

Ville Liisanantti

## **TYÖMAAN LAATUSUUNNITELMA**

# **TYÖMAAN LAATUSUUNNITELMA**

Ville Liisanantti  
Opinnäytetyö  
Kevät 2016  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, Talorakennuksen suuntautumislinja

---

Tekijä(t): Ville Liisanantti  
Opinnäytetyön nimi: Työmaan laatusuunnitelma  
Työn ohjaaja(t): Lehtori Martti Hekkanen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: 06/2016 Sivumäärä: 39 + 4 liitettä

---

Rakennustyömaan laatusuunnitelman tarkoitus on varmistaa, että työmaalla tehtävät rakennustyöt, aikataulut, rakennusmateriaalien hankinnat ja kommunikointi rakennustyöhön liittyvissä päätöksentekotilanteissa sujuvat moitteettomasti ja virheitä välttäen. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda oululaiselle rakennusalan yritykselle työmaakohtainen laatusuunnitelma, joka sisältää sekä suunnittelun että lopputuotteen laadunvarmistuksen. Opinnäytetyössä keskityttiin työmaan laadunvarmistukseen tilaajan toiveiden mukaisesti.

Opinnäytetyössä perehdyttiin rakennusmääräyksiä koskeviin asetuksiin. Lisäksi tietoa hankittiin haastattelemalla pientalojen rakentamiseen keskittyvän tilaajayrityksen toimitusjohtajaa. Haastatteluissa käytiin läpi yrityksen toimintatapoja ja tarpeita. Opinnäytetyö rajattiin koskemaan työmaan laatusuunnitelmaa, sen sijaan kokonaisvaltaista laatujärjestelmää ei luotu.

Opinnäytetyössä laaditussa laatusuunnitelmassa käytiin ensin läpi suunnitteluvaiheen laatusuunnitelmat ja tämän jälkeen tuotantoprosessin laatusuunnitelmat työvaiheittain. Kattava, tilaajan tarpeita vastaava laatusuunnitelma sisältää myös ripauksen laatufilosofiaa, mikä katsottiin hyväksi lähtökohdaksi laatusuunnitelmalle. Työn tuloksena syntyi As Oy Modenan työmaalle laatusuunnitelma, jossa on otettu huomioon rakennusprojektin laajuus ja toistuvuus. Työmaalle tulee useampia samankaltaisia rakennuksia, joissa voidaan toistaa samaa laatusuunnitelmaa ja tehtäväsuunnitelmia koko työmaan ajan.

---

Asiasanat: laatu, laatusuunnitelma, laadunvarmistus

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Construction Engineering, House Building

---

Author(s): Ville Liisanantti

Title of thesis: Quality Plan

Supervisor(s): Senior Lecturer Martti Hekkanen

Term and year when the thesis was submitted: 6/2016

Pages: 39 + 4 ap-

pendices

---

The subject of this thesis was to create a quality plan to a construction project called Apartment LTD Modena. The purpose of this quality plan is to promote quality and ensure the comprehensive quality in building. By comprehensive quality in this case is meant quality of planning, work and end product. These previously mentioned things have been dealt in the thesis. The thesis is created by customer's wishes.

For the information search the internet and construction literature was used the most. The specific information was collected from construction laws, standards and regulations. Interviewing the managing director of the main company/customer of the thesis, was also one of the biggest source of the information. The managing director set the bounds of the quality plan.

The end result of the thesis is a comprehensive and responsible quality plan for the company for later use. It includes a bit of philosophy of quality which was a good start for the quality plan. There is the quality plans for a planning step of the building in the thesis. Then there is the quality plans for the production process by work steps.

---

Keywords: quality, quality plan, building

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	1
ABSTRACT	2
SISÄLLYS	3
1 JOHDANTO	5
2 LAATUFILOSOFIA	6
3 TYÖMAAN SUUNNITTELU	10
3.1 Toimintatavat	10
3.1.1 Kokouskäytäntö	10
3.1.2 Viestintä	11
3.1.3 Toiminnan dokumentointi ja arkistointi	12
3.1.4 Hankintojen hallinta	13
3.2 Suunnitelmat	13
3.2.1 Laadunvarmistusmatriisi	14
3.2.2 Aluesuunnitelma	14
3.2.3 Työturvallisuussuunnitelma	15
3.2.4 Yleisaikataulu	15
3.2.5 Kosteudenhallintasuunnitelma	16
3.2.6 Rakennustyön tarkastusasiakirja	16
4 RAKENNUSVAIHE	18
4.1 Pohjarakennus ja perustukset	18
4.1.1 Perustustöiden riskien hallinta	18
4.1.2 Perustustöiden laadunvarmistus	19
4.2 Rakennuksen vaipan tiiveys	20
4.3 Ulkoseinät	22
4.3.1 Ulkoseinätöiden riskien hallinta	22
4.3.2 Ulkoseinätöiden laadunvarmistus	23
4.4 Vesikattotyöt	24
4.4.1 Vesikattotyön tehtäväsuunnitelma	24
4.4.2 Vesikattotöiden riskien hallinta	26
4.4.3 Vesikattotöiden laadunvarmistus	26
5 KOHTEEN KÄYTTÖÖNOTTO JA LUOVUTUS	29

5.1 Käyttöönottotarkastus	29
5.2 Itselleluovutus	29
5.3 Käyttö- ja huolto-ohje	29
5.4 Lopputarkastus	30
6 POHDINTA	31
LÄHTEET	34
KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA	37

## 1 JOHDANTO

Laatusuunnitelma on toimivalle rakennustyömaalle välttämätön, laatua varmistava ja urakoitsijan toimintaa ohjaava asiakirja. Laatusuunnitelmassa määritellään, millaista laatua rakennuskohteeseen tavoitellaan ja mitkä ovat konkreettiset keinot halutun laatutason saavuttamiseksi. Laatusuunnitelma sisältää mm. laadunohjaus- ja laadunvarmistustoimenpiteet sekä urakoitsijan työturvallisuustoimenpiteet. Tavoitteena on hyvin organisoitu, tehokas työmaa ja laatutavoitteet täyttävä lopputuote.

Työn tilaaja Rakennusliike Kiventerä Oy on haukiputaalainen pieni rakennusyri-tytys, joka on perustettu vuonna 2012. Yritys on keskittynyt rakentamaan omakotitaloja Oulun talousalueella. Kohteet ovat pääasiassa puisia omakotitaloja.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä rakennusliike Kiventerä Oy:lle työmaa-kohtainen laatusuunnitelma helpottamaan työnjohtoa laadukkaan toiminnan ja lopputuotteen saavuttamiseksi. Opinnäytetyö voi toimia myös pohjana laaditta-essa laatusuunnitelmia seuraaville työmaille. Kyseisen yrityksen rakennuskoh-teet ovat tähän asti olleet pääasiassa omakotitalohankkeita, eikä yritys ole aikai-emmin käyttänyt erillistä laatusuunnitelmaa kohteissaan.

Tämä opinnäytetyö tehdään erillispientalokohteeseen, johon on suunniteltu 18 puurakenteista asunto-osaketta. Asunto-osakeyhtiö on nimeltään As Oy Mo-dena. Rakentaminen on tarkoitus aloittaa jo keväällä 2017. Opinnäytetyössä keskitytään niin suunnittelun, toiminnan kuin myös lopputuotteen laatuun vaikut-taviin tekijöihin.

## 2 LAATUFILOSOFIA

Sana laatu voidaan käsittää monella tavalla riippuen toimijan arvoista ja päämääristä. Laatu rakennusyrityksessä merkitsee suurimman hyödyn tavoittelua säädösten ja normien mukaisin keinoin. Se on oikein suhteutettu yhdistelmä eri laadunosatekijöistä kokonaisvaltaisesti parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. On tärkeää löytää se laatutaso, jossa asiakkaan tyytyväisyys ja rakennusyrityksen tuotto kohtaavat. On myös tärkeä oppia tunnistamaan ne työvaiheet, joissa pystytään säästämään tinkimättä kuitenkaan laadusta samassa suhteessa.

(Ratu KI-6025. 2014, 8.)

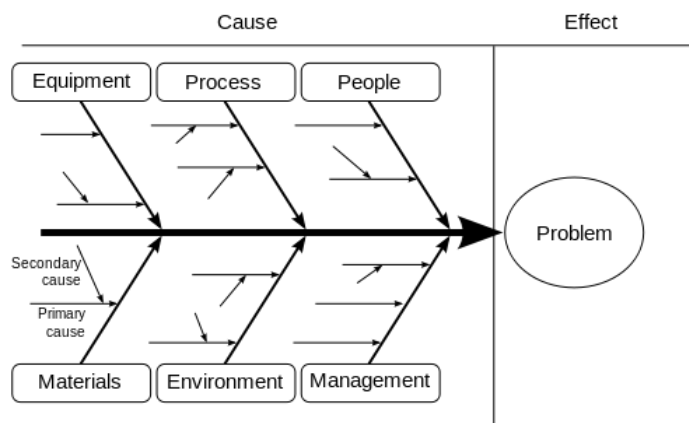
Laadunosatekijöillä tässä tapauksessa tarkoitetaan esimerkiksi kokonaiskustannuksia eli rakennustuotteen lopullista hintaa ja yritykselle jäävää katetta, asiakkaan tyytyväisyyttä, yrityksen imagoa ynnä muita vastaavia tekijöitä. Paras lopputulos syntyy, kun rakennustyö on tehty sellaisella tavalla, johon on käytetty oikeissa suhteissa näitä laadunosatekijöitä. Esimerkiksi budjetti on suunniteltu siten, että lopputuote on mahdollisimman monelle asiakkaalle helposti ostettavissa, mutta josta kuitenkin jää rakennusyritykselle riittävästi katetta yrityksen menestymiseksi. Tämä tuottaa mahdollisimman paljon tyytyväisiä asiakkaita (tähän vaikuttavat tietenkin muutkin rakennuksen fyysiset laatutekijät), jolloin yrityksen imago säilyy mahdollisimman hyvänä. Liian pienillä loppukustannuksilla on kuitenkin vaikea rakentaa, joten on löydettävä oikeat suhteet esimerkiksi näille edellä mainituille laadunosatekijöille. (Kiventerä 2016.)

