten lievä, vakava tai törkeä. Yleisten sopimusehtojen 29. pykälässä mainitaan urakoitsijan vastuusta takuuajana seuraavasti [4, s. 8]:

- Urakoitsija vastaa suorituksensa sopimuksenmukaisuudesta takuuajan, jonka pituus on, ellei urakkasopimuksessa ole muuta määrätty, kaksi vuotta. Urakoitsijan suoritukseen, jota takuu koskee, luetaan myös lisä- ja muutostyöt.



- Urakoitsija on velvollinen kustannuksellaan korjaamaan ne urakasuorituksessaan takuuajana ilmenneet virheet, joita urakoitsija ei näytä hänestä riippumattomasta syystä aiheutuneiksi esimerkiksi osoittamalla, että kyseessä on normaali kuluminen tai virheellisen käytön taikka tilaajan vastuulle kuuluvien huoltotoimenpiteiden laiminlyönnin aiheuttama vaurio. Sellaiset virheet, jotka vaikeuttavat työntuloksen käyttöä tai aiheuttavat vaaraa tahi rappeutumista, on urakoitsijan viipymättä korjattava tai poistettava. Jos urakoitsija viivyttää edellä tarkoitettujen töiden tekemisessä, on tilaajalla oikeus tehdä työ urakoitsijan kustannuksella ilmoitettuaan asiasta sitä ennen kirjallisesti urakoitsijalle.
- Virheet, jotka eivät olennaisesti haittaa työntuloksen käyttöä, voidaan sopia hyvitetäviksi arvonvähennyksenä.
- Takuuajaka alkaa sinä päivänä, jolloin rakennuskohde tai sen erikseen vastaanotettavaksi sovittu osa vastaanottotarkastuksessa hyväksytään vastaanotetuksi, tai mikäli vastaanottotarkastusta ei pidetä, sinä päivänä, jolloin rakennuskohde otetaan käyttöön.
- Ennen rakennuskohteen valmistumista vastaanotetun urakasuorituksen osalta takuuajaka alkaa urakasuorituksen 70 §:n mukaisesta tarkastuksesta, mutta kestää sovitun takuuajan rakennuskohteen vastaanotosta lukien. Mikäli rakennuskohteen vastaanotto viivästyy tilaajasta tai muusta urakoitsijasta johtuvasta syystä, takuuajaka pidentyy tämän johdosta enintään 3 kuukautta.
- Niissä tapauksissa, joissa urakoitsijan aliorakoitsijalla tai tavarantoinnissa on urakoitsijan takuuajaka pidempi takuuajaka, urakoitsija vapautuu vastuusta ylimenevältä ajalta, mikäli tilaaja hyväksyy aliorakoitsijan tai tavarantoinnissa sitoumuksen suorasta vastuusta tilaajalle.

### Takuuajan dokumentointi

Takuuajana rakennuksen huolto-organisaatio hoitaa tarvittavat huollot, jotka merkitään aina huoltopäiväkirjaan tai vastaavaan muistioon. Rakennuksen taloteknisiä toimintoja voidaan myös seurata etänä. Takuuajana pidetään myös listaa käyttäjien ja huolto-organisaation havainnoista, virheistä ja puutteista (Kuvat 12 ja 13). Tämän listan pohjalta tehdään korjauksia joko heti tai takuutarkastuksessa riippuen ongelman laadusta.

