



Toni Uusitalo

LVI-projektin laadunvarmennus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

1.3.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Toni Uusitalo
Otsikko: LVI-projektin laadunvarmennus
Sivumäärä: 28 sivua
Aika: 1.3.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Talotekniikka
Ammatillinen pääaine: Kiinteistöjohtaminen
Ohjaajat: Lehtori Tommi Mäntykoski

Opinnäytetyö tehtiin oppaaksi ja perehdytysmateriaaliksi toimihenkilöille sekä työntekijöille, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta laadunvarmennustoimenpiteistä osana LVI-projektia. Työ tehtiin ISS Palvelut Oy:n teknisten palveluiden Pirkanmaan ja Kanta-Hämeen yksikölle, jossa henkilöstön vaihtuvuus on luonut tarpeen perehdytysmateriaalin luomiselle.

Työssä korostettiin laadunvarmennuksen keskeistä roolia urakoinnin kaikissa työvaiheissa ja perehdyttiin laatuun käsitteenä, laadun osuuteen yleisissä sopimusehdoissa sekä laadunvarmennuksen käytännön opastukseen.

Opinnäytetyö tehtiin lähdeytönä, ja sen tarkoitus on mahdollistaa henkilöstölle termistön, laatuvaatimusten ja ohjeistuksen sisäistäminen.

Opinnäytetyö antaa kokonaiskuvan laadunvarmennusprosessista osana LVI-projektia ja selventää laadun merkitystä onnistuneessa projektin toteutuksessa.

Avainsanat: LVI, laatu, laadunvarmennus

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Toni Uusitalo
Title: Quality Assurance of HVAC project
Number of Pages: 28 pages
Date: 1 March 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering.
Professional Major: Property Management
Supervisors: Tommi Mäntykoski, Senior Lecturer

The aim of the Bachelor's thesis was to create a guide and orientation material for employees with no previous experience in quality assurance procedures in an HVAC project. As sources, the final year project instructions, rules, and regulations of the construction industry.

The thesis discussed the central role of quality assurance in all work phases of contracting. Within addition, quality as a concept, the role of quality in general contract terms, and the practical guidance of quality assurance were studied from multiple points of view. The thesis resulted in an overall picture of the quality assurance process as part of the HVAC project. Moreover, the thesis emphasises the importance of quality in the successful implementation of a project.

The thesis will be used as guide and orientation material for future employees of the commissioning company.

Keywords: HVAC, quality, quality assurance

Sisällys

| | | |
|--------|----------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | ISS Palvelut Oy | 2 |
| 3 | Laatu käsitteenä | 2 |
| 4 | Laatu rakentamisessa | 3 |
| 5 | Rakennusurakan yleiset sopimusehdot | 5 |
| 6 | Laatusuunnitelma | 7 |
| 7 | Laatusuunnitelman sisältö | 8 |
| 8 | Laadunvarmistus | 10 |
| 8.1 | Laadunvarmistusprosessi | 13 |
| 8.2 | Laadunvarmennukset tehtävät | 16 |
| 8.2.1 | Laite- ja materiaalihyväksyntä | 16 |
| 8.2.2 | Malliasennukset | 16 |
| 8.2.3 | Laite- ja asennustapatarkastukset | 17 |
| 8.2.4 | Paine- ja tiiveyskokeet | 18 |
| 8.2.5 | Putkistojen huuhtelu ja puhtauden tarkastus | 19 |
| 8.2.6 | Urakoitsijoiden toimintatarkastukset | 19 |
| 8.2.7 | Rakennuttajan toimintakokeet | 20 |
| 8.2.8 | Järjestelmien virtauksien säätötyöt | 20 |
| 8.2.9 | Rakennusautomaatiojärjestelmän parametrien asettelu ja viritys | 21 |
| 8.2.10 | Koekäyttö ja kuormituskokeet | 22 |
| 8.2.11 | Mittaukset | 22 |
| 8.2.12 | Viranomaistarkastukset | 23 |
| 8.2.13 | Luovutusasiakirjat | 23 |
| 8.2.14 | Loppupiirustukset | 24 |
| 8.2.15 | Käyttöönotto ja käytönopastus | 24 |
| 9 | Laadunvalvonta | 25 |
| 9.1 | Tilaajan laadunvalvonta | 25 |
| 9.2 | Urakoitsijan laadunvalvonta | 25 |

| | | |
|----|-------------|----|
| 10 | Vastaanotto | 26 |
| 11 | Yhteenveto | 27 |
| | Lähteet | 1 |

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda tilaajayrityksen käyttöön kattava ohjeistus LVI-projektin laadunvarmistukseen, ja sen on tarkoitus toimia osana uusien työntekijöiden perehdytystä. Ohjeistus on suunniteltu niin, että sitä voidaan hyödyntää oppaana sekä työnjohdolle että asentajille projektien eri vaiheissa.

Opinnäytetyön tilaajayrityksenä toimii ISS Palvelut Oy:n teknisten palveluiden Pirkanmaan ja Kanta-Hämeen yksikkö, jonka liiketoiminta on kasvanut merkittävästi viime vuosina. Merkittävä osa kasvusta on liittynyt projektiluontoisiin töihin, joista huoltoon keskittyneellä yksiköllä ei ennestään ole paljoa kokemusta. Projektitoiminnan aloittamisen myötä yksikön henkilöstön vaihtuvuus on ollut suurta niin toimihenkilöiden kuin työntekijöiden tasolla ja tarve selkeälle perehdytysmateriaalille on tunnistettu. Yksikkö vastaa monenlaisista perus- ja uudiskorjausprojekteista sekä ylläpitävästä huollosta useissa eri asiakkuuksissa.

Tarkasteltaessa tilaajayrityksen perehdytysmateriaalia urakoiden toteuttamisesta havaittiin niissä puutteita erityisesti laadunvarmennuksen osalta. Uusille työntekijöille ohjeistus ei tarjoa riittävästi tietoa laadunvarmennusprosesseista, mikä voi johtaa työnlaadullisiin haasteisiin projektin eri vaiheissa. Lisäksi nykyinen ohjeistus on rajattu vain toimihenkilöiden käyttöön, eikä asentajilla ole tällä hetkellä käytössä omaa ohjeistusta laadunvarmennukseen.

Nykyisessä ohjeistuksessa laadunvarmennusta käsitellään ainoastaan pintapuolisesti, mikä asettaa liikaa vastuuta työntekijöiden ammattitaidon varaan. Havaittiin että, ohjeistusta on tarpeen päivittää ja tehdä työntekijöille saavutettavammaksi. Myös laadunvarmennuksen prosessien kuvauksia tulee syventää.

2 ISS Palvelut Oy

ISS Palvelut Oy on osa yli 30 maassa toimivaa ISS-konsernia, jonka pääkonttori sijaitsee Tanskassa. Globaalisti ISS-konserni tuottaa palveluita yli 40 000 asiakkaalle yli 350 000 ammattilaisen voimin. Vuonna 2022 konsernin liikevaihto oli 10,3 miljardia euroa. (1.)

Suomessa ISS Palvelut on johtava kiinteistöpalvelualalla toimiva yritys ja samalla yksi Suomen suurimmista yksityisistä työnantajista työllistäen 7 910 alan ammattilaista. Yritys tarjoaa asiakkailleen ravintola-, kiinteistönylläpito-, siivous- ja turvallisuuspalveluita ja näistä koostuvia kokonaispalveluratkaisuja. Vuonna 2022 ISS Palveluiden liikevaihto oli 442,7 miljoonaa euroa. (1.)

Opinnäytetyön tilannut yksikkö toimii kiinteistön ylläpitopalveluiden alaisuudessa tarjoten teknisiä palveluita, kuten LVI-projekteja. Yksikön palveluksessa työskentelee 5 toimihenkilöä ja 36 asentajaa. (1.)

ISS palvelut on vahvasti arvojohdettu yritys, joka määrittelee omiksi arvoikseen yhtenäisyyden, rehellisyyden, vastuullisuuden, yrittäjyyden ja laadun. Laatu on ISS Palveluille tuottavuuden kannalta tärkeä arvo. Arvojen ja laadun johtamisessa on yrityksellä käytössään ISS-konsernin terveys-, turvallisuus-, ympäristö- ja laatujohtamisjärjestelmä ja ISS Palveluiden toimintajärjestelmä, joka on saanut ISO 9001 -standardin. (1.)

