



- OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# OPINNÄYTETYÖ

Ulkoseinärakenteen laadunvalvontatyökalu

TEKIJÄ: Henri Manninen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Henri Manninen	
Työn nimi Yrityksen laadunvalvontatyökalu	
Päiväys 17.10.2013	Sivumäärä / Liitteet 33 / 5
Ohjaajat Kimmo Anttonen, päätoiminen tuntiopettaja. Matti Ylikärppä, päätoiminen tuntiopettaja.	
Toimeksiantaja Kai Heiskanen, tuotantojohtaja, Varte Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää Varte Oy:n toimintajärjestelmää lisäämällä käytettäviin resursseihin ulkoseinien laadunvarmistukseen tarkoitettu dokumentti. Lähtökohtana työlle oli aikaisempi järjestelmä, jossa samasta rakennusosasta oli useita eri laadunvarmistusdokumentteja, joiden hallitseminen erillään koettiin hankalaksi. Opinnäytetyön tavoitteena oli helpottaa, vakiinnuttaa ja ennen kaikkea nopeuttaa laadunvarmistusta työmaalla ja siten varmistaa parempi ja yhtenäisempi lopputuote.</p> <p>Opinnäytetyössä hyödynnettiin pääasiallisesti Rakennustöiden laatu 2009 – kirjaa sekä RT-kortteja. Saaduista tiedoista kerättiin eri rakennusmateriaalien ja niiden asentamisen viimeisimmät laatuvaatimukset ja niiden pohjalta alettiin tehdä uutta laadunvarmistusdokumenttia.</p> <p>Työn tulokseksi saatiin tuotettua uusi laadunvarmistusdokumentti, johon on kirjattu työmaan kannalta kaikkein olennaisimmat kohdat materiaalien ja asennustyön laatuvaatimuksista ulkoseinän rakentamisessa. Uusi laadunvarmistusdokumentti otetaan käyttöön Varte Oy:n työmailla.</p>	
<p>Avainsanat</p> <p>Laadunvalvonta, laadunvarmistus, työvaiheiden seuranta</p>	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author Henri Manninen			
Title of Thesis Quality assurance tool for outer walls			
Date	17.10.2013	Pages / Appendices	33 / 5
Supervisors Kimmo Anttonen. Matti Ylikärppä.			
Client Organization Kai Heiskanen, production manager, Varte Oy			
<p>Abstract</p> <p>The Purpose of this thesis project was to update Varte Oy's operating system by adding a quality assurance document for the building of outer walls. The starting point for this project was the previous quality assurance system, in which the outer walls had a number of different quality assurance documents, which were considered to be difficult to manage separately. The aim was to ease, regularize and, above all, to speed up the construction sites quality assurance and to ensure a better and more consistent end product.</p> <p>The study utilized primarily Rakennustöiden laatu 2009 -book, as well as RT-cards (both published only in Finnish). Latest quality standards were collected from various construction materials and the installation from the obtained data. Based from the collected data a new quality assurance document was made.</p> <p>The result was a new quality assurance document which contains the critical components from materials and installation concerning the quality assurance of building outer walls. The new quality assurance document will be taken into use at Varte Oy's construction sites.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Quality control, Quality assurance, Work phase control</p>			

## ESIPUHE

Haluan kiittää opinnäytetyöni yhteistyökumppania Varte Oy:tä sekä ohjaajaani Kimmo Anttosta sekä Jarna Aromaa-Laamasta siitä että auttoivat minua opinnäytetyössäni poikkeuksellisen tiukalla aikataululla. Lisäksi haluan kiittää koko opiskeluajastani Savonia-ammattikorkeakoulua ja erityisesti vahvistajia, jotka tietävät kaikesta kaiken.

Kuopiossa 28.10.2013

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
1.1	Opinnäytetyön taustaa .....	7
1.2	Yritysyhteistyö .....	7
1.3	Tavoite.....	7
1.4	Reunaehtojen määrittely .....	8
2	TYÖVAIHEIDEN HALLINNAN LAATU .....	9
2.1	Laatu käsitteenä .....	9
2.2	Työvaiheet .....	10
2.2.1	Tehtäväsuunnittelu.....	10
2.2.2	Aloituspalaveri .....	11
2.2.3	Mallityö ja välitarkastus .....	11
2.2.4	Työvaiheen vastaanotto ja luovutus .....	12
3	RAKENNUSOSIEN TEORIAA .....	13
3.1	Opinnäytetyössä käytetty esimerkkirakenne.....	13
3.2	Seinäelementti.....	14
3.3	Eristeet .....	16
3.4	Tiilimuuraus.....	18
3.5	Rappaus.....	20
4	ASENNUSTYÖN TEORIAA .....	22
4.1	Elementtiasennus.....	22
4.2	Lämmöneristäminen.....	24
4.3	Tiilimuuraus.....	25
4.4	Ohutrappaus.....	27
5	KÄSITTELY .....	29
5.1	Työkalun rakenne .....	29
5.2	Käytännön toteutus.....	29
5.3	Työkalun käyttö .....	29
6	TYÖN ARVIOINTI JA TULOKSIEN YHTEENVETO .....	32
6.1	Arviointi.....	32
6.2	Työkalun käyttötarkoitukset ja hyödyt.....	32
6.3	Jatkokehitys .....	32

## LYHENTEET JA KÄSITTEET

Grynderi = Rakennusyritys, joka perustaa asunto-osakeyhtiön tai kiinteistöosakeyhtiön ja itse rakentaa tai toimii rakennuttajana ostetuille tai vuokratuille tonteille rakennettavissa rakennuksissa

ISO = International Organization for Standardization ([www.iso.org](http://www.iso.org))

RakMK = Ympäristöministeriö, Suomen rakentamismääräyskokoelma

RALA = Rakentamisen Laatu Ry ([www.rala.fi](http://www.rala.fi))

RT = Rakennustietosäätiön ohjetiedosto

RTL = Rakennustöiden laatu –kirja

RYL = Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Opinnäytetyön taustaa

Laadunvarmistus ja standardien noudattaminen rakennustyömaalla on tänä päivänä tärkeää hyvän lopputuotteen varmistamiseksi. Yleisesti hyväksytyillä ja rakennusteknisesti toimivilla ratkaisuilla tuotettu ja hyvin dokumentoitu rakennus on muun muassa helpompi, nopeampi ja sitä kautta edullisempi huoltaa kuin huonosti dokumentoitu rakennus. Dokumentointi tapahtuu toistaiseksi monella eri tapaa ja eritasoisesti yrityksestä riippuen. Laadunvarmistusta kehitetään jatkuvasti ottaen huomioon myös työmaan toiveet. Erilaisten tietoteknisten toteutusten ja dokumenttien soveltuvuudesta työmaan käyttöön erilaisille ihmisille otetaan entistä enemmän huomioon. Ihmisten tietotaidon taso saattaa hyvin pitkälti määrittää esimerkiksi sen millainen käyttöliittymä laadunvarmistusdokumentille tai -työkalulle tuotetaan. Tässä työssä mainitulla työkalulla viitataan laadunvalvontadokumenttiin, joka toimii rakennusinsinöörien ja -mestareiden työkaluna laadun hallitsemiseen työmaalla.

### 1.2 Yritysyhteistyö

Opinnäytetyön yhteistyökumppani Varte Oy on yksityisessä omistuksessa oleva keskisuuri rakennusalan yritys joka toimii Kaakkois-Suomen, Päijät-Hämeen ja Uudenmaan alueilla. Kyseisellä toimialueella asuu noin 1,4 miljoonaa asukasta. Urakointi sijoittuu uudis- ja saneerauskohteisiin sekä omana tuotantona Varte Oy rakentaa laadukkaita rivi- ja kerrostaloasuntoja. Tuotanto kattaa asuin-, toimitila- ja julkiset rakennukset. Yhtiön palveluksessa on noin 110 henkilöä ja liikevaihdoksi on ennustettu vuodelle 2013 noin 55 miljoonaa euroa. Varte Oy on Talonrakennusteollisuus - Lahti-Kymen piiri Ry:n sekä - Uudenmaan piiri Ry:n jäsenyritys. Varte Oy:ssä on yrityskohtainen laatujärjestelmä, jolle Inspecta Sertifiointi Oy on myöntänyt ISO:n 9001:2008 – standardin mukaisen sertifikaatin. Yhtiölle on myös myönnetty RALA:n rakennusyrityksen pätevyystodistus (Rakentamisen Laatu RALA ry 2013).

Osittain opinnäytetyön aikana työskentelin Varte Oy:n Böstaksentien työmaalla työmaainsinöörin tehtävissä. Työmaa käsittää 71 rivitaloasuntoa, joista 28 asuntoa on vuokra-asuntoja ja 43 asumisoikeusasuntoja. Hanke alkoi kesällä 2012 ja päättyy vuodenvaihteessa 2013 – 2014.

### 1.3 Tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa Varte Oy:lle työkalu elementtirakenteisten, tiiliverhoiltujen ja rapattujen ulkoseinien laadunvarmistukseen. Työkalun suunnittelussa ja ohjeistuksessa kiinnitetään erityistä huomiota siihen että käyttäjät ovat vastavalmistuneesta nuoresta mestarista jo uransa loppupuolella olevaan vastaavaan mestariin. Ikäjakama käyttäjillä on suuri ja tietotekniset taidot eroavat myös valtavasti. Nämä seikat huomioon ottaen haetaan niin sanotusti kultaiselta keskitietä tietotekniselle toteutukselle, jotta työkalun käytettävyys ja hyödynnettävyys työmailla on mahdollisimman hyvä.

#### 1.4 Reunaehtojen määrittely

Reunaehdoiksi työkalulle määriteltiin yrityksessä yleisimmin käytetty ulkoseinärakenne. Kyseinen rakenne valittiin siitä syystä että se koetaan tarpeeksi yksinkertaisena toteuttaa mutta silti tarpeeksi monipuolisena. Muita syitä kyseisen rakenteen valitsemiseen on ulkoseinien kustannukset suhteessa muihin rakennusosiin sekä ulkoseiniin käytettävä työaika.



## 2 TYÖVAIHEIDEN HALLINNAN LAATU

### 2.1 Laatu käsitteenä

Nykyisin laatu käsitetään yhä useammin yrityksen tai organisaation laaja-alaiseksi kehittämiseksi, jonka tavoitteena on asiakkaiden tyytyväisyys, kannattava liiketoiminta ja pitkällä aikavälillä myös kilpailukyvyyn säilyttäminen ja kasvattaminen (Saarenpää 2010, 32). Laatu voidaan jakaa myös useammalla muulla eri tavalla. Yksi tapa määritellä laatu on tarkastella sitä toiminnan ja tuotteen näkökulmasta. Tuotteen näkökulmasta on hyvä keskittyä valmistuslaatuun, joka ottaa huomioon valmistusprosessin ja varmistaa tuotteiden valmistuksen tuotantomääräysten mukaisesti. Valmistuslaatu näkökulman lisäksi Saarenpää (2010, 33, 34) listaa kirjassaan seuraavia laadullisia näkökulmia:

- Tuotelaatu korostaa suunnittelun osuutta tuotteen laadun määrittämisessä.
- Arvolaadussa korkein laatu on sillä tuotteella, joka antaa parhaimman kustannushyötysuhteen eli parhaan arvon sijoitetulle pääomalle.
- Kilpailulaatu. Laatu on riittävä, kun se on yhtä hyvä kuin kilpailijoilla. Tätä parempi laatu on ylilaa-tua ja resurssien tuhlausta.
- Asiakaslaatu. Asiakkaiden tarpeet ja luodut odotukset tyydyttävä laatu on hyvää laatua.
- Ympäristölaatu. Laatu voidaan mitata myös ympäristön ja yhteiskunnan näkökulmasta. Tuotteen suunnittelussa tulee ottaa huomioon sen koko elinkaari ja resurssien käyttö suunnittelusta loppusi-joitukseen asti.

