



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KERROSTALOTYÖMAAN LAADUNVARMISTUS

Laadunvarmistusasiakirja runkovaiheeseen

TEKIJÄ: Henri Kuparinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Henri Kuparinen	
Työn nimi Kerrostalotyömaan laadunvarmistus	
Päiväys 19.2.2017	Sivumäärä/Liitteet 29/1
Ohjaaja(t) Matti Ylikärppä pt. tuntiopettaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Peab Oy	
Tiivistelmä Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä elementtirunkoisen kerrostalon runkovaiheen aikana tehtäviin laadunvarmistusmenetelmiin ja tuottaa tutkimusten ja kokemusten pohjalta laadunvarmistusasiakirja auttamaan työmaahenkilöstöä runkovaiheen laadunvarmistuksessa. Opinnäytetyössä tutkittiin rakentamisen laadun kokonaisvaltaista vaikutusta rakennuttajan, urakoitsijan ja asiakkaan kannalta, sekä tuotettiin laadunvarmistusasiakirja rakennustyömaiden käyttöön. Tietoja opinnäytetyön sisältöön on saatu Peab Oy:n Kuopion Lehtoniemessä sijaitsevalta kerrostalotyömaalta, rakennusalan luetettavista tietolähteistä, kuten Rakennustieto Oy:n ja Rakennusteollisuuden julkaisuista. Suoritin myös avoimen haastattelun Peab Oy:n työpäällikkö Mika Paavilaiselle ja vastaavalle työnjohtajalle Heikki Leskiselä. Opinnäytetyön tuotoksen on tarkoitus antaa helppokäyttöinen ja selkeä laadunvarmistustyökalu työmaahenkilöstölle runkovaiheen eri työvaiheiden laadunvarmistuksessa. Opinnäytetyön laadunvarmistusasiakirja on salainen.	
Avainsanat rakentamisen laatu, laadunvarmistus, laadunvarmistusasiakirja	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Henri Kuparinen			
Title of Thesis Quality assurance during the construction of an apartment building			
Date	19 February 2017	Pages/Appendices	29/1
Supervisor(s) Mr. Matti Ylikärppä Lecturer			
Client Organisation /Partners Peab Oy			
Abstract The subject of the thesis was to get acquainted with the quality assurance methods during the construction of an element frame apartment building and to produce a document based on experience and research to help foremen during the quality assurance process of a frame erection. In the thesis the comprehensive effect of construction quality in the construction from the contractor's and customer's point of view was studied and a quality assurance document was produced for the use of construction sites. Information for the thesis was provided by an apartment building construction site of Peab Oy and the literature of Rakennustieto Oy. An open question interview was also conducted for contracts manager Mika Paavilainen and the corresponding site manager Heikki Leskinen of Peab Oy. The thesis provides a user-friendly and explicit quality assurance tool for foremen during the quality assurance process of the various stages of frame erection during the construction and the final output became very useful. The quality assurance document of the thesis stated classified.			
Keywords quality of construction, quality assurance, quality assurance document			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Taustat ja tavoitteet.....	5
1.2	Tilaaaja Peab Oy	6
1.3	Lyhenteet	6
2	RAKENTAMISEN LAATU.....	7
2.1	Laadun määritelmä	7
2.2	Lainsäädäntö	8
2.3	Standardit ja sertifikaatit	9
2.4	Laadun merkitys rakentamisessa.....	10
3	LAADUNVARMISTUKSEN OSAPUOLET	12
3.1	Viranomais määräykset	12
3.2	Rakennuttajan/tilaajan rooli laadunvarmistamisessa	13
3.3	Suunnittelun rooli laadunvarmistamisessa.....	15
3.4	Urakoitsijan rooli laadunvarmistamisessa	15
3.5	Urakoitsijan laadunvarmistusmenetelmät.....	16
4	LAADUNVARMISTUSASIAKIRJAN LAATIMINEN.....	18
4.1	Elementtirunkoisen kerrostalon runkovaiheen kulku	18
4.2	Laadunvarmistusta vaatien työvaiheiden kartoitus.....	19
4.2.1	Runkotyön korkomaailma ja mittatarkkuudet	19
4.2.2	Seinäelementtiasennus	20
4.2.3	Muut rakennusrungon elementtiasennukset	22
4.2.4	Saumavalut	23
4.2.5	Seinäelementtien asennusvirheiden vaikutus sisärakennusvaiheeseen	24
4.2.6	Ontelolaataston asennusvirheiden vaikutus sisärakennusvaiheeseen	24
4.2.7	Saumavalun virheiden vaikutus sisärakennusvaiheeseen.....	25
4.2.8	Suunnitteluvirheiden vaikutus	25
5	JOHTOPÄÄTÖS JA POHDINTA	26
5.1	Yhteenveto	26
5.2	Testaus ja käytettävyys.....	27
5.3	Johtopäätös.....	27
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	28

1 JOHDANTO

1.1 Taustat ja tavoitteet

Aihe opinnäytetyöhöni tuli yhteisen pohdinnan tuloksena tilaajan kanssa. Peabin Kuopion alueyksikön aluepäällikkö Juha Kuparinen ehdotti laadunvarmistukseen ja etenkin sisärakennusvaiheessa ilmeneviin ongelmiin liittyvää aihetta. Aloitin elementtirakenteisen kerrostalon runkovaiheen laadullisen tarkkailun kesällä 2016 työharjoittelun yhteydessä Peab Oy:n Kuopion Lehtoniemessä sijaitsevalla betonielementeistä tehtävällä kerrostalotyömaalla. Työmenetelminä käytin työnjohdon haastatteluja, aikaisempien työmaiden ja rakentamisen laatuvaatimusten tutkimista ja tarkkaa dokumentointia. Lopullisen muotonsa opinnäytetyö sai talvella 2017. Tilaaja Peab Oy oli minulle tuttu rakennusliike, sillä olen suorittanut kaikki työharjoittelut ja työskennellyt myös koulun ohella heidän työmaillaan Kuopiossa. Myös Peabin toimintatavat ja henkilöstö ovat minulle erittäin tuttuja.

Opinnäytetyön aiheena on tutkia elementtirakenteisen kerrostalotyömaan runkovaiheen laadullisia seikkoja ja niiden vaikutusta sisärakennusvaiheeseen. Opinnäytetyö koostuu kahdesta osasta, alustavasta ja pohtivasta teoriaosasta ja lopputuotteen muodostavasta laadunvarmistusasiakirjasta. Opinnäytetyöni teoriaosuus käsittelee laatua ja sen merkitystä rakentamisessa. Esittelen myös rakentamisprosessin laadunvarmistuksen eri osapuolet, heidän vastuunsa rakennushankkeen laadunvarmistuksessa ja erilaiset laadunvarmistusmenetelmät ja niihin liittyvän lainsäädännön. Itse opinnäytetyön tuotos on laadunvarmistusasiakirja, joka auttaa runkovaiheen aikana tapahtuvassa laadunvarmistuksessa sisärakennusvaiheen työvaiheita ajatellen.

Tavoitteena on tuottaa selkeä ja käyttökelpoinen laadunvarmistusasiakirja elementtirakenteisen kerrostalon runkovaiheeseen teoriaosuuden pohdinnan ja tutkimusten pohjalta. Laadunvarmistusasiakirja on suunnattu työmaan toimihenkilöiden käyttöön helpottamaan runkovaiheen aikana tapahtuvaa laadunvarmistamista työmaalla eri työvaiheiden aikana. Laadunvarmistusasiakirjan tavoitteena ja lähtökohtana on pyrkiä välttämään ja ennalta ehkäisemään mahdollisia laadullisia virheitä jo ennen niiden syntymistä. Opinnäytetyön tuotoksen tavoitteena on olla työnjohdon laadunvarmistustyökalu. Hyvään rakentamisen laatuun tähdätään ensisijaisesti rakennusvirheiden välttämiseksi, suunnitelmallisuudella ja asiakastyytyväisyydellä. Laadunvarmistusasiakirjan haluttiin olevan erittäin helppokäyttöinen, konkreettinen ja selkeä.

1.2 Tilaaja Peab Oy

Peab-konserni on Pohjoismainen suuri yhteiskuntarakentaja, jonka kotipaikka sijaitsee Ruotsissa. Peab on aloittanut toimintansa vuonna 1959. Peabilla työskentelee pohjoismaissa noin 14 000 henkilöä. Suomeen Peab rantautui vuonna 1999. Suomessa Peab-yhtiöt toimivat rakentamisen parissa usealla eri osa-alueella, joita ovat Peab Oy (rakentaminen), Peab Invest Oy (asunnot ja toimitilat), Peab Industri Oy (teollisuus), Peab Infra Oy (infrarakentaminen), sekä Lambertsson Oy (nosturit). Suomessa Peabilla työskentelee noin 800 henkilöä. Liikevaihto Suomessa on noin 260 milj. euroa vuodessa. Aluetoimistoja Peab Oy:ltä löytyy Helsingistä, Kuopiosta, Jyväskylästä, Seinäjoelta, Turusta, Tampereelta ja Oulusta.

Tämä opinnäytetyö tehdään Peab Oy:n Kuopion aluetoimistolle. Toimeksiantajana opinnäytetyössä toimii Kuopion aluetoimiston aluepäällikkö Juha Kuparinen. Kuopiossa Peab Oy:n toiminta painottuu uudisrakentamiseen etenkin asuntorakentamisen osalla.

