



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Jarno Luukkonen

# Laadunvarmistus – mittaus- ja säätö- työt: edeltävät toimenpiteet

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

6.5.2021

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jarno Luukkonen Laadunvarmistus — mittaus- ja säätötyöt: edeltävät toimenpiteet 24 sivua + 5 liitettä 6.5.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	lehtori Pasi Partonen projektinjohtaja Jukka Järvinen
<p>Insinööriä toteutettiin toimeksiantona Are Oy:n Blominmäen jätevedenpuhdistamon talotekniikka-projektinjohto organisaatiolle. Työn päätavoitteena oli turvata LVI-järjestelmien vesivirtauksien mittaus- ja säätötöiden esteetön etenemien kohdehankkeessa. Työssä käydään läpi säätötöiden aloittamisen edellytykset sekä suoritettavat toimenpiteet laadunvarmistamiseksi. Lisäksi tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa kohdehankkeessa suoritettavat LVI-tekniikan järjestelmien itselleluovutukset.</p> <p>Työssä perehdyttiin talotekniikkarakentamisen laadunvarmistuksen tavoitteisiin ja keinoihin, joilla pyritään varmistamaan LVI-järjestelmille asetettujen laatuvaatimusten täyttymisen. Teoriaosuuden tarkoituksena on antaa yleiskuva laadunvarmistuksen merkityksestä rakentamisessa. Työ on luonteeltaan kirjallisuustutkimus, ja siinä tutkittiin LVI-urakoitsijan suoritusvelvollisuuteen sisältyvää laadunvarmistusta käyttäen pohjana pääasiassa sopimusperusteisia lähteitä sekä aiheisiin liittyvää kirjallisuutta.</p> <p>Työssä esitellään talotekniikan laadunvarmistusprosessin toteutukseen sisältyvät laadunvalvonta- ja laadunvarmistustoimenpiteet sekä näiden mallidokumentaatiot.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin laadittua kohdehankkeeseen sopiva laadunvarmistussuunnitelma sekä tämä raportti. Suunnitelman on tarkoitus tukea kohdehankkeen suunnitelmien mukaisuuden todentamista. Työn tavoitteet saavutettiin ja kohdehankkeen itselleluovutukset aloitettiin sovituissa aikatauluissa.</p>	
Avainsanat	laadunvarmistus, itselleluovutus, mittaus, säätö, suunnitelma

Author Title Number of Pages Date	Jarno Luukkonen Quality Assurance – Precending Measures for Measerement and Adjustment Work 24 pages + 5 appendices 5 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Jukka Järvinen, Project director Pasi Partonen, Senior Lecturer
<p>The main goal of this Bachelor's thesis was to ensure the success of the measurement and adjustment of HVAC systems in a project at the hand-over phase ensuring necessary quality control and quality assurance measures from the HVAC contractor. In addition, the final year project aimed at designing and implementing a self-inspection procedure for the HVAC systems in the case project.</p> <p>The thesis studied literature about the tasks a HVAC contractor must perform in the quality assurance process to ensure the implementation of the plan and its quality level, fulfil the objectives of the project, and the necessary operational and maintenance capabilities.</p> <p>The thesis resulted in a quality assurance plan suitable for the case project. The plan was meant verify that the project was completed according to the plans. The goals of the thesis were achieved and self-inspections for the case project commenced within the agreed timetable.</p> <p>The thesis presents the quality control and quality assurance measures included in the implementation of the quality assurance process in building services engineering, as well as the model documentation for them. People who want to learn more about quality assurance in HVAC systems can also use this thesis.</p>	
Keywords	quality assurance, self-inspection, measurement, adjustment

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Kohdehanke	2
1.2	Kohdeyritys	3
1.3	Talotekniikan projektinjohtourakointi	3
2	LVI-järjestelmien laadunvarmistus ja käyttöönotto	5
2.1	Laadusta lyhyesti	5
2.2	Laadunvarmistuksen tavoitteet ja keinot	6
2.3	LVI-järjestelmien laadunvarmistusprosessin tarkastukset ja tehtävät	11
2.3.1	Laite- ja materiaalihyväksyntä	11
2.3.2	Työvaiheiden toteutussuunnitelmat	12
2.3.3	Malliasennukset	12
2.3.4	Laite-, materiaali- ja asennustapatarkastus	13
2.3.5	Putkistojen huuhtelu	15
2.3.6	Putkistojen tiiviys- ja painekokeet	16
3	LVI-järjestelmien toimintatarkastusvalmius	17
4	Toimintakokeet	18
5	Mittaus- ja säätötöiden aloituksen edellytykset	18
6	Kohdehankkeen itselleluovutuksien suunnittelu ja toteutus	19
6.1	Suunnitelma	19
6.2	Tarkastuksien toteutus	20
7	Vastaanottotarkastus	21
8	Yhteenveto	22
	Lähteet	23
	Liitteet	

- Liite 1. Laadunvarmistus, prosessikaavio
- Liite 2. Laadunvarmistussuunnitelma
- Liite 3. Työvaiheen toteutussuunnitelma
- Liite 4. Malliasennuspöytäkirja
- Liite 5. Itselleluovutuspöytäkirja

## Lyhenteet

AU	Aliurakoitsija
CE-merkintä	Conformité Européenne. Valmistajan ilmoitus siitä, että tuote täyttää sitä koskevat Euroopan unionin vaatimukset.
ICT	information and communication technology. Tieto- ja viestintä tekniikka.
LVI	Lämmitys, vesi ja ilmanvaihto
PI-kaavio	PI-kaavio eli putkitus- ja instrumentointikaavio. Prosessilaitteistojen kuvaamiseen käytettävä piirustustyyppi
T-PJU	Talotekniikka-projektinjohtourakka.
YSE 98	Rakentamisen yleiset sopimusehdot 1998.

## 1 Johdanto

Tässä insinööriyössä perehdytään LVI-järjestelmien mittaus- ja säätötöitä edeltävien työvaiheiden laadunvalvonta- ja laadunvarmistustoimenpiteisiin, joiden avulla on tarkoitus poistaa järjestelmien käyttöönottoon liittyviä häiriöitä ja haittoja rakennushankkeen luovutus- ja käyttöönottovaiheessa.

LVI-järjestelmien mittaus- ja säätötöyt ovat tärkeä osa putkistojen toimivuuteen liittyvää laadunvarmistusprosessia. Mittaus- ja säätötöillä pyritään varmistamaan LVI-suunnitelmien ja mitoituksen mukainen toteutus. Oikein säädetyt LVI-järjestelmät parantavat sisäilman laatua merkittävästi ja pitävät kiinteistöjen energiankulutuksen suunnitellussa arvossaan. LVI-järjestelmien tasapainotuksen tarkoituksena on varmistaa tasainen ja hallittu sisäilmasto koko rakennukseen. Terveellinen ja miellyttävä sisäilmasto luodaan taloteknisten järjestelmien yhtäaikaisella toiminnalla, joka pyritään varmistamaan järjestelmiin suunnatuilla laadunvalvonta- ja laadunvarmistustoimenpiteillä.

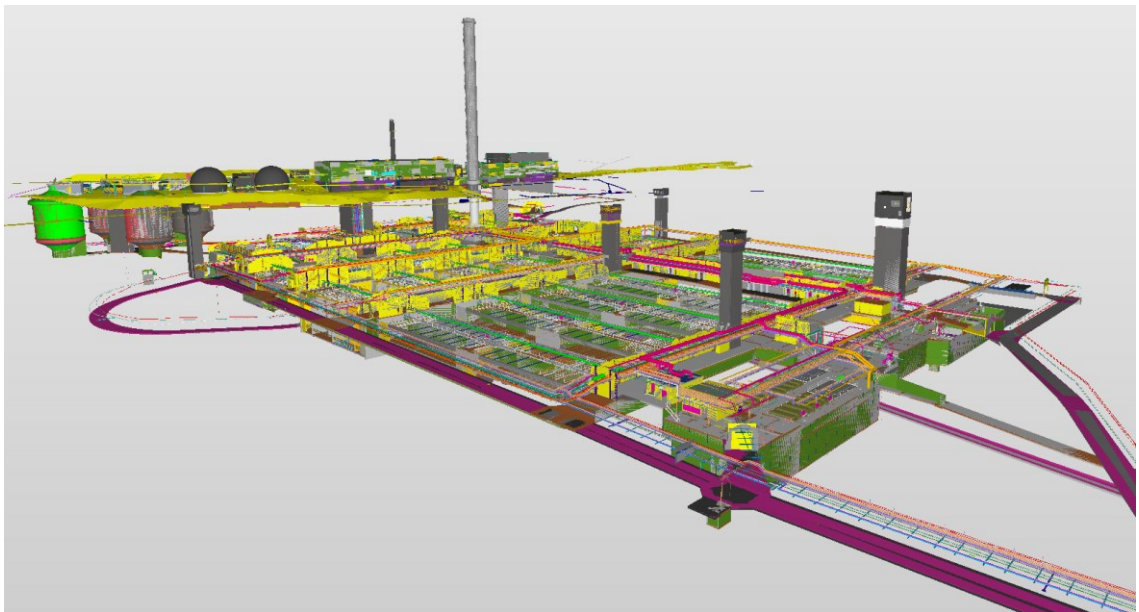
Työn tavoitteena oli laatia itselleluovutussuunnitelma Blominmäen jätevedenpuhdistamon työmaalle, jossa Insinööriyön toimeksiantaja talotekniikkatalo Are Oy toimii talotekniikka-projektinjohtourakoitsijana. LVI-järjestelmien määrä jätevedenpuhdistamossa on suuri, joten oikeat tehtävät tulee osata vaatia eri osapuolilta oikeaan aikaan. Oikea aikaisilla tehtävillä ja niiden ajoituksella mahdollistetaan hankkeen aikataulussa pysyminen. Myös mahdollisilta tehtävien toistoilta vältytään ja kustannusriskit vähenevät hankkeen loppuvaiheessa huolellisesti suunnitellun tarkastustoiminnan avulla.

Työn tavoite on myös taata LVI-järjestelmien mittaus- ja säätötöille esteetön eteneminen kohdehankkeessa ja antaa ohjeita myös tuleviin haasteisiin. Lisäksi tehtävänä on määrittää etukäteen vakioidut laadunvarmistustoimenpiteet ja lisätä ne laadunvarmistussuunnitelmaan, jossa määritellään tarkastuskohteet ja –aikataulu. Suunnitelmassa on tarkoitus todeta sopimuksen velvoitteet, ohjeet ja määräykset sekä toimintatarkastusvalmiuden edellytykset. Työssä tarkastellaan hankkeen laadunvarmistusprosessia talotekniikka-projektinjohtourakoitsijan näkökulmasta.

Lisäksi työssä käydään läpi LVI-urakoinnin suoritusvelvollisuuteen kuuluvia luovutus- ja käyttöönottovaiheen tehtäviä sekä tehtäviin liittyviä lakien, viranomaisten ja rakennuttajan vaatimuksia. Työn taustalla on tapaus, jossa mittaus- ja säätötöiden kustannukset tuplaantuivat putkistojen laadunvarmistusprosessin epäonnistuttua. Tehtäviä toistettiin, joka aiheutti myös turhia lisäkustannuksia. Tapauksen takia työn tilaajayritykselle syntyi tarve kehittää LVI-järjestelmiin kohdistuvaa laadunvarmistustoimintaansa.