Aikaisemmin mainittuja tuotantomääräyksiä rakennusallalle asettaa muun muassa Ympäristöministe-riön Suomen rakentamismääräyskokoelma. RakMK:n määräykset ovat uudisrakentamisessa kaikkia osapuolia sitovia. CE-merkintä ohjaa omalta osaltaan rakennustuotteiden laatua ja käyttöä työmaal-la. CE-merkinnällä valmistaja osoittaa, että rakennustuotteen keskeiset ominaisuudet on selvitetty siihen sovellettavan harmonisoidun tuotestandardin mukaisesti. Harmonisoitu tuotestandardi ilmoit-taa tuoteryhmä-kohtaisesti tuotteilta selvittävät ominaisuudet ja muut vaatimukset. CE-merkinnällä valmistaja vakuuttaa näiden vaatimusten toteutuvan (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2013). Näi-den lisäksi keskeisenä laadun määrittelijänä rakennustyömaalla toimii RYL, eli rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. RYL on alan yhdessä sopima hyvän rakennustavan kirjallinen kuvaus. Se määrit-tää työn lopputuloksen teknisen laadun. Alalla omaksutun tavan mukaan tilaajan tarvitsee vain viita-ta sopimusasiakirjoissa RYL:n yksilöityyn kohtaan saadakseen sen määräykset voimaan hankkeessa (Rakennustieto.fi).

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 sanoo 15 pykälässä seuraavaa (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. RT 16-10660, 6):

Jos sopimusasiakirjoissa ei ole mainintaa rakennustyölle tai sen osalle asetettavista vaatimuksista, kuten laadun, määrän tai suoritustavan osalta, urakoitsijan on neuvoteltuaan asiasta tilaajan kanssa noudatettava sopimusasiakirjojen samanlaisista tai rinnastuskelpoisista suorituksista antamia määräyksiä tai näiden puuttuessa vastaa-vanlaisissa rakennustöissä yleensä noudatettavaa menettelyä hyvän ja kunnollisen työntuloksen aikaansaamiseksi.

Tuotteiden tai palvelusten laatu tarkoittaa niitä ominaisuuksia, jotka vaikuttavat asiakkaan arviointeihin ja päätöksiin transaktiutilanteissa. Vaihdamme kohteeseen liittyvien odotusten toteutuminen tai toteutumatta jääminen saa aikaan laatukäsityksen, joka on subjektiivinen kokemus. Sama laadullinen ominaisuus voi jostakin näkökulmasta olla päätöksenteon kannalta kriittinen tekijä, mutta toinen kiinnittää siihen vain vähän huomiota. Siksi onkin välttämätöntä määritellä, mitä laadulla kulloinkin tarkoitetaan. Muutoin voi syntyä epätietoisuutta hyödykkeen tai palvelun tyydyttävästä laadustasosta. (Ruopsa 2013, 133).

Tässä työssä laadullinen tarkastelu keskittyy lähinnä kannattavan liiketoiminnan kehittämiseen ja kilpailukyvyyn säilyttämiseen laadunvarmistustyökalussa käsiteltävän ulkoseinärakenteen tuotannon vakiinnuttamisen kautta. Tuotannon vakiinnuttamisella tarkoitetaan kustannusten ja ajankäytön hallintaa siten, että yksinkertaisesti tiedetään etukäteen mitä hankkeen ulkoseinät tulevat maksamaan ja miten kauan niiden pystyttämiseen menee, ottaen huomioon käytettävissä olevat miesresurssit.

## 2.2 Työvaiheet

Yksittäisen työvaiheen hallinnan laatu voidaan jakaa tehtäväsuunnitteluun, aloituspalaveriin, mallityöhön ja välitarkastukseen sekä työvaiheen vastaanottoon ja luovutukseen. Laadunhallinnassa jokainen kohta pyritään dokumentoimaan hyvin ja näiden neljän kohdan edistymistä työvaiheittain seurataan erilaisilla matriiseilla. Matriisi voi olla esimerkiksi Excel -taulukko joka toimii rasti ruutuun -periaatteella. Seuraavissa luvuissa selostetaan eri vaiheiden sisältöä laadunvarmistuksen näkökulmasta.

### 2.2.1 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnittelussa otetaan huomioon työvaihetta koskevat lähtötiedot. Lähtötietoina toimivat useimmiten *Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset* – kokoelma, joka sisältää seuraavat julkaisut: MaaRYL 2010, RunkoRYL 2010, MaalausRYL 2012, SisäRYL 2013, TalotekniikkaRYL 2002 ja KiinteistöRYL 2009. Näiden lisäksi tehtäväkohtaisesti käytetään yleisiä normeja kuten BY- tai RT-julkaisuja. Tehtäväsuunnitelma laaditaan ainakin jokaisesta työmaan laatusuunnitelmassa määrätystä tehtävästä. Erilliset tehtävät ovat joko aikataulullisesti, taloudellisesti tai erityisiltä vaatimuksiltaan merkittäviä.

Työvaiheen tehtäväsuunnittelussa olisi hyvä käsitellä ainakin seuraavat asiat (Mäki, Koskenvesa ja Sahlstedt 2009, 18, 19):

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

## 2.2.2 Aloituspalaveri

Kun työvaiheelle on saatu kilpailutettua aliurakoitsija tai työvaiheelle on saatu omista työmiehistä asennusryhmä, pidetään aloituspalaveri. Aloituspalaverissa käsitellään lähtöaineisto, joka sisältää esimerkiksi työtä koskevan RYL:n kohdan, RT-kortit ja muut vaatimukset, työn liittyminen yleisaikatauluun sekä tarkempaan työvaihe aikatauluun, työn aloituspäivämäärä ja välitavoitteet, työjärjestys sekä liittyvät työt, mahdolliset tulevat ongelmat, työssä käytettävä kalusto ja materiaalit, laadunvarmistustavat ja tehtävän mahdolliset erityispiirteet (Mäki, ym. 2009, 24).

Aloituspalaverilomake toimii usein myös urakkaan kuuluvana sopimusasiakirjana. Sen allekirjoittavat yleensä työmaan vastaava mestari tai työvaiheesta vastaava työmaamestari sekä työporukan nokkamies tai aliurakoitsijan edustaja.

## 2.2.3 Mallityö ja välitarkastus

Mallityöllä varmistetaan työvaiheesta halutun laadun saavuttaminen. Mallityön osakohteen virheet on korjattava ennen kuin siirrytään seuraavaan työvaiheeseen tai osakohteeseen. Mallityö saatetaan pitää esimerkiksi kun kaksi seinäelementtiä on asennettu, kun seinästä on villoitettu alue joka kattaa nurkan ja ikkunan, kun muurauksesta on tehty muutamia neliöitä tai kun rappaus on tehty jokin osa jota rajaa rakennusosista johtuvat katkot. Urakkakohteissa tilaaja saattaa määritellä mallitöiden määrän, tyypit ja laajuuden. Pääperiaatteena on kuitenkin se, että mahdolliset virheet ja puutteet havaitaan hyvissä ajoin ennen kuin työt ovat edenneet siihen pisteeseen, että työsuorituksen purkaminen ja uudelleen tekeminen tai korjaaminen tulee kohtuuttoman kalliiksi ja aikaa vieväksi. Välitarkastus käsittää samat asiat kuin mallityö mutta se pidetään noin puolessa välissä koko työvaihetta.

Mallityössä voidaan katselmoida esimerkiksi seuraavat asiat. (Mäki, ym. 2009, 25):

- oikea työjärjestys
- käytetyt materiaalit
- rakenteiden mittatarkkuus ja suoruus
- pintojen laatu
- läpiviennit tai muut erityistä huomiota vaativat kohdat
- liittyminen muihin rakenteisiin tai työvaiheisiin
- kosteus ja lämpö
- valmiiden rakenteiden vaatimat suojaukset
- varusteet ja laitteet
- aikataulussa pysyminen
- työkohteen siisteys ja järjestys.

Mallikatselmuksen kuittaavat hyväksytysti tehdyksi vastaava mestari, työmaamestari, mahdollisesti valvoja ja työsuorituksen suunnitellut henkilö kuten arkkitehti, rakennesuunnittelija, LVI-suunnittelija tai sähkösuunnittelija.

#### 2.2.4 Työvaiheen vastaanotto ja luovutus

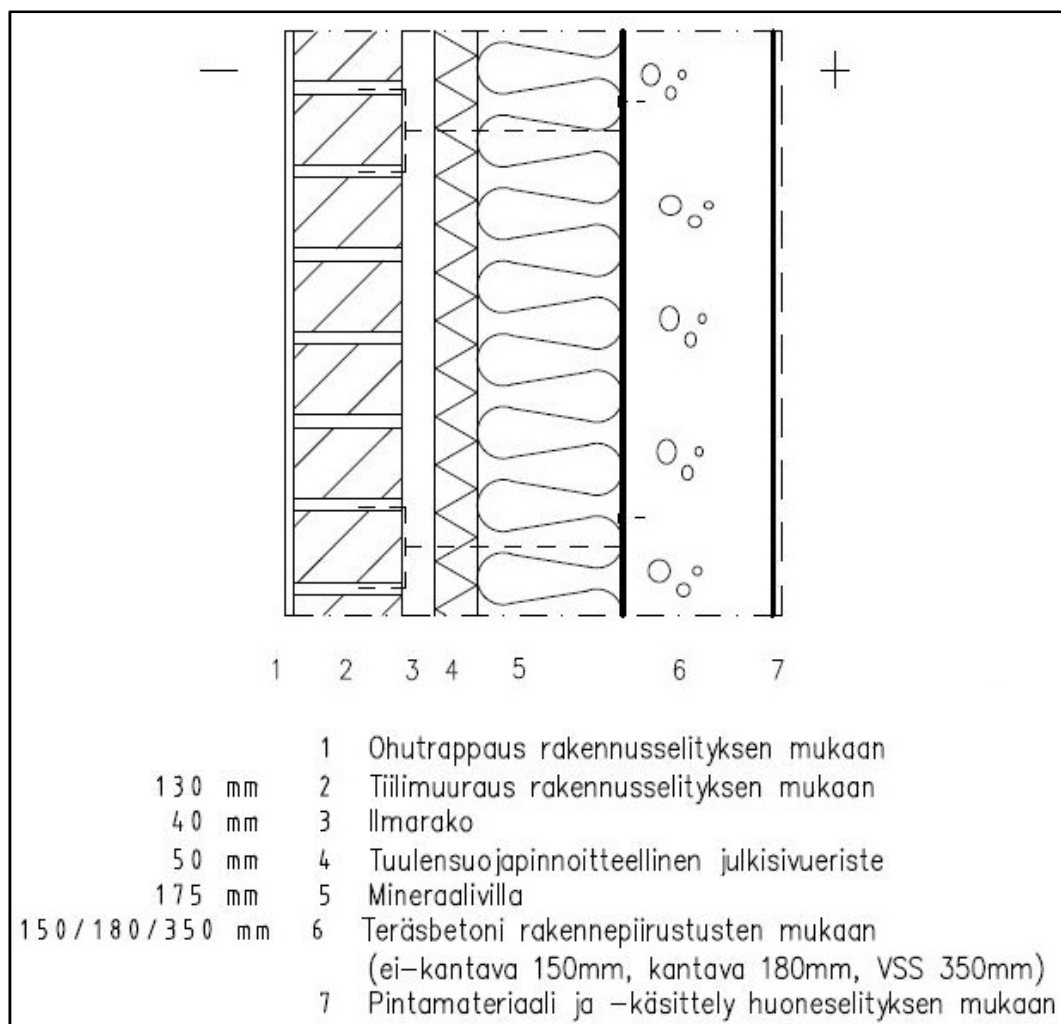
Työvaiheen vastaanottoon osallistuvat työvaihemestari sekä kyseisen työvaiheen edustaja. Mukana on hyvä mahdollisuuksien mukaan olla myös seuraavan työvaiheen edustaja. Katselmuksen aikana tarkistetaan luovutettavan kohteen suunnitelmien mukaisuus ja valmius. Havaitut virheet, puutteet tai tekemättömät työt merkitään katselmuksesta tehtävään muistioon ja korjataan vastaamaan haluttua laatutasoa ennen kuin kohde vastaanotetaan. (Mäki, ym. 2009, 30).