1.3 Lyhenteet

CE = Conformite Europe

ISO = International Organization for Standardization

LVIS = lämpö-vesi-ilma-sähkö

MRL = Maankäyttö- ja rakennuslaki

RALA = Rakentamisen laatu ry

RYL = Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset

YM = Ympäristöministeriö

YSE1998 = Rakennusurakan yleiset sopimusehdot

2 RAKENTAMISEN LAATU

2.1 Laadun määritelmä

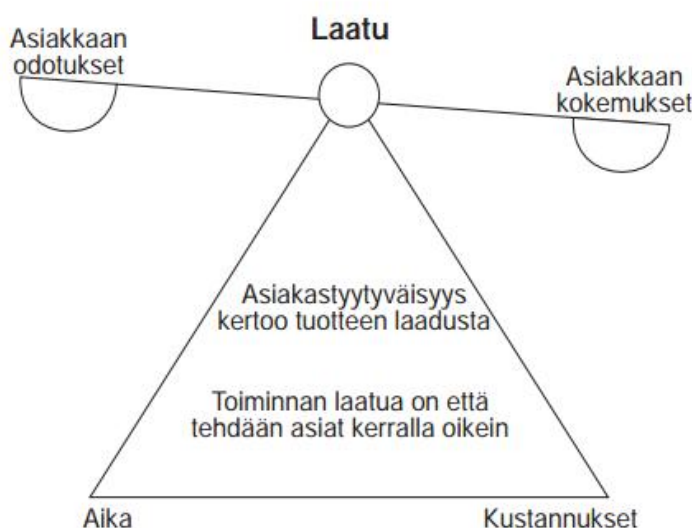
Laatu voidaan Kankaisen ja Junnoson (2001, 6) mukaan jakaa kahteen eri tasoon: tuotteen tai palvelun laatuun, sekä toiminnan eli prosessin laatuun. Tuotteen laatu nähdään usein kilpailutekijänä, asiakkaan odotuksien ja huomion herättäjänä. Toiminnan laatu toimii lähinnä yrityksen sisäisenä välineenä tuottavuuden parantamiseksi ja kustannusten alentamiseksi. Kuitenkin lopputuotteen laatu määräytyy pääasiassa toiminnan laadun mukaan

Tuotteen laadun elementit voidaan jakaa kolmeen osaan (Kankainen ja Junnonen 2001, 6)

- valmistuksen laatuun
- suunnittelun laatuun
- asiakkaan havaitsemaan suhteelliseen laatuun.

Valmistuksen laatu tarkoittaa sitä, miten hyvin tuote täyttää sille suunnittelussa asetetut vaatimukset. Suunnittelun laatu kuvaa, kuinka hyvin tuote tai palvelu on suunniteltu täyttämään asiakkaan vaatimukset, eli minkälaisia ominaisuuksia tuotteella on. Myös asiakkaan toiveet, tarpeet ja miellymykset tulee ottaa muiden rakennusprosessiin vaikuttavien seikkojen ohella tarkasti huomioon kun pyritään tuottamaan kaikkia miellyttävä laadukas lopputuote. Tuotteen laatuominaisuuksia koskevia päätöksiä ohjaavat suunnittelijoiden käsitykset asiakkaiden odotuksista. Suunnittelu vaikuttaa ensisijaisesti tuotteiden teknisiin ominaisuuksiin tai ulkonäköön. Asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu on hänen saamansa tuotteen laadun suhde odotettuun laatuun. Tuotteen laatu on silloin hyvä, kun asiakkaan kokema laatu vastaa hänen odotuksiaan. Asiakas haluaa teknisesti toimivan ja omiin tarpeisiinsa soveltuvan laadukkaan tuotteen. Asiakkaan kokemaan laatuun vaikuttavat suunnittelun ja valmistuksen lisäksi asiakaskontaktit sekä liiketoimintasuhteessa myös valmistajan ja asiakkaan liiketoimintaprosessien yhteensopivuus. (Kankainen ja Junnonen 2001, 6.)

Alapuoella näkyvästä Laatuksikirjan 2009 kuviosta on havaittavissa laadun eri tasot ja niiden muodostuminen.



KUVIO 1. Ajan, kustannusten ja laadun riippuvuus (Laatukäsikirja 2009, 9)

2.2 Lainsäädäntö

Suomessa maankäytön ja rakentamisen tärkein ohjauskeino on maankäyttö- ja rakennuslaki. Laki koskee alueen käyttöä, suunnittelua ja rakentamista. Tarkemmat säännökset ja määräykset alueiden käytöstä ja rakentamisesta sisältyvät maankäyttö- ja rakennusasetukseen sekä ympäristöministeriön asetuksiin. Kunnissa maankäyttöä ja rakentamista ohjataan kaavoituksella ja rakennusjärjestyksellä. Rakentamista koskevat maankäyttö ja rakennuslakia täydentävät määräykset ja ohjeet sisältyvät Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. (Ympäristöministeriö.)

Yleensä ottaen rakennustyöt on suoritettava siten, että ne täyttävät yleisen voimassa olevan lainsäädännön, sen nojalla säädettyjen asetusten ja määräysten, sekä hyvän rakentamistavan määräykset. Hyvä rakennustapa on vaikea määritellä ja se on hyvin aikaan sidonnainen, sillä tutkimukset ja kokeemukset antavat siitä jatkuvasti lisää tietoa. Määriteltäessä hyvää rakentamistapaa on lähteenä syytä käyttää ajanmukaisia Rakentamistöiden yleisiä laatuvaatimuksia, RYL.

Viranomainen on määrittänyt rakentamista koskevan vähimmäis- ja minimilaatutason, johon vähintäänkin rakentamisessa on päästävä. Viranomaisen keinoja rakentamisen laadun varmistamiseksi ovat rakennushankkeen osapuolten selkeän vastuunjaon ja kelpoisuuden varmistaminen jo lupavaiheessa tai aloituspalaverissa, olemassa olevien laatu- ja turvallisuusjärjestelmien käytön vaatiminen, sekä työmaavalvonnan vaatiminen. Viranomainen vaatii myös jokaiselta rakennushankeeseen ryhtyvältä tarkastusasiakirjan laatimista. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132, 150 §.)

Viranomainen suorittaa rakennushankkeessa työmaa- ja laatuvalvontaa. Valvonnan voi suorittaa myös osittain jokin muu kuin viranomaistaho. Tällöin rakennushankkeeseen ryhtyvä on veloitettu nimeämään rakennusvalvoja. Valvojan järjestämisestä vastaa usein hankkeen rakennuttaja. Asetetun valvojan tulee olla neutraali henkilö ja ammattitaidoltaan tehtävään soveltuva. Valvojan tehtävä on seurata työmaan laatua ja suunnitelmallisuudenmukaisuutta. Myös viranomainen voi halutessaan suorittaa erilaisia laatukselmuksia rakennettavalle kohteelle. Viranomaisen suorittamista laatu- ja rakentamiskatselmuksista esimerkkinä voidaan pitää esimerkiksi palotarkastusta ja sijaintikatselmusta. Katselmuksia voidaan suorittaa myös esimerkiksi eri rakenneosille ja LVIS-laitteistoille. Viranomainen selvittää ovatko tiettyyn rakennustyövaiheeseen kuuluvat toimenpiteet, tarkastukset ja selvitykset tehty. Puutteita havaitessaan viranomainen määrää kirjallisesti oikaisutoimenpiteistä ja määräajasta epäkohdan korjaamiseksi. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 151§.)

2.3 Standardit ja sertifikaatit

Laadun mittaamisen on kehitetty useita eri standardisoitua laatujärjestelmiä ja sertifikaatteja. Laatujärjestelmillä on tarkoitus tarkastella kokonaisvaltaista yrityksen laatutoimintaa. Laatujärjestelmät ovat usein riippumattomia yrityksen koosta, toimialasta tai organisaatiosta. Tunnetuimpia laatujärjestelmiä ovat standardisointijärjestö ISO:n kehittämät ISO 9000- ja ISO 14000 –standardisarjat. Laatujärjestelmäsertifikaatin määrittävät ulkopuoliset sertifioijat. Laatujärjestelmäsertifikaatit kertovat esimerkiksi yrityksen kokonaisvaltaisesta johdon, prosessien, toimintojen ja jatkuvan kehittämisen parantamista. Laatujärjestelmät ovat eräänlainen yrityksen näyteikkuna asiakkaille. (inspecta.com.)

On olemassa myös muita yrityksen kokonaisvaltaisista laadullisista ominaisuuksista kertovia mittareita ja sertifikaatteja. Esimerkiksi Rakentamisen laatu ry:n määrittämä RALA-pätevyys. RALA-pätevyys on vapaasti haettavissa ja se kertoo mm. yrityksen teknisestä osaamisesta, referenssipohjaisista resursseista ja tilaajavastuulain edellyttämien vaatimusten täyttämisestä. RALA-pätevyys nopeuttaa usein yrityksen toimintaa tarjousvaiheessa, sillä useat tekniset ja taloudelliset vaatimukset tulee täytetyksi RALA-pätevyydellä. (rala.fi.)

Useille rakennustuotteille ja materiaaleille on määriteltyjä erilaisia laatutodistuksia ja suoritustasoilmoituksia. Rakennusmateriaalitoimittajilla on usein selkeät ja kattavat ohjeet ja materiaalitiedot tuotteistaan. Esimerkiksi CE-merkinnällä tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja ilmoittaa viranomaisille tuotteen täyttävän direktiivit ja tuotteen turvallisuusvaatimukset. Suoritustasoilmoituksista selviää tuotteen käyttömahdollisuudet oikeissa olosuhteissa ja oikeilla menetelmillä. Usein valmistaja on määritellyt ja kuvaillut tuotteen käyttöikä, säilyvyyttä ja kelpoisuutta muiden rakennustuotteiden kanssa. Myös työntekijöiden täytyy hakea tiettyjen rakennusmateriaalien käsittelyyn ja työvaiheiden suorittamiseen omat sertifikaattinsa ja pätevyytensä. Esimerkkinä ovat vedeneristyspätevyys ja tulityölupa. Tällä tavoin varmistetaan, että työntekijältä löytyy riittävä ammattitaito ja tieto työvaiheen laadukkaaseen ja työturvalliseen suorittamiseen.

Tilaajayritykselleni Peab Oy:lle on myönnetty Inspectan ISO sertifioimat ISO 9001, ISO 14001, OH-SAS 18001, sekä RALA-pätevyys.

2.4 Laadun merkitys rakentamisessa

Rakennushanke on prosessi, jossa lopputuloksen ominaisuudet tarkentuvat edetessä tilaajan toiveista ja tarpeista vastaanotettavan rakennuksen kokonaisuuteen. Rakennus muodostuu rakennushankkeen eri osapuolten toiminnan ja toiminnan tulosten sekä annettujen tavoitteiden kautta. Rakennuttaminen, suunnittelu, materiaalit ja tuotanto yhdessä ratkaisevat, täyttääkö rakennus sille asetetut vaatimukset ja tavoitteet. (Kankainen ja Junnonen 2001, 26.)