Laatuajattelun kehityksessä tapahtui suuri harppaus teollistumisen myötä. Huomattiin, että laatua pystyttiin tuottamaan ennalta ehkäisevästi, eikä vain virheiden kautta. Tästä syntyi laatujohtamisen käsite 1950-luvulla. Laatuprosessin ennakoiva suunnittelu teki tuotteiden kehittämisestä aiempaa kustannustehokkaampaa. Yhdysvaltalainen laatuajattelija Philip Crosby tiesi tämän ja hänen tunnetuin lauseensa onkin ”Quality is free” (Suom. ”laatu on ilmaista”). Hänen mukaansa laatu tarkoittaa säännösten mukaisten toleranssien täyttämistä. Crosby ajatusmalli soveltuukin hyvin rakennustyön laadunvarmistukseen, kun tarkastellaan rakennustuotteen laatua. (Ratu KI-6025. 2014, 8; Laatu. 2015.)



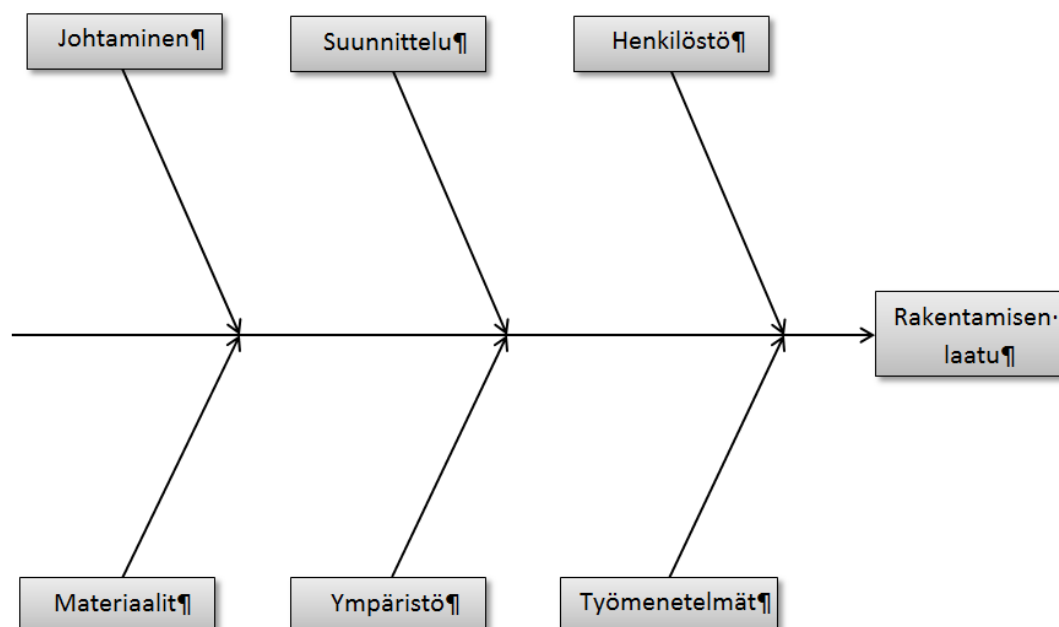
Toinen yhdysvaltalainen laatufilosofi William Edwards Deming lähestyi laatua toiminnan kehittämisen kautta. Hän ei niinkään keskittynyt kehittämään tuotteen ominaisuuksia vaan tuotannon toimivuutta. Demingin ajatus oli, että huonon laadun syynä ovat vaihtelut tuotteen suunnittelussa ja tuotannossa. Hyvään laatuun päästään siis poistamalla näistä muuttujat ja epävarmuustekijät. Hänen ajatusmallinsa pyrkii kehittämään niin suunnittelun kuin myös tuotannon laatua järjestelmien kautta. Esimerkiksi rakennustyömaa ilman sovittuja toimintamalleja luo mahdollisuuden muuttujille, jotka lisäävät epävarmuutta ja näin ollen huonontavat laatua. (Laatu. 2015.)

Kaoyru Ishikawan kehittämä kalanruotokaavio on tunnettu laatujohtamisen ja prosessin kehittämisen työkalu, jota käytetään niin asioiden luokitteluun kuin myös ongelmanratkaisuun. Kalanruotokaaviossa seuraus tai ongelma on merkitty niin sanotun selkärangan päähän ja siihen vaikuttavat pääosatekijät on jokainen merkitty omalla haarallaan. Jokainen määrittelee pääosatekijät itse. Yleensä käytettyjä pääosatekijöitä ovat johtaminen, koneet, materiaalit, ympäristö, mittaukset, henkilöstö ja menetelmät. Pääosatekijöihin ensisijaisesti vaikuttavat tekijät on merkitty nuolella aina kyseisen pääosatekijän haaraan ja nuoleen on merkitty pääosatekijään vaikuttavat osatekijät. Osatekijänuoliin voidaan vielä tarvittaessa lisätä osatekijöihin liittyviä osatekijöitä nuolilla, jotta ongelma saadaan perin pohjin ratkaistua. Tätä jatketaan niin kauan, että esimerkiksi ongelman ratkaisussa ongelman aiheuttajat on perinpohjaisesti tutkittu, jotta ne pystytään välttämään ennalta ehkäisevästi. Kuvassa 1 on esimerkki yksinkertaisesta kalanruotokaaviosta. (Laatu. 2015; Kalanruotokaavio. 2016; Karjalainen. 2007.)



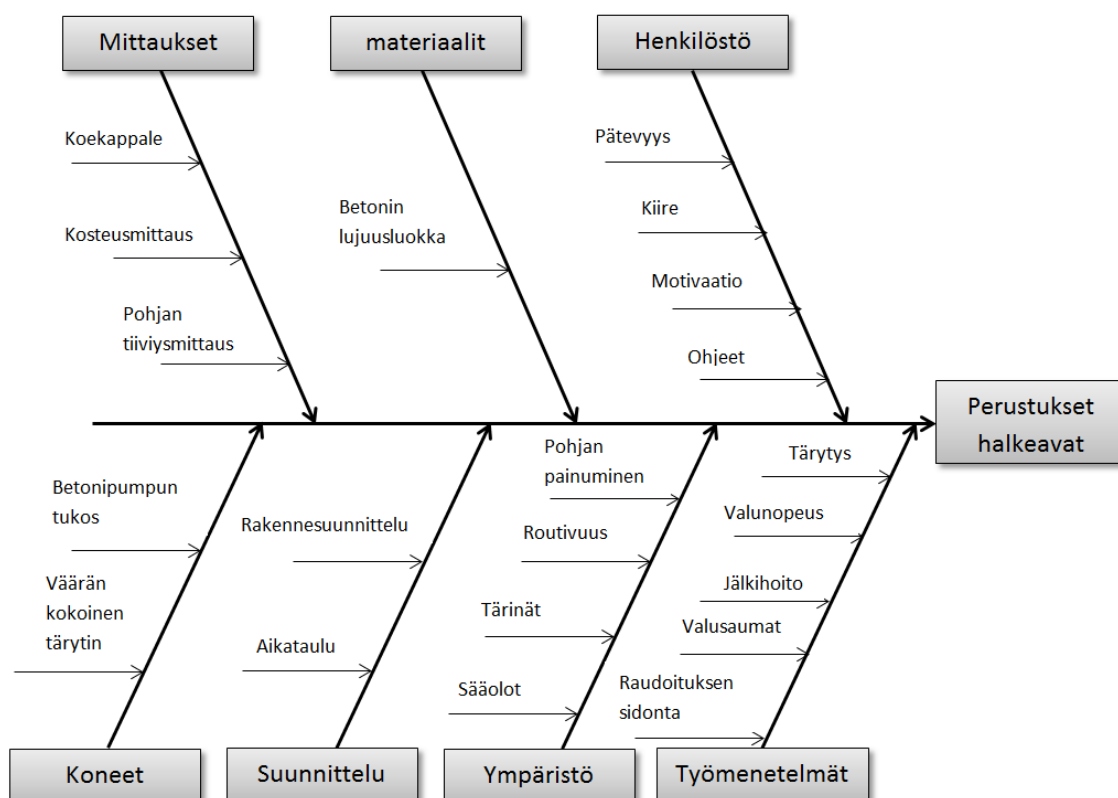
KUVA 1. Yksinkertainen kalanruotokaavio (Kalanruotokaavio. 2016)

Kalanruotokaavio soveltuu yleisellä tasolla hyvin rakentamisen laadun osatekijöiden luokitteluun. Se on hyvä apuväline laatuun vaikuttavan kokonaiskuvan muodostamisessa ja auttaa pilkkomaan kokonaisuuksia pienempiin osiin. Kuvaan 2 on merkitty rakentamisen laatuun vaikuttavat pääosatekijät. (Kalanruotokaavio. 2016.)



KUVA 2. Kalanruotokaavio tekijöiden luokittelun apuna

Tehtävätasolla Ishikawan kalanruotokaavio soveltuu hyvin laadunohjauksen työkaluksi. Potentiaalisten ongelmien analyysissä käydään läpi mahdolliset virheet, niiden syyt, ennalta ehkäisevät toimenpiteet sekä korjaustoimenpiteet. Mitä paremmin pystytään kartoittamaan virheeseen johtavat syyt ja ottamaan nämä huomioon esimerkiksi tehtäväsuunnitelmaa laadittaessa, sitä pienemmäksi virheen riski muuttuu. Kuvassa 3 on esimerkki kalanruotokaavion käyttämisestä ongelmanratkaisun välineenä. (Ratu KI-6025. 2014, 36.)



KUVA 3. Kalanruotokaavio ongelmanratkaisun välineenä

### **3 TYÖMAAN SUUNNITTELU**

Rakennusprojekteissa laatuun vaikuttavat keskeisimmät tekijät ja suunnitelmat käydään läpi projektin alussa, jo ennen varsinaista rakennusvaihetta. Nämä tekijät mahdollistavat kohteen turvallisen ja kustannustehokkaan läpiviemisen. (Kiventerä 2016.)

#### **3.1 Toimintatavat**

Yritystä perustettaessa sille laaditaan tietynlaiset toimintatavat, joiden raameissa työmaata viedään eteenpäin. Tiedonkulku ja asioiden dokumentointi ynnä muut työnjohtoa koskevat tehtävät esittävät tärkeää roolia rakennusprojektin hallinnassa ja niille on yhdessä sovittava tietynlaiset toimintatavat sekaannusten ja mahdollisten virheiden välttämiseksi. Toimintatavat sisältävät työmaan kokouskäytännöt, viestinnän kanavat, dokumentointikäytännöt ja hankintojen hallinnan. (Ratu KI-6025. 2014, 40.)

##### **3.1.1 Kokouskäytäntö**

Kohteen etenemistä seurataan ja ohjataan säännöllisten kokousten avulla. Kokoukset dokumentoidaan kokouspöytäkirjoiksi työmaalle ja arkistoidaan kohteen valmistuttua. Kokousasiakirjojen tarkoitus on edistää työmaan tiedonkulkua ja välttää epäselvyyksien syntymistä. (Ratu KI-6025. 2014, 35.)