Vastaanoton ja luovutuksen yhteydessä voidaan myös pitää taloudellinen loppuselvitys, jossa käydään läpi työvaiheesta aiheutuneet kustannukset sekä aikatauluun tulleet mahdolliset poikkeamat. Tulevaisuudessa alkavien kohteiden laadunvarmistuksen kannalta tämä on erittäin kriittinen vaihe, koska tällä voidaan ennustaa vastaavissa kohteissa ilmeneviä ongelmia ennen töiden aloittamista ja tätä kautta saada säästöjä.

### 3 RAKENNUSOSIEN TEORIAA

#### 3.1 Opinnäytetyössä käytetty esimerkkirakenne

Sisältä katsottuna laadunvarmistusdokumentin kattamaan rakenteeseen kuuluu elementtisisäkuori, villat, tuuletusväli, tiilimuuraus ja rappaus.



Kuva 1. Tyypillinen ulkoseinärakenne

Seuraavissa luvuissa käsitellään laadunvarmistusdokumentissa käsiteltävien rakenneosien materiaaleja koskevaa teoriaa ja valmistustoleransseja.

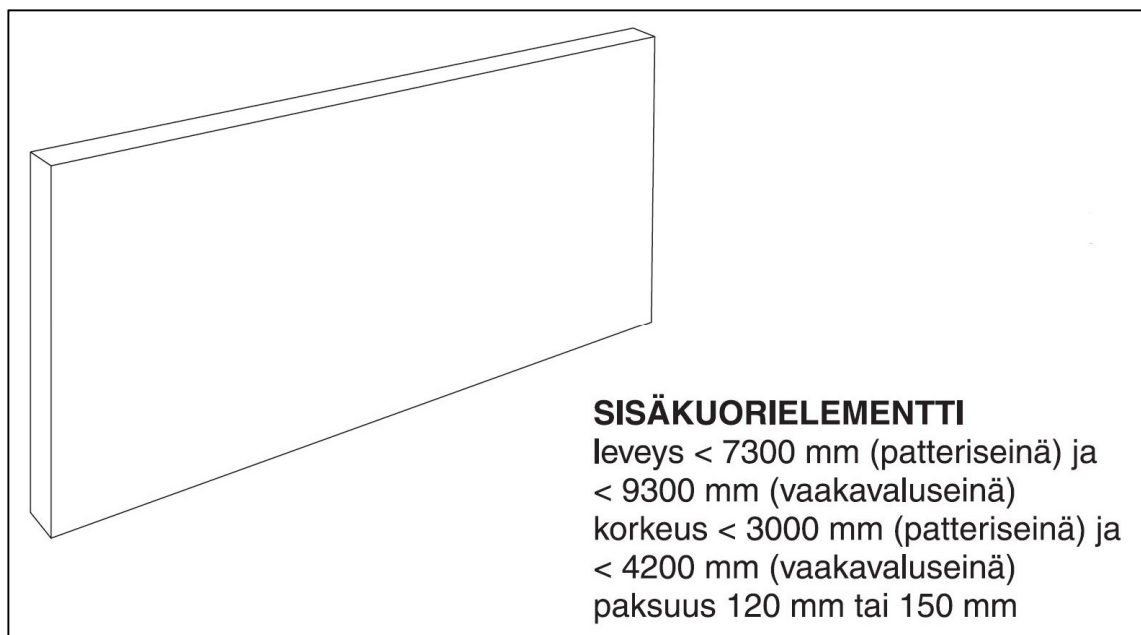
### 3.2 Seinäelementti

Elementtien valmistaminen tulee olla suunnittelussa ja valmistuksessa sovellettavien mittatarkkuusluokkien ja varmuustasojen mukainen. Elementtien valmistus tulee olla suunnittelussa ja valmistuksessa sovellettujen määräysten mukaisesti tarkastettua ja valmistajalla on ympäristöministeriön hyväksymän toimielimen varmentama tehtaan sisäinen laadunhallintajärjestelmä, ellei tuote ole CE-merkitty. CE-merkityille tuotteille noudatetaan tuotestandardissa olevia laatuvaatimuksia (Rakennustieto Oy 2010). Opinnäytetyön yhteistyökumppanin Varte Oy:n toimintatapoihin elementtien laadunvarmistuksessa on kuulunut jo pitkään elementtikohtaisten tarkistuslistojen vaatiminen elementtitehtaalta. Tämän lisäksi yritys edellyttää laadun varmistamiseksi ja toiminnan helpottamiseksi elementtitehtaalta CE-merkintää.

Betonisia julkisivurakenteita käsittelevässä RT-kortissa määritellään seinäelementtien valmistustoleranssit (Taulukko 1. Eriytetyn betonijulkisivun valmistustoleranssit), sekä annetaan suositukset sisäkuorielementeille ( ).

Taulukko 1. Eriytetyn betonijulkisivun valmistustoleranssit (Betoniset julkisivurakenteet. RT 82-10766, 3)

	sisäkuori	julkisivut	
		kuorielementti L, H max 6m	pienet levyt L, H max 1,5m
pituus ja korkeus	±10	±5	±2
paksuus	±5	±5	±3
kierous	±15	±10	±3
teräsosien ja reikien sijainti			
pinnan suunta	±10	±5	±5
syvyysuunta	±5	±5	±2
aukkojen sijainti	±8	±5	
elementin käyristymä	L/400	L/400	L/600



Kuva 2. Sisäkuorielementti (Betoniset julkisivurakenteet. RT 82-10766, 13)

Korkeussuunnassa mittajärjestelmän moduulit sidotaan kerrostasoihin ja aukkojen korkeusasemiin. Asuinrakennuksissa käytetään vähimmäiskerroskorkeutta 3 000 mm. Elementit asennetaan korkeussuunnassa aukko- ja korkomoduulien mukaan. Vaakas suunnassa julkisivurakenteille varataan yleensä oma moduulivähyhyke (pintamoduuli) runkomoduulien ulkopuolelle. Pintamoduulina muuratuissa koh-teissa käytetään useimmiten 3M (300 mm) jakoa, jolloin vakiokokoiset ikkunat sopivat hyvin yhteen julkisivumuurausten kanssa. Ikkunat ja vastaavat täydentävät rakennusosat asennetaan yleensä ennen villoitusta, jotta rakennusaikainen kosteus saadaan vähitellen poistumaan ja myöskin siitä syystä että mahdolliset rakentamisen toleransseista aiheutuvat mittapoikkeamat voidaan ottaa huo-mioon. (Betoniset julkisivurakenteet. RT 82-10766, 2).

Eriytetyssä julkisivussa julkisivutyö ei sido rakennustyökohteen muita töitä, mutta sitä ei voida aloit-taa ennen edellisen työvaiheen valmistumista. Julkisivun muiden töiden työmenekillä ja kestolla si-säkuorirakenteen pystyttämisen jälkeen ei myöskään ole yleensä suoraa vaikutusta kokonaisraken-nusaikaan.

Elementtien asentamisesta tehdään asennussuunnitelma. Suunnitelmassa käydään läpi asennustyön eri vaiheet ja niihin vaikuttavat seikat. Elementtejä asennettaessa noudatetaan valmistajan antamia tuotekohtaisia ohjeita, sekä *Betonirakentamisen laatuohjeet 2013*, by 47 määrittelemiä asennusmit-toleransseja.

### 3.3 Eristeet

Mineraalivillaeristeitä voidaan käyttää rakennuseristeinä, teknisinä eristeinä ja äänenvaimennustuotteina. Rakennuseristeet voidaan jakaa neljään osaan, jotka ovat pehmeät, kuormitusta kestävät, tuulensuoja, sekä puhallettavat mineraalivillaeristeet. Näistä neljästä pehmeät eristeet ovat pääasiallisesti tarkoitettu rakennuksen rungon lämmöneristämiseen. Pehmeillä eristeillä voidaan myös paloeristää tai äänieristää seiniä.

Suomen Rakentamismääräyskokoelma asettaa lämmöneristystuotteille erittäin vähän laadullisia vaatimuksia. Koko ulkoseinärakenteelle *RakMK C3 Rakennusten lämmöneristys*-määräyksissä annetaan lämmönläpäisykertoimet (U-arvot) joiden tulee täyttyä. Tämä osittain mitoitaa seinään laitettavan villan paksuuden. Lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennusosien yhteen laskettu lämmönläpäisykerroin on  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$  ja puolilämpimän  $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Muita mitoitavia tekijöitä saattavat olla ääneneristävyys tai tietyn paloluokituksen täyttyminen (Rakennusten lämmöneristys. Suomen RakMK C3 2008, 3). Eristeitä käsittelevästä RT-kortista löytyy taulukko josta ilmenee eristeiden eri teknisten ominaisuuksien testausstandardit.

Taulukko 2. Mineraalivillojen testausstandardit (Mineraalivillaeristeet. RT 36–10689, 2, 3)

Ominaisuus	Ominaisuutta vastaava lukuarvo	Testausstandardi
<b>Mitat</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pituus ja leveys</li> <li>• paksuus</li> <li>• suorakulmaisuus</li> </ul>	valmistajakohtaiset vakiomitat, kuva 1.	<i>SFS-EN 822</i> <sup>1</sup> <i>SFS-EN 823</i> <sup>2</sup> <i>SFS-EN 824</i> <sup>3</sup>
<b>Lujuusominaisuudet</b> määrätellään vain kuormitusta kestäville, jäykille eristeille <ul style="list-style-type: none"> <li>• puristuslujuus</li> <li>• vetolujuus levyn tasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa (poikittaisvetolujuus)</li> <li>• taivutuslujuus</li> <li>• askelkestävyys</li> <li>• kimmomoduuli</li> </ul>	6...60 kN/m <sup>2</sup> sallittu kokoonpuristuma 5 % 5...500 N/mm <sup>2</sup>	<i>SFS-EN 826</i> <sup>4</sup> <i>SFS-EN 1607</i> <sup>5</sup> <i>SFS-EN 12089</i> <sup>6</sup> <i>VTT 2630</i> <sup>7x</sup>
<b>Palo-ominaisuudet</b> <sup>y</sup> pinnoittamattomana palamaton tai lähes palamaton rakennustarvike <ul style="list-style-type: none"> <li>• suojaverhouksen palonkestoaika</li> <li>• syttymisherkkyysluokka 1</li> <li>• palonlevittämislukokka I</li> </ul>		<i>SFS-ISO 1182</i> <sup>8</sup> <i>SFS 4814</i> <sup>9</sup> <i>SFS 4191</i> <sup>10</sup> <i>SFS 4190</i> <sup>11</sup> <i>SFS 4192</i> <sup>12</sup>





## 3.4 Tiilimuuraus

Kantaviin muurattaviin rakenteisiin tulee käyttää standardien *SFS-EN 771-1* ja *SFS-EN 771-2* mukaisia tiiliä ja standardin *SFS-EN 998-2* mukaisia laasteja (Rakennustieto Oy 2010, 163, 164). Julkisivumuuraukseen eivät kuitenkaan päde samat määräykset tuotteen laadun kannalta, koska laadunvarmistustyökalun esimerkkirakenteen julkisivumuuraus (kuva 1. Tyypillinen julkisivurakenne) on ei-kantava rakenne.