## 1.1 Kohdehanke

Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) rakennuttaa Espoon Blominmäkeen uuden jätevedenpuhdistamon, jossa talotekniikkatalo Are Oy toimii talotekniikka projektinjohtokumppanina yhteistyössä rakennusliike YIT:n kanssa. Blominmäen jätevedenpuhdistamo tulee korvaamaan nykyisen Suomenojan jätevedenpuhdistamon toiminta-alueen, johon kuuluu yli 400 000 asukkaan ja teollisuuden jätevedet. Jätevedenpuhdistamo tulee pääasiassa toimimaan maan alle louhitussa luolastossa, jonka pinta-ala on n. 80 000 brm<sup>2</sup>, joka vastaa yli 10:tä jalkapallokenttää. Lisäksi maan päälle sijoitetaan erilaisia hallinto- ja teollisuusrakennuksia, joiden pinta-ala on yhteensä n. 12 000 brm<sup>2</sup>. Puhdistamon kokonaistilavuus tulee olemaan yli 800 000 m<sup>3</sup>. Kuva 1. [1.]



Kuva 1. Solibrin 3D-tietomallinnuksen näkymä puhdistamosta. Piipun korkeus on 100 metriä.



## 1.2 Kohdeyritys

Are Oy on suomalainen perheyrittäjä, jolla on yli sadan vuoden kokemus talotekniikasta. Are tarjoaa talotekniikkaratkaisuja ja palveluita kiinteistöjen koko elinkaarelle uudiskohdeiden talotekniikkaurakoinnista, ylläpitoon ja huoltoon, huollosta modernisointiin ja korjausrakentamiseen. Pää tavoitteena Arella on toimia talotekniikan suunnannäyttäjänä, joka tähtää kestäväan kehitykseen. Are työllistää noin 3200 työntekijää Suomessa, Ruotsissa ja Pietarin alueella Venäjällä. [2.]

Are toimii kohdehankkeessa talotekniikka-projektinjohtourakoinnin tehtävissä. Talotekniikka-projektinjohtourakka sisältää kaikki kohteen, lämpö-, vesi-, viemäri, ilmanvaihto-, sammutusjärjestelmä- ja rakennusautomaatiotyöt, sähkötyöt, ICT-työt sekä prosessiautomaatio- ja instrumentointityöt sekä urakan vastaanottoon, käyttöönottoon ja käyttökoulutukseen liittyvät velvollisuudet sovituissa laajuudessa täysin valmiiksi saatettuna. Lisäksi TPJU:n velvollisuuksiin sisältyy tehtäviin kuuluvat työt mukaan lukien niiden suunnittelu, valmistus, hankinnat ja asennus täysin valmiiksi tehtyinä sekä laadunvarmistus ja laadun osoittaminen sekä kaikki sellaiset asiakirjoissa mainitsemattomat työt, joita laatuvaatimukset täyttävän urakan valmiiksi saattaminen edellyttää. Aren tavoitteena on toimittaa rakennuskohde Rakennuttajalle täysin valmiissa käyttökunnossa siten, että tuloksena on suunnitelma-asiakirjoissa määritellyn laatutason täyttävä täysin toimintakuntoinen kokonaisuus. [1.]

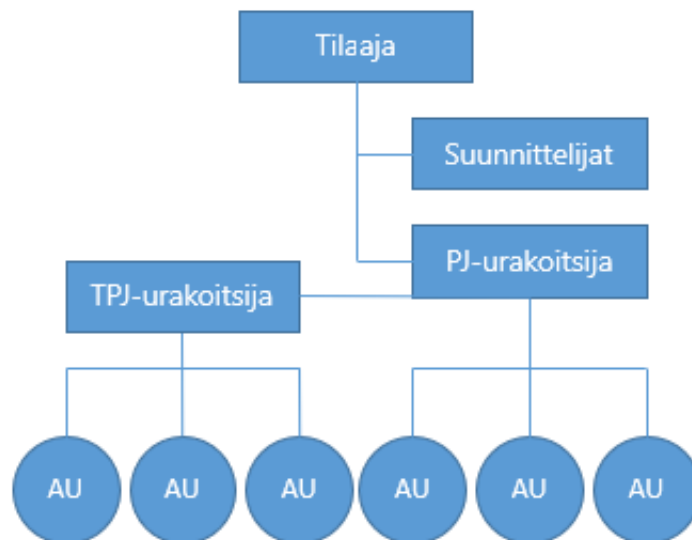
## 1.3 Talotekniikan projektinjohtourakointi

Talotekniikan projektinjohtourakointi on yksi projektinjohtototeutuksen järjestämismuodoista, jossa rakennustyöt jaetaan toimialakohtaisesti urakka- ja hankintapaketteihin. Talotekniikan projektinjohtourakoinnissa TPJ-urakoitsija vastaa hankkeen taloteknisiä järjestelmiä koskevista johtamistehtävistä, työmaan johtovelvollisuuksista sekä varsinaisesta järjestelmien rakennustyöstä solmimalla hankintasopimukset omiin nimiinsä. TPJ-urakoitsijan tehdessä hankinnat omiin nimiinsä, vastaa tämä aliorakoitsijoidensa toiminnasta sekä työn tuloksesta. Tästä huolimatta lopullinen päätösvalta suunnittelun ja hankintojen osalta säilyy rakennuttajalla. [3, s. 37, 38.]

Talotekniikan projektinjohtourakoinnin johtamistehtäviin ja työmaan johtovelvollisuuksiin liittyvät vahvasti seuraavat käsitteet ja määritelmät:

- **Ohjaus:** Ohjauksella tarkoitetaan tietojen ja ohjeiden luovuttamista toiselle osapuolelle siten, että ne auttavat häntä suorittamaan tehtävänsä sopimuksen puitteissa.
- **Valvonta:** Valvonnalla tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla tavoitteiden saavuttamisen vaarantuminen havaitaan, kirjataan ja tiedotetaan sekä poikkeamiin puututaan.
- **Koordinointi:** Koordinoinnilla tarkoitetaan osapuolten toimenpiteiden, tehtävien tai suunnitelmien yhteensovittamista ja niissä esiintyvien ristiriitaisuuksien havaitsemista ja korjaavista toimenpiteistä huolehtimista.
- **Huolehtiminen:** Huolehtimisella tarkoitetaan tehtävän antamista jonkun suoritettavaksi ja sen ohjaamista sekä valvomista. [4.]

TPJ-urakoitsijan tehtäviin kuuluu ohjata teknistä suunnittelua, työturvallisuutta järjestelmien toteutuksessa sekä suunnitelma-asiakirjojen sisältöä ja ajoitusta. Lisäksi TPJ-urakoitsija vastaa projektisuunnittelusta, rakentamisen valmistelusta ja ohjauksesta sekä vastaan- ja käyttöönottovaiheen tehtävistä. Projektinjohtourakassa sopimus on tyypiltään urakkasopimus, ja sen ehdot perustuvat Rakentamisen yleisiin sopimusehtoihin YSE 1998:aan. Kuvassa 2 on esitetty kohdehankkeen projektinjohtourakoinnin sopimussuhteet. [5.]



Kuva 2. Kohdehankkeen projektinjohtourakoinnin sopimussuhteet.

## 2 LVI-järjestelmien laadunvarmistus ja käyttöönotto

### 2.1 Laadusta lyhyesti

Laatua voidaan tarkastella monesta näkökulmasta. Monimerkityksellisyytensä vuoksi laatu on määriteltävä kontekstuaalisesti. Jokaiselle tuotteelle on tehtävä laadun määrittely erikseen. Tästä johtuen laatu saa merkityksensä kohteen ja merkityksen antajan välisessä yhteydessä. [6.] Laatua määrittäessä on hyvä jakaa laatu tuotteen, palvelun tai toiminnan laatuun. Tuotteelle määritetty laatu on olennainen kilpailutekijä rakentamisessa. Tuotteen laadun ominaisuuksien on tarkoitus tyydyttää asiakkaan tarpeet, sekä herättää kysyntää markkinoilla. Lopputuotteen laatuun vaikuttavat muun muassa seuraavat osatekijät:

- suunnittelun laatu
- valmistuksen laatu
- ympäristökeskeinen laatu
- asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu.

Laadukkaalla suunnittelulla pyritään täyttämään asiakkaan asettamat odotukset tuotteelle. Asiakkaan asettamat vaatimukset puolestaan määrittävät valmistuksen tai tuotannon laadun, kun taas ympäristökeskeiseen laatuun vaikuttaa yrityksen sisäisien tai ulkopuolisten sidosryhmien asettamat tavoitteet ja eettiset arvot. Asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu on tuotteen kyky täyttää asiakkaan toiveet ja odotukset. [7.]

Edellä mainittujen laadun elementtien toteutus vaatii toimintaa niiden tekijöiltä, joten laatua on tarkasteltava myös tuotannon resurssien, rakenteiden ja ohjauksen kannalta. Nämä yrityksen sisäiset voimavarat tarvitsevat laadunhallinnan tekniikoita ja johtamista nykypäivän laatutavoitteiden täyttämiseksi sekä kilpailukyvyn parantamiseksi. Laatu ymmärretäänkin nykyään paremmin kokonaisvaltaisena liikkeenjohtamisena yksittäisen hyödykkeen virheettömyyden sijasta rakennusosalalla. [7.]

## 2.2 Laadunvarmistuksen tavoitteet ja keinot

Talotekniikkatöiden laadunäkökulmana voidaan pitää valmistuskeskeistä laatua, jonka mukaan LVI-järjestelmien tulee olla yhteneväisiä sopimusasiakirjoissa esitettyjen vaatimusten suhteen. Tämän vuoksi talotekniikkaurakoinnin tavoitteena on toteuttaa hankkeet sopimus- ja suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Asiakirjoissa esitettyjen laatuvaatimusten täytyminen varmistetaan järjestelmiin suunnatulla laadunvarmistuksella ja -valvonnalla. Laadunvarmistus on nimensä mukaan varmistumista siitä, että kaikki riittävät, suunnitellut ja järjestelmälliset toimenpiteet tulevat tehdyiksi, ja niiden avulla pystytään todentamaan järjestelmille asetettujen laatuvaatimusten täytyminen. [8, s. 37.]

Laatuvaatimusten täytyminen osoitetaan todeksi laadunvalvonnalla, joka on yhteisnimitys erilaisille laaduntarkastustoimenpiteille. Laatutarkastukset pitävät sisällään laadunmittaamisen ja vertaamisen asetettuihin tai sovittuihin vaatimuksiin. Pelkkä tarkastustoiminta ei yksistään riitä laadusta varmistumiselle, koska laatuvaatimukset on myös oltava valmiiksi selvitettyinä ja ne on lisäksi tuotava kaikkien työntekijöiden tietoisuuteen. [8, s. 37.]

LVI-töiden laadunvarmistus ja sen suunnittelu aloitetaan jo sopimusta tehdessä ja voi jopa loppua vasta takuuajan päättyessä. Sopimusvaiheessa asiakirjoihin määritetyt laadunvarmistuksen tehtäväkokonaisuudet ja sisältö voidaan jakaa viiteen eri vaiheeseen, jotka ovat:

- laadunvarmistustoimenpiteiden selvittäminen
- suoritettujen laadunvarmistustoimenpiteiden ymmärtämisen varmistaminen
- laaduntarkastusten suorittaminen
- laatuvirheiden kirjaaminen ja syiden selvittäminen.
- laatudokumenttien keräys, analysointi ja käyttö.

Laatuvaatimuksien ja muun informaation kulku laadunvarmistuksesta vastuussa olevien osapuolen välillä on merkittävää. Tiedonjaon avulla pyritään poistamaan epätasällisiä, väärinymmärrytetyistä tai puuttuvista tiedoista aiheutuvia virheitä sekä muita ongelmia. Laatuvaatimusten, vastuualueiden ja velvollisuuksien ymmärtäminen sekä niiden yksiselitteisyys ovat laadun toteutumisen kannalta tärkein edellytys. [8, s. 38.]