Kokouspöytäkirjat lähetetään asianomaisille puhtaaksi kirjoitettuna kokouksen jälkeen, jotta jokaiselle jää kirjallinen dokumentti kokouksessa sovituista asioista. Kokouksissa sovittuihin asioihin voidaan vedota myöhemmin esimerkiksi riitatilanteissa, joten kokouspöytäkirjat on tehtävä huolella. Taulukossa 1 on esitetty As Oy Modenan työmaan kokouskäytännöt. (Ratu KI-6025. 2014, 35.)

TAULUKKO 1. As Oy Modena, työmaan kokouskäytännöt

<u>Kokous</u>	<u>Asiat</u>	<u>Osallistujat</u>	<u>Ajankohta</u>	<u>Dokumentti</u>
<b>Työmaakokous</b>	Sopimukset, suunnittelu ja valvonta	Toimitusjohtaja, vastaava mestari ja työnjohtaja	Kerran kuussa	Pöytäkirja
<b>Urakoitsijakokoukset</b>	Urakoitsijoiden välinen yhteistyö ja alirakan valvonta	Aliurakoitsija, vastaava mestari ja työnjohtaja	2. viikon välein	Pöytäkirja
<b>Viikkopalaverit</b>	Töiden yhteensovitus, suunnitelmat, laatu, resurssien käyttö, työturvallisuus ja tiedotus asiat	Vastaava mestari, työnjohtaja ja työntekijät	Kerran viikossa	Muistio
<b>Aliurakan aloituspalaverit</b>	Suunnitelmat, laatuvaatimukset, aikataulu, resurssit, työturvallisuus, työmenetelmät, tarkastukset ja kokeet	Vastaava mestari ja aliurakoitsija	Ennen työn alkua	Pöytäkirja

### 3.1.2 Viestintä

Sisäisen ja ulkoisen viestinnän menetelmät tehdään työmaaorganisaatiolle selväksi aloituskokouksen yhteydessä. Sisäinen viestintä, eli viestintä henkilökunnan kesken, toteutetaan As Oy Modenan työmaalla pääasiassa suullisesti ja puhelimen välityksellä. Sisäinen viestintä sisältää esimerkiksi kokoukset, viikkopalaverit ja joka aamuiset työnjaot. Kiventerä Oy on sopinut sisäiseen viestintään käytettäväksi myös WhatsApp-sovellusta. Tällöin on helppo tarkistaa viesti ja vastata sen kiireellisyyden mukaan. WhatsApp-sovellus voi samalla toimia myös muistiona työmaalla. (Ratu KI-6025. 2014, 40; Kiventerä 2016.)

Ulkoisen viestinnän piiriin kuuluvat työmaan muut toimijat, kuten viranomaiset ja aliurakoitsijat. Ulkoinen viestintä hoidetaan As Oy Modenan työmaalla kokousten, puhelimen ja sähköpostin välityksellä. (Ratu KI-6025. 2014, 40; Kiventerä 2016.)

### 3.1.3 Toiminnan dokumentointi ja arkistointi

Työmaaorganisaation kesken käydään läpi käytössä oleva dokumentointitapa. Dokumenttien arkistoinnista vastaa vastaava työnjohtaja. Suunnitelmat ja piirustukset säilytetään työmaalla sekä sähköisenä että paperisena versiona. Aliura-koitsijat huolehtivat omien tarkastuksien, mittauksien ja testausten dokumentoinnista ja luovuttavat kyseiset dokumentit vastaavalle työnjohtajalle. Arkistoinnissa tulee ottaa huomioon pidempiaikaiset arkistointitarpeet kuten takuut ja vastuut takuuajan päätyttyä. (Ratu KI-6025. 2014, 40.)

Työmaalla tarvittavia dokumentteja ovat

- suunnitelmat ja piirustukset
- hankintasopimukset
- kokouspöytäkirjat
- mittauspöytäkirjat
- takuutarkastuksien pöytäkirjat
- loppuaineisto
- turvallisuussuunnitelma
- urakkasopimukset ja –neuvottelupöytäkirjat
- urakkarajaliitteet
- työmaan laskut
- työmaapäiväkirjat
- vastaanottotarkastukset. (Ratu KI-6025. 2014, 35.)

Rakennusliike Kiventerä Oy:ssä dokumenttien sähköinen säilytys on päätetty hoitaa Dropbox-järjestelmän avulla. Kaikille suunnittelijoille ja työnjohdolle luodaan tunnukset Dropbox-järjestelmään, jonne he lisäävät suunnitelmat ja työpiirustukset ja päivittävät niitä tarpeen mukaan. Järjestelmän idea ja käyttö tehdään kaikille käyttäjille tutuksi aloituskokouksen yhteydessä. Dokumentit, joita ei haluta muiden kuin työnjohdon nähtäväksi, laitetaan eri tunnusten alle ja luovutetaan nämä tunnukset vain niille henkilöille, jotka saavat nähdä kyseiset luottamukselliset dokumentit. Suunnitelmista ja työpiirustuksista tilataan paperiset versiot työmaalle, jotka säilytetään mapitettuna sarjoittain. Työpiirustuksia tulee olla myös ylimääräisiä versioita työmaakäyttöön. (Kiventerä 2016.)

### 3.1.4 Hankintojen hallinta

Hankintojen hallintaa varten tehdään hankinta-aikataulu. Se perustuu suurelta osin tuotteiden toimitusaikoihin. Toimitusajat voivat vaihdella eri tuotteiden kohdalla suuresti, joten hankinta-aikataulun luominen vaatii paljon työtä ja ennakkoselvittelyjä. Myös vuodenaika vaikuttaa tuotteiden toimitusaikoihin. Esimerkiksi kesälomien aikana ja niiden jälkeen toimitusajat voivat olla paljon normaalia pidempiä. Hankinta-aikataulu sisällytetään joko yleisaikatauluun tai siitä tehdään oma aikataulunsa. Hankinnat tulee ajoittaa tarkasti niin, että tavara on ajoissa työmaalla, muttei kuitenkaan vaadi tarpeettoman pitkää varastointia työmaalla. Näin vältetään turhilta varastoinneilta ja siirroilta säästäten resursseja. Tavarat voivat myös vaurioitua siirtojen yhteydessä, mikä tuottaa tappiota yritykselle. (Rakennustöiden aikataulut.)

Tässä kohteessa päätettiin, että ennen työmaan aloitusta tehdään sopimukset tavarantoimittajien kanssa suurimpien kuluerien osalta. Esimerkiksi kiinnitystekniikan hankinnat keskitetään yhdelle toimittajalle. Keskittämällä kulueriä samaan paikkaan saadaan yleensä hintoja laskettua. Rautakauppaostot pyritään hoitamaan puhelintilauksella rautakaupan rahtikuljetusta hyväksi käyttäen ja välteetään ylimääräisiä rautakaupassa käyntejä. Volyymiostot ja hankinnat yleensä hoitaa tällä työmaalla vastaava työnjohtaja. Mikäli asiakas haluaa muutoksia alkuperäisiin suunnitelmiin esimerkiksi sisustuksen osalta, hoitaa nämä hankinnat työmaainsinööri. (Kiventerä 2016.)

### 3.2 Suunnitelmat

Rakennustyön helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi joka työmaalle luodaan työmaakohtaiset suunnitelmat. Näiden suunnittelusta vastaa yleensä vastaava mestari tai työmaainsinööri. Riippuen työmaan vaativuustasosta ja koosta suunnitelmien määrä ja tarkkuus voivat vaihdella suuresti. Työmaalla tarvittavia laatuun vaikuttavia suunnitelmia ovat aluesuunnitelma, työturvallisuussuunnitelma, aikataulut, kosteudenhallintasuunnitelma ja laadunvarmistusmatriisi. (Ratu KI-6025. 2014, 38-39.)

### 3.2.1 Laadunvarmistusmatriisi

Työmaan laadunvarmistustoimet esitetään tehtäväkohtaisesti laadunvarmistusmatriisissa. Vastaava työnjohtaja laatii laadunvarmistusmatriisin niiden töiden osalta, joissa se katsotaan tarpeelliseksi. Se toimii hyvänä muistilistana laadunvarmistustoimien hallinnassa. Esimerkki täytetystä laadunvarmistusmatriisista löytyy kuvasta 4. (Ratu KI-6025. 2014, 18.)

Laadunvarmistusmatriisi									
Laadunvarmistustoimi	Tehtäväsuunnitelma	Aloituspäivä	Mallityö	Tarkemmittaus	Ongelmiin varautuminen	Oma valvonta/laaturaportti	Kokeet, mittaukset	Tarkastukset	Vastaanottokatselmus
Aikataulu-tehtävä									
Maarakennustyöt		X	X				X	X	X
Perustustyöt	X	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

KUVA 4. Laadunvarmistusmatriisi (Ratu KI-6025. 2014, 35)

### 3.2.2 Aluesuunnitelma

Työmaan suunnitteluvaiheessa työmaalle tehdään aluesuunnitelma, jonka tarkoituksena on parantaa työmaan taloudellista tehokkuutta ja työturvallisuutta. Oikein hoidettu työmaajärjestys on edellytys sujuvasti toimivalle työmaalle. Aluesuunnitelmaa tulee päivittää rakennusvaiheittain. (L 26.11.2009/205.)

Aluesuunnitelman tulee sisältää seuraavat asiat:

- työmaan raja



- työmaatilat
- kulkutiet ja liikenneväylät
- nosto- ja kuljetuskalusto
- jätehuolto
- lumenkasaus alueet
- purku-, lastaus- ja varastointialueet
- työmaan sähköistys ja valaistus
- työtilat ja –alueet. (L 26.11.2009/205.)

### **3.2.3 Työturvallisuussuunnitelma**

Työmaan työturvallisuussuunnittelusta on säädetty valtioneuvoston asetuksessa 205/2009 § 10. Sen mukaan päätoteuttajan eli tässä tapauksessa vastaavan työnjohtajan täytyy tehdä ennen työmaan käynnistymistä tarvittavat työturvallisuussuunnitelmat, joiden mukaan edetään työmaalla. Niiden tarkoitus on järjestää työvaiheet ja niiden ajoitus mahdollisimman turvallisiksi niin työntekijöille kuin myös kaikille muille työn vaikutuspiirissä oleville. Työturvallisuussuunnitelma on työmaakohtainen. (L 26.11.2009/205.)