Valmiin tiiliseinän laatua ei voida arvostella pelkästään teknisin perustein, vaan ulkonäköön vaikuttavat myös useat arkkitehtoniset seikat, kuten esimerkiksi tiilen väri tai tiilipintaan muodostuva tekstuuri. Kaikki nämä seikat huomioon ottaen kuitenkin käytännössä julkisivumuurauskin toteutetaan laadullisesti kantavan rakenteen veroiseksi, koska tiilien toimittajat noudattavat yleisesti hyväksyttyjä tiilityyppejä ja -kokoja (kuva 3), sekä ominaisuuksia (taulukko 4).

PERUSKOKOINEN TÄYSTIILI	MODUULIKOKOINEN REIKÄTIILI
PT 257 x 123 x 57 3,2 kg 55 kpl/m <sup>2</sup>	MRT (60) 285 x 85 x 60 2,2 kg 47 kpl/m <sup>2</sup>
PERUSKOKOINEN REIKÄTIILI PRT 257 x 123 x 57 2,8 kg 55 kpl/m <sup>2</sup>	MRT (85) 285 x 85 x 85 2,9 kg 35 kpl/m <sup>2</sup>
NORMAALIKOKOINEN REIKÄTIILI NRT 270 x 130 x 75 3,7 kg 42 kpl/m <sup>2</sup>	NORMAALIKOKOINEN TIILILAATTA MODUULIKOKOINEN TIILILAATTA NTL 270 x 75 x d 42 kpl/m <sup>2</sup> MTL 285 x 85 x d 35 kpl/m <sup>2</sup>

Kuva 3. Tiilityypit (Tiilirakenteet. RT 82–10510, 2)

Taulukko 3. Poltettujen tiilien ominaisuuksia (Tiilirakenteet. RT 82–10510, 2)

Ominaisuus		Vaatimus tai luokitus	
Mitat			
Lujuusominaisuudet			
• puristuslujuus	lujuusluokka tavallisesti 35...55	Ominaislujuus MN/m <sup>2</sup>	Lujuusluokka
		≥ 5	5
		≥ 15	15
		≥ 25	25
		≥ 35	35
		≥ 45	45
		≥ 55	55
• taivutusvetolujuus	keskimäärin noin 6 MN/m <sup>2</sup>		
• kimmomoduuli	noin 16 000 MN/m <sup>2</sup>		
Palo-ominaisuudet			
	rakennustarvikkeena palamaton, rakennus- osana ja suojaverhouksena luokka A		
• syttymisherkkyysluokka	1		
• palonlevittämislukka	I		
Aineen rakenneominaisuudet			
• tiheys	reikätiilet tiheysluokka tavallisesti 1,3 tai 1,5,	Tiheyksien keskiarvo kg/m <sup>3</sup>	Tiheysluokka
	täystiilet	625... 875	0,7
	tiheysluokka tavallisesti 1,7 tai 1,9	825... 1025	0,9
		975... 1225	1,1
		1175... 1425	1,3
		1375... 1625	1,5
		1575... 1825	1,7
		1775... 2025	1,9
		1975... 2225	2,1

Vakioidut tiilikoot helpottavat myös määrälaskentaa, kun tiedetään kuinka monta tiiltä yhteen valmiiseen seinäneliöön menee ja paljonko laastia tarvitaan per tiili.

Mitoituksen tarkoituksena on valita seinän osien pituusmitat sellaisiksi, ettei julkisivun limituskuviossa näkyisi 1/2-tiiltä pienempää osaa. Julkisivujen mitoituksessa otetaan huomioon koko seinän limitettävyyden. Jos seinän pituus on käytetyn tiilikoon mukaisen mittayksikön kerrannainen, voidaan seinänosat, pilarit ja aukkojen päälliset limittää sääntöjen mukaisesti. MRT (85) tiiltä käytettäessä esimerkkirakenteessa, kaikki mitat ovat leveysuunnassa 300 mm kerrannaisia ja korkeusmitat 100 mm kerrannaisia muurattaessa 15 mm saumalla. Tämä tieto helpottaa aukkojen sijoitusta. Erilaiset rasitukset, kuten lämmön- ja kosteudenvaihtelut sekä rakenteen kuormitukset aiheuttavat muurattuun rakenteeseen muodonmuutoksia. Muodonmuutoksista voi aiheutua jännityksiä, joita rakenne ei kestä ja muuraukseen syntyy halkeamia. Rakennusten pitkät ulkoseinät on jaettava liikuntasaumoilla sellaisiin osiin, etteivät muodonmuutokset aiheuta haitallisia halkeamia. Muodonmuutoksista aiheutuvien vaurioiden välttämiseksi ei pidä käyttää lujempia laasteja kuin on tarpeen rakenteen muiden

vaatimusten kannalta. Halkeilun estämiseksi parhaita ovat laastit, joilla on hyvä tartuntalujuus. (Tiilirakenteet. RT 82–10510, 2-7).

Julkisivumuurauksen saumoja ei koskaan saada täysin vedenpitäviksi. Sadevesi tunkeutuu muuratun rakenteen läpi erilaisten epätiiviiden kohtien, kuten saumojen rakojen kautta. Kosteudenpoistoa varten julkisivumuurauksen taakse jätetään noin 30–40 mm:n työvara ja tuuletusrako. Julkisivua muurattaessa on varmistuttava siitä, ettei tuuletusrako jää laastin tukkimaksi. Ilmaraon tarkoituksena on ohjata seinän läpi pääsevä kosteus alas ja osittain myös haihduttaa tuulensuojalevyn pintaan mahdollisesti muodostunutta kosteutta. Ilmavirtaukset tässä raossa ovat kuitenkin pieniä ja kuivuminen tapahtuu rakenteessa pääosin seinän lävitse.

Muurauksen läpi mahdollisesti päässyt vesi valuu alaspäin ja osa siitä imeytyy tiiliin sekä saumoihin. Alas asti julkisivun sisäpintaa pitkin pääsevä vesi on johdettava muurauksen alareunasta ulos. Ohjaimena voidaan käyttää esimerkiksi bitumikermikaistaa, joka nostetaan runkoelementtiä vasten. Samalla ohjain toimii katkona kosteuden kapillaariselle nousulle perustuksesta. (Tiilirakenteet. RT 82–10510, 8).

### 3.5 Rappaus

Rappauslaasti on sideaineiden, veden, runkoaineiden ja ilman seos, jossa voi olla lisäaineita, väriaineita, seosaineita ja täyteaineita. Runkoaineena käytetään tavallisesti hiekkaa tai murskattua kiveä. Runkoaineen rakeiden tulee olla riittävän lujia, vastata runkoaineen ulkonäkövaatimuksia ja olla pinnaltaan sellaisia, että sideaine tarttuu niihin hyvin. Tartunta- ja täyttörappauskerroksissa suurin rake koko on tavallisesti vähintään 3-4 mm ja pintarappauskerroksessa enintään 2 mm. Kohteen ulkonäkövaatimuksen mukaan pintakerrokseen voidaan käyttää myös karkeampia runkoaineita halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Sideaine valitaan kohteen vaatimusten mukaan ja sen valinta määräytyy hyvin pitkälti tuoreen laastin toteutuvat ominaisuudet. Julkisivurappauksissa käytetään laastien sideaineina tavallisesti kalkin ja sementin seosta. Erityistapauksissa voidaan käyttää myös muuraussementtiä tai muita hyväksytyjä aineita. Rappauslaastiin käytettävän veden tulee olla puhdasta. Se ei saa sisältää kovettumisreaktioita häiritseviä aineita kuten suoloja tai humusta. Se ei myöskään saa aiheuttaa värimuutoksia tai muita ulkonäköä haittaavia muutoksia. Normaali kylmä vesijohtovesi on yleisesti ottaen käyttökelpoista tähän tarkoitukseen. (Rappaus, laastit ja niiden valinta. RT 33-10386).

Laastin merkintä on kirjain-numeroyhdistelmä, joka koostuu neljästä osasta. Ensimmäinen ilmoittaa käytettävän sideaineen tai niiden yhdistelmän, toinen ja kolmas ilmoittavat sideaineiden määrät ja viimeinen runkoaineen osuuden seoksesta.

Rappauslaastilta vaaditaan tiettyjä ominaisuuksia sekä tuoreena että kovettuneena, jotta se täyttäisi työn suorituksen ja valmiin työn asettamat laatuvaatimukset. Tuoreelta laastilta vaaditaan työstettävyyden kannalta seuraavia ominaisuuksia:

- notkeus
- riittävä työstettävyyss aika
- tarttuvuus.

Paras työstettävyyys saadaan aikaa käyttämällä sopivan raemuodon ja rakeisuuden omaavaa hiekkaa, sekä sopivaa sideaine- ja vesimäärää. Työstettävyyteen voidaan vaikuttaa myös huokostimilla ja plastisoivilla lisäaineilla. Jonkin aineosan väärä annostus voi heikentää työstettävyyttä, mikä johtaa lopputuloksen muuttumiseen. (Rappaus, laastit ja niiden valinta. RT 33-10386, 6).

Laastin tarttuvuuden tulee olla hyvä, jotta laastin ja rappausalustan välille muodostuisi sidos valmiissa rappauksessa. Mikäli laastin sisältämä vesi imeytyy liian nopeasti alustaan, seurauksena on heikentynyt tarttuvuus. Laastin tulee kestää irtoamatta pinnan oikaisu ja käsittely. Muita työstettävän laastin huomioon otettavia ominaisuuksia ovat ilmapitoisuus, kutistuminen ja vedenpidätyskyky. Ilmapitoisuudella voidaan säädellä suojahuokosten määrää, joka parantaa laastin pakkasenkestävyyttä. Huokosten lisäämiseen käytetään lisähuokostusaineita. Kutistumista voidaan ehkäistä muun muassa kastelemalla rappauspintaa. Rappauspintaa kastelemalla voidaan säädellä veden imeytymistä alustaan, sekä ehkäistä haihtumisesta johtuvaa kuivumista. Kovettuneen laastin laadullisia ominaisuuksia ovat seuraavat. (Rappaus, laastit ja niiden valinta. RT 33-10386, 5):

- sään ja pakkasenkestävyys
- tartuntalujuus
- vesihöyrynläpäisevyys
- lujuus ja kulutuksenkestävyys.

Laastin kyky kestää säärasituksia riippuu pakkasenkestävyydestä, kosteus- ja lämpöliikkeistä sekä ilmansaasteiden vastustuskyvystä. Pakkasenkestävyyteen vaikuttaa laastin lujuus ja huokosrakenne. Tartuntalujuuden tulee olla hyvä, koska lämpöliikkeet ja kuivumiskutistuma voivat aiheuttaa varsin suuria jännityksiä. Syntyviä jännityksiä voidaan rajoittaa välttämällä liian paksuja rappauskerroksia. Vesihöyrynläpäisevyydellä tarkoitetaan sitä että rappaus ei saa muodostaa estettä läpikulkevalle kosteudelle. (Rappaus, laastit ja niiden valinta. RT 33-10386, 6). Jos este muodostuu niin rakennuksen sisälle alkaa kertymään ylimääräistä kosteutta ja homevauriot ovat näin ollen huomattavasti todennäköisempiä. RunkoRYL 2010:ssa määritellään valmiin rapatun pinnan tasaisuus (taulukko 4).