Pääasiassa LVI-töitä koskevat laatuvaatimukset löytyvät kohdekohtaisista LVI-työselostuksista ja suunnitelmapiirustuksista, jotka ovat rinnakkaisasiakirjoja ja nämä täydentävät toisiaan. Selostuksien ja suunnitelmien laatuvaatimukset perustuvat tavallisesti yleisiin laatuvaatimuksiin, tai vaatimukset voivat olla kohdekohtaisia. Selostuksien keskeisenä tavoitteena on määrittää kohteessa vaadittava laatutaso ja kuvailla, millä menetelmin ja miten työt tulee suorittaa. LVI-järjestelmien ja järjestelmäosien mitoitukset esitetään suunnitelmapiirustuksissa, joita ovat mm. tasopiirustukset sekä kytkentä- ja toimintakaaviot. Selostuksien ja suunnitelmien vaatimusten kohteena ovat myös:

- järjestelmän tai järjestelmäosan sijainti ja mitat sekä niiden toleranssit
- käytettävien materiaalien, varusteiden ja järjestelmäosien ominaisuudet
- yksityiskohtaiset mitoitustiedot järjestelmien säätöjä varten.

LVI-suunnitelmissa laatuvaatimukset esitetään usein viittauksina rakentamisen yleisiin laatuvaatimuksiin, normeihin, lakeihin tai ne on esitetty muissa yleisissä asiakirjoissa, joita ovat muun muassa

- talotekniikkarakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002
- tuotestandardit ja tuotteiden ominaisuuksia käsittelevät ohjeet
- työ- ja asennustapoja käsittelevät standardit ja ohjeet
- LVI-tuotteiden valmistajien ohjeet
- rakentamista koskevat lait, asetukset ja viranomaismääräykset
- yrityksen omat laatuvaatimukset ja ohjeet.

Laatuvaatimusten ja ohjeiden määrän takia voi aiheutua tulkintaongelmia niissä esiintyvissä epäselvyyksistä, ristiriitaisuuksista sekä päällekkäisyyksistä johtuen. Laatutason määrittäminen voi myös puuttua kokonaan vaatimuksista tai viitattu normi on vanhentunut. Työn suoritusta koskevan vaatimuksen puuttuessa Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 edellyttää työn tekemistä rakennuksen tai sen tilan laatutason ja laatua vastaavana. Lisäksi työkohtaisten laatuvaatimusten ollessa ristiriitaisia pätee laatutason määrittämisessä sopimusasiakirjojen keskinäinen pätevyysjärjestys. [9.] Toisaalta edellä mainittujen ongelmien ja virheiden poistaminen nähdään myös osana laadunvarmistuksen tavoitteita. Jotta tulevaisuudessa ongelmilta ja virheilta vältyttäisiin, kuuluu yhtenä osana laadunvarmistukseen siitä raportointi. Raportointi on tärkeää, koska tämä auttaa

tunnistamaan hyväksi koetut menettelytavat sekä virheiden aiheutumissyöt saadaan selvitettyä myöhemmässä vaiheessa. [8, s. 38.]

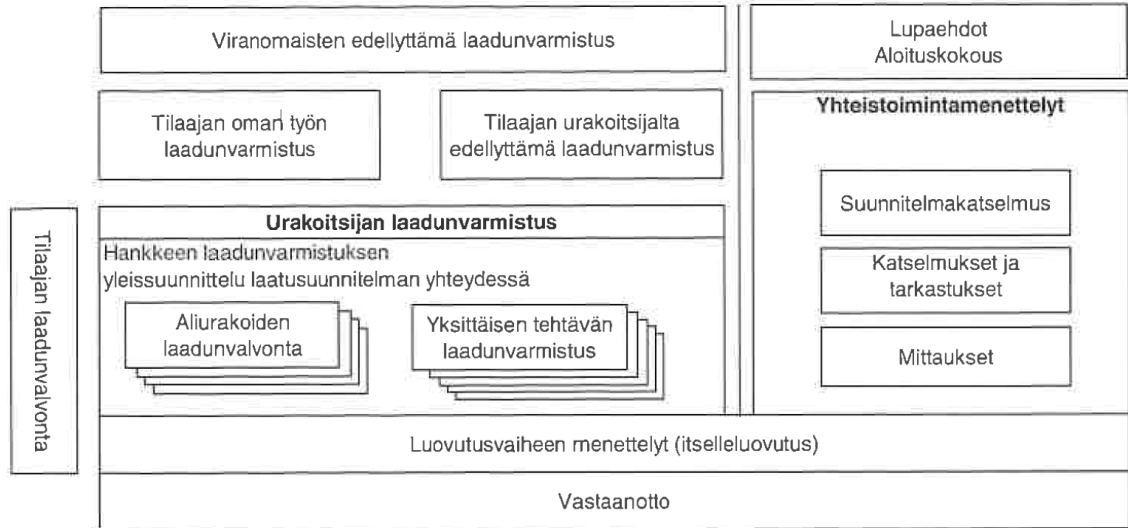
LVI-töiden laadunvarmistus on osa koko rakennushankkeen laadunvarmistusprosessia. Järjestelmällisellä ja ennakoivalla laadunvarmistuksella pyritään varmistamaan rakennushankkeelle asetettujen laatuvaatimusten ja suunnitelmien mukainen toteutus sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi edellytetään hankkeen osapuolilta suoritettavaksi erilaisia laadunvarmistusprosessiin kuuluvia toimenpiteitä. Laadunvarmistusprosessiin kuuluvien toimenpiteiden suoritukseen osallistuu yhteistyössä vähintään seuraavat tahot: rakennuttaja, suunnittelijat, tilaaja ja urakoitsijat, joiden vastuulla olevista toimenpiteistä tässä esitellään vain kahden jälkimmäisen. [9, s. 3.]

Liitteessä 1 on esitetty laadunvarmistuksen prosessikaavio, jossa havainnollistetaan laadunvalvonta- ja laadunvarmistustoimenpiteiden etenemisjärjestys.

Tilaajan laadunvarmistusprosessiin liittyy olennaisesti oman myötävaikutusvelvollisuuden suunnittelu ja hoitaminen. Tilaajan tulee määrittää tarkastustoimintansa sisältö ja tarkastustoimenpiteet kohdekohtaisen laatusuunnitelman tai laatujärjestelmän edellyttämällä tavalla. Lisäksi urakkasopimusta varten tilaajan on määriteltävä urakoitsijalta vaadittavat laadunvarmistustoimenpiteet, joista urakoitsijan on laadittava tehtäväkohtaisia työvaiheen toteutussuunnitelmia sekä laadunvarmistussuunnitelma laadun varmistamiseksi. Näiden avulla tilaaja pystyy suunnittelemaan omien tarkastuksiensa ajankohdat ja seuraamaan oman työnsä laatuvaatimusten täyttymistä sekä tarpeen mukaan ohjaamaan urakoitsijaa haluttuun laatutasoon pääsemiseksi. Laadunvarmistuksen toteutus tulee suunnitella tarkasti ja siten, että urakoitsijat ovat tarkistaneet oman työnsä ennen tilaajan tekemään tarkastusta, jotta epäselvyyksiltä ja väärinymmärryksiltä vältyttäisiin. Töiden ohjauksen aikataulullisen suunnittelun lähtötietoina voi toimia esimerkiksi työmaan yleisaikataulu.

Tilaajan lisäksi rakennusvalvontaviranomaiset voivat edellyttää urakoitsijoilta tiettyjä laadunvarmistustoimenpiteitä, jotka toimivat urakoitsijoiden laadunhallinnan lähtökohtana. Urakoitsijoiden laadunhallinnan periaatteet ja keinot käsitellään laatusuunnitelmassa tai

ne on sisällytetty muihin urakka-asiakirjoihin, kuten projektisuunnitelmaan, urakkarajaliitteeseen tai urakkaohjelmaan laadunvarmistuksen yleissuunnitelmana. Kuvassa 3 on esitetty työmaan laadunhallintaan vaikuttavat osatekijät.



Kuva 3. Työmaan laadunhallinnan osatekijät [8.]

Viranomaiset ohjaavat ja valvovat talotekniikkarakentamista. Viranomaisten ensisijaisena tehtävänä on varmistaa rakennushankkeessa mukana olevien asiantuntemus ja ammattitaito sekä huolehtia siitä, että rakentamien tapahtuu maankäyttö- ja rakennuslain edellyttämällä tavalla sekä myönnetyn rakennusluvan mukaisesti. Viranomaisten edellyttämät laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimenpiteet perustuvat lakien, asetusten ja rakentamismääräyksien mukaisiin säännöksiin. Näissä esitetyt vaatimukset sekä ohjeet kuvaavat LVI-järjestelmiltä edellytettävää vähimmäis- ja minimilaatutasoa. Tarkemmat teknisiä ominaisuuksia kuvaavat vaatimukset on esitetty ympäristöministeriön ylläpitämässä Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. [8, s. 39.]

Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998 velvoittaa urakoitsijan noudattamaan sopimusasiakirjoissa edellytettyä laadunvarmistusta. LVI-urakoitsijan suoritusvelvollisuuden kuuluvat laadunvarmistusprosessin tehtävät voidaan jakaa koko työmaata tai järjestelmää koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin sekä yksittäistä tehtävää koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin. Nämä urakoitsijoilta edellytettävät toimenpiteet ovat sopimusperusteisia, ja ne koostuvat erilaisista tarkastuksista, säädöistä, mittauksista ja viityksistä. Kuvassa 4 on esitetty urakoitsijan laadunvarmistuksen keinoja.



Kuva 4. Urakoitsijan laadunvarmistuksen keinot. [8].

Koko työmaata tai järjestelmää koskevan laatusuunnitelman osana toimii urakoitsijan laatima laadunvarmistussuunnitelma. Suunnitelman tarkoituksena on varmistaa toteutuksen suunnitelmien mukaisuus ja esittää keinot suunnitelmien mukaisuuden todentamiseksi sekä ennalta ehkäistä toiminnallisten ja teknisten laatuvirheiden syntyminen.

Laadunvarmistussuunnitelmassa tulee myös määritellä kohdekohtaiset laadunvarmistuksen toimenpiteet, joiden avulla saadaan aikaan kustannussäästöjä vähentämällä toiminnallisia ja teknisiä virheitä. Lisäksi siinä on määriteltävä eri osapuolten vastuuhenkilöt ja vastuunjako. Laadunvarmistussuunnitelman tarkoituksena on myös tehostaa rakennus- ja laadunvarmistusprosessin läpivientiä. [8, s. 48.]

Yksittäistä tehtävää koskevat työkohtaisten laatuvaatimusten täyttyminen ja laadunvarmistustoimenpiteiden yksityiskohtainen sisältö määritetään ja suunnitellaan yksittäisten tehtävien suunnitelmilla eli tehtäväsuunnitelmilla. Merkittävimmät tehtäväsuunnitelmat sisällytetään laadunvarmistussuunnitelmaan. Pääpaino tehtäväsuunnittelussa on varmistaa työn aloitusedellytykset sekä työn häiriötön eteneminen käymällä läpi työtä koskevat tavoitteet ja vaatimukset kokonaisvaltaisesti sekä riittävän tarkasti työn virheettömän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Lisäksi tehtäväsuunnitelman on tarkoitus toimia toiminta- ja työskentelyohjeena työn edetessä vastaamalla seuraaviin laadunvarmistuksen kysymyksiin:



- Mikä on haluttu laatuominaisuus ja sen vaatimus?
- Miten laatuvaatimusten täyttyminen todetaan?
- Miten menetellään poikkeamatapauksissa?
- Miten poikkeamat raportoidaan?
- Mitkä ovat tehtävään liittyvät yleisimmät potentiaaliset ongelmat?