Rakennuksen ja myös rakennusosien ja taloteknisten järjestelmien käytettävyyteen luetaan ne toiminnalliset ja tekniset ominaisuudet, jotka ovat edellytyksenä rakennuksessa tapahtuvalle toiminnalle. Osa käytettävyyteen liittyvistä ominaisuuksista, etenkin vaatimukset rakennuksen terveellisyydestä ja turvallisuudesta, määritetään maankäyttö- ja rakennuslaissa. Toiminnalliset ja tekniset vaatimukset kohdistuvat sisätilojen ja ulkoalueiden (Kankainen ja Junnonen 2001, 26.)

- rakennusosiin ja materiaaleihin
- teknisiin järjestelmiin
- viimeistelu ja varustelutasoon.

Toiminnallisia vaatimuksia asetetaan rakennuksen ja sen tilojen lisäksi materiaaleille ja järjestelmille sekä näiden muodostamalle kokonaisuudelle. Toiminnallisia vaatimuksia arvioidaan seuraavien tekijöiden perusteella:

- käyttötarkoitukseen soveltuvuus
- käyttötarkoituksen ja tilojen muunneltavuus
- käytön ja huollon ”helppous”
- korjauksen ja laajentamisen ”helppous”
- elinkaarikustannukset ja pääomantuottokyky.

(Kankainen ja Junnonen 2001, 2.)

Rakennusalalla vallitsevan kovan kilpailun ja markkinoilla olevien useiden palveluntarjoajien vuoksi on laatuksitteesta tullut yksi merkittävä markkinavaltti asiakkaita janoaville rakennusyrityksille. Yritykset pyrkivät kukin asiakkaita miellyttävän hintatason ohelle parhaaseen mahdolliseen rakentamisen laatuun. Laatu rakennusyritykset mittaavat erilaisin sertifikaatein ja standardein, sekä erilaisten mittarien, kuten QPR- ja TR-mittausten avulla. Media ja ammattikirjallisuus, kuten Rakennuslehti ja eri yhdistykset laittavat rakennusyrityksiä paremmuusjärjestykseen laadun suhteen. Laatu on siis entistä enemmän määräävänä tekijänä asiakkaan tehdessä sijoituspäätöstä kiinteistöstä.

Mediassa usein esillä olevat rakennusvirheistä ja home- ja kosteusvaurioista kertovat julkaisut ovat saaneet viranomaiset kiinnittämään entistä enemmän huomiota siihen, kuinka ja mistä materiaaleista rakennus on tehty. Havaitut virheet rakentamisessa ovat saaneet myös asiakkaat entistä tiukemmin rakentamisprosesseja. Oikeiden materiaalivalintojen lisäksi suuri merkitys home- ja mikrobivaurioiden ennaltaehkäisyssä on työmaa-aikainen kosteudenhallinta ja rakentamisen aikainen jatkuva laadunvarmistus. Rakennusmateriaalit ja rakennusosat täytyy pitää kuivana ennen asennusta ja sen jälkeen. Rakennusliikkeet ovat alkaneet käyttämään erilaisia sääsuojia ja huputuksia, jotka suojaavat sadevedeltä ja pitävät rakennuksen kuivana. Sääsuojien ja huputusten ansiosta rungon kuivuminen nopeutuu ja rakentamisen laatu paranee.

Rakennushankkeeseen haetaan luotettavaa ja laadukasta urakoitsijaa. Nykyään yleistyvä elinkaari-malli sitoo urakoitsijan useiksi vuosiksi rakennuksen käyttö- ja huoltoustannuksiin, joten rakentamisen aikaisiin laadullisiin tekijöihin ja laadunvalvontaan on entistä tärkeämpi kiinnittää huomiota. Kilpailuvalttina laatu on saanut yhä suuremman merkityksen rakentamisessa. Useat yritykset ovat alkaneet kehittämään omia laadunvalvontajärjestelmiään ja mittareitaan jatkuvan laadunvalvonnan ja laadun kehittämisen edesauttamiseksi.

3 LAADUNVARMISTUKSEN OSAPUOLET

3.1 Viranomaismääräykset

Rakennusvalvontaviranomainen voi rakennusluvassa tai aloituskokouksen perusteella edellyttää rakennushankkeeseen ryhtyvältä erillistä laadunvarmistusselvitystä toimenpiteistä rakentamisen laadun varmistamiseksi. Laadunvarmistusselvitystä voidaan edellyttää, jos rakennushanke tai osa siitä on erittäin vaativa tai jos aloituskokouksessa sovittujen menettelyjen perusteella ei voida perustellusti olettaa, että rakentamisessa saavutetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukainen lopputulos. (YM5/601/2015.)

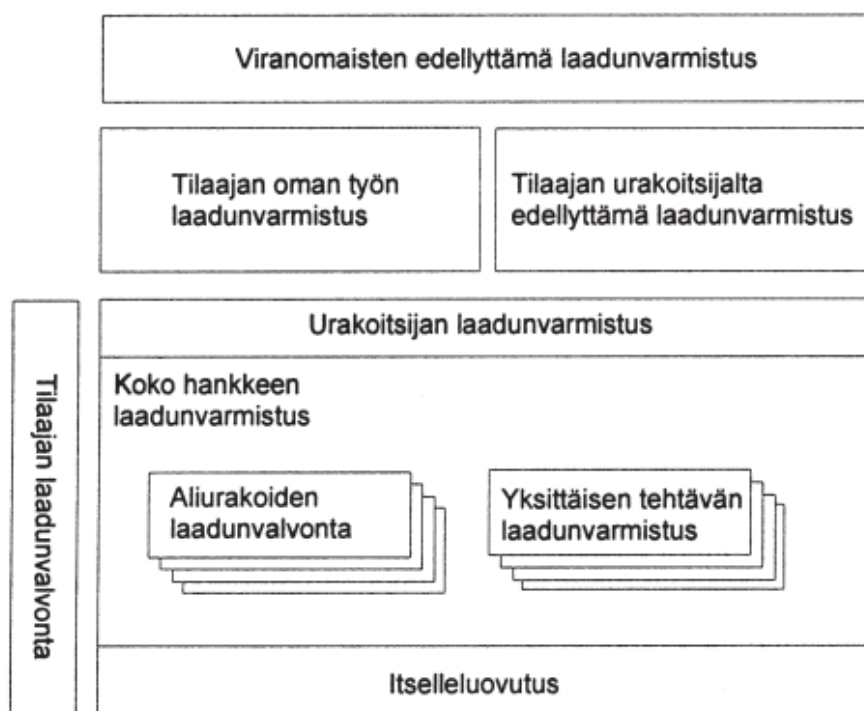
Laadunvarmistusselvitykseen on merkittävät olennaiset tiedot niistä toimista, joilla varmistetaan, että rakentamisessa saavutetaan vähintäänkin rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukainen lopputulos. Laadunvarmistusselvityksessä osoitettuja menettelyjä on noudatettava rakennustyössä. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on liitettävä laadunvarmistusselvitys maankäyttö- ja rakennuslain 150§:n mukaiseen rakennustyön tarkastusasiakirjaan. Myös ympäristöministeriön asetuksilla voidaan antaa tarkempia säännöksiä laadunvarmistusselvityksen sisällöstä. (YM5/601/2015.)

Yleensä laadunvarmistusasiakirjalta vaaditaan ainakin seuraavia asioita:

- rakennustyön aloittamisen edellytysten tarkistamista
- tarkastettavien työvaiheiden toteuttamisen edellytysten varmistamista
- rakennuksen turvallisuuden, terveellisyyden ja pitkäaikaiskestävyyden varmistaminen
- rakennustyön kosteudenhallinnan varmistaminen
- rakennusrungon runkokatselmus
- suunnitelmien noudattamisen varmistaminen
- käyttö- ja huolto-ohjeen laatimisen varmistaminen
- rakennusmateriaalien käytettävyyden varmistaminen
- katselmukset ja viranomaistarkastukset
- luovutus ja käyttöönottovaiheen laadunvarmistus.

Laatuasiakirjan viranomaisten asettamien veloitteiden täyttämistä vastaa rakennuttaja. Rakennuttaja voi vaatia toimeksiantamaltaan rakennusliikkeeltä laatuasiakirjan mukaisten toimenpiteiden täyttämistä, sekä niiden varmentamista. Viranomainen valvoo ja varmistaa yhdessä työmaavalvojan kanssa rakennushankkeen osapuolten noudattavan annettuja laadunvarmistustoimenpiteitä.

Viranomaiset pyrkivät myös korostamaan rakennushankkeen eri osapuolten vastuita. Usein päävastuu rakennushankkeessa kuuluu rakennuttajalle. Rakennuttaja on usein päättävä ja ohjaava taho, joka vastaa suunnittelusta, rakentamisesta ja laadunvarmistustavasta. Rakennuttaja varmistaa omilla toimillaan ja sopimuksillaan pätevät henkilöt hoitamaan edellemainittuja tehtäviä. Rakennushankkeen vastuut on hyvä sopia esimerkiksi aloituskokouksessa. Sopimusehtoina pidetään usein yleisesti käytössä olevaa YSE1998 sopimusasiakirjaa. Alla olevasta kuviosta ilmenee hankkeen laadunvarmistuksen eri osapuolten laadunvarmistustehtävät ja vastuut rooleittain. Kaikki laadunvarmistustehtävät tähtäävät luovutukseen ja lopullisen valmiin rakennustuotteen kokonaislaatuun.



KUVIO 2. Laadunvarmistuksen eri osapuolet ja roolit (Juha-Matti Junnonen 2001.)

3.2 Rakennuttajan/tilaajan rooli laadunvarmistamisessa

Rakennuttajaa laadunvarmistuksessa ohjaa pääasiassa viranomaisten asettamat vaatimukset ja Maankäyttö- ja rakennuslaki. Lisäksi rakennuttajan toiminnan ohjaamista säätelee Ympäristöministeriön asetukset sekä esimerkiksi rakentamisen yleiset laatuvaatimukset eli RYL. Rakennuttaja laatii myös oman hankekohtaisen laatusuunnitelmansa. Rakennuttajan hankekohtaisen laatusuunnitelman sisältöä ohjaa pääasiassa viranomaismääräykset. Apua laatusuunnitelman tekoon rakennuttaja saa yleensä organisaationsa valmiista laatusuunnitelmapohjasta, jonka hän muokkaa kyseiseen hankkeeseen sopivaksi. Rakennuttajan laatusuunnitelma sisältää mm. hankkeen laatutavoitteet, riskialttiiden työvaiheiden kartoituksen ja riskinhallintasuunnitelman. Rakennuttaja voi liittää laatusuunnitelmansa myös projektisuunnitelmansa yhteyteen. Laatusuunnitelman tarkoituksena on edistää rakennuttajan omaa laadunvarmistusta.