### **3.2.4 Yleisaikataulu**

Yleisaikataulu eli rakennusaikataulu on hankeaikataulun pohjalta laadittu aikataulu siitä, kauanko kohteen rakentaminen ja siihen sisältyvät rakennusvaiheet kestävät. Se on pohjana laadittaessa tarkempia aikatauluja, kuten työvaiheaikatauluja ja viikkoaikatauluja. Aikataulutuksessa tärkeää on eri työvaiheiden sovitustas niin, etteivät ne haittaa toisiaan. (Rakennustöiden aikataulut.)

Realistinen aikataulutustas ja siinä pysyminen ovat tärkeä laatuun vaikuttava tekijä. Aikataulun viivästyminen voi aiheuttaa suuria taloudellisia tappioita jouduttaessa palkkaamaan lisää työvoimaa. Pahimmassa tapauksessa rakennuttaja voi joutua maksamaan tilaajalle sakkoja työmaan myöhästymisen vuoksi. Aikataulun viivästyminen vaikuttaa myös rakentamisen ja näin ollen myös lopputuotteen laatuun, kun joudutaan kiireessä rakentamaan. Kiire lisää myös työtapausten riskejä. (Rakennustöiden aikataulut.)

### 3.2.5 Kosteudenhallintasuunnitelma

Rakennustyömaan kosteudenhallintasuunnitelman tehtävänä on välttää kosteusvaurioiden synty rakenteisiin. Se tehdään tilaajan laatiman kosteudenhallinta-asiakirjan pohjalta. Oikein suunnitellulla ja toteutetulla kosteudenhallinnalla vältetään aikatauluviivytyksiltä, kun rakenteet kuivuvat tavoitekosteustilaansa ajallaan. Näin ollen rakenteiden kuivatustarve ja materiaalihukka vähenevät ja sitä kautta myös rakennuskustannukset pienenevät. (Merikallio 547-553.)

Kosteudenhallintasuunnitelmaa laadittaessa on erityisesti huomioitava rakenteiden kosteustekninen toimivuus, materiaalien kosteudensietokyky, kuivatustarve sekä kosteusteknisesti kriittisten rakenneosien toteutus. Kosteudenhallinnan keinoja ovat ennakkosuunnittelu, työmaatoimenpiteet, dokumentointi ja valvonta. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma löytyy liitteestä 1. (Merikallio 547-553.)

Kosteudenhallintasuunnitelman tulee sisältää seuraavat osa-alueet:

- kosteusriskien kartoitus
- rakenteiden kuivumisaika-arviot
- työmaan suojaus- ja kuivatussuunnittelu
- kosteusmittausuunnitelma
- valvonta
- dokumentointi. (Merikallio 547-553.)

### 3.2.6 Rakennustyön tarkastusasiakirja

Rakennustyömaalla täytyy pitää rakennustyön tarkastusasiakirjaa rakennustyön oikeaoppisen toteutuksen varmistamiseksi ja töiden tarkastusten todentamiseksi. Tarkastusasiakirjasta ja sen sisällöstä on säädetty maankäyttö- ja rakennuslain (MRL) pykälässä 150§. Siihen tehdään työmaan edetessä merkinnät katselmuksista, viranomaistarkastuksista ja määrätyistä työsuoritusten tarkastuksista. (L 5.2.1999/132.)

Työmaan tarkastuksista vastaavat henkilöt määrätään joko rakennusluvassa tai sovitaan erikseen aloituskokouksessa. Vastaava työnjohtaja on vastuussa siitä,

että työmaalta löytyy ajan tasalla oleva rakennustyön tarkastusasiakirja, joka on paikkakuntaakohtainen. (L 5.2.1999/132.)

## 4 RAKENNUSVAIHE

Pientalotyömaan eri työvaiheissa tulee usein esille työvaiheille tyypillisiä riskejä. Luvuissa 4.1–4.3 käydään läpi näitä ongelmakohtia ja pohditaan riskien hallintaa. Opinnäytetyössä ei käydä läpi kaikkia työvaiheita, vaan ainoastaan kaikkein kriittisimmiksi arvioidut kohdat, joissa ongelmia yleensä ilmenee ja joissa virheiden seuraukset ovat merkittävät. (Pientalotyömaan perustaminen ja töiden aloituksessa huomioitavaa. 2014.)

### 4.1 Pohjarakennus ja perustukset

Perustukset suunnitellaan ja toteutetaan maaperätutkimuksen pohjalta. Vastaava työnjohtaja tilaa tontille maaperätutkimuksen hyvissä ajoin työmaan suunnitteluvaiheessa. Maaperätutkimukset toimitetaan vastaavalle rakennesuunnittelijalle, joka laatii tarvittavat pohjarakennus- ja perustussuunnitelmat. Työt tehdään joko yhdellä tai useammalla aliurakoitsijalla. (Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirja. 2007, 17-18; Kiventerä 2016.)

#### 4.1.1 Perustustöiden riskien hallinta

Perustuksien teko on yksi työmaan kriittisimmistä työvaiheista. Sen epäonnistuminen vaikuttaa suuresti seuraaviin työvaiheisiin ja siinä tehdyt virheet ovat vaikeita ja kalliita korjata. Perustukset tehdään aliurakkana ja aliurakoitsija vastaa työn laadukkaasta toteutuksesta. Laatuvaatimukset on esitetty urakkasopimuksessa. Vastaavan työnjohtajan tulee valvoa työn suoritusta ja hoitaa laadunvarmistustoimenpiteet. (Kiventerä 2016.)

Perustustöiden kannalta on tärkeää huomioida seuraavat asiat:

- pohjan oikeaoppinen tiivistys
- pohjan routimattomuus
- salaojitus
- pohjan ja perustusten korko
- valunopeus
- betonin jälkihoito

- betonin kuivumisajat. (Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirja. 2007, 95-98.)

#### **4.1.2 Perustustöiden laadunvarmistus**

Jotta saadaan toimiva ja vaurioitumaton perustus, vastaavan työnjohtajan tulee valvoa, että aliurakoitsija hoitaa rakennuspohjan tiivistyksen huolellisesti ja että routasuojaus on tehty suunnitelmien mukaisesti. Pohjalle tehdään myös tiiviyskoe. Pohjan puutteellinen tiivistys tai routivuus voivat aiheuttaa perustusvaurioita myöhemmässä vaiheessa. Myös pohjan korko tulee tarkistaa. (Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirja. 2007, 95-97.)

Muottityössä tulee huolehtia, että perustusten näkyville jäävän osan muottipinta on tasainen. Ennen valua vastaava työnjohtaja tarkistaa, että raudoitteiden sijainnit ja koot ovat rakennesuunnitelmien mukaiset. Suojabetonin paksuuden tulee olla vähintään 25 mm muottipintaan, ellei suunnitelmissa ole määrätty suurempaa arvoa. Betonipeitteen paksuuden tulee olla vähintään 50 mm maata vasten. Raudoitteen riittävä tuenta väliskeillä tulee tarkastaa, jottei betonimassa liikuta raudoitetta. (Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirja. 2007, 98.)

Vastaava työnjohtaja tarkastaa valukoron ennen ja jälkeen valutyön. Sokkelin korkeusasema tulee olla vähintään 0,3 m maanpinnan suunniteltua korkeusasmaa ylempänä. Työnjohdon tulee myös tarkistaa valupinnan tasaisuus ja se, että mittatarkkuusvaatimukset ovat aliurakkasopimuksessa määrättyjen toleranssien mukaiset. Toleranssit on ilmoitettu taulukossa 2. (Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirja. 2007, 98–99.)

TAULUKKO 2. Paikallavalettujen seinien ja sokkelien mittatarkkuusvaatimukset  
(Ratu KI-6025. 2014, 126)

	Kellariseinät ja liukuvalu	Normaali- luokka	Erikois- luokka
Korkeus (H)	± 15 mm	± 10 mm	± 8 mm
Pituus (L)	± 15 mm	± 10 mm	± 8 mm
Paksuus (b)	tai L/350 <sup>1)</sup>	tai L/750 <sup>1)</sup>	tai L/500 <sup>1)</sup>
Sivun käyryys	± 10 mm <sup>2)</sup>	± 8 mm <sup>3)</sup>	± 5 mm
- seinä (a)	± 15 mm	± 10 mm	± 5 mm
- ovi ja ikkuna (a <sub>i</sub> )	± 8 mm	± 5 mm	± 5 mm
Aukot, joka suunnasta			
- mitat h ja l	- 5, + 15 mm	- 5, + 15 mm	- 5, + 15 mm
- mitat e	± 20 mm	± 15 mm	± 10 mm
- kulmien sijainnin ero [e <sub>1</sub> -e <sub>2</sub> ]	15 mm	10 mm	10 mm
Seinän käyristymä <sup>4)</sup> (d) tai poikkeama pystysuorasta (p)	L/200	L/300	L/400
Sivusijainti (S)	± 20 mm	± 15 mm	± 10 mm
Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä (s)	± 15 mm	± 10 mm	± 5 mm
Vapaa väli (V)	± 20 mm	± 15 mm	± 10 mm
Yläreunan korkeusasema vaakarakenteisiin liityttäessä (K)	± 15 mm	± 10 mm	± 5 mm

## 4.2 Rakennuksen vaipan tiiveys

Rakennuksen ilmanpitävyys on nykyrakentamisessa merkittävä laadun mittari. Eristepaksuuksien kasvaessa on entistä tärkeämpää, että rakennuksessa on tiivis yhtenäinen höyrysulku ja toimiva ilmanvaihto. Rakennuksen Ilmanpitävyyttä kuvataan ilmanvuotoluvun avulla, jota tarvitaan rakennuksen energiantarpeen laskennassa. Ilmanvuotoluku on erinomainen, jos se on alle 1, normaali 2 ja heikko yli 4. Mikäli ilmanpitävyyttä ei mitata, käytetään energiatodistusta laadittaessa ilmanvuotoluvun arvoa 4, mikä huonontaa merkittävästi energiatodistuksen tulosta ja näin ollen heikentää myös kohteen myyntiarvoa. (Paloniitty 2012, 7, 14.)

Vaipan huono ilmanpitävyys vaikuttaa negatiivisesti rakennuksen energiankulutukseen, kun lämmin sisäilma pääsee hallitsemattomasti vuotamaan ulos ja kylmä ilma sisään. Tämä lisää myös vedon tunnetta ja heikentää sitä kautta asumisviihtyvyyttä. Ilman kulkeutuminen ulkoa sisään rakenteen läpi myös edesauttaa asukkaan altistumista mahdollisille ilman mukana kulkeutuville epä-

puhtauksille. Suurin ongelma vaipan heikossa ilmanpitävyydessä liittyy rakenteiden kosteustekniseen toimintaan. Silloin kun lämmin ja kostea ilma kohtaa kylmän pinnan rakenteen sisällä, tiivistyy kastepiste rakenteen sisään altistaen rakenteen mahdollisille kosteusvaurioille. Tämä ongelma kertaantuu eristepaksumen kasvaessa. (Paloniitty 2012, 7.)