3 Laatu käsitteenä

Laatu on vanha, arkinen ja myös filosofinen aihe, jonka jokainen mieltää omalla tavallaan. Standardin ISO 9000 mukaan laadulla tarkoitetaan sitä, miten palvelun, tuotteen tai kohteen ominaisuudet täyttävät sille asetetut vaatimukset. Laadun osuus on merkittävä, oli kyseessä sitten tuotteiden tai palvelun kehittäminen, liiketoiminta tai oma henkilökohtainen elämä. Laatu yleensä tarkoittaa eri asioita eri ihmisille, mutta yleisesti se viittaa jonkin asian arvoon ja kykyyn vastata tietynlaisia odotuksia tai standardeja. (2.)

Ammatillisesti laatua on alettu käsittelemään nykyaikaisesti 1900-luvun alkupuolella. Tästä seurauksena on myös tullut asiantuntijoiden määritelmiä laatukäsitteelle, jotka ovat kohdistuneet erityisesti organisaatioille sekä näiden tarjoamille tuotteille. Laatu on vaatimusten täyttämistä ja täyttymistä, mikä tarkoittaa sitä astetta, millä tuote täyttää vaatimukset, jotka sille on asetettu. Laatukäsite on johdonmukaisen laatutoiminnan ydinaihe. Kun sen pohjalta edetään käytännön ratkaisuihin, vastaan tulevat ammatilliset termit:

- laadunhallinta, eli laadun aikaansaaminen
- laadun parantaminen, eli laadun mittaus ja tuotteen kehittäminen
- laadunvarmistus, eli sidosryhmien vakuuttaminen. (2.)

4 Laatu rakentamisessa

Vaikka rakentamisen laatua tarkastellaan samalla tapaa kuin laatukäsitettä ylipäätään, jaetaan se monesti neljään eri osa-alueeseen: suunnittelun, tuotannon, asiakkaan ja ympäristön laatuun. (3, s. 11.)

Suunnittelun laadulla tarkoitetaan, miten hyvin rakennusprojektin suunnitelmat vastaavat tilaajan tarpeita ja toiveita ja täyttävätkö ne kaikki viranomaisten asettamat vaatimukset ja hyvän rakennustavan mukaiset normit. Laadukkaissa suunnitelmissa yhdistyvät toteutettavuus ja ristiriidattomuus. Ne ovat riittävän yksityiskohtaisia työmaan vaatimuksiin nähden. On tärkeää, että suunnitelmien mukaan rakennetut rakenteet ovat turvallisia käyttää huomioiden rakennuksen käytön koko sen elinkaaren ajan. Tämä edellyttää ymmärrystä rakennusmateriaaleista, rakennusmenetelmistä sekä kykyä ennakoida mahdollisia tulevia muutoksia ja tarpeita. (3, s. 11.)

Laadukas tuotanto rakentamisessa tarkoittaa, että rakennustyöt suoritetaan huolellisesti suunnitellun aikataulun ja budjetin puitteissa samalla turvallisuus- ja laatuvaatimukset täyttäen. Rakentamisen prosessissa korostuu hyvän rakennustavan merkitys. Työmenetelmät valitaan huolella kuhunkin kohteeseen sopiviksi, työolosuhteet asetetaan vastaamaan työn ja materiaalien vaatimuksia ja

työt pyritään toteuttamaan ilman ulkopuolisia häiriöitä. Turvallisuus ei koske ai-noastaan työntekijöiden turvallisuutta, vaan myös rakennuksen käyttäjien, sekä itse rakennuskohteen turvallisuutta. Laatu ilmenee paitsi siinä, että lopputuote vastaa asiakkaan odotuksia ja vaatimuksia, myös siinä, että asiakas pidetään jatkuvasti ajan tasalla projektin etenemisestä. (3, s. 11.)

Ympäristökeskeisellä laadulla tarkoitetaan sitä, että rakennushankkeet eivät ai-noastaan täytä yhteiskunnan asettamia vaatimuksia, vaan myös edistävät kes-tävää kehitystä ja ympäristönsuojelua. Rakennusprosessin kaikissa vaiheissa suunnittelusta toteutukseen tulee ottaa huomioon ympäristönäkökohdat ja pyr-kiä vähentämään haitallisia ympäristövaikutuksia. Laadukkaassa rakentami-ssa huomioidaan esimerkiksi energiatehokkuus, materiaalien kierrätettävyys ja luonnon suojelu. (3, s. 11.)

Lopputuotteen tekninen ja visuaalinen laatu on helpommin arvioitavaa kuin toi-minnan laatu. Tuloksen on vastattava suunnitteluasiakirjoissa määriteltyjä suun-nitteluratkaisuja ja urakkasopimuksessa määriteltyjä laatuvaatimuksia. Tämä edellyttää, että kaikki työvaiheet noudattavat hyväksytyä mallityötä ja vallitse-vaa hyvää rakennustapaa. Laatuvaatimusten selkeä määrittely on avainase-massa, jotta työmenetelmät tuottavat toivotun lopputuloksen. (3, s. 11.)

Suomessa maankäyttö- ja rakennuslaki määrää rakentamiselle yleisiä laadullisia edellytyksiä, joista yhtenä on laadunvarmistus. Laissa säädetään, että rakennus-hankeeseen ryhtyvän on pidettävä yllä tarkastusasiakirjaa, jossa tulee mainita työvaiheiden laadunvarmennuksen toimenpiteet sekä toimenpiteiden tarkastajat. Laadunvarmennuksen toimenpiteet kirjataan laadunvarmennusselvitykseen. Laadunvarmennusselvityksessä on olennaiset tiedot niistä toimista, joilla varmis-tetaan, että työ tehdään rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mu-kaisesti. Laadunvarmistusselvitykseen kirjattuja toimia on noudatettava raken-nushankkeen aikana. (4, § 150; 4, §a 121.)

5 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot

Lähtökohtaisesti urakkasopimuksen osapuolet voivat neuvotella yhdessä halua-
mansa sopimukset. Silti suurimpaan osaan Suomessa tehtävissä rakennus- ja
LVI-projekteista sovelletaan rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja eli YSE
1998:aa, joka on luotu tukemaan osapuolten välistä urakkasopimusta. YSE
1998 on valmisteltu rakennusalan keskusliittojen välillä ja kattaa hyvin laajasti
osapuolten vastuut ja oikeudet. Kyseessä ei ole laki vaan yhteisesti neuvotellut
ehdot, ja ne ovat sovellettavissa sopimuksen eri osissa ja eri hankkeissa. Sopi-
musehdot kattavat hyvin laajasti laatuun ja turvallisuuteen liittyvät asiat sekä
mahdolliset ongelmatilanteet, kuten laatupoikkeamat tai urakan viivästymisen ja
siitä aiheutuvat viivästyssakot. (5).

Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry on vahvistanut
nämä rakennusurakan yleiset sopimusehdot, jotka on valmisteltu
yhteistyössä Rakennusteollisuuden Keskusliitto ry:n, Suomen Maa-
rakentajien Keskusliitto ry:n ja Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto
ry:n kanssa.

Luonnos sopimusehdoiksi on ollut laajalla lausuntokierroksella ja
valmistelussa on kuultu eri yhteisöjä, kuten LVI-Urakoitsijat ry:tä,
Rakennustuoteteollisuus RTT ry:tä ja Teräsrakenneyhdistys ry:tä.

Nämä rakennusurakan yleiset sopimusehdot korvaavat tähän asti
käytössä olleet Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1983
(RT 16-10193) ja Sivu- ja aliurakoita koskevat muutokset YSE 1983
-ehtoihin (RT 16-10205).

YSE 1998 ei kuitenkaan korvaa edellä mainittuja ehtoja silloin, kun
urakkasopimuksessa on viitattu vanhoihin ehtoihin. (6, s. 1).

Ehdot on tarkoitettu sovellettavaksi läpi urakkaketjun, myös aliurakoihin. Ei ole
siis poikkeuksellista, että esimerkiksi kokonaisvastuurakentamisen yhteydessä
on useita osapuolia, joiden kesken laaditut sopimukset ovat YSE 1998 sopimus-
ehtoihin pohjautuvia. (5).