## Takuuhavaintolokimalli

Pos	Saapumis pvm	Vastaus pvm	Ilmoittaja	Aihe
1	2017-10-03	2017-10-03		Ajorampi loppupään valaistuksen parantaminen
2	2017-09-20			D- ja E-talojen välisen IV:n tasapainoittaminen parocin purun jälkeen
3	2017-10-04	2017-10-04		Ilmanvaihto ei toimi neuvotteluhuoneissa. syyinä ristriita hälytys IV laitteessa
4	2017-10-11	2017-10-13		Vesivahinko 7B
5	2017-10-18			VJK 1 toistuvasti uusiutuva hälytys, VJK 2 jatkuva vikahälytys päällä
6	2017-10-30			Valaistus on turhaan päällä aamuisin ennen kuin henkilökuntaa tulee paikalle.
7	2017-10-30			Tiloissa valitetaan kylmyyttä
8	2017-12-11	2017-12-12		Savunpoistoluukku VE12072 E-talossa jälleen hälytellyt Sabotaasia. En nyt muista saatiinko kuntoon ja kytkettiin päälle vai oliko vielä työn alla ja irtikytkettyä ja kytkettyyn päälle palvelimen päivityksen myötä viime viikolla. Joka tapauksessa silmukka irtikytketty ja vika siis esiintyy edelleen.
9	2017-11-07			Tiedoksi kaikille omistajille, että pyöräileviltä vuokralaisilta (heitä on paljon) tulee jatkuvasti valituksia siitä, että ovi E-talon puolella polkupyörien säilytystilaan on todennäköisesti tehty kävelystandardien mukaan ja on vaikeakäyttöinen. Ovipumpusta ja oven kapeudesta tulee koko ajan valituksia. Suunnitelmien mukaanhan tämä on tehty, mutta toivoisin kuitenkin Business Parkin puolesta, että pääurakoitsija pyrkisi järjestämään tämän asian kuntoon.

Kuva 12. Takuuhavaintolokimalli 1/2 [Sisäinen materiaali]

Pos	Urakoitsija	Sijainti	Toimenpiteet	Vastuuhenkilö	Korjauksen tilanne	Korjattu (pvm)	Kuittaus
1		Kellarikerros D-moduuli ajoluiska	Aikaohjauksen säätö.		Valmis	17.10.2017	9.4.2018
2		Maantasokerros parkkihalli D- ja E-talon väli	Mittaus suoritettu ja ilmastointi tasapainotettu.		Valmis	20.12.2017	9.4.2018
3					Valmis	5.10.2017	9.4.2018
4		7.kerros	Havaittu vuotokohta tiivistetty ja rakenteet tarkastettu. Raportti toimitettu 31.5.		Valmis	20.12.2017	12.12.2018
5			Työ tilattu, ks. Kohta 16.		Valmis	7.2.2018	9.4.2018
6		Esri	Huoltomiehen tehtäviin kuuluva säätö. Tarkemmassa selvityksessä havittu käyttäjän valaistus-lisäyksien yhteydessä syntyneeksi ohjausmuutospuutteeksi.		Ei takuuvirhe Valmis	23.3.2018	9.4.2018
7		Esri	Patterilinjat korjattu ja ikkuna tiivistetty		Valmis	18.1.2018	9.4.2018
8			SU korjannut -> varmistetaan että kystetty päälle ja toimii (Tsu) 25.3.19 Voisiko vielä tarkistaa toiminnan ja kuitata?		Valmis	18.1.2018	3.4.2019
9		Parkkihalli	ARK+Sähkö-suunnittelijoiden kanssa läpi korjaavan ratkaisun -> Ei takuuvirhe		Ei takuuvirhe	12.12.2018	12.12.2018

Kuva 13. Takuuhavaintolokimalli 2/2 [Sisäinen materiaali]

Takuuajkaan kuuluvat myös takuutarkastukset, jotka pidetään ensimmäisenä ja toisena vuotena, ja näistä tarkastuksista tuotetaan pöytäkirjat. Takuutarkastuksissa käydään läpi mahdolliset virhe- ja puutelistat sekä rakennuksen yleinen kunto. Takuuajkana mahdollisesti tehtävät korjaustoimenpiteet dokumentoidaan ja niistä suoritetaan jälkitarkastuksia.

## **8 Vastuuajka**

Yleisissä sopimusehdoissa mainitaan pykälässä 30, että urakoitsija vastaa ainoastaan sellaisista virheistä, jotka on toteutuneet törkeän huolimattomuuden johdosta, sovittujen laadunvarmistusehtojen noudattamatta jättämisellä taikka tahallisesti aiheutetuilla toimenpiteillä. Tämä käytännössä tarkoittaa sitä, että urakoitsija ei ole vastuussa 2 vuoden jälkeen enää rakennusvirheistä, jotka ovat tavallisella tai lievällä huolimattomuudella aiheutuneet. Vastuuajka on 10 vuotta kaikille vahingoille ja virheille, jotka ovat aiheutuneet törkeästä huolimattomuudesta, ja sellaisista, jotka on aiheutettu tahallisesti.