Rakennuttajan laadunvalvontatoimenpiteet sisältävät lisäksi eri rakentamiseen liittyvien asiakirjojen tarkastelua ja valmistelua ja niiden ristiriitaisuuksien ja puutteiden selvittämistä. Rakennuttaja vastaa lupa-asiakirjojen laatimisesta ja hankkimisesta. Rakennuttaja selvittää ja tutkii lähtötietojen riittävyyden ja tulevien urakoitsijoiden ja muiden rakentamisvaiheen osapuolten laadunvarmistusmenetelmien tarpeellisuuden ja tarvittavien dokumenttien laatimisen. Yksi rakennuttajan tärkeä rooli on työmaavalvonnan järjestäminen. Valvoja on rakennuttajan oma tai palkkaama ulkopuolinen rakennusalan ammattilainen, jonka tehtävänä on valvoa urakoitsijan tekemän työn sopimuksenmukaisuutta ja ennaltaehkäistä virheitä. Työmaavalvojan lisäksi myös viranomaiset suorittavat omaa valvontaansa rakennustyömaalla. Rakennuttajan laadunvarmistus edellyttää hyvää ja tiivistä kommunikointia suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa, jotta haluttuun ja sopimusten mukaiseen laatuun päästäisiin. Hyvä keino seurata laadunvarmistusta on pitää säännöllisin väliajoin kaikkia rakennushankkeen osapuolia koskevia seurantakokouksia. (Rakennustieto.)

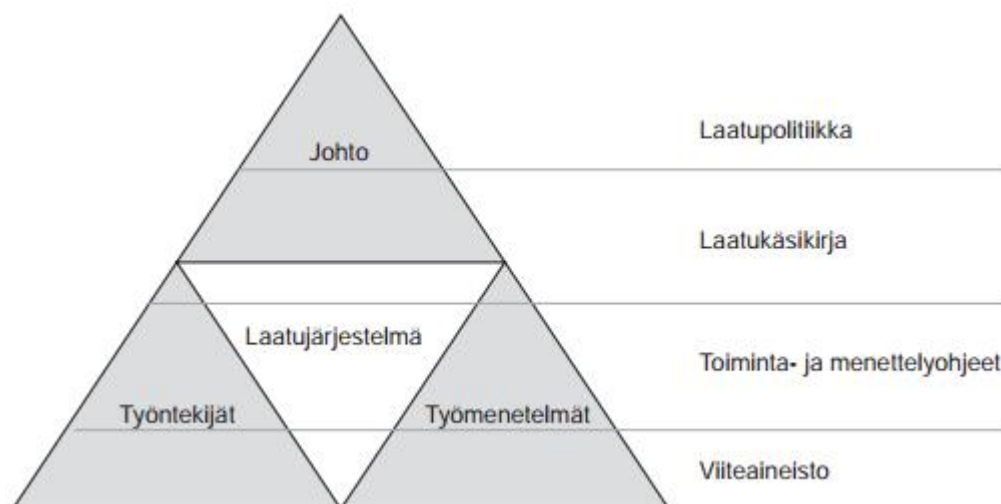
Rakennuttajan ja urakoitsijan toimia ohjaa heidän tekemänsä urakkasopimus. Usein käytettyyn YSE1998 ehtoihin lukeutuu rakennuttajaa sitova myötävaikutusvelvollisuus. Myötävaikutusvelvollisuus sitoo rakennuttajaa useisiin toimenpiteisiin, joilla varmistetaan urakoitsijalle sopimuksen vaatimustason mukaiset rakentamisolosuhteet. Rakennuttaja on siis velvoitettu antamaan urakoitsijalle YSE1998 edellyttämät mahdollisuudet rakennustöiden suorittamiselle.

Myötävaikutusvelvollisuuteen kuuluu:

- rakentamiseen vaadittavien viranomaislupien järjestäminen
- viranomaiskatselmusten ja suunnitelmien tarkastamisen maksaminen
- suunnitelma-aikataulun laatiminen yhdessä urakoitsijan kanssa
- suunnitelmien ajallaan toimittaminen urakoitsijalle
- sovittujen materiaalien ja rakennustarvikkeiden toimittaminen ajallaan
- työturvallisuusasiakirja työmaalle
- rakennusurakkaan kuulumattomista töistä urakoitsijoille aiheutuvien häiriöiden estäminen.

(Kankainen ja Junnonen 2001.)

Alla olevasta kuviosta ilmenee laatujärjestelmän muodostumisen tasot ja roolitukset.



KUVIO 3. Laatujärjestelmä ja sen asema laatujohtamisessa (Laatukäsikirja 2009, 10.)

3.3 Suunnittelun rooli laadunvarmistamisessa

Rakennuttaja tai tilaaja kokoaa hankkeelle suunnitteluorganisaation, joka vastaa lainsäädännön ja viranomaisten vaatimusten ja tilaajan toiveiden mukaan hankkeen suunnitelmista. Suurissa hankkeissa suunnittelijoita on useita. Suunnittelusta vastaavat usein erilaiset suunnittelutoimistot. Hankkeen suunnittelussa täytyy ottaa huomioon rakennus- ja rakenneteknisten lisäksi LVIS-suunnittelu. Suunnittelijat ovat veloitettu noudattamaan olemassa olevaa hyvää rakentamistapaa. Kaikkien suunnitelmien läpikäynti ja ristiriitaisuuksien ja päällekkäisyyksien etsiminen ennen rakentamisprosessin aloitusta on erittäin tärkeää. Suunnittelijoiden tulee myös valita suunnitteluratkaisuihin sopivat ja turvalliset materiaalit. Materiaalivalintoja ohjaa usein tilaaja ja esimerkiksi alueella oleva kaava.

Suunnittelijoiden on syytä olla tiiviissä yhteydessä urakoitsijaan suunnitelmiensa ja niiden toteuttamisen suhteen. Ohjeistus ja oikeiden työtapojen varmistaminen vaikuttavat suoraan rakennettavan tuotteen laatuun. Suunnittelijat vastaavat myös yhdessä tilaajan ja urakoitsijan kanssa suunnitelma-aikataulun laadinnasta. On tärkeää hankinnan ja tuotannon laadunvarmistuksen kannalta, että tarvittavat suunnitelmat löytyvät oikeaan aikaan oikeasta paikasta ja ovat niitä tarvitsevien henkilöiden käytössä riittävän ajoissa. Suunnitelmien laadulliseen läpikäyntiin ja tarkastamiseen tehtäväsuunnitelun aikana jää enemmän aikaa ja mahdolliset suunnitteluvirheet ja ristiriidat huomataan ajoissa jo ennen hankinnan suorittamista ja ennen tehtävän aloitusta.

3.4 Urakoitsijan rooli laadunvarmistamisessa

Urakoitsijan rooli laadunvarmistamisessa tapahtuu pääasiassa työmaalla. Laadunvarmistus voidaan jakaa koko työmaata koskeviin tai yksittäistä tehtävää koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin. Käytännössä tämä tapahtuu usein urakoitsijaa velvoittavan YSE1998 määrittämällä laatusuunnitelmalla. Laatusuunnitelma on laadittu ennen rakentamistyön aloittamista suunnittelijoiden ja tilaajan kanssa. Urakoitsijan laatusuunnitelmaa ohjaa myös hänen oma laatujärjestelmänsä. Laatujärjestelmä on urakoitsijan oma toiminnanohjausjärjestelmä, joka määrittää ne laadunvarmistustoimenpiteet, jotka on laadittu rakennusvirheiden ennaltaehkäisyyn ja laadunvalvonnan varmistamiseksi. Urakoitsija on siis veloitettu seuraamaan tekemien töidensä laatua laatujärjestelmän mukaisilla työkaluilla. Usein urakoitsijaorganisaatiosta löytyy valmis pohja laadunvarmistukseen, jonka avulla hän käy läpi ja seuraa työnsä laatua. Urakoitsija on myös luovutuksen lähestyessä vahvasti mukana eri suunnittelijoiden ja viranomaisten suorittamissa loppukatselmuksissa ja tarkastuksissa. Myös käyttöönoton jälkeinen takuun varmistaminen kuuluu urakoitsijan rooliin laadunvarmistuksessa. YSE1998 velvoittaa urakoitsijaan varmistamaan seuraavat toimenpiteet:

- urakoitsijan itselleluovutus ennen rakennuttajalle tapahtuvaa luovutusta
- havaittujen laatuvirheiden ja niiden korjaustoimenpiteiden tiedottaminen rakennuttajalle
- rakennusmateriaalien ja rakennusosien tarkastaminen ennen niiden asennusta
- järjestelmien käyttökokeiden ja mittauksen tekeminen
- sopimusasiakirjojen laatuksien suorittaminen.