Rakennuksen vaipan ilmanpitävyyttä mitataan paine-eromenetelmällä. Kiventerä Oy on päättänyt, että kullekin rakennukselle tehdään kaksi ilmatiiviysmittausta. Ensimmäinen tehdään sitten, kun rakennuksen vaippa on saatu suljettua, koska tällöin on vielä mahdollista paikata vuotokohtat. Mikäli mitattu ilmanvuotoluku on merkittävästi odotettua huonompi, vuodot höyrynsulussa paikannetaan lämpökuvauksen tai merkkisavun avulla ja ryhdytään korjaustoimenpiteisiin. Toinen mittaus tehdään rakennuksen valmistuttua, energiatodistusta varten. (Paloniitty 2012, 29, 58-59; Kiventerä 2016.)

Seuraavassa on kerätty muistilista, jonka avulla voidaan varmistaa ilmatiiviiden saavuttaminen kohteessa:

- Ilmansulun liitokset toteutetaan puristettuna aina, kun mahdollista, muuten limitetään ja teipataan tähän soveltuvalla teipillä.
- Ilmansulun liitokset limitetään vähintään 150 mm.
- Ilmansulku asennetaan n. 50 mm:n etäisyydelle rakenteen sisäpinnasta, jotta sähköasennuksille jää tarpeeksi tilaa.
- Läpiviennit tiivistetään läpivientilaipoilla tai levyistä tehtyjen kaulusten avulla.
- Ilmansulkuun syntyvät reiät teipataan riittävän tartuntakyvyn omaavalla teipillä.
- Ikkunoiden ja ovien liittymät ilmansulkuun tiivistetään polyuretaanivaahdolla.
- Ikkuna- ja ovikarmien tiivisteiden kunto tarkastetaan asennuksen yhteydessä.
- Maanvaraisen alapohjan ja ulkoseinän liitos tiivistetään bitumikermikaisella.
- Ilmansulun saa lävistää nauloilla tai ruuveilla vain silloin, kun se puristetaan kahden kovan pinnan väliin.

- Huolehditaan siitä, ettei yläpohjan eristekerroksen massa vaurioita ilman-sulkua. (Tiiveyskortti. 2014.)

### **4.3 Ulkoseinät**

Ulkoseinätyön laadun varmistamiseksi elementtien asennusta varten on tehtävä asennussuunnitelma, joka säilytetään kirjallisena työmaalla. Siitä on löydyttävä tiedot käytettävistä elementeistä, elementtien asennusjärjestyksestä, elementtien nostamisesta ja asentamisesta, mittausjärjestelmästä ja mittatarkkuudesta, väliaikaisesta tuennasta, tukipintojen vähimmäismitoista, lopullisesta tuennasta sekä työtasoista ja putoamissuojauksesta. (L 18.6.2003/578.)

As Oy Modenan ulkoseinät teetetään aliurakkana Lappwallin elementtitehtaalla. Aliurakkaan sisällytetään elementtien pystytys. Elementtitehdas laatii asennussuunnitelman ja hyväksyytään sen rakennesuunnittelijalla ja vastaavalla työnjohtajalla. Päätoteuttaja on vastuussa elementtiasennustyön turvallisesta toteutuksesta. Olisi mahdollista myös sopia elementtitehtaan toimivan päätoteuttajana pystytyksen ajan, mutta koska kattoelementit teetetään ja asennetaan omilla miehillä samaan aikaan, tämä ei varmaan onnistuisi. (Kiventerä 2016.)

#### **4.3.1 Ulkoseinätöiden riskien hallinta**

Suurimmat riskit ulkoseinätyössä liittyvät nostotyöhön ja sen työturvallisuuteen. Nostotyön työturvallisuutta varten tehdään nostosuunnitelma, jossa otetaan huomioon työturvallisuuden edellyttämät toimenpiteet. (Ratu KI-6025. 2014, 207.)

Elementtiasennuksessa on huomioitava seuraavat asiat:

- sääolot
- väliaikainen tuenta
- nostokaluston mitoitus ja kunto
- näkö- tai puheyhteys nosturinkuljettajan ja asentajan välillä
- elementtien kiinnitys
- elementtien liitokset
- elementtien vaurioituminen. (Ratu KI-6025. 2014, 207.)



### 4.3.2 Ulkoseinätöiden laadunvarmistus

Ulkoseinävaiheen laadun varmistamiseksi ennen seinäelementtien pystytystä tarkastetaan, että elementit ovat ehjät ja vastaavat tilattua tuotetta. Myös elementtien lastausjärjestys, nostolenkkien kunto ja elementtien mittatarkkuusvaatimusten täytyminen tarkastetaan. (Ratu KI-6025. 2014, 206.)

Elementtien tulee olla RYL2010-toleranssien mukaiset. Taulukossa 3 on määritelty seinäelementtien valmistustarkkuudet. Kyseinen kohde on asuinrakennus ja kuuluu siis taulukossa luokkaan 1.

**TAULUKKO 3. Seinäelementtien valmistustarkkuudet (RT 14-11016. 2010, 239)**

**Taulukko 721:T1. Seinäelementtien valmistustarkkuudet.**

Ulottuvuudet ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama	
	Luokka 1	Luokka 2
<b>Pituus</b>		
– pituus < 2,1 m	± 3 mm	± 5 mm
– pituus 2,1...6,0 m	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
– pituus > 6,0 m	± 10 mm	± 20 mm
<b>Korkeus</b>		
– korkeus < 3,0 m	± 3 mm	± 5 mm
– korkeus 3,0...6,0 m	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
– korkeus > 6,0 m	± 10 mm	± 20 mm
Paksuus ilman ulkoverhousta kiinnitystuen kohdalla	± 3 mm	± 5 mm
Paksuus ilman ulkoverhousta kiinnitystukien välillä	± 4 mm	± 6 mm
<b>Nurkkapisteiden välisten ristimittojen ero</b>		
– elementin suurin mitta ≤ 2,1 m	± 4 mm	± 7 mm
– elementin suurin mitta 2,1...6,0 m	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
– elementin suurin mitta > 6,0 m	± 15 mm	± 28 mm
<b>Suoraus <sup>1)</sup></b>		
– pituus	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
– korkeus	± 1,5 ‰	± 1,5 ‰
<b>Ovi- ja ikkuna-aukkojen sijainti</b>	± 3 mm	± 5 mm

<sup>1)</sup> Mittauspituudesta, kun mittauspituus on vähintään 2 m.

Kun puurakenteiden toteutusstandardi on valmis, noudatetaan sen valmistustarkkuuksia.

Asennustyönaikana työnjohto valvoo työn laatua ja työn suunnitelmien mukaista toteutusta. Elementtien tuenta ja työnaikainen jäykistys tulee varmistaa. Elementtien höyrynsulut tulee liittää toisiinsa luvun 4.2 Rakennuksen vaipan tiiveys ohjeiden mukaan. Mikäli vaipan tiiveydessä ilmenee seinien osalta ongelmia tiiveysmittauksessa, on aliurakoitsija velvollinen korvaamaan tästä aiheutuvat korjauskulut. Työnjohto tarkastaa myös, että elementit on kiinnitetty riittävän tiheästi ja että kiinnikkeet ovat käyttötarkoitukseen sopivia. Lopuksi vastaava työnjohtaja tekee työn vastaanottotarkastuksen. Mikäli lopputulos ei ole sitä, mitä urakkasopimuksessa on sovittu, joutuu aliurakoitsija korjaamaan puutteet.

Seinäelementtien asennusta koskevat mittatarkkuudet löytyvät taulukosta 4. (Ratu KI-6025. 2014, 207.)

*TAULUKKO 4. Seinäelementtien asennustarkkuudet (RT 14-11016. 2010, 244)*

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama, mm		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Seinän sivusijainti perussuorasta	± 5	± 8	± 12
Vapaa väli (vastakkaiset seinät)	± 5	± 8	± 12
Seinän poikkeama pystysuorasta			
– korkeus enintään 3 m	± 3	± 5	± 8
– korkeus yli 3 m	± 5	± 8	± 12
Sauman leveys, poikkeama nimellimitasta	± 3	± 5	± 8
Ulkosauman hammastus, puuverhous	3	5	8
Elementtien yläreunan hammastus	3	5	8

Kun puurakenteiden toteutusstandardi on valmis, noudatetaan sen asennustarkkuuksia.

#### 4.4 Vesikattotyöt

As Oy Modenan kohteessa vesikattotyöt sisältävät naulalevyristikoiden asennuksen, katealustan levytyksen, bitumikermikatteiden asennuksen, läpiviennit, pellitykset ja räystästyöt sekä ulkovooren paneloinnit. Katto rakennetaan perustusten päällä pintakermiä ja pellityksiä lukuun ottamatta. Kiventerä Oy on päättänyt, että vesikattotyöt tehdään omilla miehillä lukuun ottamatta huopakatteiden asennusta, pellityksiä ja läpivientejä. (Kiventerä 2016.)

Ristikkojen pystytysvaiheessa asennetaan ristikoiden sisään palkit katon nostoa varten rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaisesti. Nostoa varten joudutaan alushuopaan ja OSB-levyyn tekemään pienet reiät, jotka paikataan katon asennuksen jälkeen. (Kiventerä 2016.)

##### 4.4.1 Vesikattotyön tehtäväsuunnitelma

Kaikista rakennuksen kannalta kriittisistä työvaiheista tulisi laatia tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnitelmassa työvaihe käydään yksityiskohtaisesti läpi vaihe vaiheelta ja sille asetetaan haluttu laatutaso. Näin varmistutaan siitä, että työ etenee oikeassa järjestyksessä ja pienennetään virheen mahdollisuutta. (Tehtäväsuunnittelu työmaan johtamisen välineenä.)