Vaikka YSE 1998 ei ole laki, sen rooli suomalaisessa rakentamisessa on merkittävä. Usein riitatilanteissa kyseessä on asiakirjaristiriita, jolloin noudatetaan YSE 1998 määrittävää pätevyysjärjestystä. Prioriteettijärjestys on seuraava:

- urakkasopimus
- urakkaneuvottelupöytäkirja
- YSE 1998
- tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset dokumentit
- urakkaohjelma
- urakkarajaliite
- tarjous
- määrä- ja mittaluettelot
- muutostöiden yksikköhintaluettelo. (6; 7; 8.)

Siitä huolimatta, että urakkasopimuksissa käytetään pääsääntöisesti YSE 1998 ehtoja, ovat myös poikkeukset mahdollisia. YSE 1998:stä poikkeavilla ehdoilla rakennuttaja pyrkii suojaamaan omaa etuaan aikataulun, laadun tai talouden poikkeamien vaikutuksilta. Yleisimmin tällaiset ehdot liittyvät joko viivästyssakon suuruuteen, jota korottamalla pyritään varmistamaan urakan valmistuminen ennen lopullista määräaikaa tai takuuajan vakuuteen, joka voi olla pienemmissä hankkeissa rakennuttajan kannalta riittämätön. (7; 8.)

Laatuvaatimukset ovat myös vahvasti esillä YSE 1998 ehdoissa. YSE 1998 laadullisten sopimusehtojen ensisijainen tarkoitus on suojata tilaajaa ja urakoitsijaa mahdollisilta vahingoilta ja virheiltä. Tämä on toteutettu esimerkiksi laadunvarmennuksen ja laadunvalvonnan ehdoilla. Kyseiset ehdot määrittävät eri osapuolten roolit ja tehtävät koko hankkeen ajalta varmistuen, että lopputulos vastaa laadullisia vaatimuksia. Urakoitsijan osalta tämä käytännössä tarkoittaa, että työ tehdään ammattitaitoisesti, ohjeita ja määräyksiä noudattaen. (7; 8.)

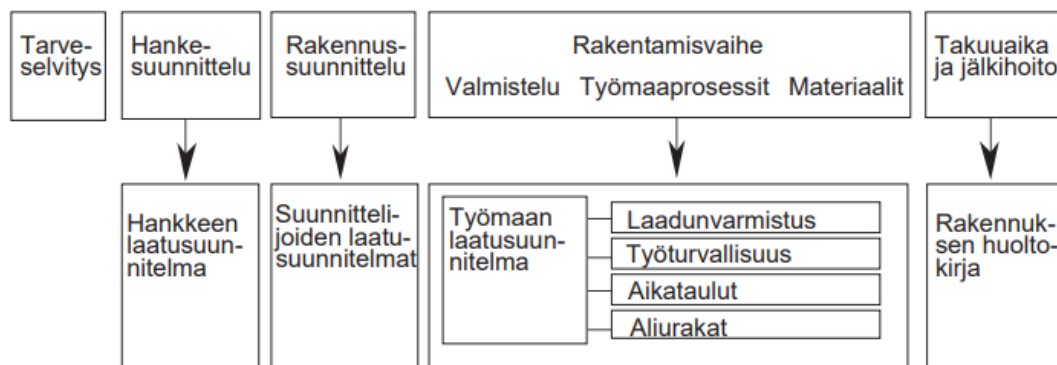
LVI-projekteja tarjoava organisaatio voi olla hankkeesta riippuen joko pääurakoitsijan, aliurakoitsijan tai sivu-urakoitsijan roolissa. Kaikissa edellä mainituissa rooleissa on yleisenä käytäntönä soveltaa YSE 1998 ehtoja. (7; 8.)

6 Laatusuunnitelma

Yhtenä YSE 1998 laatuun liittyvistä ehdoista on laatusuunnitelman laadinta, joka on urakoitsijan vastuulla. (6, § 10.)

Laatusuunnitelma on osa projektisuunnittelua ja urakan laatujohtamisen käytännön työväline. Suunnitelmasta tulee selvittää koko hankkeen ajalta, kuinka tuotannonohjaus, laadunvarmennus ja riskit on otettu huomioon ja mitkä ovat osapuolten vastuut. Laatusuunnitelmaan kootaan kaikki ne toimenpiteet, joilla tilaajan vaatima lopputulos saavutetaan määräyksiä ja ohjeistuksia noudattaen. Hyvin tehty laatusuunnittelu takaa turvallisen työskentelyn, työn sujumisen, riskien ja virheiden vähenemisen, sekä kustannustehokkaan työskentelyn. (9 s. 2).

Kuva 1 esittää rakentamishankkeen eri vaiheet ja niissä tarvittavat laatusuunnitelmat.



Kuva 1. Laatusuunnitelmat rakennushankkeen aikana. (9 s. 2).

Pääurakoitsija vastaa laatusuunnitelman tekemisestä sekä yhteensovittamisesta mahdollisen aliurakoinnin kanssa. Laatusuunnitelma ei ole staattinen dokumentti, vaan sitä täydennetään työn ohella ottaen huomioon mahdolliset lisä- ja muutostyöt. (9 s. 2.)

7 Laatusuunnitelman sisältö

Laatusuunnitelma tulisi laatia jokaiselle työmaalle erikseen, ottaen huomioon toteuttavan työn erikoispiirteet ja urakkajärjestykset. Suunnitelmaa laativan henkilön tulee varmistaa, että hänellä käytössään kaikki työhön liittyvät dokumentit, kuten suunnitelmat ja urakkasopimus. Suunnitelma tulee laatia siten, että siinä esitetyt toimenpiteet varmistavat urakan suorittamisen tilaajan laatuvaatimusten mukaisesti. Suunnittelussa tulee huomioida myös työturvallisuus, työmaan erityispiirteet ja riskit työvaiheittain. (9 s. 3; 7).

Taulukko 1. Rakentamisen laatusuunnitelmien sisältö. (9 s. 2).

| Hankkeen laatusuunnitelma | Suunnittelun laatusuunnitelma | Työmaan laatusuunnitelma | Aliurakoitsijoiden laatusuunnitelma |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1. Laatumavoitteet | 1. Laatumavoitteet | 1. Laatusuunnitelman tarkoitus, päivitys ja jakelu | 1. Projektin organisaatio |
| 2. Kriittisten kohtien tunnistaminen ja eliminointi | 2. Riskien ja kriittisten kohtien tunnistaminen ja eliminointi | 2. Kohdetiedot | 2. Aikataulut |
| 3. Muutokset laatu järjestelmään | 3. Käytettävät menetelmät ja työskentelytavat | 3. Tuotannon ajallinen suunnittelu ja ohjaus | 3. Materiaalien kuljetus ja varastointi |
| 4. Uudet menetelyt ja työtavat | 4. Tarkastus- ja hyväksymistavat | 4. Tuotannon taloudellinen suunnittelu ja ohjaus | 4. Materiaalien hyväksyntä |
| | 5. Tiedonkulku ja kirjaukset | 5. Riskien kartoitus | 5. Kokoukset ja palaverit |
| | 6. Yhteistyö kokonaisprojektin muiden osapuolten kanssa | 6. Laadunvarmistus | 6. Töiden aloitus, työestöjen hyväksyminen ja siisteys |
| | 7. Laatusuunnitelman ylläpito ja muuttaminen | 7. Työturvallisuus | 7. Tarkastukset, testit ja koestukset |
| | | 8. Kokouskäytäntö | 8. Töiden viimeistely ja luovutus |
| | | 9. Kohteen luovutus | 9. Laskut ja maksuerät |
| | | | 10. Muutokset |
| | | | 11. Häiriöiden ja poikkeamien korjaus |

Vaikka laatusuunnitelman merkitys urakan toteuttamisessa on merkittävä, on hyvä pyrkiä pitämään dokumentti helposti tulkittavana. Isoissa urakkakokonaisuuksissa laatusuunnitelmassa voidaan yksityiskohtien sijaan viitata muihin työmaalla käytössä oleviin dokumentteihin. Tällaisia dokumentteja ovat esimerkiksi urakkasopimus, YSE 1998, rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, RT- ja Ratu-kortistot. (9 s. 2).