Yksittäisen tehtävän suunnittelulla ja dokumentoidulla toteutuksella pystytään ratkaisemaan ja ennaltaehkäisemään useita laadunhallintaan liittyviä ongelmia. [8.]

### 2.3 LVI-järjestelmien laadunvarmistusprosessin tarkastukset ja tehtävät

Kuten aiemmin todettiin, urakoitsijalta edellytettävät laadunvalvonta- ja laadunvarmistustoimenpiteet ovat yleisten sopimusehtojen sekä urakka-asiakirjojen, normien, määräysten ja alan ohjeiden sekä suunnitelmien ja erityisten lupaehtojen mukaisia vaatimuksia. Järjestelmän asentaneella urakoitsijalla on huolehtimisvelvollisuus järjestelmän laadunvarmistusprosessin tarkastuksista ja tehtävistä.

Seuraavissa luvuissa esitellään LVI-järjestelmien laadunvarmistusprosessiin kuuluvia tehtäviä ja tarkastuksia.

#### 2.3.1 Laite- ja materiaalihyväksyntä

Urakoitsijoiden valitsemien vaihtoehtoisten LVI-tuotteiden hyväksyttäminen, tarkastuttaminen ja hyväksyntä rakennuttajalla on laadunvarmistuksen ensimmäisiä tehtäviä ennen varsinaisen asennustyön aloittamista. Kaikki suunnitelma-asiakirjoista poikkeavat LVI-tuotteet ja niiden asennustavat hyväksytetään rakennuttajalla ennen niiden toimittamista työmaalle. Tuotteiden on kuitenkin teknisten, toiminnallisten, ulkonäöllisten sekä käyttöön ja huoltoon liittyvien ominaisuuksien osalta vastattava sopimusasiakirjoissa määritellyjä vaatimuksia. [11.]

Tuotteiden hyväksyttämismenettelytapa ja dokumentointi voi vaihdella hanke- tai asiakirjakohtaisesti. Tavallisesti suunnitelmista poikkeavien tuotteiden sopivuus LVI-järjes-

telmiin varmistetaan LVI-suunnittelijalla. Urakoitsijan tulee esittää, ovatko ko. tuotteet yhteensopivia kyseisen järjestelmän suunniteltuun toiminta- ja käyttötarkoitukseen sekä täyttävätkö tuotteet niitä koskevat yleiset markkinoille saamisen edellytykset esim. CE-merkinnän ja toteuttavatko laitteet energiatehokkuusvaatimukset. Suunnittelijan hyväksynnän jälkeen, ennen hankintaan ryhtymistä on vaihdolle saatava vielä LVI-valvojan ja rakennuttajan hyväksyminen. [10.]

### 2.3.2 Työvaiheiden toteutussuunnitelmat

Ennen töiden aloitusta kaikista merkittävistä työvaiheista laaditaan toteutussuunnitelma laadunvarmistussuunnitelman mukaisesti. Toteutussuunnitelmassa on tarkoitus käydä läpi seuraavat asiat:

- työvaiheen aloitusedellytykset ja tarvittavat lähtötiedot
- käytettävät resurssit ja kalusto
- työtavat, -järjestys ja -vaiheet yksityiskohtaisesti kuvattuna
- materiaalien vastaanotto ja varastointi
- noudatettavat työkohtaiset ja yleiset laatuvaatimukset ja -työselitykset sekä ohjeet
- työvaiheeseen liittyvät laadunvarmistuksen tehtävät
- työturvallisuusasiat, työvaiheeseen liittyvät riskit ja tarpeelliset turvallisuusohjeet. [12.]

Toteutussuunnitelmat hyväksytetään tilaajalla tai ao. suunnittelijalla. Suunnitelma käydään läpi ennen töihin ryhtymistä asennusporukan kanssa aloituspalaverissa. Liitteessä 3. on esitetty esimerkki työvaiheen toteutussuunnitelma.

### 2.3.3 Malliasennukset

Malliasennukset ovat oiva menettelytapa tuoda esille eri osapuolten käsitys vaadittavasta laatutasosta. Malliasennuksen tarkoituksena on selventää, millaisia tuotteita käytetään ja millaista asennustyön laatua tulee toistuvissa työsuorituksissa noudattaa. Malliasennuksia tehdään urakka-asiakirjojen mukaisesti sekä laadullisesti seuraavista töistä:

- putkistot kannakointeineen
- vesi- ja viemärikalusteet
- pikapalopostit
- eristykset
- käytävän osan asennukset
- radiaattori asennus
- puhallinkonvektori, oviverhokone ja jäähdytyspalkki.

Malliasennuksia on hyvä tehdä myös yhteisistä asennuksista tai asennuskokonaisuuksista, kuten

- asuinkerrostalon koko asunnosta tai kylpyhuoneesta
- toimistorakennuksen työhuoneesta
- liikekeskuksessa olevasta malliliiketilasta [11.]

Malliasennuksen valmistuttua rakennuttajan edustajat tarkastavat ja hyväksyvät malliasennuksen. Asennuksesta tehdään lopuksi pöytäkirja, johon kirjataan asennuspaikan sijainti, asennuksen sisältö piirustuksineen sekä valokuvineen. Pöytäkirjasta tulee myös ilmetä, onko asennus hyväksytty vai hylätty suoritus. Liitteessä 4. on esitetty mallikatselmuspöytäkirja.

#### 2.3.4 Laite-, materiaali- ja asennustapatarkastus

Kun LVI-tuotteet ja työvaiheen toteutussuunnitelmat on hyväksytetty sekä malliasennuksen perusteella sovitusta toteutuksen laatutasosta on päästy yhteisymmärrykseen, voidaan aloittaa toistuvat asennustyöt. Töiden edetessä asennuksille ja laitteille tehdään asennustapatarkastuksia sovittua menettelytapaa noudattaen sekä hyväksytyn laadunvarmistus- ja valvontasuunnitelman mukaisesti. [10.]

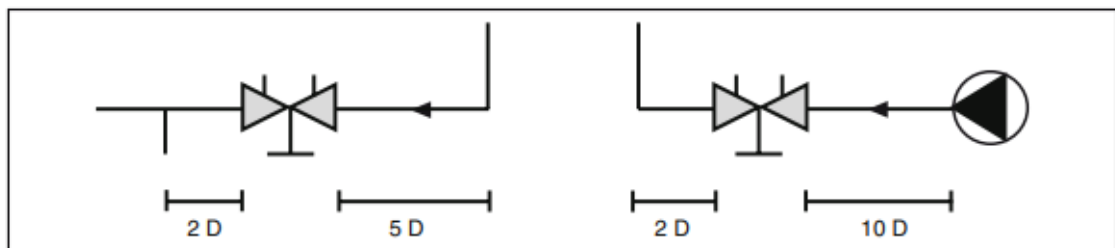
Tarkastuksia on hyvä suorittaa jatkuvasti asennustöiden etenemisen mukaan. Tarkastukset tapahtuvat vertaamalla asennuksia suunnitelmiin, tuotteiden valmistajan ohjeisiin ja asennusmalleihin. Tarkastukset dokumentoidaan ja niistä laaditaan pöytäkirja. Havaituista virheistä ja puutteista tai muista poikkeamista on tärkeää ottaa valokuvia ja liittää ne tarkastuspöytäkirjaan. Peittyvät ja valmiit asennukset on myös hyvä kuvata myöhempiä tarkastelua varten. [11.]

### 2.3.4.1 Säätöventtiilien tarkastus

Säätöjen ja mittausten kannalta mitoituksen mukaisten säätöventtiilien käyttö asennuksissa on tärkeää. Oikeat säätöventtiilit mahdollistavat hyvän säätötuloksen aikaansaamisen kulloisessakin käyttötilanteessa ja kulloinkin vallitsevissa olosuhteissa. [13.]

Asennustarkastuksissa tulee kiinnittää erityistä huomiota säätöventtiilien  $k_{vs}$ -arvoihin ja DN-kokoihin.  $K_{vs}$ -arvolla ilmoitetaan se vesimäärä (+5...+30 °C), joka virtaa venttiilin läpi tämän ollessa täysin auki sekä paine-eron ollessa 100 kPa. [14.] Väärät säätöventtiilit voivat aiheuttaa säädön laadun heikkenemisen ja järjestelmästä tulee tällöin tehoton. Liian suuret venttiilit lisäävät tarpeetonta energiankulutusta säädön huojunnasta johtuen, kun taas pienet venttiilit lisäävät pumppauskustannuksia. Suunnitelmien mukaisten säätöventtiilien oikeellisuus varmistetaan hyväksytyllä ja ajantasaisella venttiililuettelolla. [15.]

Venttiilivalmistajien asennusohjeita tulee myös noudattaa. Esimerkkinä tästä ovat linjasäätöventtiilit, joilla vesivirtauksia säädetään ovat herkkiä putkistovarusteiden ja kiertovesipumppujen aiheuttamille paineen vaihteluille. Paineen vaihtelu säätöventtiilin läheisyydessä saa aikaan vääristymää mittaustarkkuudessa. Kuvassa 5 on tyypillinen valmistajan ohje suojaetäisyyksien huomioimisesta.



Kuva 5. Valmistajan ohje asennuksessa käytettävistä suojaetäisyyksistä.

Pahimmassa tapauksessa hyväksyttämättömien LVI-tuotteiden asentaminen tai menetelmien käyttö aiheuttaa korjaustoimenpiteitä järjestelmissä. Korjaustoimenpiteet voivat aiheuttaa laadunvarmistustoimenpiteiden toistoa, kuten verkostojen ilmausta ja paineko-keiden uusimista korjatuilta osuuksilta.

### 2.3.5 Putkistojen huuhtelu

Putkistojen puhtauteen pystytään vaikuttamaan merkittävästi ennen asennusta puhdistamalla putket huolellisesti epäpuhtauksista ja pitämällä avoimet putkenpäät suljettuina työaikana. Kaikki valmiiksi asennetut putkistot varusteineen sekä laitteineen huuhdellaan puhtaalla vedellä ennen lopullista käyttöönottoa. Huuhtelun avulla poistetaan putkistoon tai laitteisiin mahdollisesti joutunut lika ja irtoaines järjestelmien toimivuuden parantamiseksi [11.]

Putkistohuuhtelu suoritetaan suunnitelma-asiakirjoissa esitetyllä tavalla [16]. Ennen huuhtelutoimenpiteisiin ryhtymistä urakoitsijan, joka vastaa huuhtelun suorittamisesta tekee verkostokohtaisen huuhtelusuunnitelman sekä hyväksyttää sen tilaajalla ennen töiden aloittamista. Huuhtelussa ja sen suunnittelussa huomioon otettavia asioita ovat muun muassa

- huuhdeltavat verkostot tai sen osat
- virtaussuunnat (voidaan esittää esim. huuhtelukartan avulla)
- huuhtelun ajankohta
- huuhteluyhteiden määrä ja sijoitus
- virtausnopeus ja sen todentaminen. [11.]