3.5 Urakoitsijan laadunvarmistusmenetelmät

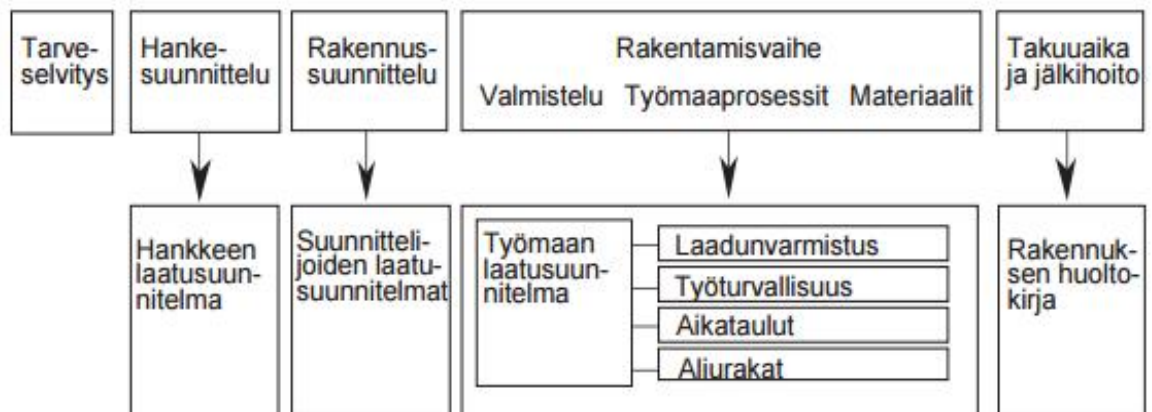
Urakoitsijan laadunvarmistukselle perustan antaa tilaajan tai rakennuttajan määrittämä laatutaso ja urakoitsijan tekemä oman laatu järjestelmän ohjaama laatusuunnitelma. Laatusuunnitelman sisällöllä on tarkoitus varmistaa tuotteen laadullinen kelpoisuus jokaisessa rakentamisvaiheessa, sekä myös rakennuksen käytön aikana. Tehdyn tuotteen tulee myös vastata sopimusasiakirjojen, suunnitelmien ja asiakkaan toivomusten mukaista laatua. Laatusuunnitelmaan kuuluu mm. työmaan eri työvaiheiden potentiaalisten ongelmien riskianalyysit, tehtäväsuunnitelmat ja laaturaportit.

Potentiaalisten ongelmien analyysissä urakoitsija selvittää työmaan tuotannon, hankintojen ja teknisten ongelmien seuraukset ja toimenpiteet niiden ennalta ehkäisemiseksi. Laatusuunnitelman tehtäväsuunnitelmassa kootaan yksittäistä tehtävää koskevat ajalliset ja taloudelliset tavoitteet, laatuvaatimukset, aloitusedellykset, potentiaalisten ongelmien analyysi ja työturvallisuusongelmat. Tehtäväsuunnittelu tapahtuu suunnitelmien ja hankkeen aikataulun pohjalta, kuitenkin laadusta tinkimättä. Tehtäväsuunnitelma antaa edellytykset ja konkreetiset keinot tehtävän laadulliselle läpiviennille. Tehtäväsuunnitelma toimii myös lähtötietona töiden alihankintapakettien muodostamisessa ja työmaan logististen toimintojen järjestämisessä ja suunnittelussa. Tehtäväsuunnitelmaa on syytä päivittää ja tarkentaa hankkeen edetessä. Laaturaportissa työnjohto kirjaa tehtävien laatuvaatimukset ennen tehtävän aloitusta ja valvoo suunnitellun laadun toteutumista kirjaamalla ne ylös laaturaporttiin. Laaturaportti dokumentoidaan ja talletetaan työmaan laatu kansioon, joka kohteen valmistuttua luovutetaan rakennuttajalle.

Laatusuunnitelmassa sovittuja konkreettisia työkaluja ovat esimerkiksi työmaan aloitus- ja seuranta kokoukset, rakennusmateriaalin laadun tarkastelu työmaan joka vaiheessa, työvaiheen malliasennukset ja mallihuoneet, katselmukset, järjestelmien käyttökokeet ja itselliluovutukset. Urakoitsijan on hyvä dokumentoida kaikki suorittamansa laadunvarmistusmittaukset ja mallikatsemukset. Tilaaja velvoittaa usein urakoitsijan seuraamaan myös käyttämiensä aliurakoitsijoiden työtä laadun varmistamiseksi. Menetelmillä havaitut virheet korjataan ja korjaustapa dokumentoidaan ja saatetaan tilaajan tietoon.

Urakoitsijan muita keinoja laadunvarmistuksessa hankkeen alkuvaiheessa on hyvä suunnitelmien ja laatu käsikirjan läpikäynti sekä tulevien työvaiheiden huolellinen valmistelu ja suunnittelu. Hankkeen suunnitteluun kuuluu myös hyvä ja tarkka aikatauluttaminen. Hyvällä aikataulusuunnittelulla onnistutaan työvaiheiden laadukkaassa läpiviennissä ja hyvän tehtäväsuunnittelun laatimisessa. Hyvä aikataulu myös ennaltaehkäisee yllättäviä ongelmilta ja viivästyksiltä. Materiaalin tilaamisen ja toimitamisen aikatauluttaminen, sekä niiden sitominen tehtäväsuunnitteluun ennalta ehkäisee esimerkiksi sääolosuhteiden haitallista vaikutusta rakennusmateriaaleihin. Lähtökohtaisesti rakennusmateriaalien ja rakennusosien tilaus tulisi ajoittaa siten, että varastointiaika saataisiin mahdollisimman pieneksi.

Työvaiheiden alkaessa urakoitsijan on myös syytä kiinnittää huomiota aloituspalaverin oikeaan ja riittävään sisältöön ja sovittuihin laatuvaatimuksiin. Urakoitsijan keinoina laadunvarmistuksessa työvaiheiden aikana ovat erilaiset mittaukset, mittarit, kokeet ja dokumentointi. Usein työmaatoimiston seinällä olevasta laatusuunnitelmasta on helppo seurata ja tarkkailla työmaan laadunvarmistustoimenpiteitä ja työmaan laadullisia seikkoja. Alla olevasta kuviosta käy ilmi rakennushankkeen eri laatusuunnitelmat ja niiden sijoittuminen rakennushankkeen kulkuun. Urakoitsijan kasaama huoltokirja toimii käyttö- ja huolto-ohjeena rakennuksen käyttäjille. Rakennuksen käyttäjiin luetaan asukkaiden lisäksi kiinteistönhoidosta vastaavat huoltomiehet, sekä tiloja siivoavat henkilöt. Huoltokirjalla urakoitsija haluaa varmistaa rakentamiensa tilojen oikeanlaisen ja laadukkaan käytön ja huollon.



KUVIO 4. Laatusuunnitelmat rakennushankkeen aikana (RATU S-1180, 2.)

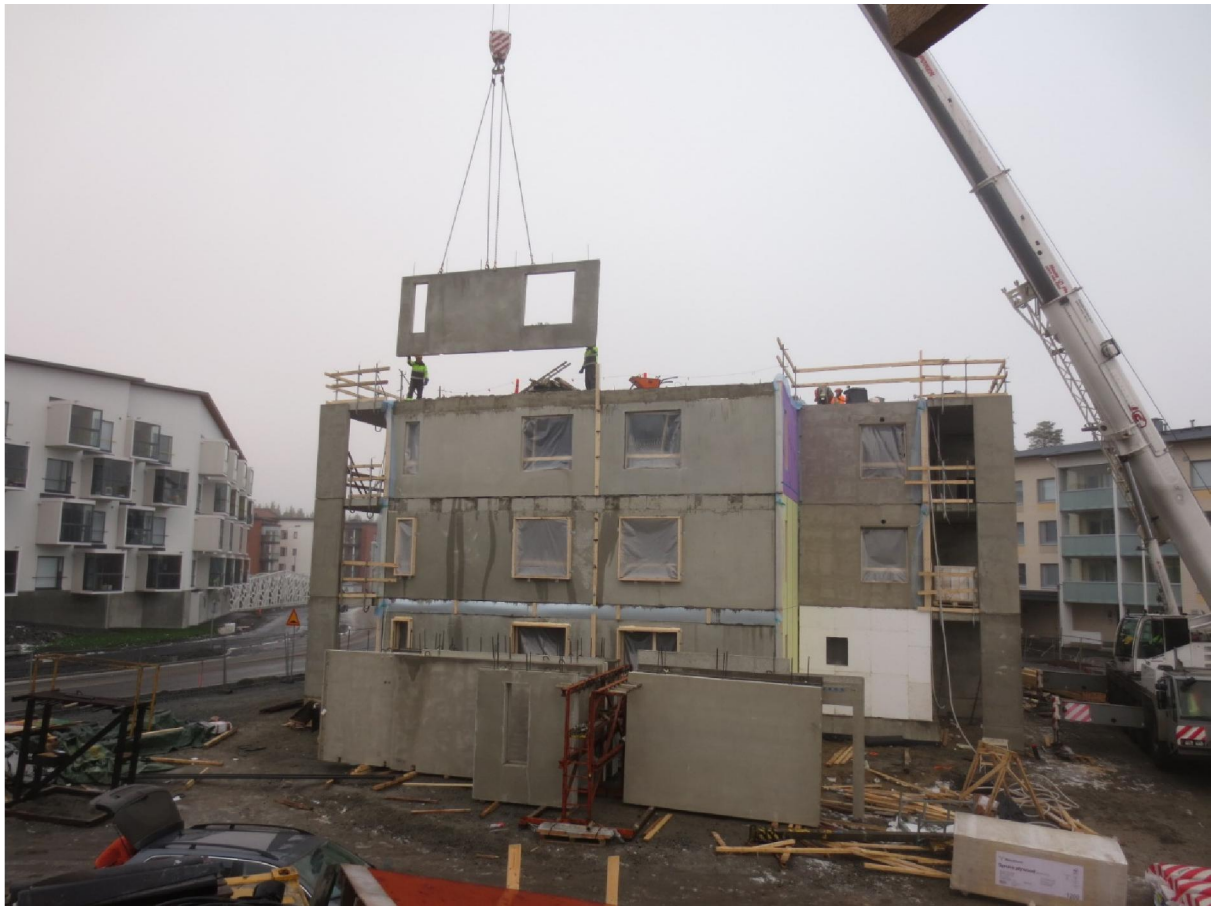
4 LAADUNVARMISTUSASIAKIRJAN LAATIMINEN

4.1 Elementtirunkoisen kerrostalon runkovaiheen kulku

Talon rakennusrunko on rakennetekniikan kannalta rakennuksen tärkein osa. Runkoon liitetään muut rakennusosat, joten rakennuksen rungon täytyy olla laadullisesti hyvin tehty. Elementtirunkoratkaisulla rakennettu runko on tällä hetkellä yleisin kerrostalon runkoratkaisu. Elementtirunko koostuu betonisista seinäelementeistä ja yleensä ontelolaatta välipohjaelementeistä. Elementit tuotetaan elementtitehtaalla suunnittelijoiden tekemien tilaajan tarpeet huomioivien suunnitelmien pohjalta. Elementtitehdas valvoo ja varmistaa tekemiensä elementtien laatua ja suunnitelmien mukaisuutta jatkuvasti oman laadunvarmistussuunnitelmansa mukaisesti. Kun elementit on saatu toimitusvalmiiksi, ne kuljetetaan työmaalle rekalla. Ensimmäinen työmaalla tapahtuva laadunvarmistusmenetelmä elementtien saapuessa on tarkastaa suunnitelmien, rahtikirjojen ja rekan kyydissä olevien elementtien paikkansa pitävyys.