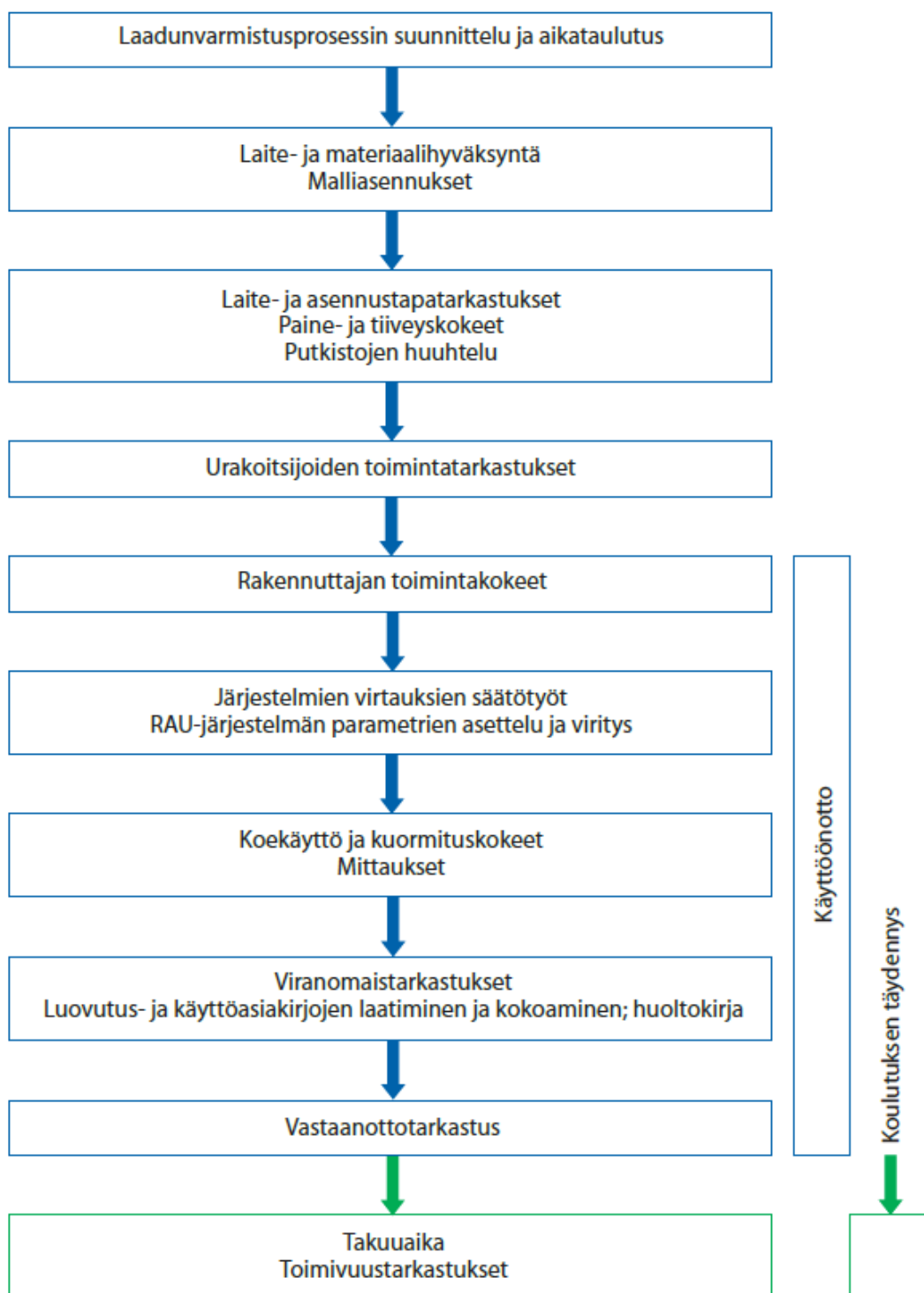
8 Laadunvarmistus

Laadunvarmistus on tuotannon aikana tapahtuva toiminto, jolla estetään vahinkoja ja varmistetaan vaadittu laatu. Kyseessä on ennaltaehkäisevä toimenpide, joka suoritetaan ennen valvontaa. (7.)

Laadunvarmistusprosessin tarkoituksena on varmistaa rakennushankkeen tavoitteet täyttävä lopputulos sekä varmistaa, että rakennus on turvallinen, sekä käyttö- ja ylläpitokelpoinen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että hankkeen kaikki osapuolet suorittavat yhteistyössä urakassa jatkuvaa sekä ennakoivaa laadunvarmistusta. (10, s. 1–2.)

Kuva 2 esittää hankkeen aikaisen laadunvarmistusprosessin sisältöineen.

LAADUNVARMISTUS, PROSESSIKAAVIO



Kuva 2. Laadunvarmistus, prosessikaavio. (10, s. 11).

Rakennustieto Oy:n ohjetiedostossa Talonrakennushankeen kulku, kuvataan rakentamisen eri osapuolten rooleja laadunvarmennuksessa seuraavalla tavalla:

Rakennuttaja

- määrittelee laadunvarmistuksen ja edellyttää sitä tarjouspyynnöissä ja sopimuksissa.
- varmistaa lähtötietojen riittävyyden ja riittävän ajan suunnittelulle ja rakentamiselle.
- vastaa myötävaikutus- ja huolehtimisvelvollisuutensa täyttämisestä antamalla mm. lähtötiedot urakoitsijan täydentävää suunnittelua varten ja huolehtimalla, että sivu-urakoitsijat hoitavat omat velvollisuutensa sopimuksen mukaan ja aikataulussa.
- hyväksyy hankkeeseen valitut toimittajat ja aliurakoitsijat sekä seuraa käytettävien tuotteiden kelpoisuutta.
- valvoo hankkeen etenemistä.
- laatuun, laadunvarmistukseen, aikatauluun tai turvallisuuteen liittyvissä poikkeamatilanteissa rakennuttaja ja valvoja arvioivat tilanteen ja poikkeaman vakavuuden sekä päättävät jatkotoimenpiteistä.
- esittää hankkeen laadunvarmistuksen rakennusvalvontaviranomaisille seurantakokouksissa.

Suunnittelijat

- Suunnittelijat vastaavat rakennusvaiheen aikaisesta suunnittelusta sekä suunnitelmien yhteensopivuudesta ja ristiin tarkastuksista. He esittävät suunnittelutilanteen suunnitteluvaiheilmoituksessa.
- Pääsuunnittelija valvoo suunnitelmien yhteensopivuutta ja määräysten mukaisuutta sekä suunnitteluajataulun toteutumista.

Urakoitsijat

- Pääurakoitsija perustaa rakennusvaiheen alussa hankkeelle laatu-kansion, johon kootaan kaikki hankkeen laadunvarmistusta koskevat dokumentit tai kopiot niistä.
- Kukin urakoitsija huolehtii vastuullaan olevista laadunvarmistustoimista ja työturvallisuustarkastuksista. Jos laadussa tai aikataulussa

ilmenee poikkeamia suunnitellusta, niistä tiedotetaan rakennuttajalle, valvojalle ja asianosaisille osapuolille.

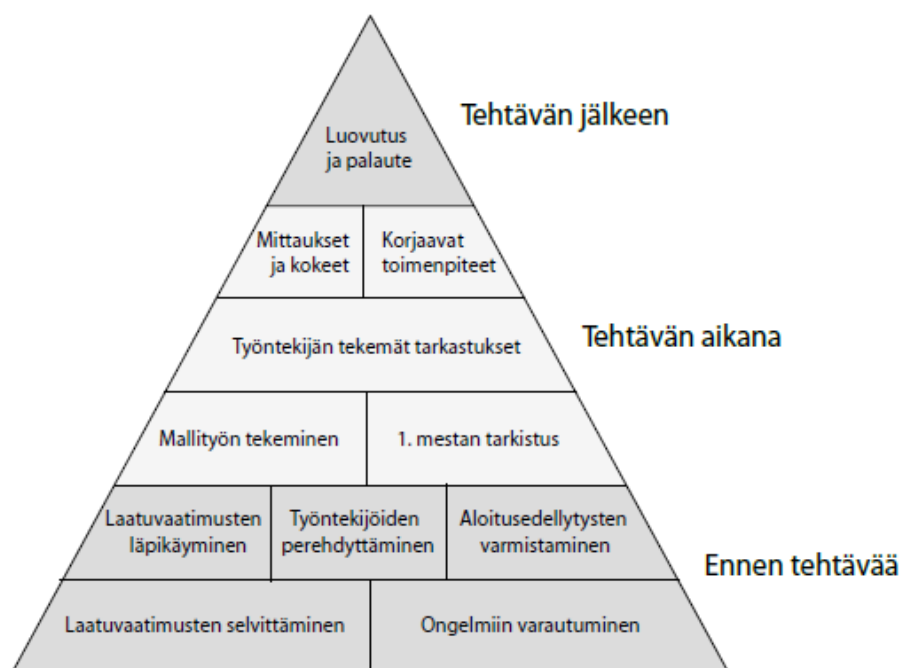
- Urakoitsijat hyväksyttävät tuotemallit, toimittajat ja aliurakoitsijat rakennuttajalla.
- Urakoitsijoiden vastuulla olevaa täydentävää suunnittelua varten järjestetään lähtötietokatselmukset.
- Suunnitelmat tarkastetaan ja hyväksytetään rakennuttajalla.
- Hankkeen aikataulu- ja turvallisuustilanne esitellään työmaakokouksissa. Poikkeamien merkittävyys arvioidaan ja niiden korjaamiseksi suunnitellaan keinot. Työmaan tilanne sekä sitä koskevat toimet ja päätökset kirjataan pöytäkirjaan. (11, s. 13).