## **9 Yhteenveto**

Talotekniikan laatudokumentaatiolla varmistetaan rakennushankkeen taloteknisten töiden suunnitelmanmukainen toteutus sekä varmistetaan, että asennustöissä on käytetty hyvää rakennustapaa. Laatudokumentit ovat työkaluja taloteknisten töiden laadunvarmistuksessa, ja niiden avulla minimoidaan virheet ja puutteet rakennusaikana. Insinööriyössä esitettiin laatudokumentaatioon liittyviä asioita sekä muutamia mallidokumentteja.

Työ oli kirjallisuuskatsaus rakentamismääräyksiin, yleisiin rakentamisen sopimusehtoihin ja rakennustietokortteihin. Työ toimii tietolähteenä laadunvarmistukseen ja talotekniikan laatudokumentointiin liittyvissä töissä sekä helpottaa tuottamaan oikeita dokumentteja rakennushankkeiden aikana. Insinööriyöhön kuului myös laatudokumenttien tuottaminen. Dokumentit eivät tulleet yleiseen jakoon.

Työn lopputuloksena on tietopaketti LVI-dokumenteista ja siitä, mitä tulisi ottaa huomioon niitä tehdessä. Työn kannalta olisi tärkeää tehdä tarkempaa tarkastelua koko laadunvarmistusprosessista sekä takuu- ja vastuuajana tuotetuista dokumenteista ja siitä, miten rakennusaikana tuotetut dokumentit ovat tukeneet takuu- ja vastuuajana tehtyjä tarkastuksia. Näiden tarkastelujen ajankohta olisi ensimmäisenä ja toisena takuuvuotena, kun suoritetaan kohteen takuutarkastuksia.

Jälkikäteen katsottuna suoriuduin työssä itselleni asettamistani tavoitteista hyvin. Työ eteni pääpiirteittäin aikataulussa, ja sisältö vastasi omia odotuksiani. Työ oli haastava, koska talotekniikan laadunvarmistusdokumentaatio aiheena on erittäin laaja ja koko prosessin avaus vastaisi laajuudeltaan diplomityötä. Työn aikana opitut asiat jäävät varmasti muistiin ja auttavat minua oman urani aikana.

## Lähteet

- 1 Syrjälä, Jari. Talotekniikka tekee olosuhteet. 2017. Verkkoaineisto. Mediaplanet. <<https://www.rakennamme.fi/talotekniikka/talotekniikka-tekee-olosuhteet/#>> Luettu 1.2.2021
- 2 Talon tekniikkaa eli talotekniikkaa – Muutos ja mahdollisuus. 2020. Verkkoaineisto. LVI-Tekniset Urakoitsijat. <<https://www.lvi-tu.fi/talon-tekniikkaa-eli-talotekniikkaa-muutos-ja-mahdollisuus/>> Luettu 4.2.2021
- 3 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely. 2018. Prosessikuvaus. LVI-ohjekortti 03-10630. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 4 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 2016. LVI-ohjekortti 03-10277. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 5 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely. 2018. Tehtävät ja dokumentointi. LVI-ohjekortti 03-10631. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 6 Urakoitsijan virhevastuu ja sen ajallinen ulottuvuus korjausrakentamisessa. 2019. Verkkoaineisto. Herkulex. <<https://herkulex.fi/urakoitsijan-virhevastuu-ja-sen-ajallinen-ulottuvuus-korjausrakentamisessa/>> Luettu 18.2.2021
- 7 Rakentamisen ajalliset vastuut korjausrakentamisessa: 2 vuoden takuu on enemmänkin vain vastuunrajoitus. 2018. Verkkoaineisto. Lakiasiantointi Fokus. <<https://fokuslaki.fi/2018/09/14/rakentamisen-ajalliset-vastuut-korjausrakentamisessa-ja-uudisasuntotuotannossa/>> Luettu 18.2.2021
- 8 Sisäinen materiaali. Verkkoaineisto. Sokopro
- 9 Mitä laatu tarkoittaa. 2006. Verkkoaineisto. Quality knowhow Karjalainen Oy. <<http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/mita-laatu-tarkoittaa/>> Luettu 9.3.2021
- 10 Laatu – käsite ja tehtävät. 2010. Verkkoaineisto. Laatuakatemia. <<http://www.kotiposti.net/tuurala/Laatu.htm>> Luettu 10.3.2021
- 11 Vesilaitteiston tiiviyn toteaminen. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <[https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/talotekniikkainfo\\_vesi\\_ ja\\_viemarilaitteistot\\_opas\\_paivitetty\\_11.6.2019.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/talotekniikkainfo_vesi_ ja_viemarilaitteistot_opas_paivitetty_11.6.2019.pdf)> Luettu 10.3.2021
- 12 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. 2017. Suomen säädöskokoelma 1009/2017
- 13 NORDDuct pyöreiden ilmastointikanavien käyttö-, asennus- ja huoltohjeet. 2020. Verkkoaineisto. ETS NORD.