Seuraavassa on kuvattu vesikattotyön kulku ja työssä huomioitavat asiat:

1. Alajuoksun asennus: alajuoksun asennuksessa käytetään haponkestäviä kiinnikkeitä.
2. Kulmarautojen kiinnitys: kulmaraudat kiinnitetään ruuveilla alajuoksuun ristikkojaolle.
3. Ristikoiden asennus: Ensimmäinen ristikko tuetaan maahan ja loput aina edelliseen yläpaarteesta. Ristikot on tuettava niin, että ne kestävät mahdollisen tuulikuorman ennen revausta.
4. Revaus: Revaus suoritetaan ristikoiden asennuksen jälkeisenä päivänä revausohjeen mukaisesti.
5. Nostopalkkien asennus: Nostopalkit asennetaan rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaisesti.
6. OSB-levyjen asennus: Levyjen jako toteutetaan tasopiirustuksen mukaisesti.
7. Räystäiden teko: Räystäät toteutetaan räystäsdetaljin mukaisesti.
8. Alushuopa ja läpiviennit: Huopanaulojen tulee ylittää OBS-levyn läpi. Räystään kohdalla alushuopa kiinnitetään ruuveilla.
9. Tuulensuojalevyt: Tuulensuojalevyt asennetaan ja niiden saumat teipataan tarkoitukseen soveltuvalla teipillä.
10. Koolaus: Koolaukset limitetään tuuletuksen parantamiseksi rakenteessa.
11. Ulkovuoren panelointi: Alimman ulkovuorilaudan korko toteutetaan tarkasti suunnitelmien mukaan.
12. Kattoelementin asennus: Kattoelementtien asennuksessa noudatetaan nostosuunnitelmaa.
13. Räystäspellit ja pintahuovan asennus: Räystäspellit kiinnitetään ruuveilla 100 mm:n välein. Räystäspeltien jatkokset limitetään 500 mm. Räystään kohdalla pintahuopa kiinnitetään ruuveilla. (Toimivat katot. 2007, 46; Kiventerä 2016.)

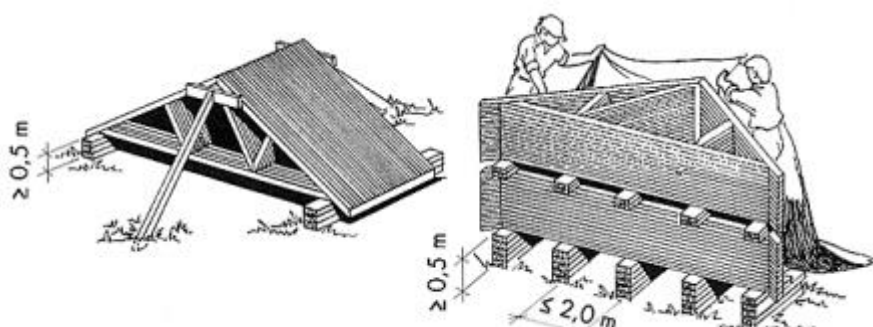
Vesikattotyössä tarvitaan seuraavat suunnitelmat:

- tasopiirustus
- tasojäykistysohje
- räystäsdetalji

- nostopalkkien asennussuunnitelma. (Kiventerä 2016.)

#### 4.4.2 Vesikattotöiden riskien hallinta

Ristikot varastoidaan työmaalla kastumiselta niin, että ne pääsevät tuuletumaan. Ristikot nostetaan 0,5 m irti maanpinnasta, jotta vähennetään roiskeveden määrää. Varastoinnissa tulee käyttää asianmukaisia tukia, etteivät ristikot pääse kaatumaan. Näin lisätään työturvallisuutta ja vältetään ristikoiden vaurioituminen, mikäli ne kaatuvat. (RT 85-10495. 1993, 9.)



KUVA 5. NR-rakenteiden varastointi (RT 85-10495. 1993, 9)

Asennusvaiheessa kattoristikoiden tasojäykistys toteutetaan rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaisesti. Mikäli ristikoiden on nurjahdustuettavia sauvoja, ne on merkattu ristikkotoimittajan toimesta ja esitetty suunnitelmissa. OSB-levyjen asennusvaiheessa huomiota tulee kiinnittää levyjakoon niin, että hukka saadaan mahdollisimman pieneksi. Levytyksen jälkeen alushuopa asennetaan mahdollisimman nopeasti, viimeistään levytyksen jälkeisenä päivänä, jotta vältetään turhilta suojaustoimenpiteiltä. Vuorokauden asennusaika sisällytetään huovan asennuksesta vastaavan firman aliurakkasopimukseen. Huopatöitä ei saa suorittaa vesisateessa ilman sääsuojaa. Huopanaulojen tulee ylittää levyn läpi, jottei puun kosteuseläminen pumpkaa niitä ylös. Räystäällä, jossa naulan ei sallita näkyä levyn alapinnassa, käytetään ruuveja. Räystäspelttien asennuksessa on tärkeää, että pellit on kiinnitetty riittävän tiheästi, jottei pellin lämpöeläminen vaurioita kermiä. (Toimivat katot. 2007, 46.)

#### 4.4.3 Vesikattotöiden laadunvarmistus

Vastaava työnjohtaja tekee NR-ristikoiden saapuessa ristikoiden vastaanottotarkastuksen, jossa hän tarkastaa ristikoiden kunnon, lukumäärän ja piirustuksen

sisällön. Piirustuksesta tarkistetaan, että siinä esitetyt vaatimukset, kuten tukipisteiden paikka ja minimileveys, toteutuvat lopullisessa rakenteessa. Myös mahdolliset nurjahtavat sauvat tulee olla merkattuna piirustuksiin. Naulalevyristikon kosteus toimitettaessa ei saa olla yli 22 % ristikon kuivapainosta. Naulalevyristikot tulee täyttää kansallisen liitteen SFS-EN 14250 asettamat mittatoleranssit, jotka löytyvät taulukosta 5. (RT 14-11016. 2010, 242; Naulalevyrakenteiden tuentaohje. 2008.)

**TAULUKKO 5. Naulalevyristikoiden valmistustarkkuudet (RTS 10:39. 2010, 4)**

Ulottuvuudet ja sijainti m	Suurin sallittu poikkeama
pituus $\leq 10,0$	$\pm 10$ mm
pituus $> 10,0$	$\pm 1$ ‰

Samassa tuote-erässä rakennemitat saavat poiketa toisistaan enintään 10 mm.

Ristikoiden asennusvaiheessa vastaava työnjohtaja huolehtii, että työmiehet noudattavat ristikoiden tuenta- ja revausohjeita ja että nostotyössä noudatetaan erityistä varovaisuutta. Hän myös tarkastaa, että ristikot asennetaan määrättyjen toleranssien mukaisesti. Naulalevyristikoiden asennustarkkuudet löytyvät taulukosta 6. Kohde on asuinrakennus ja kuuluu siis luokkaan 2. (Naulalevyrakenteiden tuentaohje. 2008; RT 14-11016. 2010, 232.)

**TAULUKKO 6. Yläpohjakannattimien asennustarkkuudet (RT 14-11016. 2010, 232)**

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Kannattimien vapaa väli $\Delta 1$	$\pm 3$ mm	$\pm 5$ mm	$\pm 10$ mm
Korkeusasema tuella $\Delta 2$	$\pm 2$ mm	$\pm 4$ mm	$\pm 6$ mm
Kannattimen <sup>2)</sup> poikkileikkauksen poikkeama pystysuorasta $\Delta 3$	$\pm H/200 + 1$ mm <sup>3)</sup>	$\pm H/200 + 5$ mm <sup>3)</sup>	$\pm H/200 + 10$ mm <sup>3)</sup>
Kannattimen suoruus $\Delta 4$	$\pm 1,5$ ‰ <sup>1)</sup>	$\pm 1,5$ ‰ <sup>1)</sup>	$\pm 1,5$ ‰ <sup>1)</sup>
Suoruus, kun yläpohjaa kuormittaa yläpohjan oma paino $\Delta 5$	$\pm 3,0$ ‰ <sup>1)</sup>	$\pm 3,0$ ‰ <sup>1)</sup>	$\pm 3,0$ ‰ <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Mittauspituudesta, kun mittauspituus on vähintään 2 m.

<sup>2)</sup> Ei koske naulalevyristikoita.

<sup>3)</sup> H = poikkileikkauksen korkeus

$\Delta 1... \Delta 5$  viittaavat kuvaan 711:K5 (liitteessä 711:L1 Rungon asennustarkkuuksien selityksiä)

Kun puurakenteiden toteutusstandardi on valmis, noudatetaan sen asennustarkkuuksia.

Ristikoiden ja katealustan asennuksen jälkeen vastaava työnjohtaja tarkastaa rakenteen ennen sen peittämistä. Alusta tulee olla tasainen ja naulojen kantojen

piilossa. Vastaavan työnjohtajan tulee huolehtia rakenteen suojaamisesta, mikäli se on tarpeellista. Kun räystäät ja julkisivut on tehty, vastaava työnjohtaja tarkastaa, että räystään tuuletusrako on toteutettu suunnitelmien mukaan. Ennen huopien asennusta katealusta tulee puhdistaa huolellisesti riittävän tartunnan varmistamiseksi. (Ratu KI-6025. 2014, 198-199.)

Ennen kattamistyön aloitusta suoritetaan urakan aloituspalaveri ja tarkastetaan työkohde aliurakoitsijan edustajan kanssa. Mikäli työkohde vastaa urakkasopimuksen vaatimuksia, voidaan kattamistyö aloittaa. Vastaava työnjohtaja tekee kirjallisen tulityöluvan ja varmistaa, että työnsuorittajilla on voimassa olevat tulityökortit. Vastaavan työnjohtajan tulee tarkastaa, että huopien limitys on riittävä ja kiinnityksessä noudatetaan voimassa olevia ohjeita. Huopien limitys tulee olla päissä 150 mm ja reunoilla 120 mm. Kiinnitysohjeet näkyvät taulukossa 8. Läpiviennit tulee olla varustettu ylösnostoilla (vähintään 300 mm) tai erityisillä läpivientikappaleilla. Tulityön jälkeen järjestetään vartiointi, jotta vältetään tulipaloriskit. Lopuksi vastaava työnjohtaja tekee urakan vastaanottotarkastuksen. (Ratu KI-6025. 2014, 254-256.)