LVI-projekteissa laadunvarmistusprosessin tarkoituksena on varmistaa rakennusten taloteknisten järjestelmien laatu ja toimivuus käyttökänsä puitteissa. Prosessin kaikkien vaiheiden toteutuksessa on pyrittävä mahdollisimman kattavaan ja ennakoivaan toimintaan rakennuttajan tai käyttäjän etujen varmistamiseksi. (10, s. 1–2).

8.1 Laadunvarmistusprosessi

Laadunvarmistuksen prosessissa huomioidaan projektin kaikki vaiheet hankevalmistelusta, projektin lopputuloksen käyttöön asti.

Kuva 3 esittää laadunvarmennusprosessin eri työvaiheet sisältöineen.



Kuva 3. Kuvaus laadunvarmennusprosessin eri vaiheista (3, s. 24).

Laadunvarmistustoimet omien töiden ja aliurakoitsijoiden osalta esitetään laadunvarmistusmatriisissa. Laadunvarmistusmatriisiin laaditaan aloituspalaverin yhteydessä vastaavan työnjohtajan, projektipäällikön tai työpäällikön toimesta, ja siitä tulee ilmetä laadunvarmistustoimet eri työvaiheittain.

| Laadunvarmistusmatriisi | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------|----------|---------------|------------------------|----------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| Aikataulu- tehtävä | Laadun- varmistus- toimi | | | | | | | | |
| | Tehtäväsuunnitelma | Aloituspäätöksi | Mallityö | Tarkemmittaus | Ongelmiin varautuminen | Oma valvonta/laaturaportti | Kokeet, mittaukset | Tarkastukset | Vastaanottokatselmus |
| Maarakennustyöt | | X | | | | | | X | X |
| Perustustyöt | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Elementtiasennus | X | X | X | X | X | X | | | X |
| Vesikattotyöt | X | X | X | | X | X | X | | X |
| LVI- ja sähkötyöt | | X | | X | X | | X | | X |
| Ikkuna-asennus | | X | X | X | | | | | X |
| Väliseinätyö | | X | X | | | X | | | X |
| Tasoite ja maalaus | | X | X | | X | X | X | | X |

Kuva 4. Esimerkki laadunvarmistusmatriisista. (3, s. 18).

Laadunvarmistusmatriisissa määritellään työmaan tehtävät, joista laaditaan erillinen tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnitelman tulee sisältää seuraavat asiat:

- kustannus- ja aikataulutavoitteet
- tuotteen ja toiminnan laatuvaatimukset
- ongelmiin varautumisen keinot
- laadunvarmistustoimet
- aloitusedellytysten varmistaminen
- työturvallisuus ja- ja ympäristöasiat
- työmaa-alueen käyttö ja logistiikka
- työnaikainen ohjaus.

Ennen varsinaisen työvaiheen aloitusta käydään tehtäväsuunnitelma ja laadunvarmennusohjeet läpi asentajien kanssa. Ohjeet tulee eritoten laatia, kun kyseessä on asentajaryhmälle uusi tai harvinainen työtehtävä (3, s. 18–23; 6; 7).

8.2 Laadunvarmennukset tehtävät

Jotta urakan tai työvaiheen vastaanottokatselmus voidaan suorittaa, tulee varmistaa, että tehtäväsuunnitelman kaikki tehtävät on suoritettu ja dokumentoitu asianmukaisesti. (7; 8).

8.2.1 Laite- ja materiaalihyväksyntä

Urakoitsijan on hyväksyttävä tilaajalla tai hänen edustajaltaan, urakassa käytettävät tekniset laitteet, materiaalit ja asennustavat. Tällä varmistutaan, että ne vastaavat suunnitelmia, suunnitelmien teknistä erittelyä ja ovat yleisiin säädöksiin perustuvia. Hyväksyttämisosiosissa urakoitsijan tulee toimittaa tuotehyväksyntädokumentaatio sekä elinkaarilaskelmat tarkastettavaksi. (10, s. 5.)

Mikäli urakan toteutusvaiheessa koetaan järkeväksi, joko teknisten tai taloudellisten syiden perusteella käyttää suunnitelmista poikkeavia laitteita tai materiaaleja, tulee urakoitsijan tarkastaa näiden käyttömahdollisuus tilaajalta tai hänen edustajaltaan, joka varmistaa korvaavan tuotteen soveltuvuuden suunnittelijoilta. Laite- ja materiaalihyväksynnässä käytettävät asiakirjat ovat CE-merkinnän edellyttämät asiakirjat, tyyppihyväksynnän asiakirjat, materiaalitodistukset ja tiedot, tekniset suoritusarvotiedot sekä käyttö-, huolto-, ja asennusohjeet. (10, s. 5; 12, s. 4.)

8.2.2 Malliasennukset

Urakkasopimuksessa voidaan määritellä työvaiheita, joista on tehtävä malliasennus. Erityisesti malliasennusta vaaditaan, kun toteuttamisesta vastaa useampi kuin yksi urakoitsija. Malliasennuksia tehdään yleensä seuraavista töistä:

- putkistot kannakointeineen
- kanavistot kannakointeineen
- pesu- ja viemärikalusteet
- eristykset
- radiaattorin asennus
- puhallinkonvektori
- jäähdytyspalkki
- IV kone
- poistoilmapuhallin
- palopelti.

Malliasennuksella varmistetaan työn täyttävän kaikki urakkasopimuksessa vaaditut laatuvaatimukset. (10, s. 5.)

Urakoitsijat esittävät valmiin malliasennuksen valvojalle, joka dokumentoi työn tarvittavilla kirjauksilla. Kun malliasennus on hyväksytty, urakoitsijat vastaavat osaltaan, että asentaja sekä asennusryhmät noudattavat hyväksyttyä mallia. (10, s. 5; 12, s. 4.)

8.2.3 Laite- ja asennustapatarkastukset

Laite- ja asennustapatarkastuksissa varmistetaan, että asennetut tuotteet ovat asennettu oikein ja tuote on suunnitelmien mukainen. Tarkastuksen suorittaa urakoitsija, joka myös dokumentoi tarkastuksen. Oman työn tarkastamisen prosessia kutsutaan usein itselleluovutukseksi. (10, s. 5.)

Peittyvien asennusten tarkastuksessa on hyvä ottaa mahdollisimman paljon valokuvia dokumentointiin. Kuvat on otettava ennen peittämistä ja peittämisen jälkeen, siten että niillä voidaan osoittaa asennustapa, laitteet ja materiaalit. (10, s. 5.)

Mikäli laite- ja asennustapatarkastuksien luonne vaatii rakennusvalvontaviranomaisen läsnäoloa, on tästä sovittava erikseen työmaakokousten yhteydessä.

Laite- ja asennustapatarkastukset on suoritettava hyväksytysti, ennen toimintakokeiden aloittamista. (10, s. 5; 12, s. 5.)

8.2.4 Paine- ja tiiveyskokeet

LVI-järjestelmien on täytettävä niille urakkasopimuksessa määritetyt tiiveysvaatimukset, jotka varmennetaan tekemällä paine- ja tiiveyskokeita. Kokeiden ajankohdat sovitaan yleensä urakan aloituskokouksen yhteydessä. Paine- ja tiiveyskokeet voidaan tehdä koko verkoston laajuisena tai pienemmissä osissa. Yleinen toimintatapa on tehdä osittaisia painekokeita työvaiheita seuraten ennen koko verkoston koettamista. Paine- ja tiiveyskokeita suunniteltaessa urakoitsijan on hyvä ottaa huomioon verkoston sellaiset osat, jotka jäävät rakenteiden sisään tai eristetään. (10, s. 5–6)

Paineelliset putkistot koepaineistetaan vedellä tai jäätymisvaaran uhatessa jäätymättömällä nesteellä. Vesijohtoverkoston koepaine on oltava vähintään 1,0 MPa ja muiden verkostojen 1,3 kertaa putkiston suurin käyttöpaine. Koepaineistettava putkisto pitää ilmata, jotta mahdolliset vuodot voidaan havaita. (12, s. 5.)