<<https://www.etsnord.fi/content/uploads/2020/12/NORDduct-kaytto-asetus-ja-huoltoohjeet.pdf>> Luettu 4.4.2021

- 14 Putkistojen ja kanavien kannakointi. 2018. LVI-ohjekortti 12-10370. Helsinki: Rakennustieto Oy.

## Liite 1. Laadunvarmistusdokumenttitaulukko

### Laadunvarmistusdokumenttitaulukko

		PU	IU	RAU	SPR	Huomiot
<b>Yleiset</b>						
0001	Laite- ja urakoitsijalistaus xx.xx.20xx	X	X	X	X	
0002	Tuotehyväksynät xx.xx.20xx	X	X	X	X	
0003	LVI-suunnitelmien omantähtarkastuspöytäkirja xx.xx.20xx	X	X			
0004	TATE suunnitelmien yhteensovittamisen omantähtarkastuksen pöytäkirja xx.xx.20xx	X	X	X	X	
0005	Huoltohenkilökunnan käytönopastuksen pöytäkirja xx.xx.20xx	X	X			
0006	LVI-laitteiden äänimittauksen mittauspöytäkirja xx.xx.20xx	X	X			
<b>Lämmitysjärjestelmät</b>						
1001	Urakoiden tuotehyväksynät xx.xx.20xx	X				
1002	Malliasennuksen katselmuspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1003	LVI-järjestelmien laite- ja asennustapataarkastuspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1004	Omantähtarkastuspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1005	Painekoe-pöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1006	Lämmönjakokeskuksen toimintakoe-pöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1007	Kertasäätöventtiilien mittauspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1008	Mittaus- ja säätöpöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1009	Huoneen lämpötilan ja lämmittimien mittauspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1010	Koekäyttö-pöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1011	Kuormituskoepöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1012	Kaukolämmön käyttöönottotarkastuksen pöytäkirja xx.xx.20xx	X				PU (tilaa esim. HELEN/toimittaa pöytäkirjan)
1013	Lämmitysverkoston vesipainekoe-pöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1014	Lämmitysverkoston huuhtelupöytäkirja xx.xx.20xx	X				
1015	Maalämpöpöytäkirjan käyttöönottotarkastuksen pöytäkirja xx.xx.20xx	X				PU (lämpöpumput yms yleensä putki urakassa)
1016	Oviverhokoneiden käyttöönottotarkastuksen pöytäkirja xx.xx.20xx	X				PU (tilaa laitetöimittajan käyttöönoton/pöytäkirja)