Taulukko 3. Rapatun pinnan tasaisuus (Rakennustieto Oy 2010, 306)

	Mittauspituus, mm	Suurin sallittu poikkeama, mm		
		Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Seinä	2000	± 3	± 5	± 7
Katto	2000	± 3	± 5	± 7
Katto muihin rakennusosiin tai pintoihin rajoituksessa	2000	± 2	± 3	± 5

## 4 ASENNUSTYÖN TEORIAA

### 4.1 Elementtiasennus

Elementtiasennus käsittää aloituspalaverin, kaluston valmistelun ja tarkistuksen, elementtien vastaanoton ja siirrot, elementtien korkeuksien mittauksen, asennuspalojen sijoittelun, elementtien asennuksen, elementtien tuennan ja kiinnityksen, juotostukkeiden asennuksen, raudoituksen, juotosbetonoinnin sekä jälkityöt kuten muottien ja tukien purkamiset sekä kaluston puhdistuksen.

Työtä edeltävään laadunvarmistukseen kuuluu useita seikkoja jotka tulee käydä läpi työmaalla. Ennen töiden aloittamista tulee varmistaa että elementtisuunnitelma on tehty ja että siinä on esitetty turvallisuusasiakirjan edellyttämät seikat kuten (Mäki, ym. 2009, 96-99):

- elementtien asennusjärjestys
- vähimmäistukipinnat
- elementtien kiinnittäminen
- erityistoimia edellyttävät elementit (esimerkkinä kääntökivet)
- mittausjärjestelmä ja toleranssit
- asennuksen aikainen tuenta
- mahdolliset kiinnityshitsaukset.

Ennen töiden aloitusta suunnitellaan ja sovitaan hyvissä ajoin elementtitehtaan kanssa seinäelementtien toimituspäivämäärät ja ajat täsmätoimituksina siten, että varastointitila saadaan minimoitua työmaalla. Tällä toimenpiteellä säästetään mahdollisten ylimääräisten varastotilojen vuokratannuksissa. Jos kohde sisältää hitsiliitoksia niin varmistetaan hitsaajan pätevyys ja hitsausluokka sekä tehdään hitsaustöille tulityölupa. Vastaanoton yhteydessä tarkistetaan elementtien laatu ja kunto. Mahdollisista vaurioista elementtipinnoissa tai kiinnityksissä tehdään merkintä rahtikirjaan ennen rahtikirjan kuittausta. Useimpien elementtitehtaiden toimitusehdoissa lukee että mahdolliset virheet ja puutteet on ehdottomasti merkattava rahtikirjaan tai muutoin elementtitehtaan vastuu elementtien laadusta päättyy. Varataan elementtien nostoille, varastoinnille ja mahdollisille siirroille tila. Varmistetaan että käytettävälle nosto- ja tuentakalustolle on tehty työturvallisuusmääräysten mukaiset käyttöönottotarkastukset ja että tuentakaluston telinekortti on asianmukaisesti täytetty. Huolehditaan riittävästä valaistuksesta sekä sääsuojauksesta vuodenaika huomioon ottaen. (Mäki, ym. 2009, 96-99).

Varmistetaan että elementtiasennuksen alusta täyttää sille asetetut laatuvaatimukset sekä mittatarkkuusvaatimukset ottaen huomioon tasaisuuden, ristimitat, korot, tukipintojen leveydet sekä eristyskaistat. Nämä on hyvä käydä lävitse esimerkiksi mittamiehen kanssa. Tarvittaessa tehdään uusintamittaukset ja niihin liittyvät merkinnät. Käydään läpi työturvallisuusseikat kuten kaiteet ja niiden poisto, valjaiden käyttö sekä työkohteen siivous. (Mäki, ym. 2009, 96-99).

Työaikaiseen laadunvarmistukseen kuuluu useita käytännön seikkoja jotka tulee ottaa huomioon töiden aloituksessa ja niiden edetessä. Heti ensimmäisenä tulee varmistaa, että elementtiasentajilla on käytössään viimeisin revisio elementtiasennuskaaviosta. Vanhojen revisioiden käyttö saattaa aiheuttaa sen että tulevia seinäkiviä asennetaan väärin paikkoihin tai väärään korkoon. Nostojen aikana tarkastetaan, että nostokalusto on kunnossa ja että nostoissa käytetään tarvittaessa oikeita nostoapuvälineitä kuten nostopuomia. Elementit tulee olla kiinnitettyinä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Elementtiasennustyöryhmällä ja nosturikuskilla tulee olla näkö- tai puhelinyhteys koko nostotyön aikana nosto-ohjeiden antamista varten. Nostot pyritään suunnittelemaan siten, ettei elementtejä tarvitse viedä työskentelyalueen yläpuolelta asennuspaikalle. Näin vältetään turhilta vaaratilanteilta. Erittäin kovalla tuulella tai jos tuuli on puuskittaista, lopetetaan nostotyöt kokonaan. Työturvallisuusseikoista varmistetaan vielä että henkilökohtaisia suojaimia käytetään asianmukaisesti ja että puutoamissuojaus on suunnitelmien mukainen. (Mäki, ym. 2009, 96-99).

Elementtien asennuksen yhteydessä varmistetaan elementtien oikea sijainti, asennuksen mittatarkkuus, linjaukset, liitokset, riittävät tukipinnat, oikea korko ja riittävä asennusaikainen tuenta mittamalla sekä säätämällä elementtien asentoa tukien ja asennuspulttien avulla. Elementin koosta riippumatta elementti on tuettava vähintään kahdella elementtituella. Seinäelementeissä on esiasennettuja valuankkureita joihin elementtituet laitetaan kiinni pulteilla. Toinen pää kiinnitetään betoniruuilla lattiaan. (Mäki, ym. 2009, 96-99).

Elementtiasennuksen edettyä yhden suunnitellun kokonaisuuden eteenpäin (esim. yhden kerrosta-son elementit), varmistetaan saumaraudoitteiden määrä, koko ja sijainti, sekä mahdolliset hitsaus- ja pulttiliitokset ennen saumavalun aloittamista. Jälkivalettavan vaakasauman tulee olla vähintään 20mm paksu. Ylipursuneet saumavalut poistetaan ennen niiden kovettumista etuputsin helpottamiseksi. Ennen elementtitukien poistoa tulee varmistua juotosbetonin riittävästä kovettumisesta (Mäki, ym. 2009, 96-99).

Työnjälkeisessä laadunvarmistuksessa käydään läpi lähinnä ne seikat mitä sopimusasiakirjoissa on määritetty. Näitä ovat yleisesti elementtiasennuksen laatuvaatimukset mittatarkkuuden, elementtien laadun, kiinnityksen ja juotosten osalta. Rakenteen jälkihoidosta huolehditaan suojaamalla juotokset sään ja mahdollisten muiden haitallisten vaikutusten osalta. Työnjälkeistä laatua koskettaa myös työkohteen huolellinen siivoaminen töiden jälkeen, jotta seuraava työvaihe pääsee alkamaan sujuvammin.

## 4.2 Lämmöneristäminen

Julkisivun lämmöneristystyö käsittää työkohteen ja käytettävien materiaalien vastaanoton, materiaalien siirrot, kaluston valmistelun, mittaustyöt, ohjureiden asennuksen, kiinnitysramlojen asennuksen, lämmöneristelevyjen paikalleen laiton, täytepalojen leikkauksen ja asennuksen, tuulensuojalevyn asennuksen sekä villasaumojen teippaus. Lopettaviin töihin kuuluu siivous ja jätteiden lajittelu, kaluston purku ja puhdistus sekä jälkisuojaus säätä ja muita mahdollisia haittoja vastaan.

Työtä edeltävässä laadunvarmistuksessa tulee olla varma että materiaaleja koskevat seikat on otettu huomioon. Ennen töiden aloittamista tulee varmistaa mittauskaluston, nosto- ja siirtokaluston, levyjen työstölaitteiden, telineiden ja kaiteiden saatavuus. Näiden lisäksi todetaan että töitä varten on olemassa tarpeeksi lämmöneristyslevyjä, tuulensuojalevyjä, ramloja, teippiä ja muita mahdollisesti tarvittavia kiinnitystarvikkeita sekä tarkistetaan työryhmän koko ja verrataan sitä aikatauluun ja työsuorituksen määrään. Ensimmäisenä työvaiheena työmaalla ennen villoitustyön aloittamista tarkistetaan että telineet ja kaiteet on asennettu vaatimusten mukaisesti sekä suunnitellaan nostot ja siirrot turvallisesti. Saapuvista pakkauksista tai toimitusasiakirjoista tulee tarkastaa että tarvikkeiden laatu on todennettavissa. Materiaalien varastointi toteutetaan siten että ne ovat kuivissa sisätiloissa tai kastumiselta, rikkoontumiselta ja likaantumislta suojattuna irti maasta suojapeitteiden alla. (Mäki, ym. 2009, 204-207).

Työteknisistä seikoista työtä edeltävässä laadunvarmistuksessa huomioidaan se että lämmöneristystyö tulee tehdä sateettomassa säässä tai säältä ja muilta mahdollisilta haitoilta suojattuna. Tällä toimenpiteellä ehkäistään kosteuden jäämistä villoihin, joka puolestaan saattaa aiheuttaa vaurioita villoihin ja sitä kautta vaikuttaa lämmöneristävytyteen. Työmaalle järjestetään jätteiden lajittelun vaatimat jäteastiat ja varmistetaan, että tarvittavat henkilökohtaiset suojaimet ovat työntekijöiden käytettävissä. Kohteen koosta ja tyypistä riippuen eristysmateriaalin hukka saattaa olla kohtalaisen suuri, koska vajaiden eristyslevyjen käyttö pyritään minimoimaan jotta saumojä jäisi mahdollisimman vähän. Suurta jätemäärää varten on hyvä järjestää työmaalle esimerkiksi jätepuristin, jolla villat saadaan pakattua pieneen tilaan. (Mäki, ym. 2009, 204-207).

Työnaikaiseen laadunvarmistukseen kuuluvat pääimmäisenä työturvallisuusseikat. Työn aikana tulee varmistaa, että työssä käytetään tarvittavia henkilökohtaisia suojaimia. Telineet joudutaan usein vesikaton läheisyydessä rakentamaan siten, että määräyksien mukaisia kaiteita ei ole mahdollista rakentaa. Tällöin huomioidaan myös valjaiden käyttö. Muiden tasojen, kulkusiltojen ja kaiteiden tulee olla turvallisia ja putoamisen mahdollistavat aukot tulee olla suojattuna. Työn edetessä tarkistetaan että käytössä on mahdollisimman paljon täysiä eristyslevyjä tarpeettomien saumojen välttämiseksi. Päällekkäisten levykerrosten saumat eivät saa olla kohdakkain, vaan niiden tulee olla porrastettu esimerkiksi 300mm. Neljän levyn kulmat eivät saa olla samassa pisteessä. Työn aikana tulee myös varmistaa että lämmöneristyslevyt ovat tiiviisti sisäpintaa ja rajoittavia rakenteita vasten. (Mäki, ym. 2009, 204-207).



Työnjälkeisessä laadunvarmistuksessa varmistetaan, että lämmöneristys täyttää sopimusasiakirjoissa esitetyt laatuvaatimukset eristeen laadun, kerrospaksuuksien, mittojen, kiinnityksen, saumojen tiiviyyden ja lämmöneristyskerroksen muodonmuutoksien osalta. Eristeen tulee liittyä ympäröiviin rakenteisiin, lämpimään pintaan ja toisiinsa tiiviisti. Tiivistekerroksen tulee olla katkeamaton ja läpivientien ja vastaavien osien tulee olla myös tiivistetty. Valmis lämmöneristys suojataan kastumiselta ja mekaanisilta vaurioilta. Mahdollisesti vaurioituneet eristeet uusitaan tai korjataan ennen eristykseen peittämistä alkuperäistä lämmöneristystä vastaavaksi. (Mäki, ym. 2009, 204-207).