*TAULUKKO 8. Kermien kiinnitys (Ratu KI-6025. 2014, 256)*

	<b>vaatimukset</b>	<b>menekki</b>
Esikäsitteily	puhdas, tasainen, kuiva alusta ei saa syntyä lammikoita	0,3...0,5 kg/m <sup>2</sup>
Liimaus	yhtenäinen, samanpaksuinen bitumikerros, bitumi ei saa jäähtyä ennen kiinnitystä, ei ilmakuplia	1,5 kg/m <sup>2</sup>
Hitsaus	vain hitsattavat kermi kuumennus koko leveydeltään varmistetaan saumojen tiiviys, riittävä limitys	
Mekaaninen	kiinnikkeet sopivuus tarkistettava kiinnikemäärä - katon keskialueella - reuna-alueilla	väh. 2 kpl/m <sup>2</sup> 4 kpl/m <sup>2</sup>

## 5 KOHTEEN KÄYTTÖÖNOTTO JA LUOVUTUS

### 5.1 Käyttöönottotarkastus

Käyttöönottotarkastus pitää suorittaa ennen taloon muuttoa. Siihen osallistuvat kunnan rakennustarkastaja ja vastaava työnjohtaja. Tarkastuksessa on oltava mukana koepaine-, sähkömittaus- ja ilmanvirtamittauspöytäkirjat. Rakennuksen talon numero pitää olla asennettuna ja kaikki käyttöturvallisuuteen liittyvät asiat pitää olla valmiina. (Käyttöönottokatselmus.)

Käyttöönottotarkastuksessa todetaan, että talo on turvallinen asua. Mikäli talo on joiltakin osin vielä kesken, tulee väliaikaisten ratkaisujen täyttää turvallisuusmääräykset. Oulun kaupunki määrää, että yli neljän asunnon kohteissa käyttöönottokatselmuksen yhteydessä on esitettävä suorituskyvyttömyysvakuus (tai RS-sopimus). (Käyttöönottokatselmus.)

### 5.2 Itselleluovutus

Itselleluovutus on osa urakoitsijan laadunvarmistusta. Itselleluovutus tehdään ennen kuin kohde luovutetaan asiakkaalle. Siinä kohde tarkastetaan perusteellisesti virheiden ja puutteiden osalta. Virheet tulee korjata ennen kohteen sovittua luovutuspäivää. Vakavat rakennusvirheet tulee dokumentoida ja ilmoittaa tilaajan edustajalle. Virheiden korjaustyöt tulee aloittaa mahdollisimman nopeasti havaitsemisen jälkeen. (Junnonen, 448.)

### 5.3 Käyttö- ja huolto-ohje

Rakennushankkeen eri osapuolten laatimat asiakirjat kootaan yhteen käyttö- ja huolto-ohjeeksi, joka luovutetaan asuntojen omistajille. Kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeeseen kootaan kiinteistön huollon ja kunnossapidon lähtötiedot, tavoitteet, tehtävät ja ohjeet. Sen tarkoitus on varmistaa, että kiinteistöä huolletaan oikein ja näin ollen pidennetään myös käyttöikää. (RT 18-10609. 1996, 1-2.)

Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää seuraavat asiat:

- kiinteistöjen ARK-, LVI-, sähkö-, RAU- ja lupakuvat
- kaikkien laitteiden (sähkö, LVI, rakennusautomaatio) käyttö- ja huolto-ohjeet, sekä käyttöturvallisuustiedotteet, takuuasiakirjat ja takuuhuolto-sopimukset
- kaikkien ulkona ja sisällä olevien pintamateriaalien huolto- ja kunnossapito- sekä puhdistusohjeet
- ilmamäärien ja veden virtaamien sekä rakennusautomaatioon liittyvät säätöpöytäkirjat
- tiiveysmittauspöytäkirja
- viranomaistarkastukset
- energiatodistus
- kiinteistön omistaja, koko ja tilat käyttötarkoituksineen sekä päärakenteet
- rakentamiseen osallistuneiden henkilöiden yhteystiedot
- sisäolosuhteiden tavoitearvot ja järjestelmien käyttöarvot
- rakenteiden ja rakennusosien suunniteltu käyttöikä
- korjauspäiväkirja
- toimintaohjeet häiriö- ja poikkeustilanteissa. (RT 18-10609. 1996, 2.)

#### **5.4 Lopputarkastus**

Rakennuksen valmistuttua pyydetään lopputarkastus rakennusvalvonnasta. Lopputarkastuksessa tarkastetaan, että käyttöönottotarkastuksessa todetut puutteet on hoidettu ja että rakennus pihoineen on valmis. Lopputarkastuksessa tulee olla päivitettyinä tarvittavat asiakirjat, kuten energiatodistus ja rakennustyön tarkastusasiakirja. (Loppukatselmus.)

Lopputarkastus tehdään yleensä myös LVI- ja sähkötekniikalle. Tässä tarkastuksessa on mukana yleensä vastaava työnjohtaja ja LVI- ja sähkötekniikan asiantuntija. (Tarkastukset ja katselmukset.)



## 6 POHDINTA

Opinnäytetyöni tavoitteena oli laatusuunnitelman tekeminen Rakennusliike Kiventerä Oy:n keväällä 2017 käynnistytävälle työmaalle As Oy Modenalle. Laatusuunnitelma ei ole yleispätevä, vaan se on räätälöity vastaamaan juuri tämän kyseisen työmaan tarpeita.

Aloitin opinnäytetyöprosessin ottamalla selvää, millaisia laatusuunnitelmia rakennustyössä yleensä käytetään, sekä pohdin hieman laadun filosofiaa pohjaksi oman laatusuunnitelman rakentamiseen. Yhdessä Rakennusliike Kiventerä Oy:n kanssa suunnittelimme toteutettavan laatusuunnitelman rakenteen yrityksen tarpeiden ja nykyisten toimintatapojen pohjalta.

Tässä laatusuunnitelmassa keskityin laajemmin laadunvarmistusosiin, joka muodostuu ennen työtä, työn aikana ja työn jälkeen suoritettavista laadunvarmistustoimenpiteistä. Laatuksiteerit poimin suurelta osin rakennusalalla käytössä olevista standardeista ja määräyksistä. Keräsin tietoa paljon myös internetistä ja rakentamiseen liittyvästä kirjallisuudesta.

Opinnäytetyötä tehdessä huomasin, kuinka tärkeä merkitys työmaan laatusuunnitelmalla oikeasti on. Se toimii urakoitsijan oman toiminnan ohjaajana ja laatua varmistavana asiakirjana. Laatusuunnitelma toimii myös hyvänä muistilistana ja sen avulla voidaan varautua ongelmiin ja ennalta ehkäistä niitä tehokkaalla tavalla. Mikäli laatusuunnitelman tekee huonosti tai jättää tekemättä, näkyy se mitä todennäköisimmin negatiivisesti työmaan rakennustöiden aikana.

Laatusuunnitelman ongelma on mielestäni se, että aina ei ole varmaa, noudatetaanko siinä ilmoitettuja mittauksia ja toleransseja. Oman kokemukseni mukaan monet mittauksista ja tarkastuksista jäävät toteutumatta ja ongelmiin puututaan vasta sitten, kun se haittaa seuraavaa työvaihetta. Siksi onkin tärkeää, että laatusuunnitelmaa noudatetaan täsmällisesti.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi onnistunut Rakennusliike Kiventerä Oy:lle räätälöity, heidän tarpeitansa vastaava laatusuunnitelma, jonka he ottavat käyttöön

vuonna 2017 aloitettavan As Oy Modenan työkohteessa. Mielestäni laatusuunnitelman voi tehdä monella eri tavalla sekä tarkkuudella. Tässä tapauksessa laatusuunnitelma tehtiin, kuten yritys sen halusi. Tästä johtuen en käsitellyt laatusuunnitelmassa kaikkia työvaiheita, kuten väliseinä- ja sisustustöitä lainkaan, koska yritys ei kokenut niitä kriittisiksi työvaiheiksi kokonaisvaltaisen laadun kannalta. Laatusuunnitelmaa voisi vielä kehittää kattavammaksi, mikäli nämä edellä mainitut työvaiheet tehtäisiin ja liitettäisiin laatusuunnitelmaan. Jälkeenpäin ajateltuna olisi pohjarakennus- ja perustustyöt voinut eritellä toisistaan.

Opinnäytetyössä kävin läpi keskeisimmät laatuun vaikuttavat suunnitelmat, mutta monia en kuitenkaan toteuttanut. Alun perin olin suunnitellut tekeväni esimerkiksi aluesuunnitelman liitteeksi työhön, mutta koska vielä ei löytynyt sopivaa vapaata tonttia As Oy Modenan rakennuspaikaksi, niin yritys koki aluesuunnitelman tekemisen tässä vaiheessa vielä tarpeettomaksi. Laatusuunnitelmaan olisi voinut myös lisätä testaus-osion, jossa testaisin kosteudenhallintasuunnitelman toimivuuden. Tätä ei kuitenkaan pidetty ensisijaisen tärkeänä ja kosteudenhallintasuunnitelman toimivuus päätettiin testata käytännössä, kun yritys on saanut hankittua tontin.

Laadunvarmistus-osio näytteli suurta roolia opinnäytetyössäni ja siksi keräsin loppuun tärkeimmät laadunvarmistuksen keinot. Nämä laadunvarmistuksen tuotantovaiheen 10 käskyä jokaisen perustajaurakoitsijan tulisi sisäistää ennen rakentamiseen ryhtymistä:

1. Määrittele laatutaso.
2. Kartoita riskit.
3. Suunnittele työvaiheet.
4. Aikatauluta huolella.
5. Varmista, että työmaalla tehdään tarvittavat tarkastukset, mitaukset ja tutkimukset.
6. Varmista suunnitelmien laatu ja ajantasaisuus.
7. Poista muuttujat luomalla toimintamalleja.
8. Huolehdi ohjeistuksesta ja työnaikaisesta laadunvalvonnasta.
9. Huolehdi viestinnän ja tiedonkulun toimivuudesta.
10. Seuraa, dokumentoi ja kehitä omaa toimintaa, älä toista virheitä.



## LÄHTEET

Junnonen, Juha-Matti. Rakennushankkeen laadunvarmistus. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>. Hakupäivä 6.5.2016.

Kalanruotokaavio. 2016. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Kalanruotokaavio>. Hakupäivä 7.5.2016.

Karjalainen, Tanja 2007. Syy-seurauskaavio, kalanruoto tai Ishikawa-diagrammi. Saatavissa: <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/yhdistae-ideointityoekaluilla-luovan-ajattelun-eri-ulottuvuudet/>. Hakupäivä 8.5.2016.

Kiventerä, Sami 2016. Toimitusjohtaja, Rakennusliike Kiventerä Oy. Haastattelu 10.4.2016.

Käyttöönottokatselmus. Oulun Kaupunki, Rakennusvalvonta. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/kaytoonottokatselmus>. Hakupäivä 6.5.2016.

Laatu. 2015. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Laatu>. Hakupäivä 7.5.2016.

L 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki.

L 26.11.2009/205. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta.

L 18.6.2003/578. Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta.