Jäte- ja hulevesiviemäreiden tiiveyskoe tehdään vedellä tai ilmalla. Koestus suoritetaan noudattaen standardeja SFS 3113, SFS 3114 ja SFS-EN 1610. (12, s. 5.)

Ilmanvaihtokanavien ja järjestelmien tiiveyskokeet suoritetaan koepaine puhaltimilla. Kokeet suoritetaan standardin SFS-EN 12599 mukaisesti. (12, s. 5.)

Kokeessa esiin tulevat mahdolliset vuodot tulee korjata viipymättä ja korjauksen jälkeen verkostolle tai sen osalle tehdään paine- tai tiiveyskoe uudelleen. (12, s. 5.)

Urakoitsijan vastuulla on paitsi kokeiden suorittaminen, myös niiden dokumentointi, jonka valvoja vahvistaa omalla allekirjoituksellaan. Esimerkkejä paine- ja tiiveyskokeiden pöytäkirjoista löytyy ohjekortti Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely liitteistä. (10, s. 5–6; 12, s. 5.)

8.2.5 Putkistojen huuhtelu ja puhtauden tarkastus

Hyväksytyyn paine- ja tiiveyskokeen jälkeen LVI-järjestelmän osa huuhdellaan. Huuhtelun tarkoituksena on varmistaa, että verkostoon ei ole jäänyt mitään sen laatua heikentävää ainetta tai virtausta estäviä materiaaleja. Huuhtelun menetelmät on sovittava urakkasopimuksen asiakirjoissa. Ennen huuhtelutyön aloittamista urakoitsijan tulee laatia toteutussuunnitelma, joka hyväksytetään valvojalla. Työ tehdään valvojan läsnä ollessa ja huuhtelun onnistuminen todetaan vesianalyysin avulla. Urakoitsija dokumentoi huuhtelun ja/ tai puhtauden tarkastuksen pöytäkirjaan. (10, s. 6)

Lämmitys- ja lämmöntalteenottoverkoston huuhtelussa poistetaan putkiston sisältä epäpuhtaudet. Joskus huuhtelusta huolimatta putkistoon jää epäpuhtauksia, jolloin verkosto pestään pesuainetta käyttäen. (12, s. 6.)

Vesijohtoverkoston huuhtelu suoritetaan käyttämällä talousvettä. Huuhtelulla parannetaan kupariputkien sisäpinnalle muodostuvaa suojakerrosta. Kylmä-, lämmin- ja kiertojohdot huuhdellaan erikseen omina töinään. (12, s. 6.)

Ilmanvaihtokanavistot puhdistetaan harjaamalla, alipaineistusta hyödyntäen. (12, s. 6.)

Viemäriasennuksia tehtäessä, puhtauden tarkastus tehdään videokuvauksella. Videokuvauksen työtapaa, valvoja sekä suorittaja määritellään LVI-suunnitelmissa. (10, s. 6.)

8.2.6 Urakoitsijoiden toimintatarkastukset

Ennen toimintakokeiden aloittamista tulee urakoitsijan suorittaa toimintatarkastus. Pääurakoitsija vastaa toimintatarkastussuunnitelman laatimisesta yhdessä muiden urakoitsijoiden kanssa. Toimintatarkastussuunnitelmassa määritetään tarkastuslistat eri urakoitsijoille ja työvaiheille. Tällä varmistetaan, että tarkastukset saadaan kohdistettua haluttuun toimintoon ja samalla voidaan jaksottaa tarkastuksia työmaan etenemisen mukaan. (10, s. 6.)

LVI-urakoitsijan toimintatarkastuksissa tulee käydä yksityiskohtaisesti läpi asennettujen järjestelmien ja laitteiden suunnitelmien mukaiset toiminnot. Tämä yleensä tarkoittaa tiivistä yhteistyötä rakennusautomaatiourakoitsijan kanssa. Rakennusautomaatiourakoitsija on vastuussa eri järjestelmien rajapintojen toteutuksesta, minkä vuoksi on suositeltavaa osoittaa rakennusautomaatiourakoitsijalle käytännön organisointi. Toimintatarkastuksessa havaitut viat tulee korjata viipymättä ja ne dokumentoidaan urakoitsijan toimesta. Tarvittaville korjaustoimenpiteille nimetään vastuuhenkilöt ja aikataulut. LVI-urakoitsija laatii toimintatarkastuksista pöytäkirjan, jota voidaan käyttää asiakirjapohjana toimintakokeissa. (10, s. 6.)

8.2.7 Rakennuttajan toimintakokeet

Toimintakokeilla varmistetaan, että asennetut järjestelmät toimivat suunnitellusti. Toimintakoesuunnitelma ja toimintakokeiden suorittaminen sekä dokumentointi, on rakennusurakan valvojan vastuulla. Kokeet suoritetaan rakennusautomaatiojärjestelmän asetusarvoja, kytkimien asentoja ja venttiilien säätöjä muuttamalla sekä toimilla, joilla häiritään normaaleja säätöasetuksia. (10, s. 6–7; 12, s. 7.)

Toimintakokeet suoritetaan urakan valmistumistahdin mukaisissa vaiheissa. Yleensä toimintakokeet tehdään pistokoemaisesti, joka edellyttää, että urakoitsijan toimintatarkastukset ovat olleet kattavia ja oikein dokumentoitu. Valvojalla on kuitenkin oikeus tehdä toimintakokeet yksityiskohtaisesti, mikäli urakoitsijan toimintatarkastuksissa on esiintynyt virheitä tai dokumentointi on puutteellista. (10, s. 6–7; 12, s. 7.)

8.2.8 Järjestelmien virtauksien säätötyöt

Suunnittelijan vastuulla on päivittää teknistä laskentaa urakoitsijan ns. punakynäpiirustusten mukaisesti vastaamaan todellisia asennuksia ja laitteita. Säätötyöt tehdään huuhtelun ja puhtauden tarkastamisen jälkeen. (10, s. 7.)

LV-asennuksissa säädetään vesivirtoja LVI-suunnitelmien mukaisesti. Ilmoitetut säätöarvot asetetaan venttiileihin ja vesivirroille tehdään tarkastava mittaus. Lämmitysverkoston säätötyöt pitää suorittaa niin, että ulkolämpötila on alle 5°C astetta. Tällä varmistetaan, että säädöt ja tarvittavat korjaustoimenpiteet tehdään oikein. (12, s. 7.)

Ilmavirtojen säätötyössä on huomioitava, että säädettävän alueen ovet ja ikkunat ovat kiinni, eivätkä täten aiheuta poikkeamia tuloksiin. Ilmavirtojen mittauksen työsuoritteeseen on ohjeistus ohjetiedostossa LVI 03-10631. Säädöt suoritetaan standardin SFS-EN 1751 mukaisesti. (12, s. 7.)

LVI-urakoitsija suorittaa verkoston säätötyöt näiden teknisten laskennan tulosten mukaisesti ja ne dokumentoidaan valvojan hyväksymällä dokumenttipohjalla. Valvojan tulee tarkastaa ja vahvistaa urakoitsijan laatimat dokumentit sekä raportoida mahdolliset poikkeamat urakoitsijoille ja suunnittelijoille. Mikäli poikkeamia havaitaan, näiden syyt selvitetään ja suunnitellaan korjaavat toimenpiteet. Suunnitelmien määritettyjen raja-arvojen ylittämiä poikkeavuuksia ei voida hyväksyä ilman erillistä hyväksyntää. (10, s. 7.)

8.2.9 Rakennusautomaatiojärjestelmän parametrien asettelu ja viritys

Rakennusautomaatiourakoitsija asettaa taloteknisten prosessien asetusarvot LVI-urakoitsijalta saatujen tietojen mukaisesti. Rakennusautomaation virityksellä varmistetaan rakennuksen teknisten järjestelmien säätöjen tarkka toiminta. (10, s.7.)