#### 4.3 Tiilimuuraus

Kokonaisuudessaan tiilimuuraustyö käsittää työkohteen vastaanoton, materiaalien vastaanoton, tarkastuksen, varastoinnin, suojauksen ja siirrot, muurauksen mittaukset, nurkkaohjaimien ja aukkotukien asennuksen, laastin valmistuksen, muuraustyön, sidelankojen asennuksen, kiinnityksen muihin rakenteisiin, liikuntasaumojen teon, saumauksen, siivouksen ja jätteiden lajittelun, kaluston puhdistuksen ja varastoinnin sekä jälkisuojauksen.

Työtä edeltävään laadunvarmistukseen kuuluu materiaalien ja kaluston saatavuuden varmistaminen. Varmistetaan että saatavilla on mittauskalusto, nosto- ja siirtokalusto, laastinsekoittimet ja –astiat, tiilisahat ja muu tarvittava työskelustalo, muurauskauha, telineet, tiilikärkyt, sääsuojat, saumaustyökalut sekä jäteastiat. Näiden lisäksi varmistetaan että tiiliä, laastia, vettä, raudoitteita, tiilisiteitä ja tiilipalkkeja on riittävä määrä työn sujuvaan etenemiseen. Näiden lisäksi tarkistetaan työryhmä ja suunnitelmat. (Mäki, ym. 2009, 136-139).

Ennen töiden aloitusta työkohteessa pidetään nostolaite- ja telinetarkastus, jossa todetaan että telineet ovat työturvallisuusmääräysten mukaiset. Mahdolliset virheet ja puutteet on korjattava ennen töiden aloitusta. Telineitä suunniteltaessa on otettava huomioon materiaalien painot. Nostot ja siirrot suunnitellaan myös turvallisiksi. Telineiden työtason leveys tulee olla vähintään 1,8 metriä, jos tasoa käytetään työskentelyn lisäksi työssä käytettävän materiaalin välivarastointiin ja tavarantoon. Jos tasoa käytetään vain työskentelyyn, leveyden tulee olla vähintään 0,6 metriä. Tason pinta tulee olla vaakatasossa, eikä se saa olla liukas tai taipuisa. Putoamiskorkeuden ylittäessä 2 metriä, tulee kaiteiden olla vähintään yhden metrin korkeat. Jos työtason ja seinän väliin jäävä aukko on leveydeltään yli 250mm, on myös seinän puoleiselle sivulle asennettava kaiteet. Telineiden tarkastuksen jälkeen tarkistetaan että alusta sekä liittyvät rakenteet ja taustarakenne täyttävät asiakirjoissa niille annetut vaatimukset. Kosteuden tunkeutumien alustasta muuraukseen katkaistaan suunnitelmien mukaan. Yleisesti tähän käytetään sokkelin reunan päälle tulevaa tippapeltiä ja pellin päälle asennettavaa bitumikermiä, joka nostetaan runkorakennetta vasten. Tarvittaessa ympäröivät rakennusosat suojataan tiilimuuraukselta sekä tarkistetaan muurausolosuhteet pakkasen, veden ja lumisateen osalta. Talviolosuhteissa varaudutaan työkohteen lämmitykseen ja suojaukseen. (Mäki, ym. 2009, 136-139).

Työnaikaisessa laadunvarmistuksessa varmistetaan henkilökohtaisten suojainten käyttö sekä telineiden, koneiden ja laitteiden kunto. Työkohteeseen järjestetään siivous ja jätteiden lajittelu kivi-, puu-, metalli- ja sekajätteille erikseen. Työn edetessä tarkistetaan rakenteiden pystysuoruus ja tasaisuus, tiilikerrosten vaakasuoruus ja limitys muurausjohteiden ja linjalankojen avulla. Puhtaaksi muurattaessa tiiliä käytetään tasaisesti eri tiililetkoista tiilien mahdollisten värierojen häivyttämiseksi. Rapatuissa julkisivuissa tällä ei ole niin suurta merkitystä johtuen siitä, että rappauslaastissa on yleisesti ottaen runsaasti pigmenttiä joka peittää suuretkin värierot eri polttoeristä saapuvissa tiilissä. Työn aikana tulee myös varmistaa raudotteiden ja tiilisteiden jääminen kokonaan laastin sisään sekä se että julkisivumuurausten taakse jäävä tuuletusrako ja kosteuden poistoaukot toimivat. Alimpaan tiiliriviin tulee jättää joka toinen – joka neljäs pystysauma auki rakennesuunnitelmien mukaan veden poistamiseksi. Talviolosuhteissa laasti valmistetaan ja säilytetään siten, ettei lämpötila ennen muurausta eikä ennen sitoutumista laske alle +5 °C. Valmis muuraus suojataan kylmältä kunnes muurauslaasti on riittävästi sitoutunut. Poltettuja tiiliä käytettäessä muurauksen aikana tahraantuneet pinnat ja rakennusosat puhdistetaan enintään 2 % suolahappoliuoksella. (Mäki, ym. 2009, 136-139).

Työnjälkeisessä laadunvarmistuksessa tiilimuurauksessa käytetty kalusto puhdistetaan välittömästi työvaiheen valmistuttua. Mahdollisesti vahingoittuneet ja likaantuneet rakennusosat korjataan ja puhdistetaan ja valmis tiilipinta suojataan seuraavien työvaiheiden vaikutuksilta jos tarpeellista. Ennen seuraavaa työvaihetta varmistetaan, että tiilimuuraus on sopimusasiakirjojen laatuvaatimusten mukainen materiaalien, mittatarkkuuden, limityksen, kiinnityksen sekä saumauksen osalta. Runko-RYL 2010 kohdassa 511 annetaan valmiille muuratulle rakenteelle mittapoikkeamia. Taulukossa 4 on esitetty seinän mittapoikkeamat, taulukossa 5 varausten mittapoikkeamat, taulukossa 6 seinässä olevien aukkojen mittapoikkeamat ja taulukossa 7 muuratun seinän saumojen mittapoikkeamat.

Taulukko 4, Muuratun seinän mittapoikkeamat (Rakennustieto Oy 2010, 168)

Ulottuvuudet ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Pilarin poikkileikkauksen mitat <sup>2)</sup> , seinän paksuus <sup>1)</sup> sivumitasta <sup>2)</sup>	± 5 %	± 5 %	± 5 %
Pilarin poikkileikkauksen mitat, seinän paksuus enintään <sup>1)</sup>	± 3 mm	± 8 mm	± 12 mm
Käyryys <sup>3)</sup>	± 2 ‰	± 3 ‰	± 4 ‰
Kaltevuus <sup>3)</sup>	± 2 ‰	± 3 ‰	± 5 ‰
Kaltevuus enintään <sup>3)</sup>	± 12 mm	± 18 mm	± 30 mm
Kaltevuus kolmen kerroksen matkalla <sup>3)</sup>	± 50 mm	± 50 mm	± 50 mm
Kaltevuus toisiin rakennusosiin rajoituessaan <sup>3)</sup>	± 1 ‰	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
Sivusijainti	± 5 mm	± 8 mm	± 8 mm
Etäisyydet viereisiin rakennusosiin	± 5 mm	± 8 mm	± 12 mm
Rakoseinän seinäpuoliskojen välinen etäisyys	± 15 mm	± 15 mm	± 15 mm
<sup>1)</sup> Yhden seinäpuoliskon paksuus rakoseinissä. <sup>2)</sup> Ei koske yhden muurauskappaleen levyisiä tai pituisia seiniä tai pilareita, joiden mittapoikkeamat riippuvat muurauskappaleiden mittapoikkeamista. <sup>3)</sup> Mitattuna ylä- ja alapään keskipisteiden yhdyslinjasta.			

Taulukko 5, Muuratun seinän varausten mittapoikkeamat (Rakennustieto Oy 2010, 168)

Ulottuvuudet ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama, mm		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Mitat	± 10	± 15	± 25
Sivusijainti ja korkeusasema perussuorasta tai -pisteestä	± 5	± 10	± 15

Taulukko 6, Muuratun seinän aukkojen mittapoikkeamat (Rakennustieto Oy 2010, 168)

Ulottuvuudet ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama, mm		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Seinän aukkojen mitat	± 3	± 5	± 8
Sivusijainti	± 5	± 8	± 12

Taulukko 7, Muuratun seinän saumojen mittapoikkeamat (Rakennustieto Oy 2010, 169)

	Suurin sallittu poikkeama, mm		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Sauman ja muurauskivirivin korkeuspoikkeama keskilinjasta	± 2	± 3	± 5
Limitetyn muurin sauman poikkeama pystysuorasta <sup>1)</sup>	± 3	± 8	± 12
Limittämättömän muurin sauman poikkeama pystysuorasta <sup>1)</sup>	± 2	± 5	± 8
Sauman syvyys pintaan verrattuna	± 3	± 3	± 3
Vaakasauman paksuus	± 3	± 3	± 3
Pystysauman paksuus	± 5	± 5	± 8

Mittatarkkuuksista luokka 1 on voimassa rakennuksissa tai rakennusosissa, joille asetetaan erityisen suuria mittatarkkuusvaatimuksia, luokka 2 normaaleissa asuin-, liike- ja toimistorakennuksissa ja luokka 3 teollisuus-, varasto- ja hallirakennuksissa tai vastaavissa rakennuksissa.

#### 4.4 Ohutrappaus

Rappaukset pitävät sisällään suojauksen ja telinetyön, materiaalien vastaanotot ja varastoinnit, siirrot työkohteeseen, pinnan esikäsittelyn, rappauslaastin valmistuksen, alustan kostutuksen, rappauksetyön, suojausten purun ja välineiden puhdistuksen.

Työtä edeltävään laadunvarmistukseen kuuluu työssä käytettävien resurssien varmistaminen. Työkaluista on hyvä löytyä mittauskalusto, alustan kostutus- sekä laastin sekoitus- ja levityskalusto, telineet, mahdolliset sääsuojat, jäteastiat sekä käsityökalut. Varsinaisista materiaaleista tulee löytyä rappauslaasti, vesi ja kiinnikkeet. Näiden lisäksi työtä edeltävään laadunvarmistukseen kuuluu työryhmän, suunnitelmien, tuotekohtaisten ohjeiden ja henkilökohtaisten suojaimien varmistus. (Mäki, ym. 2009, 234-237).

Vastaanoton yhteydessä tarkistetaan laastisäkkien kunto ja laastin käyttöajat. Varastoitessa säkkejä tulee ottaa huomioon että laasti on ehdottomasti varastoitava irti maasta ja säältä ja kosteudelta suojattuina. Jos laasti pääsee imemään vettä, se kovettuu säkin sisälle ja materiaalihukka saattaa näin ollen muodostua huomattavan suureksi. Jos käytössä on laastiasema, tulee se sijoittaa mahdollisimman keskeiselle paikalle siirtomatkojen minimoimiseksi. Materiaalien varmistuksen jälkeen tarkistetaan, että rapattava pinta on sopimusasiakirjojen mukainen ja liikkumaton, kiinteä, kuiva ja riittävän lämmin. Pinta puhdistetaan öljystä, pölystä ja muista epäpuhtauksista ja pinnassa olevat työtä haittaavat esteet poistetaan. Tämän jälkeen varmistetaan ympäröivien rakenteiden suojaus. Ikkunat suojataan muovilla, luonnonkivipinnat paperilla tai savella ja muu ympäristö ja ympäröivät rakenteet muovilla. Pintaan jäävät metalliosat suojataan korroosiolta ja puuosat erotetaan rappauksesta. Myös olosuhteiden sopivuus tulee tarkastaa tässä vaiheessa. Lämpötilan tulee olla vähintään +5°C ja rapattavan pinnan sateelta ja suoralta auringon paisteelta suojassa. Kun kaikki ennakkoon selvitetään

vät asiat ovat kunnossa, tarkistetaan vielä suunnitelmat ja työn toteutus, kuten esikäsittely, työsaumat ja hiertojälki rappauksen tekijöiden kanssa paikanpäällä sekä järjestetään työkohteen siivous ja jätteiden lajittelu. Vielä ennen töiden aloitusta pidetään työtelineiden ja nostolaitteiston tarkastukset. Mahdolliset virheet ja puutteet korjataan ennen töiden aloittamista. (Mäki, ym. 2009, 234-237).