Putkistohuuhtelussa on otettava myös huomioon, että epäpuhdas huuhteluvesi ei aiheuta tukoksia ja vaurioita laitteita huuhtelun aikana, jotka voivat myös aiheuttaa korjaustoimenpiteitä. Tukokset ja laitteiden rikkoutuminen voidaan estää, erottamalla herkät komponentit esim. sulkuventtiileiden avulla. Roskat ja muut epäpuhtaudet esim. säätöventtiilien mittausnipoissa vääristävät mittaustuloksia.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista (1047/2017) velvoittaa huuhtelemaan käyttövesiverkoston talousvedellä ennen käyttöönottoa ja koestamaan laitteiston painekokeella [16]. Verkosto tulisi huuhdella mahdollisesti ensimmäisen täytön ja painekokeen yhteydessä runsaalla vedellä. Huuhtelu aloitetaan kauimmaisesta vesipisteestä edeten virtaussuuntaa vastaan. Vesipisteet avataan kokonaan auki. Jokaisesta vesipisteestä juoksutetaan vettä ainakin 2 minuuttia ennen seuraavan pisteen aukaisemista. Kun putkistoa on huuhdeltu viimeiseksi avatusta ottopisteestä 2 minuuttia, suljetaan vedenottopisteet päinvastaisessa järjestyksessä kuin ne avattiin. Putkiston

huuhtelun kestettävä vähintään 15 sekuntia jokaista putkijuoksumetriä kohti. Veden virtausnopeuden tulisi kaikissa putkiston osissa olla vähintään 0,5 m/s. [11.]

Lämmitys- ja jäähdytysverkostojen huuhtelu aloitetaan varmistamalla, että kaikki tarvittavat venttiilit ovat auki sekä kaikista venttiileissä on esisäädöt asetettu täysin auki - asentoon. Huuhtelu aloitetaan verkoston yläosasta edeten verkostoa alaspäin ja mieluiten myös virtaussuuntaa vaihtamalla. Kerroksissa huuhdellaan ensin runkoputket ja tämän jälkeen kytkentäjohtot sekä laitteet. Seuraavaksi huuhdellaan pystynousut. Sen jälkeen huuhdotaan alimman kerroksen runkoputkistot ja lopuksi kytkentäjohtot ja laitteet. Viimeiseksi puhdistetaan verkostojen kaikki roskasuodattimet ja sivuvirtasuodattimiin vaihdetaan puhtaat suodatinpatruunat. Riittäväksi huuhteluveden virtausnopeudeksi lämmitys- ja jäähdytysputkistojen huuhtelussa ohjeistetaan pitämään nopeutena putkessa yli 2,0 m/s koko huuhtelun ajan. [11.]

Perinteisen vesivirtaushuuhtelun lisäksi huuteluissa voidaan käyttää putkistoihin sopivia pesuaineita hienompijakoisen lian irrottamisen apuna. Lisäksi putkistojen huuhteluja varten on kehitetty erilaisia menetelmiä, kuten sykehuuhtelu- ja kavitaatiomenetelmät.

### 2.3.6 Putkistojen tiiviys- ja painekokeet

LVI-järjestelmien valmistuttua varmistetaan putkistojen, varusteiden ja laitteiden liitoksien tiiviys painekokeella käyttäen puhdasta vettä tai ilmaa. Koestuksen aikana liitoksien tulee olla näkyvillä ja kuivia mahdollisten vuotojen paikallistamiseksi. Jos painekoe tehdään ilmalla, tällöin on hyvä käyttää vuodonilmaisu-spraytä vuotojen paikallistamiseksi. Kokeiden laajuus ja suoritustapa määrätään LVI-järjestelmittäin sopimusasiakirjoissa tai ne tehdään muulla sovitulla tavalla. Tiiviys- ja painekokeet tehdään joko verkostojen osapainekokeina ja/tai koko verkostojen painekokeina. Osapainekokeita tehdään työn edistymisen ja työaikataulun mukaan niille verkostojen osille, jotka jäävät rakenteiden sisään tai jotka eristetään. Tiiviys- ja painekokeet tehdään aina ennen asennusten peittämistä. [17.]

Painekoetta ennen putkistot ilmataan huolellisesti. Ilmaus on järkevää suorittaa esim. huuhtelun yhteydessä. Paineiden suuruudet ja kokeiden kestot vaihtelevat järjestelmit-

täin suunnitellun rakennepaineen mukaan. Osa kokeista voi edellyttää rakennusvalvontaviranomaisen tai muun osapuolen, kuten esim. energialaitoksen tarkastajan hyväksyntää. Kokeiden aikana havaitut vuodot korjataan ja painekoe suoritetaan uudestaan. Tiiviiksi todetusta järjestelmästä laaditaan pöytäkirja ja hyväksytetään tilaajalla. [17.]

### 3 LVI-järjestelmien toimintatarkastusvalmius

Toimintatarkastukset ovat tärkeimpiä laadunvarmistusprosessiin sisältyviä suorituksia. Kaikkien omien töidensä vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi urakoitsijan tulee tehdä LVI-järjestelmille ja -laitteille ennen toimintakokeita toimintatarkastukset eli niin sanotut itselleluovutukset. Urakoitsijan tekemissä toimintatarkastuksissa, käydään läpi yksityiskohdittain järjestelmällisesti LVI-järjestelmien ja -laitteiden toimintakokeissa tarkastettavat toiminnot. Toimintatarkastukset tehdään yhdessä kyseessä olevalle järjestelmän toteutukseen osallistuneiden urakoitsijoiden kanssa. Tarkastuksissa havaituista virheet ja puutteet kerätään niin sanotuille virhe- ja puutelistoille. Tämän jälkeen toimintatarkastuksessa havaittujen virheiden ja puutteiden korjaamiseen on ryhdyttävä välittömästi. [17, s. 49.]

Hankekohtaisissa urakkarajaliitteessä tai muissa suunnitelma-asiakirjoissa on määrätty urakoitsijalta vaadittavat tehtävät ja tarkastukset ennen toimintakokeita. Yleensä pyrki- myksenä LVI-järjestelmien toimintatarkastuksissa on varmistaa, että seuraavat seikat ovat tehtyinä ja kunnossa:

- Laitteet, putkistot on asennettu.
- Laitteiden sähkönsyötöt on asennettu siten, että virta kulkee lopullisien kytkentöjen kautta.
- Laitteet ja kaapelit on merkitty.
- Putkistot on koepainettu, huuhdeltu ja esisäädetty.
- Nestevirtojen säätölaitteet ja putkistoihin liittyvät huonelaitteet on asennettu.
- Putkistojen eristystyöt on pääosin tehty.
- Säätö- ja valvontalaitteet on asennettu, viritetty ja ohjelmoitu.
- Teknisten tilojen valaistus toimii.

Näiden lisäksi lämmitysverkostojen menoveden lämpötilan tulee olla säädettyinä suuruusluokkaisesti oikeaksi. Toimintatarkastuksista laadittua pöytäkirjaa voidaan pitää pohjana toimintakokeissa. LVI-, automaatio- sekä sähköurakoitsijoiden tekemien itselleluovutusten lisäksi kaikkien rakennuksen vaipan osien tulee olla asennettu sekä tilojen pölyttömiä ennen toimintakokeiden aloitusta. [18.]

#### 4 Toimintakokeet

Toimintakokeet ovat osa rakennuttajan ja urakoitsijoiden yhteistä laadunvarmistusta. Hyväksytysti suoritettut itselleluovutukset ovat edellytyksenä toimintakokeiden aloittamiselle. Joitain jäljellä olevia töitä voidaan jättää suoritettavaksi toimintakokeiden jälkeenkkin, kunhan ne eivät estä tai häiritse laitteiden turvallista koekäyttöä. Tarkoituksena on varmistaa, että laitteet ja järjestelmät ovat käyttökelpoisia ja ne toimivat tarkoitetulla tavalla. LVI-järjestelmien toimintakokeissa tarkastetaan mm. seuraavat toiminnot:

- hälytyksien, ohjauksien, käyttötilojen ja pakkokytkentöjen toiminnot
- pumppujen oikeat pyörimissuunnat
- varolaitteiden toiminnot
- häiriötoiminnot
- toimilaitteiden oikeat ajosuunnat
- paikallisten mittarien toiminnot
- automaatiotoiminnot
- käyttöohjeet ja dokumentoinnit.

Edellä luetellut ohjausautomaation yksityiskohtaiset toiminnot esitetään toiminta- ja säätökaavioissa sekä niitä tukevissa toimintaselostuksissa. [18.]

#### 5 Mittaus- ja säätötöiden aloituksen edellytykset

Edellisissä luvuissa käyntiin läpi LVI-järjestelmien käyttöönottoa edeltävät laadunvarmistustoimenpiteet, joita hyödyntämällä varmistetaan asennustekninen virheettömyys sekä korkeatasoinen lopputulos. Pelkkä virheetön, laadukas asennustyö ja laitteiden oikein viritys ei kuitenkaan takaa verkostojen toimivuutta, vaan ne täytyy myös tasapainottaa.



Vaikka tasapainotustyön suorittaa konkreettisesti mittaus- ja säätöalan ammattilainen, kantaa LVI-suunnittelija vastuun siitä, että hänen suunnittelemansa verkostot ovat tasapainotettavissa määräysten mukaisesti. LVI-järjestelmät mitoitetaan ja suunnitellaan siten, että ne täyttävät sisäilmastolle asetetut vaatimukset. [19.]

Järjestelmäkohtaiset vesivirtauksien säätötyöt voidaan aloittaa, kun LVI-järjestelmien toimintakokeet on saatu pidettyä hyväksytysti. Järjestelmien tasapainotuksen edellytyksenä on, että kaikki säädettävän verkoston laitteet on asennettu, kytketty ja viritetty toimintakuntoon. Lämmitys- ja jäähdytysverkostojen tulee olla huuhdeltu, ilmattu ja täytetty huolellisesti. Verkostoja ilmataan ja täytetään, kunnes voidaan olla täysin varmoja verkoston ilmattomuudesta. Verkostoon kuulumaton ilma voi aiheuttaa virheitä mittaus tuloksissa tai mittaustulosta ei saada mittauspisteestä ollenkaan.

Yleensä, kun järjestelmien mittaus- ja säätötöitä ei voida toteuttaa suunnitellusti, se aiheutuu useimmiten seuraavista seikoista:

- järjestelmien keskeneräisyydestä
- putkistossa olevasta ilmasta tai epäpuhtauksista
- vääristä tai väärin asennetuista säätöventtiileistä.

Ilman poistaminen suljetuista verkostoista tapahtuu verkoston ylimpiin kohtiin asennetuilla käsikäyttöisillä ilmauksilla tai automaattisilla ilmanpoistimilla. Nykyään lähes kaikkiin verkostoihin suunnitellaan myös automaattinen tyhjiökaasunpoistaja, jonka avulla poistetaan tehokkaasti lämmönsiirtonesteisiin liuenneet happi- ja typpikaasut. Lähes kaasuton verkosto on merkittävästi helpompi tasapainottaa.

## **6 Kohdehankkeen itselleluovutuksien suunnittelu ja toteutus**

### **6.1 Suunnitelma**

Itselleluovutuksien suunnittelu aloitettiin selvittämällä LVI-järjestelmien valmiustaso ja perehtymällä suunnitelma-asiakirjoissa esitettyihin järjestelmäkohtaisiin vaatimuksiin.

Valmiustaso selvitettiin työmaakerroksien ja yleisaikataulun seurantalaverin perusteella. Aluksi tarkastuksien ajallisen suunnittelun lähtötietoina pidettiin yleisaikataulua, mutta töiden edetessä valmistui hankkeen yhteinen käyttöönotto-ohjelma aikatauluineen, jonka perusteella tarkastuksien ehdottomat takarajat tuli määrittää.