Rakennusautomaation on toimittava kaikissa käyttötilanteissa ilman, että siitä aiheutuu tarpeettomia vikatilanteita. Toimivuus arvioidaan kriittisimmän tilanteen mukaan. (10, s. 7.)

Rakennusautomaatiojärjestelmän virityksen onnistuminen raportoidaan säätöpiirikohtaisilla trendiajoilla, joiden käyrät dokumentoidaan ja toimitetaan valvojalle tarkastettavaksi. (10, s. 7.)

8.2.10 Koekäyttö ja kuormituskokeet

Koekäyttö ja kuormituskokeiden kohteet määritellään taloteknisissä suunnitelmissa. Koekäytössä testataan vain yhtä järjestelmää kerrallaan. Valvoja vastaa kokeiden koordinoinnista sekä suorittamisesta. LVI-urakoitsija osallistuu prosessiin suunnittelun ja toteutuksen osalta. (9, s. 7.)

Kuormituskokeet suoritetaan käyttäen sopimuksessa määriteltyjä tiedonkeräyslaitteita ja rakennusautomaatiojärjestelmää. Asetusarvojen ja säätöjen tulee vastata toisiaan, sekä tuotteiden toiminnan on vastattava sille urakkasopimuksessa määriteltyjä vaatimuksia. Kokeiden tulokset dokumentoidaan ja analysoidaan valvojan toimesta. Suunnittelija voi olla mukana testitulosten analysoinnissa, mikäli tämä koetaan tarpeelliseksi tai näin on sovittu työmaakokouksen yhteydessä. (9, s. 7.)

8.2.11 Mittaukset

Urakan suunnitelma-asiakirjoissa on määritelty LVI-järjestelmien toimintaan liittyviä suureita, joiden mittaus ja dokumentointi ovat LVI-urakoitsijan vastuulla. Mitattavia suureita on esimerkiksi nesteverkon virtaukset, lämpötilat, äänitasot, hyötysuhteet ja SFP-luvut. Tarkastusmittaukset suoritetaan usein pistokokein ja tehdään LVI-urakoitsijan toimesta valvojan läsnä ollessa. Mittauksissa käytetään LVI-urakoitsijan mittalaitteita. (10, s. 7–8.)

Huonelämpötilojen mittaukset lämmityskaudella tulisi suorittaa olosuhteissa, joissa sisä- ja ulkolämpötilojen erotus on vähintään 50 % mitoituslämpötilaerosta. Jäähdytyskaudella mittaukset tehdään kesällä vastaavalla lämpötilaerolla. (12, s. 7–8.)

Äänenpainetasoja mitattaessa huomioidaan kaikki huonetilat. Mittaukset suoritetaan usein normaalien työaikojen ulkopuolella, jolloin varmistetaan, että taustamelu ei vaikuta tuloksien oikeellisuuteen. (12, s. 7–8.)

SFP-lukua mitattaessa lasketaan tulo- ja poistoilmakoneiden ilmavirrat ja niiden käyttämä sähköteho. (12, s. 7–8.)

Vesikalusteiden virtaukset voidaan mitata laskemalla vettä hanasta mitta-astiaan, jolla mitataan rakovirtausta. (12, s. 7–8.)

Mittauksen tulokset dokumentoidaan ja niistä tehdään vertailu aiemmin tehtyihin mittaustuloksiin. Mikäli mittaustulokset poikkeavat sallittua enemmän, LVI-urakoitsija korjaa säätöjä, kunnes vaadittu tulos saavutetaan. (10, s. 7–8)

8.2.12 Viranomaistarkastukset

Ennen vastaanottotarkastusta on kaikkien viranomaistarkastusten oltava suoritettuna. Pääurakoitsija vastaa, että rakennusluvan mukaiset KVV- ja IV-loppukatselmukset on suoritettu ennen loppukatselmusta. LVI-urakoitsija hoitaa yhteydenpidon rakennusvalvontaviranomaisiin ja muihin osapuoliin, joiden tarkastuksia ja hyväksyntää asennetut järjestelmät ja tuotteet vaativat. (10, s. 8.)

Viranomaisella on oikeus teettää tarkastustehtävä ulkopuolisella taholla, mikäli tämä on valvojan kanssa erikseen sovittu. Viranomaistarkastuksissa mahdollisesti havaitut puutteet tulee korjata vastaanottotarkastukseen mennessä. (10, s. 8.)

8.2.13 Luovutusasiakirjat

Luovutusasiakirjat luovutetaan tilaajalle urakkasopimuksessa määritellyssä muodossa. Sopimuksessa tulee olla määriteltynä asiakirjojen määrä, luovutusajankohta, talletusmuoto ja tarkastusmenettely. Asiakirjat tallennetaan tilaajan projektipankkiin, josta valvoja tarkastaa niiden paikkansapitävyyden ennen hyväksymistä. (10, s. 8.)

8.2.14 Loppupiirustukset

Loppupiirustukset ovat lopulliset kuvat, johon on päivitetty urakoitsijan korjaukset eli ns. punakynäpiirustukset, sekä päivitetty arvot lopullisista mittauksista ja säästöistä. Loppupiirustukset tallennetaan sähköisenä projektipankkiin, josta ne siirretään kiinteistön huoltokirjaan. Loppupiirustuksiin sisältyy yleensä työselosteet, rakennusautomaation kaaviot ja säädöt, pohjapiirustukset, sähkökytkentäkaaviot, vaikutusaluepiirustukset ja energiaselvitys. (10, s. 8.)

Loppupiirustusten tallennuksen yhteydessä toimitetaan myös asennettujen laitteiden ja järjestelmien käyttö- ja huolto-ohjeet, jotka myös lisätään kiinteistön huoltokirjaan ja laitteen tai järjestelmän fyysiseen läheisyyteen. (10, s. 8.; 7.)

8.2.15 Käyttöönotto ja käytönopastus

Käyttöönotto ja siihen liittyvästä koulutuksesta tulee tehdä suunnitelma yhteistyössä valvojan ja urakoitsijan kanssa. Koulutus tehdään yleensä kahdessa vaiheessa, jonka ensimmäisessä osassa rakennuksen huoltohenkilökunnalle koulutetaan laitteen tai järjestelmän oikeanlainen ja turvallinen käyttö sekä huolto-toimenpiteet. Huoltohenkilöstön koulutus on yleensä urakoitsijan vastuulla. (10, s. 9)

Koulutuksen toisessa vaiheessa järjestetään rakennuksen käyttäjille opastus uuden laitteen tai järjestelmän toiminnoista ja miten näiden vaikutuksen tulisi näyttäytyä käyttäjille. Käytönopastuksessa käydään läpi esimerkein, miten käyttäjät voi itse vaikuttaa laitteen tai järjestelmän toimintaan esimerkiksi huonesäädintä käyttämällä. (10, s. 9)

Käyttökoulutuksen ja käytönopastuksen jälkeen huoltohenkilökunta ja käyttäjät kuittaavat koulutuksen pidetyksi ja asiakirja tallennetaan projektipankkiin. (10, s. 9; 7; 8.)

9 Laadunvalvonta

Laadunvalvonnalla tarkoitetaan niitä toimintoja ja toimenpiteitä, joissa tarkastellaan laadunvarmennuksen jälkeisiä tuloksia. Laadunvalvonnan tarkoitus on tunnistaa ja korjata mahdolliset viat, joita ei ole havaittu laadunvarmennusprosessin aikana. LVI-projekteissa laadunvalvontaa suorittaa tilaaja, tai tilaajan nimittämä edustaja. (7; 8.)

Tilaajan lisäksi myös urakoitsijan tulee suorittaa omaa laadunvalvontaa. Tämä molemminpuolinen toimintatapa mahdollistaa, että sekä tilaajan että urakoitsijan näkökulmat otetaan huomioon ja laatu säilyy korkeana koko projektin ajan. (7; 8.)

9.1 Tilaajan laadunvalvonta

Tilaaja suorittaa laadunvalvonnan itse tai vaihtoehtoisesti käyttää ulkopuolista konsulttia, eli valvojaa, jonka valtuudet määritellään urakka-asiakirjoissa. Yleisesti valtuudet määritellään YSE 1998 mukaisesti. Tehtävässä toimivalla henkilöllä tulee olla riittävä pätevyys, joka käsittää tarvittavan ammatillisen koulutuksen, kokemuksen, pätevyuden ja YSE 1998 sekä viranomaismääräysten tuntemuksen. Valvojan tärkeimpänä tehtävänä on varmistaa, että urakoitsijan tuottama työ ja sen tulos, vastaa sille asetettuja laadullisia vaatimuksia. (13, s. 2.)