Ohutrappauksen työnaikainen laadunvarmistus on huomattavasti kevyempää kuin 2-kerros tai 3-kerrosrappauksessa. Esimerkiksi verkkojen sijoittamisesta tai alemman rappauspinnan kovuudesta ei tarvitse huolehtia. Ohutrappauksessa rapattava pinta tarvittaessa esikostutetaan alustan vaatimusten mukaan ja varmistetaan alustan sopiva kosteus juuri ennen töiden aloittamista. Työssä käytettävän veden tulee olla puhdasta. Vedessä olevat mahdolliset epäpuhtaudet saattavat aiheuttaa pintaan värimuutoksia tai laastin kovettumisominaisuudet saattavat muuttua. Laastinvalmistuksessa käytettävän veden lämpötilan tulee olla laastivalmistajan ohjeiden mukainen. Laastien sekoituksessa ja käytössä noudatetaan muutenkin tuotekohtaisia ohjeita sekoitussuhteista, kuivumisajoista ja kerrospaksuuksista. Rappaus katkaistaan muurattujen seinien liikuntasaumojen kohdalla. Viimeisenä kohtana työvälineet puhdistetaan ja varastoidaan välittömästi työvaiheen päättymisen jälkeen. (Mäki, ym. 2009, 234-237).

Työnjälkeisessä laadunvarmistuksessa varmistetaan että rappaus täyttää sille sopimusasiakirjoissa esitetyt vaatimukset materiaalien ja työn osalta. Pinnan ulkonäön, tasaisuuden, rappauksen kestävyiden, paksuuden, suoruuden ja tartunnan alustaan tulee olla kunnossa. Valmiiseen pintaan ei saa jäädä ulkonäköä haittaavia työsaumoja. RunkoRYL 2010 kohdassa 101 ilmoitetaan rapatun pinnan tasaisuusvaatimukset (taulukko 9). Yleisin pintarappaustapa on hietorrappaus, jossa laastin raekoko on 1,5mm – 2mm.

Taulukko 8, Rapatun pinnan tasaisuus (Rakennustieto Oy 2010, 306)

	Mittauspituus, mm	Suurin sallittu poikkeama, mm		
		Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Seinä	2000	± 3	± 5	± 7
Katto	2000	± 3	± 5	± 7
Katto muihin rakennusosiin tai pintoihin rajoituessa	2000	± 2	± 3	± 5

Vaatimusluokka 1 käsittää rakennusosat, joille annetaan suuria vaatimuksia, esimerkiksi maalattavat tai ohuella pintakerroksella päällystettävät sisäpinnat. Luokkaan 2 kuuluu rakennusosat, joille asetetaan normaali vaatimustaso sisällä. Luokka 3 käsittää ulkopinnat ja rakennusosat, joille ei aseteta suuria vaatimuksia. (Mäki, ym. 2009, 234-237).

## 5 KÄSITTELY

### 5.1 Käytännön toteutus

Käytännössä työkalu toteutettiin Microsoft Word -pohjaiseksi siitä syystä, että kaikilla vastaavilla mestareilla, työmaamestareilla sekä työmaainsinööreillä katsottiin olevan tarpeelliset tiedot ja taidot Wordin käyttöön. Dokumentti on myös mahdollista tulostaa ja täyttää käsin. Joko tallennettu Word -dokumentti tai käsin täytetty ja PDF -muotoon skannattu tiedosto tallennetaan vähintäänkin työvaiheesta seuraavaan siirryttäessä Varte Oy:n käyttämälle palvelimelle. Kyseiselle palvelimelle on pääsy kaikilla Varte Oy:n mestareilla ja ylemmällä johdolla, jolloin tietoja voidaan hakea ja selata mistä tahansa, milloin tahansa.

### 5.2 Työkalun rakenne

Jokaiselle luvussa 4 mainitulle työvaiheelle tehtiin oma yksilöllinen tarkistuslista, jonka mestari kuittaa tehdyksi aikataulun edetessä. Tarkistuslistoilla on keskenään samanlainen runko, jossa käsitellään osittain töitä edeltävää laadunvarmistusta, aloituspalaverissa käsiteltäviä asioita, työkohteen ennakkotarkastusta ennen työvaiheen aloittamista, malliasennusta, sekä seurantaa ja luovutusta. Yksittäisen työvaiheen tarkistuslista liittyy aina osittain edeltävään ja seuraavaan listaan. Tällöin saadaan kokonaisvaltainen dokumentti ulkoseinän toteutuksesta sen sijaan että jokaisen yksittäisen rakennusosan jokaisesta tehtäväkokonaisuudesta tehtäisiin omat dokumentit. Luvussa 4 on käsitelty laajemmin työvaiheessa huomioon otettavia seikkoja, joista varsinaiseen lopulliseen laadunvarmistustyökaluun on poimittu vain käytännön kannalta ongelmallisimmat kohdat. Yksittäinen työvaihe sisältää työvaiheen perustiedot sekä huomioon otettavat seikat ennen töiden aloitusta, mallityössä sekä välitarkastuksessa.

### 5.3 Työkalun käyttö

Työkalun käyttäminen tapahtuu siten että jokaisen ongelmakohdan perässä on kolme eri saraketta, jotka kuitataan tehdyksi töiden edetessä omilla nimikirjaimilla ja päivämäärällä. Ensimmäinen sarake osoittaa ongelmakohdan olevan hoidettu ensimmäisen tarkastelukerran yhteydessä. Toinen sarake osoittaa jonkin olemassa olevan puutteen tai virheen tarkastuskohdassa ja kolmas sarake on varattu virheen tai puutteen korjauksen kiittaamista varten. Jos ongelmakohta on mitattavissa oleva suure, sen yhteyteen on kirjattu myös määräyksien mukaiset toleranssit.

## 5.4 Esimerkki työkalun käytöstä

Perustietoina ovat työvaiheessa käytettävän aliurakoitsijan nimi tai vaihtoehtoisesti työryhmän nimi jos työ teetetään omana työnä, työvaiheen vastuussa olevan mestarin nimi, töiden aloituspäivämäärä ja arvioitu kesto sekä välitarkastuksen päivämäärä sekä paikka.

## Elementtiasennus

Urakoitsija, työryhmä	Aliurakoitsija Oy
Runkomestari	Henri Manninen
Töiden aloitus	VKO 20/2013
Kesto	8 viikkoa
Välitarkastus, paikka ja aika	Kun puolet 1.kerroksesta asennettu

Ennen töiden aloitusta käsitellään sopimusasiakirjojen ja suunnitelmien paikkaansa pitävyys, aikaisemman työvaiheen lopullinen jälki sekä tarvittavat materiaalit tulevaa työvaihetta varten:

	OK + PVM	KORJATTAVAA	KORJATTU + PVM
<b>Ennen töiden aloitusta</b>			
Aloituspalaveri pidetty	HM 6.5.		
Asennussuunnitelma tehty		Asennusjärjestys	HM 9.5.
Nostosuunnitelma tehty	HM 1.5.		
Elementtipohjat tarkastettu	HM 6.5.		
Elementtitoimitukset sovittu	HM 19.3.		
Jokainen elementti kuvataan toimituksen yhteydessä. Tallennus X:lle.			
Elementtifakit ja nosturi tarkistettu	HM 13.5.		
Kaiteet, valjaat, radio, sähkö, vesi	HM 13.5.		
Tuet, asennuspalat	HM 13.5.		

Mallityö -kohdassa käsitellään työn jälki, tarkistetaan että on käytetty oikeita materiaaleja sekä huomioidaan työskentelyyn liittyvät seikat kuten työpisteen siisteys.

<b>Mallityö</b>			
Asennussuunnitelman mukaisuus	<u>HM 20.5.</u>		
Elementtien tuenta ja kiinnitys	<u>HM 20.5.</u>		
Asennuksen mittatarkkuus	Jokainen elementti tuettu vähintään kahdella tuella.		
		<u>Yläreuna +12mm</u>	<u>HM 20.5.</u>
	Sivusijainti $\pm 15\text{mm}$ - Vapaa väli $\pm 15\text{mm}$ - Yläreunan korkeus $\pm 10\text{mm}$		
	Pystysuoruus h/600mm - Sauman leveys väliseinässä $\pm 10\text{mm}$ , muuten $\pm 8\text{mm}$		
Elementtien kunto	<u>HM 20.5.</u>		
Työkohteen siisteys		<u>Pakkausjätteitä maassa</u>	<u>HM 20.5</u>

Välitarkastuksessa käsitellään työtekniisesti ajatellen samat asiat kuin mallityössä mutta tarkastelun kohde on huomattavasti laajempi työn etenemisestä riippuen. Tämän lisäksi varmistetaan materiaalien riittävyys työn loppuun saakka.

<b>Välitarkastus</b>			
Asennussuunnitelman mukaisuus	<u>HM 12.6.</u>		
Asennusaikataulussa pysyminen	<u>HM 12.6.</u>		
Elementtien tuenta ja kiinnitys		<u>Elementissä vain 1 tuki</u>	<u>HM 13.6.</u>
Asennuksen mittatarkkuus	<u>HM 12.6.</u>		
Elementtien kunto	<u>HM 13.6.</u>		
Työkohteen siisteys	<u>HM 13.6.</u>		
Materiaalit		<u>Ei 5mm asennuspaloja</u>	<u>Tilattu HM 13.6.</u>
Asennuspalat, tuet, kaiteet, muut tarvikkeet			
Elementtien toimitusaikataulu		<u>Viimeinen erä ei kerkeä</u>	<u>HM 20.5.</u>
Tarkistetaan uudestaan ja tarkennetaan tarvittaessa			

Näiden kohtien lisäksi työvaiheen tarkastuslistan alalaitaan lisättiin muuta -kenttä vapaata tekstiä tai kommentteja varten.

## 6 TYÖN ARVIOINTI JA TULOKSIEN YHTEENVETO

### 6.1 Arviointi

Työn aikana saatiin tuotua yhteen huomattava määrä tietoa eri rakennusosien valmistuksesta, laadusta ja asennuksesta. Haasteena olikin saada tästä tietomäärästä karsittua ja jalostettua työmaalle kaikkein kriittisimmät kohdat. Ilman karsintaa työkalu olisi sisältänyt liian suuren määrän tietoa ja se useimmiten tarkoittaa sitä että työkalu mielletään käyttökelvottomaksi sen liian yksityiskohtaisen tarkkailun takia. Liian suuri käsiteltävä tietomäärä hidastaa työkalun käyttöä ja silloin itse työkalun pointti häviää kokonaan.

### 6.2 Työkalun käyttötarkoitukset ja hyödyt

Työkalun alkuperäisenä ajatuksena oli saada koko ulkoseinän laaduntarkkailudokumentit yhteen nippuun. Työn edetessä huomattiin että työkalua voidaan pienillä muutoksilla hyvin käyttää myös työvaiheaikataulun toteutumisen seurantaan, sekä osittain hankintojen aikatauluttamiseen. Varte Oy:ltä löytyy jo työkalut molemmille edellä mainituille toiminnoille mutta tämän työkalun ansiosta ne eivät ole enää irrallisia asioita. Tällä työkalulla saadaan aikaan hallitumpi kokonaisuus työvaiheista.