Runkotyön johtaja laatii hyvissä ajoin elementtiasennussuunnitelman ja hyväksyttää sen rakennesuunnittelijoilla. Elementtiasennussuunnitelma kertoo elementtien toimitusjärjestyksen ja aikataulun elementtitehtaalle. Elementtiasennussuunnitelmasta selviää myös elementti asennusjärjestys ja asennusprosessin kulku sisältäen työturvallisuuden ja laadunvarmistamisen. Hyvin tehty elementtiasennussuunnitelma luo pohjan runkotyön laadulliselle ja aikataululliselle onnistumiselle. Elementtirungon pystytyksen ajallinen kesto koko hankkeeseen menevästä ajasta on noin 15-25 %. Runkovaiheessa voidaan kuitenkin saada huonon työsuunnittelun tai virheiden takia erittäin suuria menoeriä ja aikataulumyöhästymisiä sisärakennusvaiheeseen.

Elementtirakentamiselle on tyypillistä toistuvat työvaiheet. Usein kerroksien elementtiratkaisut ovat keskenään identtisiä. Kierto tapahtuu yleensä seinärunko- ja välipohjaelementtien asennusten vuorotellen. Rakennusrunkoon asennetaan yleensä seinäelementtien ja välipohjaelementtien lisäksi parveke-, porras-, hissikuilu- ja mahdollisia erikoiselementtejä. Toistuville työvaiheille on helppo suunnitella säännölliset ja oikea-aikaiset laadunvarmistusmenetelmät. Runkovaiheen päätyttyä pyydetään viranomaista suorittamaan runkokatselmus. Laadunvarmistus runkovaiheen aikana on erittäin tärkeää, jotta mahdolliset virheet pystytään korjaamaan heti niiden synnyttyä, eikä virheet pääse kertaantumaa tai heijastumaan sisärakennusvaiheen aikana



KUVA 1. Elementtirungon pystytystä Lehtoniemessä 2014-12-05 (Kuparinen)

4.2 Laadunvarmistusta vaativien työvaiheiden kartoitus

4.2.1 Runkotyön korkomaailma ja mittatarkkuudet

Yläpuolen kuvassa näkyvä rakennusrunko nousee usein kovalla vauhdilla, jolloin korko- ja mittatarkkuuksiin on syytä kiinnittää erittäin paljon huomiota. Myös suunnitelmien täytyy olla selkeitä ja tarkastettuja mahdollisten mittapoikkeamien ja mittavirheiden osalta. Mittamiehen täytyy asettaa mittapisteet ja merkit tarkasti, selkeästi ja suunnitelmien mukaisesti paikoilleen, koska pienilläkin seinälinjan poikkeamille voi olla suuret vaikutukset sisärakennusvaiheen aikana. Oikeaan korkoon ja paikkaan asentamalla vältetään kalliilta ja aikaa vieviltä timanttisahausta ja piikkaustöiltä. Mittavirheillä on myös tapana kertaantua jos niihin ei huomata puuttua tarpeeksi ajoissa, joten mittastyö on syytä suorittaa rauhassa ja hyvissä ajoin ennen elementtiasennustyön aloitusta. Mittamiehen täytyy olla hyvin ajan tasalla käytettävistä suunnitelmista ja elementtiasennustöiden kulusta. Runkovaiheen aikana olisi hyvä jos mittamies asettaisi aina rungon edetessä metrin mittakorona sovittuun ja kaikkien tietämään paikkaan, sillä yhteisestä metrin korosta on hyvä ottaa korkopisteet työmaalla tehtäviin töihin. Yhteinen metrin korko helpottaa myös aliurakoitsijoiden työtä ja ennaltaehkäisee korkovirheiden ja sekaannusten määrää työmaalla työvaiheiden edetessä.

4.2.2 Seinäelementtiasennus

Seinäelementtiasennukseen on olemassa useita asennusohjeistuksia ja kortistoja. Hyvänä ja luotettavana ohjeistuksena voidaan pitää esimerkiksi Rakennusteollisuus ry:n Rakennusteollisuuden laatu 2009 kirjasta löytyvää betonielementtityön ohjeistusta. Seinäelementtiasennuksessa on syytä huomioida asennusolosuhteet ennen elementtiasennusta, sen aikana ja sen jälkeen. Asennusalan täytyy olla tasainen ja puhdas. Alustan ja asennettavan elementin väliin jäävän raon, asennuspalan ylimmästä kohdasta mitattuna, täytyy olla vähintään 10 mm riittävän tarttumisen varmistamiseksi. Juurivalua tehtäessä on syytä varmistaa, että sauma tulee riittävän täyteen pystysaumabetonia. Ylimääräinen ja pursuava sauma leikataan pois esimerkiksi laastikauhalla. Vaikka seinäelementtiasennuksessa on kyse valmiista elementistä, täytyy asennuksessa huomioida jälkihoitotoimenpiteet. Seinäelementtiasennuksen jälkihoitotoimenpiteinä voidaan pitää alapuolen kuvassa näkyvien elementtitukien riittävän kireyden varmistamista, pystysuoruuden tarkastamista ja mahdollista säätämistä. Elementtitukien kireyden säätö ja itse elementtien pystysuoruus on vielä syytä varmistaa ennen päälle asennettavan ontelolaataston asennusta. Myös mahdolliset elementtien hitsauskiinnitykset tulee suortittaa riittävällä ammattitaidolla ja oikeissa asennusolosuhteissa.

Seinäelementtien rakentamistoleranssit normaaliluokassa: (Betonielementtien toleranssit 2011)

- Sivusijainti	+/-15mm
- Sivusijainti ylä- tai alapuolen seinästä	+/-10mm
- Vapaaväli	+/-15mm
- Sauman leveys	
▪ sandwich, elastinen	+/-8mm
▪ väliseinä	+/-10mm
- Hammastus kaikissa suunnissa	8mm
- Yläreunan korkoasema	+/-10mm
- Poikkeama pystysuoruudesta	h/400



KUVA 2. Seinäelementtien asennuksen jälkeinen tuenta 2014-12-05 (Kuparinen)

Ontelolaataston asennus

Seinäelementtien päälle asennettava alapuolen kuvassa näkyvän ontelolaataston asentamiseen löytyy seinäelementtien asentamisen tapaan useita ohjeistuksia. Tärkeää ennen ontelolaataston asentamista on varmistaa, että alapuoliset rakenteet on asennettu oikein ja riittävällä mittatarkkuudella. Seinäelementtien tuenta on myös syytä tarkastaa, jotta se kestää päälle asennettavan ontelolaataston. Myös ontelolaataston tukipinnat seinäelementteihin on syytä varmistaa, jotta kantavuusvaatimuksiin päästäisiin. Ennen ontelolaataston asennusta tehtävä ontelolaattojen paikalleenmittaus on syytä tehdä huolella, jotta itse asennus olisi helpompaa ja tarkempaa. Samalla ennaltaehkäistään myös ontelolaattojen keskenäisiä hammastuksia ja kaltevuus- ja korkoeroja.

Esijännitettyjen ontelolaattojen rakentamistoleranssit: (Betonielementtien asennustoleranssit 2011)

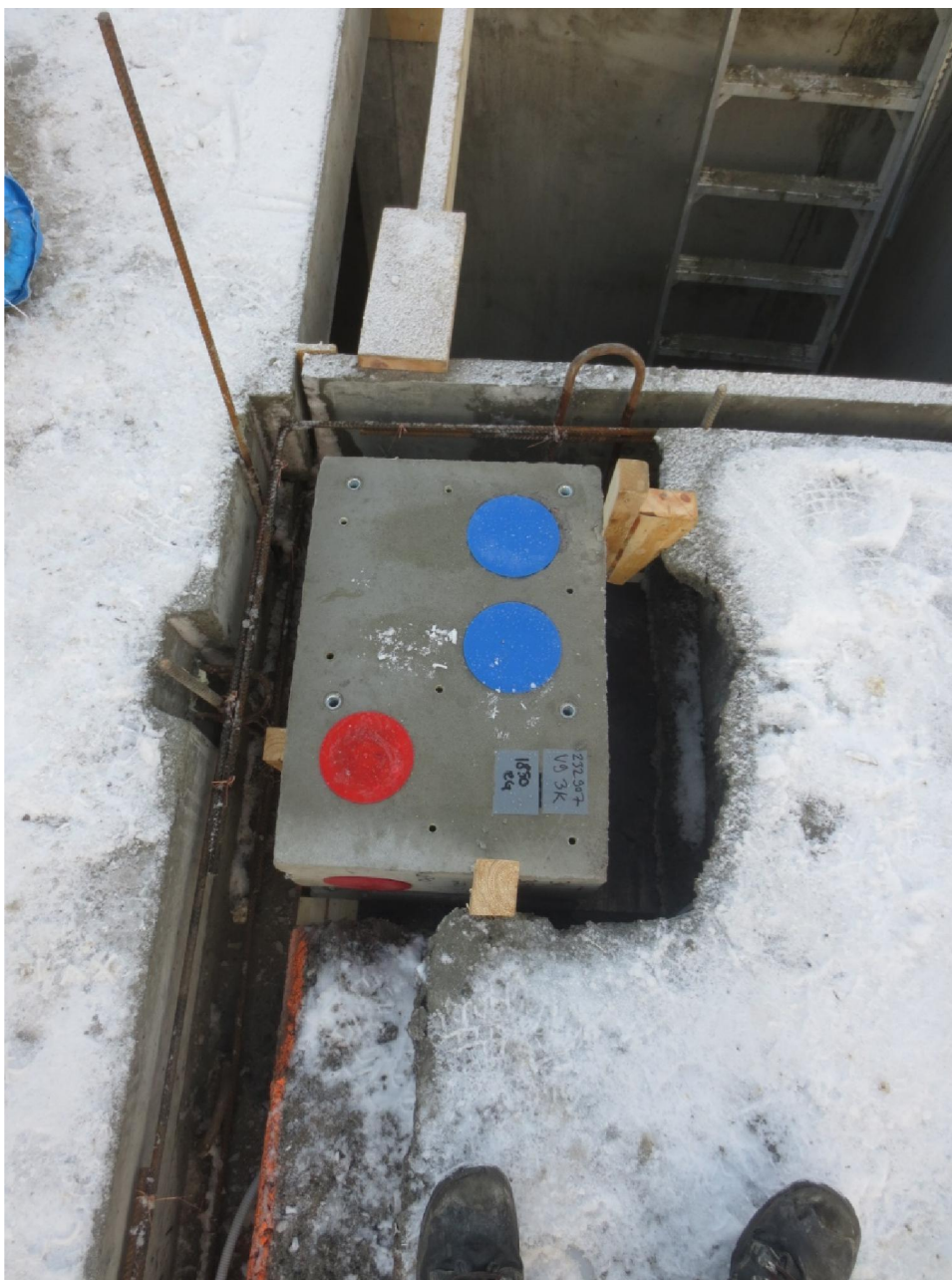
- Sivusijainti	+/- 20mm
- Sauman leveys alapinnassa	-4mm...12mm
- Sauman hammastus alapinnassa	
▪ tuella	5mm
▪ keskellä	8mm
- Korkeusasema tuella	
▪ yläpinnassa tasoite	+/-8mm
▪ yläpinnassa pintabetoni	+/-15mm
- Tukipituus (l)	-20mm, kun $h < 400\text{mm}$
	-25mm, kun $h > 400\text{mm}$
- Vähimmäistukipinnat seinäliitokseen	50mm