Laadunvalvonta suoritetaan pistokokein tai erikseen sovittavana laajempana kokonaisuutena, johon yleensä käytetään urakoitsijan laadunvarmennusprosessin tuottamia mittaus ja koetietoja. Mikäli virheitä havaitaan, on valvojan käytettävä valtuuksiaan lisävirheiden estämiseksi ja korjaavien toimenpiteiden aloittamiseksi. (7; 8; 13, s. 2.)

9.2 Urakoitsijan laadunvalvonta

Urakoitsijalta vaaditaan omaan työhön kohdistuvaa laadunvalvontaa, joka on määritelty rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa (YSE 1998). Laadunval-

vonta suoritetaan erilaisilla laadunvarmennuksen toimenpiteillä, kuten mittauksilla, tarkastuksilla ja katselmuksilla. Laadunvalvontaan kuuluu myös tulosten dokumentointi ja arkistointi. (7; 8).

Urakoitsijan laadunvalvonnasta on rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa (YSE 1998) määritelty seuraavasti:

- Urakoitsijan tulee tarkastaa suorituksensa laatu ja korjata mahdolliset virheet ennen luovutusta tilaajalle. Vakavat laaturiheet tulee ilmoittaa tilaajan edustajalle ja esittää toimenpiteet niiden korjaamiseksi.
- Rakennustavarat ja rakennusosat tulee tarkastaa ennen kuin niitä aletaan käyttämään ja tarkkailla niiden laatua työn aikana.
- Järjestelmät ja laitteet toimivuus tulee tarkastaa ennen käyttöönottoa tai viimeistään kun vastaanottotarkastusta suoritetaan.
- Urakoitsija vastaa sopimusasiakirjoissa sekä säädöksissä ja normeissa mainituista tarpeellisista kokeista laadun varmistamiseksi.
- Sopimuksen vastaiset tarvikkeet ja laitteet on poistettava työmaalta välittömästi.
- Tilaaja on perustelluista syistä oikeutettu vaatimaan muitakin puolueettomia kokeita kuin edellä on mainittu. Urakoitsijalla vastaavasti sama oikeus, jos työsuorituksen korjaamista vaaditaan virheellisenä. Näissä tapauksissa kustannuksista vastaa urakoitsija, jos suoritus todetaan virheelliseksi, muissa tapauksissa kustannuksista vastaa tilaaja. (6, § 11).

10 Vastaanotto

Vastaanottotarkastus suoritetaan, kun urakka katsotaan valmiiksi. Vastaanottotarkastuksessa todennetaan, että laadunvarmennusprosessin tehtävät ovat suoritettu, tarkastukset ovat pidetty ja dokumentointi on hoidettu sopimuksen määrittämällä tavalla. Tarkastuspöytäkirjaan merkitään seuraavat seikat:

- Hyväksytäänkö työ vastaanotetuksi.
- Jos työtä ei hyväksytä, hyväksymättä jättämisen syyt.

- Urakoitsijan vastattavaksi katsottavat virheet ja toteutusaikataulu.
- Virheet, joita ei katsota urakoitsijan vastattavaksi.
- Mielpide-erot.
- Hoito- ja käyttökustannusten siirron ajankohta.
- Takuu aika.
- Sopija osapuolten toisiinsa kohdistamat vaatimukset ja vastineet.
(6, § 11)

Vastaanottotarkastuksen lopuksi työsuorite luovutetaan tilaajalle. (10, s. 9; 7.)

11 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella LVI-projektin laadunvarmennuksen osa-alueita ja luoda opas, jonka luettuaan henkilökunta ymmärtää laadunvarmennuksen tärkeyden ja laadunvarmennusprosessin sisällön. Työssä tarkasteltiin laadunvarmennusprosessin työvaiheita ja toimenpiteitä, hankkeen eri vaiheissa.

Opinnäytetyötä tehtäessä selvisi että, LVI-projektien laadunvarmennus on monitkainen ja monivaiheinen prosessi, jossa on useita osapuolia ja näiden välillä moninaista vastuunjakoja. Rakentamisen yleiset sopimusehdot YSE 1998 määrittävät laatuvaatimukset ja laadunvarmennusprosessin. Kyseiset sopimusehdot säätelevät rakentamista ja LVI-projekteja Suomessa. Ehdot määrittävät eri osapuolten roolit ja tehtävät koko hankkeen ajalta varmistaen, että lopputulos vastaa laatuvaatimuksia. Laadunvarmennus määrittää työurakan eli projektin onnistumisen.

Laadunvarmennusprosessi käsittää useita eri työvaiheita sekä näiden aikataulut ja suunnitelmat. Laadunvarmistusmatriisissa määritellään työmaan tehtävät, joiden pohjalta laaditaan erillinen tehtäväsuunnitelma ja ohjeet. Ohjeet tulee eritoten laatia, kun kyseessä on asentajaryhmälle uusi tai harvinainen työtehtävä. Matriisiin kirjatut työtehtävät ja tarkennukset jäsentää lisäksi koko projektin aikataulua.

LVI-projektia aloitettaessa tulee varata riittävästi aikaa laadunvarmennuksen suunnitteluun. Suunnitelmien edetessä tulee huolehtia laadun tarkastustoimenpiteistä. Lisäksi tulee säilyttää säännöllinen keskusteluyhteys tilaajan, valvojan, rakennusvalvontaviranomaisten ja muiden mahdollisten osapuolten kanssa. Avoin kommunikaatio ja työmaakokoukset ovat ensisijaisen tärkeitä ja konkreettisia työvaiheita laadunvarmennuksessa.

Vaiheistetussa suunnitelmassa korostuu dokumentoinnin tärkeys. LVI-projektissa dokumentteja laativat useat eri tahot selonottoneuvottelusta luovutukseen. Dokumentoinnissa on huomioitava, että jokainen työvaihe kirjataan huolellisesti ja tallennetaan projektipankkiin.

Opinnäytetyön edistyessä ja työkokemukseni perusteella huomioin, että YSE 1998 on kriittisin määrittelevä tekijä LVI-projektin laadunvarmennuksessa. Laadunvarmennus on monimutkainen ja monivaiheinen prosessi, joka vaatii huomattavaa ajankäyttöä ja jatkuvaa dokumentointia unohtamatta avointa kommunikaatiota.

Valmis opinnäytetyö otetaan perehdytyskäyttöön tilaajayrityksen työnjohdolle sekä projekteissa työskentelevälle henkilökunnalle.

Lähteet

- 1 ISS yrityksenä. Verkkoaineisto. ISS Palvelut Oy. <<https://issyritysvastuuraportti.fi/iss-yrityksena/>>. Luettu 20.3.2024
- 2 SFS. 2016. Mitä laatu on? Verkkoaineisto. Suomen standardoimisliitto. <<https://sfs.fi/mita-laatu-on/>>. Luettu 15.3.2024.
- 3 Rakennustöiden laatu. 2017. Helsinki. Rakennustieto.
- 4 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 132/5.2.1999.
- 5 Rakennusalan yleiset sopimusehdot. Verkkoaineisto. Minilex Oy. <<https://www.minilex.fi/a/rakennusalan-yleiset-sopimusehdot>>. Luettu 15.3.2024.
- 6 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 1998. RT 16-10660. Rakennustieto.
- 7 Kokkonen, Teemu. 2024. Projektipäällikkö, ISS Palvelut Oy, Tampere. Keskustelu 21.3.2024.
- 8 Lehtonen, Vesa. 2024. Projektipäällikkö, ISS Palvelut Oy, Tampere. Keskustelu 21.3.2024.
- 9 Työmaan laatusuunnitelma. 1997. Ratu 1180-S. Rakennustieto.
- 10 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Prosessikuvaus. 2018. Helsinki. LVI 03-10630. Rakennustieto.
- 11 Talonrakennushankkeen kulu. Riskien ja laadunhallinta. 2017. Helsinki. RT 10-11255. Rakennustieto.
- 12 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Tehtävät ja dokumentointi. 2018. LVI 03-10631. Rakennustieto.
- 13 Talonrakennustöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelo. 2019. RT 103171. Rakennustieto