### 6.3 Jatkokehitys

Työkalu otetaan käyttöön työmailla ja sen ulkoasua ja tarkastuskohtia tullaan kehittämään työmaalta saadun palautteen perusteella. Myös vastaavanlaisia lomakkeita on tarkoitus tulevaisuudessa kehittää erityyppisille rakenneratkaisuille kuten maanrakennusosille tai vesikatolle.



## LÄHTEET

Mäki;Koskenvesa ja Sahlstedt. 2009. Rakennustöiden laatu 2009. Helsinki : Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS.

Rakennustieto Oy. 2010. RunkoRYL 2010. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Rakennustieto.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2013-10-02]. Saatavissa:  
<https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/ryl.html>

Rakentamisen Laatu RALA ry. 2013. Palvelut: Sertifiointi. RALA ry:n sivusto [verkkoaineisto]. [viitattu 2013-08-20]. Saatavissa: <http://www.rala.fi/palvelut/sertifiointi/>

Betoniset julkisivurakenteet. RT 82-10766. [verkkoaineisto]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2013-10-03] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10766>

Rappaus, laastit ja niiden valinta. RT 33-10386. [verkkoaineisto]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2013-10-05] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10386>

Mineraalivillaeristeet. RT 36-10689. [verkkoaineisto]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2013-10-08] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10689>

Tiilirakenteet. RT 82-10510. [verkkoaineisto]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2013-10-03] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10510>

Ruopsa, Jukka. 2013. Laatu ja työprosessi : diskurssien taistelu rakennustyömaalla. Oulu : Oulun yliopisto.

Saarenpää, Ensio. 2010. Rakentamisen hyvä laatu : rakentamisen hyvän laadun toteutuminen Suomen rakentamismääräyksissä. Oulu : Oulun yliopisto.

Suomen Standardoimisliitto SFS ry. CE-Merkintä [verkkoaineisto]. [viitattu 2013-10-01]. Saatavissa: <http://www.sfs.fi/files/307/ce-merkinta2013.pdf>

Rakennusten lämmöneristys. Suomen Rakentamismääräyskokoelma C3. 2008. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. RT 16-10660. [verkkoaineisto]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2013-01-24] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10660>



## ULKOSEINIEN LAADUNVARMISTUSTYÖKALU

### Sisältö:

Elementtiasennus

Lämmöneristys

Muuraus

Ohutrappaus

# Elementtiasennus

Urakoitsija, työryhmä \_\_\_\_\_

Runkomestari \_\_\_\_\_

Töiden aloitus \_\_\_\_\_

Kesto \_\_\_\_\_

Välitarkastus, paikka ja aika \_\_\_\_\_

	OK + PVM	KORJATTAVAA	KORJATTU + PVM
<b>Ennen töiden aloitusta</b>			
Aloituspalaveri pidetty	_____	_____	_____
Asennussuunnitelma tehty	_____	_____	_____
Nostosuunnitelma tehty	_____	_____	_____
Elementtipohjat tarkastettu	_____	_____	_____
Elementtitoimitukset sovittu	_____	_____	_____

Jokainen elementti kuvataan toimituksen yhteydessä. Tallennus X:lle.

Elementtifakit ja nosturi tarkistettu	_____	_____	_____
Kaiteet, valjaat, radio, sähkö, vesi	_____	_____	_____
Tuet, asennuspalat	_____	_____	_____

## Mallityö

Asennussuunnitelman mukaisuus	_____	_____	_____
Elementtien tuenta ja kiinnitys	_____	_____	_____

Jokainen elementti tuettu vähintään kahdella tuella.

Asennuksen mittatarkkuus \_\_\_\_\_

Sivusijainti  $\pm 15\text{mm}$  - Vapaa väli  $\pm 15\text{mm}$  - Yläreunan korkeus  $\pm 10\text{mm}$  - Pystysuoruus h/600mm  
Sauman leveys väliseinässä  $\pm 10\text{mm}$ , muuten  $\pm 8\text{mm}$  - Hammastus  $\pm 8\text{mm}$

Elementtien kunto	_____	_____	_____
Työkohteen siisteys	_____	_____	_____

## Välitarkastus

Asennussuunnitelman mukaisuus	_____	_____	_____
Asennusaikataulussa pysyminen	_____	_____	_____
Elementtien tuenta ja kiinnitys	_____	_____	_____
Asennuksen mittatarkkuus	_____	_____	_____
Elementtien kunto	_____	_____	_____
Työkohteen siisteys	_____	_____	_____
Materiaalit	_____	_____	_____

Asennuspalat, tuet, kaiteet, muut tarvikkeet

Elementtien toimitusaikataulu \_\_\_\_\_

Tarkistetaan uudestaan ja tarkennetaan tarvittaessa

Muuta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# Lämmöneristys

Urakoitsija, työryhmä \_\_\_\_\_

Runkomestari \_\_\_\_\_

Töiden aloitus \_\_\_\_\_

Kesto \_\_\_\_\_

Välitarkastus, paikka ja aika \_\_\_\_\_

**OK + PVM      KORJATTAVAA      KORJATTU + PVM**

## Ennen töiden aloitusta

Aloituspalaveri pidetty \_\_\_\_\_

Asennuspinnat tarkistettu \_\_\_\_\_

Elementtisaumojen kuvaus ennen töiden aloittamista. Tallennus X:lle.

Telineet tarkistettu \_\_\_\_\_

Materiaalit tarkastettu \_\_\_\_\_

Varastointipaikka \_\_\_\_\_

Suojaukset varastossa \_\_\_\_\_

## Mallityö

Teipit, ramlat, kiinnikkeet \_\_\_\_\_

Kaikki saumat teipattu, kulmissa leveämpi teippi - Kiinnikkeitä vähintään 4kpl/m<sup>2</sup>

Saumojen sijainnit \_\_\_\_\_

Päällekkäisten levykerrosten saumojen limitys esim. 300mm – Ei neljää nurkkaa samassa pisteessä

Läpivientien tiiveys \_\_\_\_\_

Aukkojen reunat \_\_\_\_\_

Suojaus \_\_\_\_\_

Työkohteen siisteys \_\_\_\_\_

## Välitarkastus

Teipit, ramlat, kiinnikkeiden määrä \_\_\_\_\_

Saumojen sijainnit \_\_\_\_\_

Läpivientien tiiveys \_\_\_\_\_

Aukkojen reunat \_\_\_\_\_

Suojaus \_\_\_\_\_

Työkohteen siisteys \_\_\_\_\_

Materiaalien määrät, lisätalaukset \_\_\_\_\_

Alkupään eristeet kuivat \_\_\_\_\_

Aikataulussa pysyminen \_\_\_\_\_

Muuta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# Muuraus (Huom! Mittapoikkeamat luokka 2, normaalit asuin- liike- ja toimistotilat)

Urakoitsija, työryhmä \_\_\_\_\_

Runkomestari \_\_\_\_\_

Töiden aloitus \_\_\_\_\_

Kesto \_\_\_\_\_

Välitarkastus, paikka ja aika \_\_\_\_\_

	OK + PVM	KORJATTAVAA	KORJATTU + PVM
<b>Ennen töiden aloitusta</b>			
Aloituspalaveri pidetty	_____	_____	_____
Kalusto tarkistettu	_____	_____	_____
Mittauskalusto, laastinsekoittimet, astiat, tiilisaha, muurauskauhat, tiilikäräyt saumaustyökalut, jäteastiat			
Materiaalit tarkistettu	_____	_____	_____
Tiilet, laasti, vesi, raudoitteet, tiiliseet, aukonylityspalkit			
Telineet tai nostolaite tarkistettu	_____	_____	_____
Varastointipaikka tarkistettu	_____	_____	_____
Suojaukset varastolla ja telineillä	_____	_____	_____
Villoituksen tarkistus	_____	_____	_____
Lämmitys tarkastettu	_____	_____	_____
<b>Mallityö</b>			
Suunnitelmien mukaiset materiaalit	_____	_____	_____
Rauditus, tiiliseet, vedenpoistot	_____	_____	_____
Mittatarkkuus	_____	_____	_____
Seinän paksuus $\pm 8\text{mm}$ – Käyryys $\pm 0,3\%$ , max 18mm – Sivusijainti $\pm 8\text{mm}$ Varauksien mitat $\pm 15\text{mm}$ – Varauksien sijainti, pysty ja vaaka $\pm 10\text{mm}$ Aukkojen mitat $\pm 5\text{mm}$ – Aukkojen sijainti $\pm 8\text{mm}$ – Vaakasauman paksuus $\pm 3\text{mm}$ Pystysauman paksuus $\pm 5\text{mm}$			

Ulkonäkövaatimukset \_\_\_\_\_

Tarvittaessa tarkistetaan pinnan tasaisuus, saumojen täysinäisyys ja muoto, pinnan puhtaus, tiilien ehjyys, värin yhtenäisyys

Suojaukset \_\_\_\_\_

<b>Välitarkastus</b>			
Suunnitelmien mukaiset materiaalit	_____	_____	_____
Rauditus, tiiliseet, vedenpoistot	_____	_____	_____
Liikuntasaumat, tuuletusvälit	_____	_____	_____
Mittatarkkuus	_____	_____	_____
Ulkonäkövaatimukset	_____	_____	_____
Suojaukset	_____	_____	_____
Työkohteen siisteys, jätteet	_____	_____	_____

Muuta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# Ohutrappaus (Huom! Mittapoikkeamat luokka 3, ulkopinnat)

Urakoitsija, työryhmä \_\_\_\_\_

Runkomestari \_\_\_\_\_

Töiden aloitus \_\_\_\_\_

Kesto \_\_\_\_\_

Välitarkastus, paikka ja aika \_\_\_\_\_

	OK + PVM	KORJATTAVAA	KORJATTU + PVM
--	----------	-------------	----------------

## Ennen töiden aloitusta

Aloituspalaveri pidetty	_____	_____	_____
Kalusto tarkistettu	_____	_____	_____

Alustan kostutusvälineet, laastin sekoitus ja levityskalusto, käsityökalut

Materiaalit tarkistettu	_____	_____	_____
Laasti, vesi, kiinnikkeet. Laastisäkkien kunto tarkistettava toimituksen aikana!			

Varastointi ja suojaukset tarkistettu	_____	_____	_____
Telineet tai nostolaite tarkistettu	_____	_____	_____
Suojaukset kunnossa	_____	_____	_____
HUOM! Ikkunat, ovet, tuuletusputket ja kaikki muu likaantuva suojattava!			

Tiilipinnan tarkastus	_____	_____	_____
Suunnitelmien ja työn tarkastus	_____	_____	_____
Käydään läpi työryhmän kanssa esikäsittely, työsaumat ja hiertopinta			

## Mallityö

Suunnitelmien mukaiset materiaalit	_____	_____	_____
Työmenetelmä	_____	_____	_____
Värit ja pinnan tasaisuus	_____	_____	_____
Seinän tasaisuus $\pm 7\text{mm}$ – Katon tasaisuus $\pm 7\text{mm}$ – Rappauksen paksuus 1...3mm			
Työkohteen siisteys	_____	_____	_____
Myös ympäröivien rakenteiden siisteys, suojaus.			

Talvella lämmityksen tarkastus	_____	_____	_____
--------------------------------	-------	-------	-------

## Välitarkastus

Suunnitelmien mukaiset materiaalit	_____	_____	_____
Työmenetelmä	_____	_____	_____
Värit ja pinnan tasaisuus	_____	_____	_____
Tartunta alustaan tarkastettu	_____	_____	_____
Työkohteen siisteys	_____	_____	_____
Talvella lämmityksen tarkastus	_____	_____	_____

Muuta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_