Lähtökohtana oli tehdä suunnitelma, jonka avulla varmistutaan järjestelmien toimivuudesta sekä urakkaan kuuluvien itselleluovutuksien suorittamisesta. Tämän takia päädyttiin tekemään kaksi erillistä suunnitelmaa, jossa toisessa järjestettiin ja jaettiin järjestelmät vaikutusalueittain sekä järjestelmää palvelevan kiertopumpun tunnuksen mukaan siten, että pystytään osoittamaan järjestelmän olevan mittaus- ja säätövalmiudessa. Tästä suunnitelmasta kehittyi Excelillä seurattava järjestelmien koontitaulukko, johon on tarkoitus kirjata, milloin järjestelmä on valmistunut, mitattavissa, säädetty sekä mitattu. Tätä suunnitelmaa käytetään yhdessä PI-kaavion kanssa. Seurantataulukkoa ja PI-kaaviota ei julkaistu

Toisessa suunnitelmassa listattiin LVI-järjestelmien osien, kuten esimerkiksi runkojoh-toja, pumppuryhmiä ja IV-koneiden sekoitusryhmiä koskevat laadunvalvonta- ja laadunvarmistustoimenpiteet sekä näiden dokumentaatiot laadunvarmistussuunnitelman tapaan. Laadunvarmistussuunnitelmaan kirjattiin myös, mistä laatuvaatimus on peräisin ja missä asiakirjassa kyseessä olevaan toimenpiteeseen viitataan. Kohdehankkeeseen on laadittu erilliset LVI-työselostukset maanpäällisille ja maanalaisille tiloille. Tämä aiheutti hankaluuksia toivotun laatutason ja vaadittavien laadunvarmistustoimenpiteiden määrittämisessä. Laadunvarmistussuunnitelma on esitetty liitteessä 2.

## 6.2 Tarkastuksien toteutus

Ennen tarkastuksien aloitusta oli tärkeää selvittää hankkeessa mukana olevien osapuolten käsitys vaaditusta laatutasosta. Tämä saatiin selville perehtymällä LVI-valvojen tekemiin viikkoraportteihin ja käymällä läpi aloitus- ja mallikatselmuspöytäkirjat vertaamalla näitä tehtyihin asennuksiin sekä haastatteleamalla hankkeen muita osapuolia. Kohteen talotekniikkaurakoiden aloituspalaverissa oli sovittu, että tarkastuksissa käytetään Congrid-ohjelmistoa.

Congrid on työmaiden laadunvalvontaan ja turvallisuuden johtamiseen kehitetty ohjelmistokokonaisuus. Congrid-ohjelmistoon on saatavilla erilaisia työkaluja työturvallisuuden- ja laadunhallintaa varten. Kohdehankkeessa otettiin käyttöön prosessimaiseen tarkastustoimintaa soveltuva laatutarkastukset -työkalu, johon pystytään ennalta määrittelemään halutut tarkastuskohdat ja kirjaamaan vaadittavat tehtävät haluttuun laatuun pääsemiseksi. Tämä mahdollistaa myös selkeän raportoinnin kattavilla lisätiedoilla ilman ylimääräistä työtä. Liitteessä 5 on esitetty esimerkkinä Congrid-itselleluovutus-pöytäkirja.

Tarkastuksia suoritettiin työmaalta käsin Congrid-mobiilisovelluksella, jolla havaitut virheet tai puutteet kirjataan ylös tai kuitataan korjatuiksi. Congrid-ohjelmisto sisältää myös tietokoneella käytettävän Live-palvelun, jossa on muun muassa mahdollista määrittää tarvittavat tarkastuskohdat sekä luoda raportteja. Live-palvelulla on myös mahdollista seurata reaaliajassa projektille kirjattujen havaintojen korjauksien valmiusastetta. Tämän työn yhtenä tehtävänä oli myös kehittää kohdehankkeeseen soveltuva itselleluovutus-tarkastuslista. Lista tarkastuskohdista tehtiin teknisiin tiloihin soveltuvaksi ja ne on esitetty liitteessä 5.

## 7 Vastaanottotarkastus

Rakentaminen päättyy luovutukseen, ennen sitä pidetään vastaanottotarkastus. Rakennuskohteen vastaanottotarkastus toteutetaan yleisesti rakennushankkeiden yleisien sopimusehtojen YSE 1998 §:ien 70–72 mukaisesti. Vastaanottotarkastuksessa on todettava tarkastettavan työsuorituksen sopimusasiakirjojen määräysten mukaisuus. Vähäiset tekemättömät viimeistelytyöt eivät estä vastaanottoa, jos työt eivät estä tai haittaa työntuloksen käyttöönottoa. Vastaanottotarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja, jossa todetaan urakkaan kuuluvien velvollisuuksien toteutuminen. Urakkaan kuuluvat suorittamattomat tai keskeneräiset työt merkataan tarkastuspöytäkirjaan. Urakoitsijalle on annettava mahdollisuus kommentoida pöytäkirjaan merkattavia vaatimuksia ennen pöytäkirjan julkaisua. Tarkastuksessa huomattavat virheet ja puutteet tulee korjata mahdollisimman pian tai sovituksessa ajassa. [9.]

## 8 Yhteenveto

Laadunvarmistusprosessiin sisältyviä tehtäviä ja tarkastuksia suorittanut urakoitsija saa luovutettua vastuullaan olevan järjestelmän todennäköisemmin kuin tehtäviä ja tarkastuksia tekemättä jättänyt urakoitsija.

Insinööriyössä pyrittiin esittelemään hyväksi todetut laadunvarmistamisen keinot sekä ne toimenpiteet, joiden avulla LVI-urakoitsijat pystyvät varmistumaan taloteknisten järjestelmien moitteettomasta toiminnasta sekä mittaus- ja säätötöiden onnistumisesta. Työssä perehdyttiin laadunvarmistuksen tavoitteisiin sekä kohdehankkeen suunnitelmasiikirjojen sisältöön. Työllä pyritään myös antamaan lukijalle näkökulmaa rakentamisen laatuajattelusta. Lisäksi työllä pyritään varmistamaan, ettei mittaus- ja säätöalan ammattilainen toimisi LVI-urakoitsijan laadunvarmistajana. Säättöjen ja mittauksen kannalta on parempi, että mittamies saa keskittyä pelkästään järjestelmien säätämiseen. Miellyttävää sisäilmaa voidaan pitää onnistuneen säädön lopputuotteena.

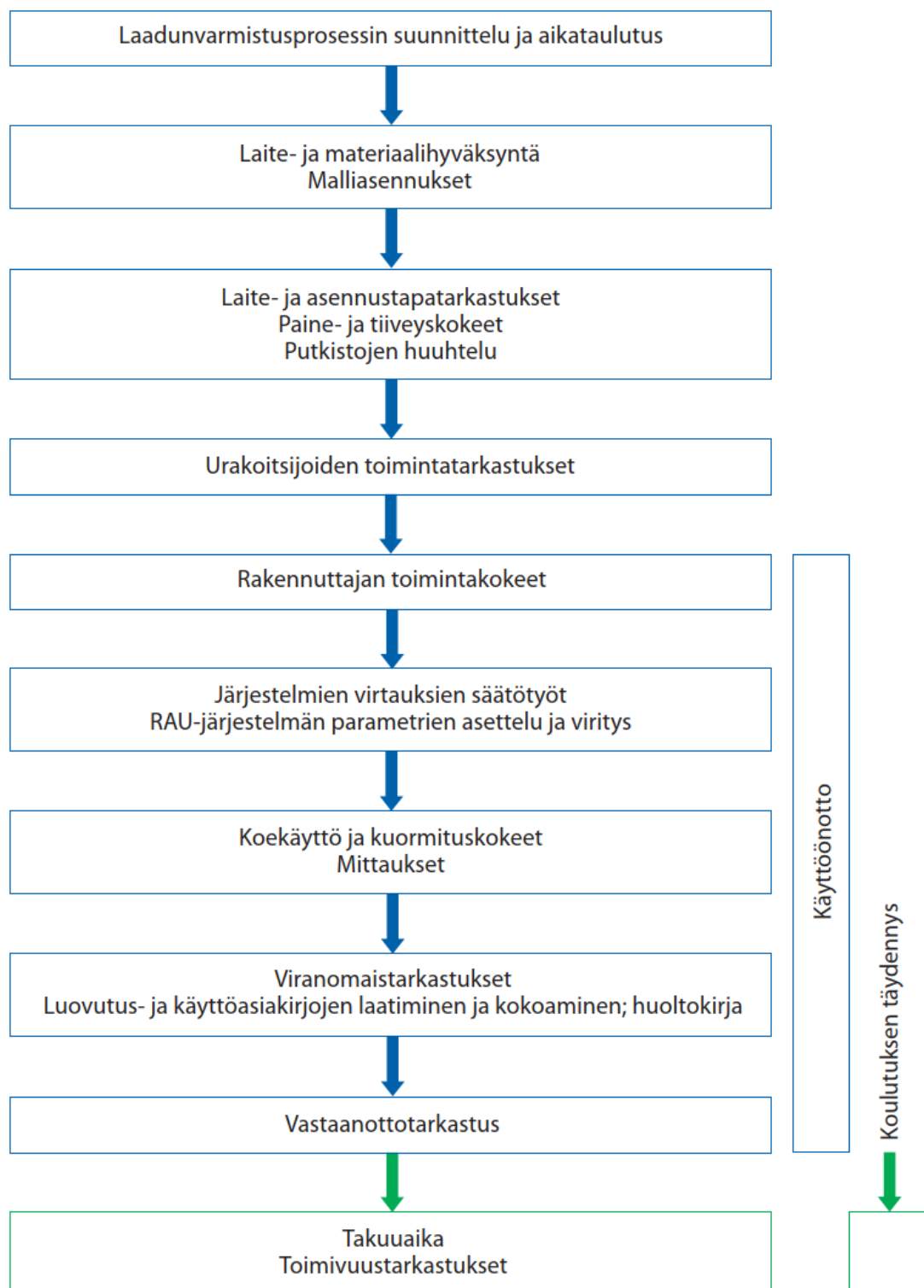
Työn ajankohta sijoittui kohdehankkeen rakentamis- ja luovutusvaiheen taitteeseen, jolloin LVI-järjestelmät ovat pääpiirtein valmiita tarkastettavaksi. Työssä saavutettiin sille asetut tavoitteet ja itselleluovutukset onnistuttiin aloittamaan aikataulussa. Työn edessä päädyttiin vielä käyttämään tilakohtaista itselleluovutusluetteloa, jotta voidaan olla varmoja siitä, että kohteen kaikki tilat on tarkastettu. Luettelossa on määritelty huonenumerot ja tarkastusajankohdat.

## Lähteet

- 1 Urakkaohjelma. 2019. Blominmäen jätevedenpuhdistamo, aliurakka. Are Oy. Julkaisematon.
- 2 Tietoa Aresta. 2021. Verkkoaineisto. Are Oy. <<https://www.are.fi/tietoa-aresta/>>. Luettu 10.2.2021.
- 3 Kankainen, Jouko ja Junnonen, Juha-Matti. 2017. Rakennuttaminen. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 4 Projektinjohtourakan tehtäväluettelo. 2018. LVI-ohjekortti 03-10423. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 5 Talonrakennushankkeen kulku. 2016. Toteutusmuodot. LVI-ohjekortti 03-10580. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 6 Konttinen, Lea. 2008. Laatu paikallisessa ruoan tuotannossa – Laatuajattelun spatiaalinen diffuusio ja innovaatioverkosto maidontuotannossa Pohjois-Karjalassa. Tutkimus. Joensuu: Joensuun yliopisto, yhteiskunta- ja aluetieteiden tiedekunta.
- 7 Rakennustöiden laatu 2017. Helsinki. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr. Rakennustieto Oy.
- 8 Kankainen, Jouko ja Junnonen, Juha-Matti. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Tampere: Tammer-Paino Oy. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 9 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 2016. LVI-ohjekortti 03-10277. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 10 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely. 2018. Prosessikuvaus. LVI-ohjekortti 03-10630. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 11 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. 2018. Tehtävät ja dokumentointi. LVI-ohjekortti 03-10631. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 12 Projektisuunnitelma 2018. Blominmäen jätevedenpuhdistamo. Are Oy. Julkaisematon.
- 13 Rakennusten kaukolämmitys. 2013. Verkkodokumentti. Määräykset ja ohjeet, julkaisu K1/2013. Helsinki: Energiateollisuus ry

- 14 Lämmitysverkoston säätöventtiilien mitoitus. 1989. LVI-ohjetiedosto 12-10126. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 15 Väärin mitoitettut säätöventtiilit. Verkkoaineisto. IMI Hydronic Engineering Oy. <<https://www2.imi-hydronic.com/fi/energiatehokkuus/ta-fusion-the-power-of-one/vaara-venttiilin-mitoitus/>>. Luettu 1.3.2021.
- 16 Ympäristöministeriön asetus 1047/2017 rakennuksen vesi- ja viemärlaitteistoista. 2018. Ympäristöministeriö.
- 17 Talotekniikka RYL 2002. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002, Osa 1. Helsinki: Rakennustieto Oy. RTS. LVI-Keskusliitto ry. Sähkötieto ry
- 18 Urakkarajaliite. 2017. Blominmäen jätevedenpuhdistamo, projektinjohtourakka. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. Julkaisematon.
- 19 Vesikiertoinen patterilämmitys. 2002. LVI-ohjetiedosto 12-10214. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 20 LVI-työselostus. 2018. Blominmäen jätevedenpuhdistamo. Julkaisematon.