Loppukatselmus. Oulun kaupunki, Rakennusvalvonta. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/loppukatselmus1>. Hakupäivä 6.5.2016.

Merikallio, Tarja. Rakennustyömaan kosteudenhallinta ja sen suunnittelu. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020504.pdf>. Hakupäivä 16.4.2016.

Mäki, Tarja. Tehtäväsuunnittelu työmaan johtamisen välineenä. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020503.pdf>. Hakupäivä 18.5.2016.

Naulalevyrakenteiden tuentaohje. 2008. Seppä Oy. Saatavissa: [http://www.sepa.fi/uploads/pdf/NR-tuentaohje\\_2008\\_siisti.pdf](http://www.sepa.fi/uploads/pdf/NR-tuentaohje_2008_siisti.pdf). Hakupäivä 27.4.2016.

Paloniitty, Sauli 2012. Rakennusten tiiviysmittaus. Tampere: Suomen Rakennusmedia Oy.

Pientalotyömaan perustaminen ja töiden aloituksessa huomioitavaa. 2014. Rakentaja.fi. Saatavissa: [http://www.rakentaja.fi/artikkelit/11997/pientalotyomaan\\_perustaminen\\_ja\\_toiden\\_aloitus.htm](http://www.rakentaja.fi/artikkelit/11997/pientalotyomaan_perustaminen_ja_toiden_aloitus.htm). Hakupäivä 15.4.2016.

Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirja. 2007. Ympäristöministeriö.

Rakennustöiden aikataulut. Rakentaja.fi. Saatavissa: <http://www.rakentaja.fi/indexfr.aspx?s=/kuluttaja/Suorakanava/rakennustoidenaikataulutus.htm>. Hakupäivä 10.4.2016.

Ratu KI-6025. 2014. Rakennustöiden laatu 2014. Helsinki: Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/110849.html.stx> (Vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 18.4.2016.

RT 85-10495. 1993. Puuristikot ja –kehät. Rakennustieto Oy. Saatavissa: [http://www.kpr.fi/UserFiles/files/ohjeet/rt\\_85\\_10495.pdf](http://www.kpr.fi/UserFiles/files/ohjeet/rt_85_10495.pdf). Hakupäivä 3.5.2016.

RT 14-11016. 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/106032.html.stx> (Vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 1.5.2016.

RT 18-10609. 1996. Asuintalon huoltokirjan rakenne ja sisältö. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10609.html.stx> (Vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 6.5.2016.

RTS 10:39. 2010. Puuelementtityö. Rakennustieto Oy. Saatavissa: [http://www.rakennustieto.fi/runkoryl/lausuntomateriaali\\_10\\_37\\_44/Runko-RYL721\\_Puuelementtityo\\_RTS10\\_39.pdf](http://www.rakennustieto.fi/runkoryl/lausuntomateriaali_10_37_44/Runko-RYL721_Puuelementtityo_RTS10_39.pdf). Hakupäivä 1.5.2016.

Tarkastukset ja katselmukset. Rakentaja.fi. Saatavissa: <http://www.rakentaja.fi/indexfr.aspx?s=/kuluttaja/Suorakanava/tarkastukset.htm>. Hakupäivä 2.6.2016.

Tiiveyskortti. 2014. Oulun Kaupunki, Rakennusvalvonta. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/documents/486338/6814929/tiiveyskortti.pdf>. Hakupäivä 25.4.2016.

Toimivat katot. 2007. Kattoliitto Ry. Saatavissa: [http://www.kattoliitto.fi/files/238/Toimivat\\_Katot\\_07.pdf](http://www.kattoliitto.fi/files/238/Toimivat_Katot_07.pdf). Hakupäivä 27.4.2016.

# KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA

## 1. Hankkeen yleistiedot

Kohde: As Oy Modena

Osoite: Marssirummuntie

Aikataulu: 5/2017-5/2018

Vastaava mestari: Sami Kiventerä

Rakennuttaja: Kiventerä Oy

Rakennetyyppi: Puu

## 2. Laatutavoitteet

Talot tehdään elementeistä ja pystytetään nopeasti säänsuojaan. Lämmitysjärjestelmä otetaan mahdollisimman aikaisin käyttöön. Elementtitehdas vastaa elementtien kuljetuksen aikaisesta kosteudenhallinnasta. Rakenteet kuivatetaan tuuletuksen ja lämmityksen avulla. Rakennusmateriaalien tarpeeton varastointi työmaalla pyritään välttämään oikea-aikaisien toimituksien avulla. Varastoitavien materiaalien suojauksessa noudatetaan valmistajan ohjeita. Ennen pinnoituksia varmistetaan alustojen kosteudet mittaamalla.

## 3. Kosteusriskit

Perusmaa:

- Perusmaan kaadot
- Pinta- ja kattovesien poisjohtaminen

Salaojat:

- Salaojien kaadot suunnitelmien mukaan
- Salaojituskerroksessa ei hienoa maa-ainesta
- Salaojien toiminta tarkastettava
- Tarkastuskaivot puhdistettava

**TAULUKKO4 Salaoituksen laatuvaatimukset ((Ratu KI-6025. 2014, 86)**

sallittu/vaadittu arvo	
<b>Rakennuksen salaoitus</b>	
• putken sisähalkaisija	≥ 90 mm
• salaojan minimikaltevuus	
- perusmuurin ulkopuolella	0,5 %
- perusmuurin sisäpuolella ja alapohjan alla	1,0 %
• putken korkeustason asennustarkkuus	± 20 mm
• putken vaakataso asennustarkkuus	+ 0...50 mm
<b>Tontin salaoitus</b>	
• putken sisähalkaisija	≥ 90 mm
• salaojan minimikaltevuus	0,5 %
<b>Rummut</b>	
• rummun minimikaltevuus	1,0 %
• asennustarkkuus	
- tie- ja ratarakenteet: päätierummun asennustaso	+ 0...- 50 mm
- katurummun ja tien sivuojarummun asennustaso	+ 30...- 50 mm
- rumpuputken sijainti tien leveyssuunnassa	± 5 m
- katu- ja ratarakenne: vaakasuuntainen poikkeama, poikkeama ei saa haitata rummun toimivuutta	± 1 m
- rummun keskilinjan poikkeama	± 15 mm/3 m
<b>Liikennealueiden kaivonkannet</b>	
• betoni-, betonikivi- ja luonnonkivipinnat: päällysteen pintaa alemmaksi	0...5 mm
• asfalttipäällysteiset pinnat: päällysteen pintaa alemmaksi	5...10 mm
• sora- ja murskepäällysteiset pinnat: päällysteen pintaa alemmaksi ja peitetään	50...100 mm
<b>Kaivot ja tarkastusputket</b>	
• pystysuoruus 10 mm/1 m	
• vaakataso asennustarkkuus	50 mm
• pituussuunnassa asennustarkkuus, liikennöitävät alueet (kun ei liittyviä)	± 300 mm

**Maanvastaiset rakenteet:**

- maanvastaisten rakenteiden vedeneristys suunnitelmien mukaan
- kapillaarikatko, 30 cm mursketta.

**Yläpohja ja vesikatto:**

- höyrynsulku ehjä
- ristikoiden suojaus työmaalla
- huovat asennus mahdollisimman nopeasti levytyksen jälkeen
- tuuletuksen toimivuus.



Kylpyhuoneen ulkoseinä:

- levyrakenteinen+ ristiin koolaus
- ulkoseinärakenteen tuuletus ylös ja sivuilta viereisiin huoneisiin.

#### 4. Kuivumisajat

Betonirakenteiden kuivattaminen aloitetaan mahdollisimman pian valun jälkeen. Kuivumisolosuhteet: +20 C, RH 50 %. Jos lämmitys ja tuuletus eivät riitä olosuhteiden hallintaan, käytetään ilmankuivaimia.

Lautaparketin asennus voidaan aloittaa, kun betoni on saavuttanut parketin asennuksen vaatiman tavoitekosteuden, joka on RH 85 %.

Märkätilojen vedeneristeiden asennus ja laatoitus voidaan aloittaa, kun betoni on saavuttanut näiden vaatiman tavoitekosteuden, joka on RH 90 %.

#### Olosuhdehallinta

Rakennus kuivataan lämmityksen ja tuuletuksen avulla. Tarvittaessa käytetään ilmankuivaimia. Lämpötila pidetään +20 C rakennuksen omalla lämmitysjärjestelmällä ja tarvittaessa käytetään lisälämmitystä. Ilman suhteellinen kosteus pidetään RH 50 % säätelemällä tuuletusta. Lämpötilaa ja suhteellista kosteutta seurataan mittauksin. Betonipintojen jälkihoitona käytetään muovikalvoa, joka poistetaan betonin saavutettua riittävän lujuuden. Rakennus pyritään saamaan vesitiiviiksi mahdollisimman nopeasti. Yläpohja tehdään ulkona perustusten päällä mutta pyritään ajoittamaan sateettomalle ajalle. Materiaalien toimitukset työmaalle pyritään ajoittamaan siten, että varastointiaika olisi mahdollisimman pieni. Materiaalit säilytetään kuivissa olosuhteissa.

#### 5. Erityisohjeet

Märkätilojen kosteutta seurataan mittauksin. Vedeneristystöitä ei aloiteta ennen kuin mittauksilla on varmistuttu, että alustan tavoitekosteus on saavutettu. Ennen päällystystöitä varmistutaan kaatojen riittävydestä ja kaivojen toiminnasta. Vedeneristeistä otetaan näytepalat.

## **6. Valvonta ja mittaus**

Kuivumisolosuhteet varmistetaan seuraamalla sisäilman lämpötilaa ja kosteutta päivittäin. Betonirakenteiden suhteellinen kosteus mitataan ensimmäisen kerran sitten, kun vaipparakenne on umpinainen ja sisätilojen lämmitys päällä. Kosteusmittaukset suoritetaan riittävän usein ja useasta paikkaa luotettavan tuloksen saavuttamiseksi. Viimeinen mittaus suoritetaan ennen lattian pintamateriaalin asentamista. Mittaukset tehdään alirakkana siihen pätevyityneen henkilön toimesta. Mittalaitteen kalibroinnista täytyy löytyä todistus. Kosteuksien mittaamiseen ei kelpaa pintakosteusmittari. Vaipan valmistuttua tehdään rakennukseen lämpökuvaus kylmäsiltojen ja ilmavuotojen paikantamiseksi.

## **7. Dokumentointi**

Kosteusmittauksista pidetään kosteusmittauspöytäkirjaa. Tarvittavat rakenneosat, kuten salaojat kuvataan ennen täyttöä.