		PU	IU	RAU	SPR	Huomiot
<b>Jäähdytysjärjestelmät</b>						
2001	Urakoiden tuotehyväksynnät xx.xx.20xx	X				
2002	Malliasennuksen katselmuspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
2003	LVI-järjestelmien laite- ja asennustapatarkastuspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
2004	Omantyöntarkastuspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
2005	Painekoepöytäkirja xx.xx.20xx	X				
2006	Kertasäätöventtiilien mittauspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
2007	Mittaus- ja säätöpöytäkirja xx.xx.20xx	X				
2008	Huoneen lämpötilan ja jäähdyttimien mittauspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
2009	Koekäyttöpöytäkirja xx.xx.20xx	X				
2010	Kuormituskoepöytäkirja xx.xx.20xx	X				
2011	Kaukokylmän käyttöönototarkastus xx.xx.20xx	X				PU tilaa (laitetoimittaja tekee laiteelle käyttöönoton /pöytäkirja
2012	Glykolin pitoisuuden tarkastuspöytäkirja xx.xx.20xx	X				PU mittaa/toimitaa pöytäkirjan
2013	Kylmäkoneen ja nestelauhduttimen käyttöönototarkastuksen pöytäkirja xx.xx.20xx	X				PU tilaa (laitetoimittaja tekee laiteelle käyttöönoton /pöytäkirja
2014	Jäähdytysverkoston huuhtelupöytäkirja xx.xx.20xx	X				
2015	Jäähdytysverkoston nestepainekoepöytäkirja xx.xx.20xx	X				
2016	Kylmäjärjestelmien tyhjiönnin mittauspöytäkirja xx.xx.20xx	X				PU (kylmälaite urakoitsija tekee/toimittaa pöytäkirjan)
<b>Vesi- ja viemärijärjestelmät</b>						
3001	Urakoiden tuotehyväksynnät xx.xx.20xx	X				
3002	Malliasennuspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
3003	Omantyöntarkastuspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
3004	Mittaus- ja säätöpöytäkirja xx.xx.20xx	X				
3005	Vesivirtojen mittaus- ja säätöpöytäkirjat xx.xx.20xx	X				
3006	Vesijohtojen huuhtelupöytäkirja xx.xx.20xx	X				
3007	Vesijohtoverkoston vesipainekoepöytäkirja xx.xx.20xx	X				
3008	Sadevesiviemäriin painekoepöytäkirja xx.xx.20xx	X				
3009	Hanojen vesivirran mittauspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
3010	Pikapalopostien testauspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
3011	Rasvanerotin käyttöönototarkastuksen pöytäkirja xx.xx.20xx	X				PU (tilaa laiteoimittajan käyttöönoton, antureiden kalibroinnin jne.)
3012	Hiekan- ja bensanerottimen käyttöönototarkastuksen pöytäkirja xx.xx.20xx	X				PU (tilaa laiteoimittajan käyttöönoton, antureiden kalibroinnin jne.)
3013	Pumppaamoiden käyttöönototarkastuksien pöytäkirjat xx.xx.20xx	X				PU (tilaa laiteoimittajan käyttöönoton, antureiden kalibroinnin jne.)
3014	Syöksytorvien ja kattokaivojen mittauspöytäkirja xx.xx.20xx	X				
3015	Kostuttimien käyttöönototarkastuksien pöytäkirja xx.xx.20xx	X				Yleensä putkiurakassa
3016	Kasettipattereiden / kondenssipumppujen käyttöönototarkastuksien pöytäkirja xx.xx.20xx	X				



		PU	IU	RAU	SPR	Huomiot
<b>Ilmanvaihtojärjestelmät</b>						
	4001		X			
	4002		X			
	4003		X			
	4004		X			
	4005		X			
	4006		X			
	4007		X			IU( mikäli kohteessa erillinen P1 konsultti niin yhdessä)
	4008		X			
	4009		X			
	4010		X			IU(mikäli rasvan erotus sähköinen tms niin laiteoimittaja)
	4011		X			IU(tilaa laiteoimittajan edustajan paikalle)
	4012		X			IU laskee, tekee pöytäkirjan
	4013		X			IU (tilaa laiteoimittajan paikalle)
<b>Rakennusautomaatio</b>						
	5001			X		
	5002			X		
	5003			X		
	5004			X		
	5005			X		
	5006			X		
	5007			X		
	5008	X		X		RAU (PU vesivirtaamat)
	5009			X		RAU/RU yhdessä
	5010			X		RAU tekee/RU osallistuu
	5011			X		RAU tekee/RU osallistuu
	5012			X		
	5013			X		
	5014			X		

			PU	IU	RAU	SPR	Huomiot
	<b>Sprinkleri</b>						
	6001	Malliasennuspöytäkirja xx.xx.20xx				X	
	6002	Omantyöntarkastuspöytäkirja xx.xx.20xx				X	
	6003	Tiiveyskoepöytäkirja xx.xx.20xx				X	
	6004	Vesilähteen mittauspöytäkirja xx.xx.20xx				X	
	6005	SPR-verkoston painekoepöytäkirja xx.xx.20xx				X	
	6006	SPR suunnitelmien omantyöntarkastuspöytäkirja sekä vesilähdeselvitys xx.xx.20xx				X	
	6007	SPR-järjestelmän käyttöönottopöytäkirja xx.xx.20xx				X	
	6008	SPR-järjestelmän asennustodistus xx.xx.20xx				X	