## Laadunvarmistus, prosessikaavio



**Are Oy**

**Laadunvarmistussuunnitelma**

Rakennushanke (nimi ja tunnus): Blomimäen jätevedenpuhdistamo  
Suunnitteluala: LVIA-urakoiti  
Tekijän nimi: Jarmo Luukkonen

**LVIA- järjestelmätarkastukset ja testaukset**

**Toiminnan laadun kriteeri:**

Työmaa on onnistunut laadunvarmistuksessa, kun kohde voidaan luovuttaa tilaajalle ilman virheitä

5.2.2021

Suunniteltu valmistuminen	Nimike	Vastuuhenkilö	Suunnitelman ja työvaiheen tarkistaa	Laadunvarmistustoimenpiteet	Dokumentaatio	Laadittu pvm.	Hyväksytty y	Mittaukset ja kokeet	Dokumentaatio	Laadittu pvm.	Hyväksytty	Vaatimukset	Viite
	<b>LUOLASTO</b>												
	Lämpö- ja jäähdytysrungot	Työnjohtaja	Työmaapäällikkö	Materiaali todistukset Työväheen toteutussuunnitelma Alotuspalaveri Työn suunnitelman mukaisuuden valvonta Oman työntarkastus	Todistukset Suunnitelma Pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Mallikatselmus Koeaine Huuhtelu Toimintakokeet Mittaus- ja säätö	Pöytäkirja Koeainesuunnitelma, -karta ja - Huuhtelusunnitelma, -karta ja - Pöytäkirja Pöytäkirja			Todettu toteutus suunnitelmassa Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus	Urakkaohjelma, aloituskokouksen pöytäkirja, laaturiedot
	IV-koneiden shunttiryhmit	Työnjohtaja	Työmaapäällikkö	Materiaali todistukset Työväheen toteutussuunnitelma Alotuspalaveri Työn suunnitelman mukaisuuden valvonta Oman työntarkastus	Todistukset Suunnitelma Pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Mallikatselmus Koeaine Huuhtelu Toimintakokeet Mittaus- ja säätö	Pöytäkirja Koeainesuunnitelma, -karta ja - Huuhtelusunnitelma, -karta ja - Pöytäkirja Pöytäkirja			Todettu toteutus suunnitelmassa Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus	Urakkaohjelma, aloituskokouksen pöytäkirja, laaturiedot
	Pumppu ja siirrin ryhmät	Työnjohtaja	Työmaapäällikkö	Materiaali todistukset Työväheen toteutussuunnitelma Alotuspalaveri Työn suunnitelman mukaisuuden valvonta Oman työntarkastus	Todistukset Suunnitelma Pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Mallikatselmus Koeaine Huuhtelu Toimintakokeet Mittaus- ja säätö	Pöytäkirja Koeainesuunnitelma ja -pöytäkirja Huuhtelusunnitelma ja -pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Todettu toteutus suunnitelmassa Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus	Urakkaohjelma, aloituskokouksen pöytäkirja, laaturiedot
	Vesijohdot ja viemärit	Työnjohtaja	Työmaapäällikkö	Materiaali todistukset Työväheen toteutussuunnitelma Alotuspalaveri Työn suunnitelman mukaisuuden valvonta Oman työntarkastus	Todistukset Suunnitelma Pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Mallikatselmus Koeaine Huuhtelu Toimintakokeet Mittaus- ja säätö	Pöytäkirja Koeainesuunnitelma ja -pöytäkirja Huuhtelusunnitelma ja -pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Todettu toteutus suunnitelmassa Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus	Urakkaohjelma, aloituskokouksen pöytäkirja, laaturiedot
	Kalustus	Työnjohtaja	Työmaapäällikkö	Materiaali todistukset Työväheen toteutussuunnitelma Alotuspalaveri Työn suunnitelman mukaisuuden valvonta Oman työntarkastus	Todistukset Suunnitelma Pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Mallikatselmus Koeaine Huuhtelu Toimintakokeet Mittaus- ja säätö	Pöytäkirja Koeainesuunnitelma ja -pöytäkirja Huuhtelusunnitelma ja -pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Todettu toteutus suunnitelmassa Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus	Urakkaohjelma, aloituskokouksen pöytäkirja, laaturiedot
	Kiinnitys- ja kannakointi	Työnjohtaja	Työmaapäällikkö	Materiaali todistukset Työväheen toteutussuunnitelma Alotuspalaveri Työn suunnitelman mukaisuuden valvonta Oman työntarkastus	Todistukset Suunnitelma Pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Mallikatselmus Koeaine Huuhtelu Toimintakokeet	Pöytäkirja Koeainesuunnitelma ja -pöytäkirja Huuhtelusunnitelma ja -pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Todettu toteutus suunnitelmassa Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus	Urakkaohjelma, aloituskokouksen pöytäkirja, laaturiedot
	Putkistoeristyksen	Työnjohtaja	Työmaapäällikkö	Materiaali todistukset Työväheen toteutussuunnitelma Alotuspalaveri Työn suunnitelman mukaisuuden valvonta Oman työntarkastus	Todistukset Suunnitelma Pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Mallikatselmus	Pöytäkirja ja ainetodistukset Pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Todettu toteutus suunnitelmassa Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus	Urakkaohjelma, aloituskokouksen pöytäkirja, laaturiedot
	Kalvo- ja pumppamat	Työnjohtaja	Työmaapäällikkö	Materiaali todistukset Työväheen toteutussuunnitelma Alotuspalaveri Työn suunnitelman mukaisuuden valvonta Oman työntarkastus	Todistukset Suunnitelma Pöytäkirja Pöytäkirja Pöytäkirja			Mallikatselmus Puhdistus Toimintakokeet	Pöytäkirja Puhdistuspöytäkirja Pöytäkirja			Todettu toteutus suunnitelmassa Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus Are Oy:n ohjeet, työselostus	Urakkaohjelma, aloituskokouksen pöytäkirja, laaturiedot




**TYÖVAIHEEN TOTEUTUSSUUNNITELMA**

pvm. 8.2.2021

**Biokaasu- ja lietteenkäsittelyrakennuksen jäähdytysjohtojen eristystyö.**

URAKKA	Blominmäki jätevedenpuhdistamo	Työ nro: XA-410005395
KOHDE	Blominmäki jätevedenpuhdistamo	
URAKOITSIJA	Pääurakoitsija: YIT	Työmaapäällikkö: Pekka Illikainen
LAHTOTIEDOT	LVI-Työselostus: 3IP 960101. LV-suunnitelmat: 3IP160111, 3IP160112, 3IP160113 Tämän tilaajan hyväksymä toteutussuunnitelma Palotekninen suunnitelma 3IP960130 LVI-tekniset määritteet 3IP960115	
Tarvitavat lisäselvitykset	TTS kyseisestä työstä tehty	
ALOITUSEDELLYTYKSET	Voimassa olevat suunnitelmat työmaalla ja aliurakoitsijoiden käytettävissä Työntekijät on perehdytetty työmaahan ja työhön ja vastuhenkilöt sekä toteuttajat ovat käyneet toteutussuunnitelman läpi Käytettävät materiaalit hyväksytyt Koepaine pitämättä saumat jätettävä auki	
VALMISTELEVA VAIHE	Mittaukset/merkinnät suoritettu	
Edelliset työvaiheet		
Ilmoitukset		
Informointi		
Suunnitelmien hyväksyttäminen tilaajalla	Työt toteutetaan tilaajan toimittamilla suunnitelmillä	
Aloituspalaveri	Aloituspalaveri ja perehdytys pidetään työmaalla ennen töiden aloitusta	
RESURSSIT	Nostin, puukko/veitsi, pensseli, hyväksytyt tikkaat / alumiinelineet	
Käytettävä kalusto		
Työryhmät	Eristäjiä	
MATERIAALIT	Armaflex Ultima 19 mm -solukumieriste ja Ultima liima tai vastaava Vähemmän savuava: Kaiflex 19 mm Kkplus S2-levy, Kaiflex 19 mm Kkplus S1 kourut 12-89 asti ja Kaiflex 19 mm Kkplus S2 levystä 89 - isommat: Paloteknisen suunnitelman mukaan	
TYÖN SUORITUS	Eristeiden valmistelu työpisteellä, asennus putkistoihin (valmistajan ohjeiden mukaisesti) Tiiviyden tarkistus / varmistus, työpisteen siivous.	
AIKATAULU	Toteutetaan työmaan yleisaikataulun mukaisesti Työvaiheikatauluna toimii 3-viikkoisaikataulu	
YMPÄRISTÖ JA TYÖTURVALLISUUS	Työntekijöiltä vaaditaan seuraavat työturvallisuusvarusteet: suojakypärä, turvakengät, suojakäsineet, heijastava työasu, silmäsuojaimet sekä tarvittaessa turvavaljaat. Hitsausmaskit ja suojat	
Käyttöönottotarkastukset	Tehdään koneiden saapuessa työmaalle, ja niiden kuntoa seurataan työn aikana	
Turvallisuustarkastukset	TR-tarkastus tehdään kerran viikkoon YIT:n toimesta	

Materiaalin käsittely	Materiaaleja käsitellään ja säilytetään valmistajan/toimittajan ohjeiden mukaisesti		
Melun torjunta	Työntekijöillä kuulosuojaimet		
Pölyn sidonta	Tarvittaessa vesikastelulla		
Liukkauden torjunta	Hiekoitus / suolaus		
Toimintaohjeita työmaa-alueella	Toimitaan työmaan perehdytyksessä annettujen ohjeiden mukaisesti		
LAADUNVARMISTUS	Työtapatarkkailut Malliasennuskatselmuksset Itselleluovutukset		
MENETTELY POIKKEAMATILANTEESSA	Informoidaan poikkeaman sattuessa työnjohtoa sekä valvojaa Tehdään poikkeamaraportti		
YHTEYSTIEDOT	Asema Nokkamies TPJU-työnjohto	Nimi Jani Höytyä Jarmo Luukkonen	Puhelinnumero 0409615949 0504414039
ALLEKIRJOITUS			
LIITTEET			

## Kiintopiste -mallikatselmuspöytäkirja

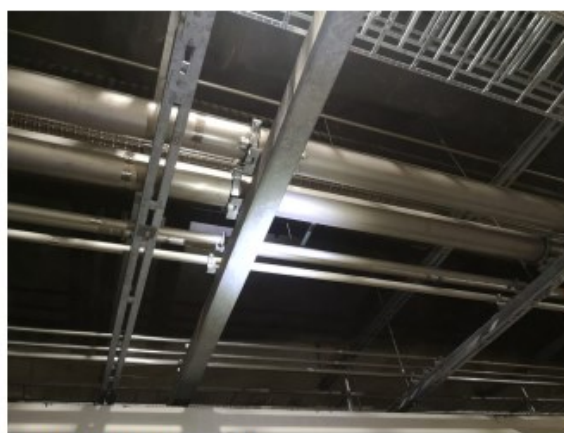
Jarno Luukkonen 11.02.2021 08:23

Katselmoitiin luolastossa kolme erilaista tapaa toteuttaa kiintopisteet.