KUVA 3. Ontelolaatasto asennettuna 2015-01-11 (Kuparinen)

4.2.3 Muut rakennusrungon elementtiasennukset

Seinäelementtien ja ontelolaattaelementtien lisäksi rakennusrunkoon asennetaan usein esimerkiksi parvekepieli-, hissikuilu-, porras-, parvekelaatta ja hormielementtejä. Myös näiden elementtien asennuksessa noudatetaan pitkälti samaa kaavaa kuin esimerkiksi seinäelementtien osalta. Yksi mainittava seikka on kuitenkin, että useat edellä mainituista elementeistä jäävät usein pinnoiltaan asennuksen aikaselle tasolle, joten elementtejä käsiteltäessä ja asentaessa on syytä välttää kolhimasta niitä. Nykyään myös paljon käytettävien alapuolen kuvassa näkyvien hormielementtien asennuksessa on syytä huolehtia, ettei hormistoon pääse unohtumaan betoninökreitä, jotka voivat haitata hormiston toimintaa. On myös syytä varmistaa ettei hormielementit ovat päässeet vaurioitumaan asennuksen tai saumavalun yhteydessä.



KUVA 4. Hormielementti asennettuna odottamassa saumavalua 2014-12-11 (Kuparinen)

4.2.4 Saumavalut

Seinä- ja välipohjaelementit täytyy asennuksen jälkeen saumata betonilla, jotta liitoksista saadaan tiiviitä ja rakenteet saadaan pysymään kasassa. Seinäelementtien osalta saumausta tapahtuu usein asennuksen yhteydessä tehtävästä elementin alapään vaakasaumauksesta, sekä itse elementtiasennuksen jälkeisestä elementtien keskenäisten pystysaumojen saumaamisesta ja ontelolaataston ja seinäelementtien yläpään vaakasauman saumaamisesta. Seinäelementtien saumausten mahdolliset muotitukset eli tukkolaudoitukset on syytä tehdä tiiviiksi, jotta saumat saadaan valettua täyteen ja ilman ylimääräisiä purseita. Tukkeiden purku tulee suunnitella siten, että betoni on saavuttanut riittävän lujuuden. Usein elementtisaumauksessa ja etenkin niiden pystysaumoissa käytetään myös pumpattavaa pystysaumabetonia. Tällöin on syytä varmistaa sauman riittävä syvyys ja paksuus sekä saumauksen jälkeinen oikeanlainen jälkihoito ja sauman muotoilu. Tällöin saumaukselle varmistetaan riittävät ja oikeanlaiset lujuudenkehittymisolosuhteet jolloin vältetään halkeiluilta ja ylimääräiseltä piikkaus ja timanttisauhaustyöltä.

Ontelolaataston saumausta tapahtuu valmisbetonista valamalla, kuten alapuolen kuvasta käy ilmi. Valussa käytetään usein betonipumppuautoa ontelolaattakentän suuren pinta-alan takia. Ennen ontelolaataston saumavalua täytyy ontelolaattojen saumoihin tulevat LVIS-asennukset, ontelolaatat toisiinsa sitovat raudoitukset ja ylempien kerrosten tartunnat asentaa paikoilleen. Piiloon jäävät rakenteet on syytä dokumentoida tulevien työvaiheiden helpottamiseksi. Ontelolaataston saumavalun jälkeen on ontelolaataston alapuolen kerrokseen syytä järjestää riittävä lämmitys, jolla turvataan saumavalun lujuudenkehitys.



KUVA 5. Ontelolaataston saumaus 2014-12-01 (Kuparinen)

Runkovaiheen aikana tehtyjen virheiden vaikutus sisärakennusvaiheeseen

Itse runkovaiheessa esimerkiksi ensimmäisen kerroksen seinäelementtien mittavirheet vaikuttavat runkovaiheen seuraviin työvaiheisiin oleellisesti ja korjaustoimenpiteitä voidaan joutua tekemään jo kesken rungon pystytyksen. Usein kiireisessä runkovaiheessa on mahdoton silmäääräisesti edes havaita virheitä, siksi olisikin tärkeää laatia työmaalle rutiininomainen tarkastustapa. Runkovaiheen toistuvan työvaihekierron takia onkin helppo muodostaa rutiinit rakennuslaadun tarkkailemiseksi. Laadunvarmistuksesta huolimatta runkovaiheen rakennusvirheet havaitaan usein vasta sisärakennusvaiheessa esimerkiksi tasoitetöiden alkaessa. Ohessa on jaolteltu tärkeimpien runkovaiheen työvaiheiden osalta virheiden merkittävimmät laadulliset, hankaloittavat ja kalliit merkitykset sisärakennusvaiheeseen.

4.2.5 Seinäelementtien asennusvirheiden vaikutus sisärakennusvaiheeseen

Seinäelementit voidaan asentaa joko pystysuunnasta tai vaakasuunnasta katsottaessa vinoon. Pystysuunnan mittavirheet johtuvat usein huolimattomasta elementtien asennuksesta, tuennasta ja elementtitukien löystymisestä ennen ontelolaataston asentamisesta tai sen aikana. Sisärakennusvaiheen alussa seinien etuoikaisua tehtäessä ennen tasoitetöiden alkua voidaan seinäpintaa joutua oikomaan tai piikkaamaan useita senttejä. Myös peräkkäin tai suorassa kulmassa olevien elementtien ollessa kallellaan joudutaan usein tekemään suuria oikaisukerroksia ja piikkauksia. Pahimmassa tapauksessa seinä pintaa täytyy piikata niin paljon, että sen sisällä oleva tekniikka joudutaan asentamaan uudestaan. Vaakasuunnan mittapoikkeamat seinäelementeissä vaikuttavat ontelolaataston tukipintoihin, jolloin päälle asennettava ontelolaattaelementti voi käydä liian ahtaaksi tai tukipinta liian pieneksi mittavirheiden takia. Vaakasuunnan mittavirheet elementtiasennuksessa vaikuttavat myös elementtien sisällä olevan LVIS-tekniikan sijoittumiseen etenkin ahtaissa tarkkaan mitoitetuissa ja paljon tekniikkaa sisältävissä keittiöissä ja kylpyhuoneissa.

4.2.6 Ontelolaataston asennusvirheiden vaikutus sisärakennusvaiheeseen

Ontelolaatasto asennetaan aina kerroksen seinäelementtien asennuksen jälkeen usein yhdellä asennuskerralla. Seinäelementtien täytyy olla siis siinä kunnossa, että ontelolaatosta voidaan asentaa jouhevasta suoraan kuormasta paikoillen. Ontelolaataston yleisiä asennusvirheitä ovat esimerkiksi vierekkäisten ontelolaattojen hammastukset, kololaattojen mittapoikkeamat, asennuslappujen virheellisestä korosta johtuvat ontelolaattojen epäsuoruudet ja liian ahtaat sovitukset, jolloin tekniikalle ja saumaraudoitukselle ei jää riittävää tilaa. Ontelolaattojen hammastukset aiheuttavat pintavalun aikana haasteita lattiapinnan suoruuden saavuttamisessa. Pintavalua voidaan joutua kasvattamaan, jolloin suunniteltu korkotaso voi häiriintyä. Usein kylpyhuoneiden kohdalle tulevien kololaattojen mittapoikkeamien takia joudutaan suorittamaan piikkaus, timanttisahaus ja korjausvalu toimenpiteitä.

Yhtä lailla seinäpintojen tapaan ontelolaataston alapinta pyritään betonipintojen etuoikaisun aikana saamaan suoraksi. Hammastuksia voidaan yrittää korjata ennen ontelolaataston saumavalua asettamalla ontelolaattojen päälle painokuormaa tai taljaamalla yksittäisiä ontelolaattoja alapuolelta taljan ja vemojen avulla. Sisärakennusvaiheessa ontelolaattojen hammastusten ja elementtien mittavirheiden korjaus aiheuttaa paljon lisätyötä ja lisäkustannuksia. Ahtaat sovitukset esimerkiksi elpo-hormien varausten kohdalla voi aiheuttaa suuriakin timanttisahausta toimenpiteitä.