Jarno Luukkonen 10.02.2021 12:52

Suunnitelmien mukainen kiintopiste (kuva 1) 2 sankainen liukukannake hitsattuna palkkiin, 2+2 estopalaa



Jarno Luukkonen 10.02.2021 12:52



Jarno Luukkonen 10.02.2021 12:52

Yksisankainen kiintopiste edestä.



Jarno Luukkonen 10.02.2021 12:52

yksisankainen kiintopiste. Kuva 2.



Jarno Luukkonen 10.02.2021 12:56  
1-sankainen kiintopiste.



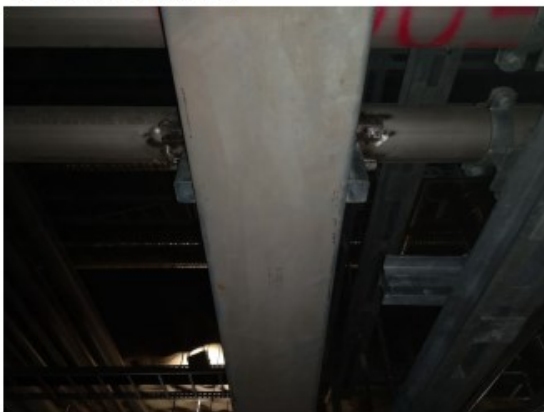
Jarno Luukkonen 10.02.2021 12:53  
1-sankainen



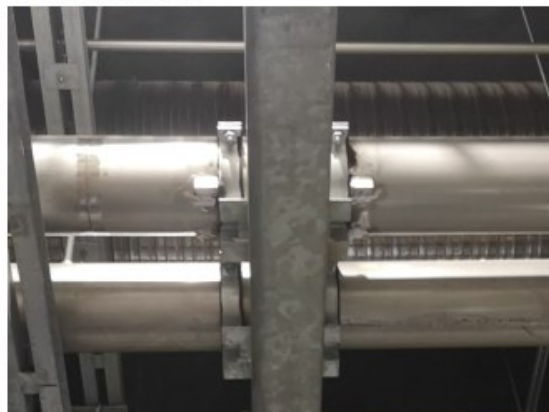
Jarno Luukkonen 11.02.2021 10:31  
2-sankainen (kuva 3)



Jarno Luukkonen 11.02.2021 10:31  
2-sankainen malli



Jarno Luukkonen 11.02.2021 10:31  
Sangat palkin molemmilla puolilla



Jarno Luukkonen 11.02.2021 10:40  
Suunnitelman mukainen



Jarno Luukkonen 23.03.2021 10:36  
1 sankainen, 4 estopalaa



Jarno Luukkonen 23.03.2021 10:36  
2 sankaa, 2+2 estopalaa

## Yhteenveto

Jarno Luukkonen 23.03.2021 10:41

Kiintopisteitä katselmoitiin 3 erilaista mallia. Kiintopisteiden toteutuksesta sovittiin seuraavasti:

Pääsääntöisesti tulee käyttää "suunnitelman mukaista" mallia (kuva 1), jos putken ja kiintopisteen välissä on riittävästi tilaa liukukannakkeelle.

Yksisankaista mallia (kuva 2) käytetään, kun kiintopistepalkin puoleiset estopalat pystytään hitsaamaan kunnolla.

Kuvan 3. kaksisankaista tapaa hyödynnetään silloin, kun putki ja kiintopistepalkki ovat lähes kiinni toisissaan, mikä estää taaimmisen haitan hitsauksen putken alareunaan.

Ahtaissa väleissä hitsaussauman puhdistuksessa tulee käyttää peittäuskonetta.

Malliasennukset hyväksytyt.

### Havaintotapahtumassa mukana olijat:

Jarno Luukkonen 11.02.2021 10:32

Henrik Koivuranta  
Miikka Sunio  
Vesa Koistinen  
Matti Koistinen  
Joonas Immonen

**Blominmäki**  
Projektinnumero A-00002  
Are Oy

23.03.2021  
Jarno Luukkonen



Laatutarkastus 118  
1.6 Asennusvalvontapöytäkirja / TPJU:n itselleluovutus

**Blominmäki**

Työ A-00002

Are Oy

**Laatutarkastus 118**

Luolasto, LVI, 5. Kansitaso, C-käytävät, C9-

käytävä, C903 IV-KONEHUONE

23.03.2021, Viikko 12



Projektin ja tarkastuksen tiedot			
Nimi	Blominmäki	Luonut	Jarno Luukkonen
Yksikkö		Yksikön johtaja	
Pvm.	23.03.2021	Työpäällikkö	
Viikko	12	Vastaava työnjohtaja	

Pvm.	Työvaihe / Tarkastus	Alue	
23.03.2021	1.6 Asennusvalvontapöytäkirja / TPJU:n itselleluovutus	Luolasto, LVI, 5. Kansitaso, C-käytävät, C9-käytävä, C903 IV-KONEHUONE	Jarno Luukkonen

Hyväksyjät	Osallistujat
Jarno Luukkonen	Jarno Luukkonen

Status	Kuvaus
✓	Putkistot ja lämmönjakelu: Kytännät ja DN-koot suunnitelmien mukaiset - Lämmönsiirtimet - IV-patterit
✗	Putkistot: Asennus ja tuenta hyväksyttäviä 23.03.21 14:29 Jarno Luukkonen: ✗ Hylätty Keskeneräinen -> Hylätty
✓	Putkistovarusteet: Tarvitavat ilmanpoistot ja tyhjennykset 23.03.21 14:29 Jarno Luukkonen: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty
✓	Putkistovarusteet: Säätöventtiilit oikein asennettu, kv-arvo ja DN-koot suunnitelman mukaisia. Toimintakunnossa ja käsikäyttö kunnossa 23.03.21 14:29 Jarno Luukkonen: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty
✓	Putkistovarusteet: Suunnitelmien mukaiset paine- ja lämpötilamittauspisteet sekä hälytykset 23.03.21 14:29 Jarno Luukkonen: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty
✓	Putkistovarusteet: Paisunta- ja varolaitteet suunnitelmien mukaiset: Esi- ja avautumispaine 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty
✓	Putkistovarusteet: Sulkulaitteet, varusteet ja rakenneaineet hyväksyttäviä - Lianerotin - Yksisuuntaventtiilit 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty
✗	Laitteet: Pumput oikein asennettu: - vuotovesikaukalo - pyörimissuunta - huolettavuus - luettavuus esteetön 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✗ Hylätty Keskeneräinen -> Hylätty
✗	Laitteet: Energiamittarit oikein asennettu. 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✗ Hylätty Keskeneräinen -> Hylätty
✗	Eristäminen: Eristykset pääosin tehty 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✗ Hylätty Keskeneräinen -> Hylätty
✗	Yleiset vaatimukset. Putkiston painekoe suoritettu 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✗ Hylätty Keskeneräinen -> Hylätty
✗	Yleiset vaatimukset. Putkiston huuhtelu suoritettu 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✗ Hylätty Keskeneräinen -> Hylätty

✘	Yleiset vaatimukset. Täyttö ja ilmaus hyväksytyviä 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✘ Hylätty Keskeneräinen -> Hylätty
✘	Yleiset vaatimukset. Tulppaus suoritettu 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✘ Hylätty Keskeneräinen -> Hylätty
✘	Perusvaatimukset. Merkintä suoritettu: Laitteet, varusteet ja virtausnoolet. 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✘ Hylätty Keskeneräinen -> Hylätty
✘	Perusvaatimukset. Säättö- ja virituspöytäkirjat 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✘ Hylätty Keskeneräinen -> Hylätty
✘	Perusvaatimukset. Vesi- ja viemäripiisteet: Varustuskunnossa 23.03.21 14:30 Jarno Luukkonen: ✘ Hylätty Keskeneräinen -> Hylätty

Lisätietoja	Sää 23.03.2021
<p>Esimerkki: Itselleluovutuspöytäkirjasta.</p> <p><b>Tapahtumat</b> 23.03.21 14:29 Jarno Luukkonen: ☉ Odottaa</p>	 <p><b>Sää kello 14:29</b> Puolipilvistä Lämpötila: 6.7 °C Tuuli: 4.1 m/s</p>

---


Jarno Luukkonen  
Hyväksyjä

---


Jarno Luukkonen  
Osallistuja




Putkistot: Asennus ja tuenta hyväksyttävää	
Kohdan tarkemmat tiedot, kaikki havainnot ja valokuvat	
✘	Putkistot: Asennus ja tuenta hyväksyttävää 23.03.21 14:29 Jarmo Luukkonen: ✘ Hylätty Keskenäinen -> Hylätty

Nr.	Vastuuyritys	Vastuuhenkilö	Ajankohta	Hyväksytyt	Valokuva
1	Are PU Luola ja muut maanpäälliset		23.03.21		JL
<b>Kuvaus</b> <b>Luolasto, LVI, 5. Kansitaso, C-käytävät, C9-käytävä:</b> Putkistot: Asennus ja tuenta hyväksyttävää. ✎ Kannakeportit asentamatta. → Asennetaan kannakeportit - ID 427					
					

Laitteet: Pumput oikein asennettu: - vuotovesikaukalo - pyörimissuunta - huolettavuus - luettavuus esteetön	
Kohdan tarkemmat tiedot, kaikki havainnot ja valokuvat	
✘	Laitteet: Pumput oikein asennettu: - vuotovesikaukalo - pyörimissuunta - huolettavuus - luettavuus esteetön 23.03.21 14:30 Jarmo Luukkonen: ✘ Hylätty Keskenäinen -> Hylätty

Nr.	Vastuuyritys	Vastuuhenkilö	Ajankohta	Hyväksytyt	Valokuva
2	Are Oy		23.03.21		JL
<b>Kuvaus</b> <b>Luolasto, LVI, 5. Kansitaso, C-käytävät, C9-käytävä:</b> Laitteet: Pumput oikein asennettu: - vuotovesikaukalo - pyörimissuunta - huolettavuus - luettavuus esteetön. ✎ Pumpujen ohjauspaneelin asennot väärät → Käännetään ohjauspaneelit oikeinpäin - ID 428					
					

Laitteet: Energiamittarit oikein asennettu.	
Kohdan tarkemmat tiedot, kaikki havainnot ja valokuvat	
✘	Laitteet: Energiamittarit oikein asennettu. 23.03.21 14:30 Jarmo Luukkonen: ✘ Hylätty Keskenäinen -> Hylätty

🔍	Nr. Kuvaus	Vastuuyritys	Vastuuhenkilö	Ajankohta	Hyväksytty	👤
3	<b>Luolasto, LVI, 5. Kansitaso, C-käytävät, C9-käytävä:</b> Laitteet: Energiamittarit oikein asennettu..  <i>Energiamittari asentamatta.</i> → Asennetaan energiamittari - ID 429	Are PU Luola ja muut maanpäälliset		23.03.21		JL