4.2.7 Saumavalun virheiden vaikutus sisärakennusvaiheeseen

Molempien seinä- ja ontelolaattaelementtien liitokset täytyy saumavalua asennuksen jälkeen, jotta rakennusrungosta saadaan tarpeeksi jäykkä ja luja. Saumavalut on syytä toteuttaa huolella, sillä vajoaksi jäädessään joudutaan esimerkiksi seinäelementtien pystysaumot täyttämään vielä jälkikäteen etuoikaisun yhteydessä. Jos saumavalut valetaan liian täyteen, joudutaan taas tekemään työläisiä piikkaustöitä. Sama pätee myös ontelolaataston saumavalussa. Saumabetoni on syytä levittää ja tasoittaa huolella esimerkiksi kumilastan avulla. Saumavalun aikaiset ylimääräiset valupurseet joudutaan piikkaamaan tasaiseksi ennen pintabetonivalua esimerkiksi painepetkeleellä. Myös ontelolaataston päälle tulevan pintavalun kerrospaksuutta voidaan muuten joutua kasvattamaan yli tarpeen. Lattiakoron nousu vaikuttaa suoraan esimerkiksi kalusteiden ja ovien asennukseen. Elementtien saumavalut ja niiden jälkihoitotoimenpiteet tulee suorittaa huolellisesti. Liian nopesti kovettuessaan saumat voivat alkaa halkeilemaan. Halkeilua on usein vaikea saada kuriin ja sen on tapana uusiutua aika ajoin.

4.2.8 Suunnitteluvirheiden vaikutus

Elementtitehdas valmistaa betonielementit suunnittelijoiden tekemien suunnitelmien mukaan. Seinäelementtien osalta suunnitteluvirheitä syntyy usein elementtien sisällä olevan LVIS-tekniikan paikka- ja mittavirheistä ja väärin suunnitteluarvojen käytöstä. Esimerkiksi pistorasiat voivat jäädä kalusteiden tai patteriputkien taakse piiloon, tai keittiön viemäriputki voi osua juuri jätevaunun kohdalle. Ontelolaattojen osalta varaukset ja muut tekniikan läpivienneille tehtävät reiät voivat olla väärissä kohdissa tai puuttua kokonaan. Joskus esimerkiksi parvekelaatta- ja porraselementeissä voi sattua korkovirheitä, jolloin valmistettavat elementit eivät välttämättä mahdu niille suunnitelluille paikoille tai syntyy tarpeettomia kynnyksiä ja pykällyksiä.

5 JOHTOPÄÄTÖS JA POHDINTA

5.1 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia ja käsitellä rakennushankkeen yleisiä laadunvarmistukseen liittyviä toimenpiteitä ja käytäntöjä. Pohtivana ja teoreettisena osuutena käsiteltiin yleisesti laatukäsittelyä, lainsäädäntöä ja laadunvarmistuksen työnjakoa koko rakennushankkeen aikana. Opinnäytetyön pohdinnan perusteella tuotin kerrostalotyömaan runkovaiheen laadunvarmistukseen käytettävän laadunvarmistusasiakirjan työmaahenkilöstön käyttöön. Opinnäytetyö oli siis kaksiosainen. Opinnäytetyössä käytetty aineisto on koottu lueteltavista rakennusalan tietolähteistä. Lähteinä olen käyttänyt mm. Rakennustiedon ja Rakennusteollisuuden julkaisuja ja kirjallisuutta. Opinnäytetyön lopputuotoksen aineiston on kasattu saatujen kokemusteni pohjalta, sekä tilaajan aikaisemmin havaitsemien merkittävien runkovaiheen laatuun vaikuttavien laatuvirheiden pohjalta. Olen tarkastellut myös runkovaiheen aikaisten laatuvirheiden vaikutusta sisärakennusvaiheeseen ja sen johdosta syntyville korjaustoimenpiteille.

Laadunvarmistusasiakirja on tarkoitettu käytettäväksi runkovaiheen aikana eri työvaiheiden edetessä. Tarkastustehtävät on jaoteltu työmaan runkovaiheakataulun tehtävien järjestyksen mukaisesti. Tärkeimmät tarkastettavat rakennusvaiheet on mietitty yhdessä tilaajan kanssa. Tuotokseen olen poiminut vain merkittävimmät ja laajimmat runkovaiheen työvaiheet, jotta laadunvarmistusasiakirja saatiin pidettyä helppokäyttöisenä ja käytännöllisenä. Laadunvarmistusasiakirjan pääkohdat ovat seinäelementtiasennus, ontelolaatta-asennus ja saumavalut. Jokainen pääkohta on jaoteltu ennen työvaiheen aloitusta, työvaiheen aikana ja työvaiheen jälkeen tehtäviin laadunvarmistustoimenpiteisiin. Laadunvarmistustehtävät ovat jokaisessa rakennusrungon kerroksessa hyvin pitkälti toistuvia, joten laadunvarmistusasiakirja on jaoteltu kerroksittain tehtäviin laadunvarmistustoimenpiteisiin. Tärkeänä osana laadunvarmistusasiakirjassa on huomioitu laadunvarmistustehtävän tekijä ja se milloin laadunvarmistustehtävä on kirjattu tehdyksi. Tällöin voidaan ajoittaa oikeat tehtävät tehtäväksi oikeassa ajassa.

Laadunvarmistusasiakirja on suunniteltu käytettäväksi erityisesti pääurakoitsijan käyttöön. Laadunvarmistusasiakirjan käyttö on riippumatonta siitä kuka rakennusrungon pystytyksen suorittaa. Asiakirja on pääurakoitsijan varmistustyökalu, jolla hän voi seurata joko aliurakoitsijoiden tai omien työryhmiensä työn laatua ja koko työmaan etemisen kannalta tärkeitä laadullisia seikkoja. Laadunvarmistusasiakirjan ehdotomasti tärkein tarkoitus on olla avustava erittäin helppokäyttöinen työkalu koko työmään laadunvarmistukseen. Tuotos on tarkoitus tulostaa työmaatoimiston seinällä auttamaan runkovaiheen laadunvarmistuksessa.

5.2 Testaus ja käytettävyys

Laadunvarmistusasiakirjaa on tarkoitus testata Peab Oy:n rakenteilla olevalla Puijonlaaksoon rakennettavalla As. Oy Tuulikellon työmaalla. Laadunvarmistusasiakirja on koottu aikaisemmin havaittujen kokemusten pohjalta ja olen esitellyt tuotostani Peab Oy: eri työnjohtajille, joten uskon sen sisällön olevan painottunut oikeisiin laadunvarmistustoimenpiteisiin ja menetelmien olevan riittävän tarkat ja selkeät. Myös laadunvarmistusasiakirjan käytettävyyden uskon olevan helppoa selkeiden ja konkreettisten laadunvarmistuskeinojen ja tehtävien kuvausten takia. Tuotokseni käsittelee vain täysbetonielementtirunkoista kerrostaloa, jonka välipohjat on toteutettu ontelolaatoista, joten sen käyttö rajautuu parhaan hyödyn saamiseksi vain edellä mainitun runkoratkaisujen omaaviin työmaihin. Laadunvarmistusasiakirjassa olevat pääkohdat rakentamisessa tuskin muuttuvat mihinkään, joten radikaalia päivitystä ei tarvitse juuri tehdä. Runkoratkaisujen vaihdellessa voidaan laadunvarmistusasiakirjaa täydentää. Jokainen työmaa on erilainen ja jokaisella työmaalla voidaan käyttää myös jotain erikoisratkaisuja, jotka vaativat tarkkaa laadunvalvontaa. Tällöin laadunvarmistusasiakirjaan voidaan helposti lisätä uusia laadunvarmistustehtäviä ja poistaa sellaisia tehtäviä, jotka eivät ole ajankohtaisia tietyillä työmailla. Ennen tuottamaani laadunvarmistusasiakirjan käyttöä on syytä tarkastaa työmaan runkovaiheen aikataulu ja selvittää ovatko laadunvarmistusasiakirjan laadunvarmistustehtävät yhtäläiset aikataulussa olevien työvaiheiden osalta.

5.3 Johtopäätös

Tilaaajan ja itse asettamieni tavoitteiden osalta opinnäytetyöni täyttää annetut vaatimukset. Tilajaa sai käyttöönsä haluamansa laadunvarmistusasiakirjan runkovaiheen työvaiheiden laadunvarmistuksen helpottamiseksi. Laadunvarmistusasiakirjan sisällöstä saatiin kokonaisvaltaisen rakentamisen laadun tarkkailun ansiosta kattava ja kokonaisvaltainen. Laadunvarmistusasiakirjasta muodostui tilaaajan toiveiden mukaisesti helppokäyttöinen ja selkeä. Valitut laadunvarmistustehtävät sisältävät runkovaiheen kannalta merkittävimmät runkovaiheenrakentamisen laatuun vaikuttavat tehtävät. Opinnäytetyön tuotoksen oli tarkoitus tähdätä runkovaiheen aikana tehtävillä laadunvarmistustoimenpiteillä sisärakennusvaiheessa ilmenevien runkovaiheen virheiden ennaltaehkäisyyn ja minimointiin. Kokonaisuutena pääsin opinnäytetyön osalta asettamiini tavoitteisiin.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

INSPECTA GROUP. (Inspecto Group verkkosivu). [viitattu 2017-01-13]) Saatavilla <http://www.inspecta.com/fi/Palvelut/Sertifointi/>

JUNNONEN, Juha-Matti 2001. Rakennushankkeen laadunvarmistus [verkkodokumentti] [Viitattu 2017-01-13.] Saatavilla <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>

KANKAINEN, Jouko ja JUNNONEN, Juha-Matti 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Tampere: Tammer-paino Oy

MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAKI 1999/132, §150 (verkkoinaisto). Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L20P150>

MÄKI, Tarja, KOSKENVESA, Anssi ja SAHLSTEDT, Satu 2009. Rakennustöiden laatu 2009. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosätiö RTS, Rakennustieto Oy.

ONTELO- JA TT-LAATTAELEMENTTITYÖ. RATU 0389. 2012 [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2017-02-19] Saatavissa <https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortistot/tuotteet/108323.html.stx>

PEAB OY 2017. (Peab Oy Verkkosivu). (viitattu 2017-01-13.) Saatavilla <http://www.peab.fi/>

RALA RY. (RALA Ry verkkosivu). [viitattu 2017-01-13]. Saatavilla <http://www.rala.fi/tuotteet/patevyys/>

RunkoRYL 2010 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. RT-14-11016. Helsinki: RAKENNUSTIETO [2017-02-19] Saatavilla <https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortistot/tuotteet/106032.html.stx>

VÄLI- JA ULKOSEINÄELEMENTTITYÖ. RATU 0392. 2012. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2017-02-19] Saatavissa <https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortistot/tuotteet/108326.html.stx>