



Kai Oravainen

# Tiilimuuraus julkisivun laadunvarmentaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Mestarityö

11.10.2021

## Tiivistelmä

Tekijä:	Kai Oravainen
Otsikko:	Tiilimuuraus julkisivun laadunvarmentaminen
Sivumäärä:	53 sivua + 1 liitettä
Aika:	11.10.2021
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Talonrakennus
Ohjaajat:	Työpäällikkö, Jyrki Kanto, NCC Suomi Oy Lehtori, Joonas Pusila, Metropolia ammattikorkeakoulu

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on parantaa tiilimuuraus julkisivun laadunvarmentamista NCC:n työmailla ja kehittää laadunvarmentamisen toimenpiteitä ja käytäntöjä. Tutkimuksessa käytettiin apuna erilaisia saatavilla olevia dokumentteja ja kirjallisuutta aiheeseen liittyen. Tutkimuksen aikana suoritettiin haastatteluja aiheeseen liittyen, sekä hyödynnettiin tämänhetkisiä toimintatapoja NCC:llä.

Opinnäytetyö toteutettiin, koska ilmeni tarve kehittää laadunvarmentamista tiilimuura-  
tuissa julkisivuissa ja parantaa toimintatapoja laadunvarmentamiseen liittyen. Tutki-  
muksen tavoitteena on parantaa olemassa olevia ongelmia ja löytää niihin korjaava  
ratkaisu.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa pyrittiin tutkimaan teoreettisen näkökannan kautta laadunvarmentamista tiilimuurauksessa, sekä vertailla toteutuvaa laadunvarmenta-  
mista työmaalla. Toiminnallisessa osassa opinnäytetyötä suoritettiin laadunvarmenta-  
mista tiilimuuraus työvaiheen aikana ja dokumentoitiin toimintatavat. Toiminnallisessa  
osuudessa käytiin läpi koko työvaihe puhtaaseen tiilimuurauspintaan saakka. Kehittä-  
misen tarve ilmeni ennen työvaiheen alkamista jo neuvottelujen ja sopimusten teko-  
prosessissa, laaduntarkastus pohjien laadullisten sisältöjen lisäämisessä ja doku-  
menttien vaatimisessa aliurakoitsijalta ennen työvaiheen alkamista.

Avainsanat: Laadunvarmentaminen, tiilimuuraus, julkisivu, toimenpide,  
tutkimus.

## Abstract

Author: Kai Oravainen  
Title: Quality Certification of a Masonry Façade  
Number of Pages: 53 pages + 1 appendices  
Date: 11 October 2021

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Construction Site Management  
Professional Major: House Construction  
Supervisors: Jyrki Kanto, Construction Manager, NCC Building Nordics  
Joonas Pusila, Senior Lecturer, Metropolia University Of Applied Sciences

---

The goal of this thesis was to improve the quality assurance of masonry façades on NCC Building Nordics' construction sites and to enhance practices and measures for quality assurance. Different types of available documents and literature were used as an aid in the thesis project. During the project, interviews were also conducted on the subject and the current methods of NCC building Nordics.

The thesis project was conducted because a need arose for improving current quality assurance methods regarding masonry façades. The goal of this thesis was to find solutions and better methods for quality certification.

In the theoretical part of the thesis the quality certification for the masonry façade was researched and compared to the quality assurance on the case construction site. In the functional part of the thesis quality assurance was performed on the construction site during the construction of the masonry façade. In the functional phase the whole quality assurance operation from start to the clean brickwork surface was covered. The need for development was evident in the negotiation and contracting process before the start of the work phase. A need for improvement was also found in quality control inspections where the qualitative content for later documentation should be increased. In addition, there was a need for requiring the correct documents from the subcontractor before the start of the work phase.

Keywords: Quality assurance, masonry, brickwork, façade, operational, improve, theoretical, functional, study, development

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Esipuhe	7
2	Johdanto	7
2.1	Yrityksen esittely	7
2.2	Fredriksberg D	8
2.3	Ongelman kuvaus	9
2.4	Tavoite	9
3	Rakennushankkeen osapuolten vastuut	10
4	Laadunvarmentaminen rakentamisessa	11
4.1	Laadunvarmentaminen	11
4.1.1	Laadunvarmentamisessa yleiset käytettävät toimenpiteet	12
4.1.2	Aloituspäivä	12
4.1.3	Mestän vastaanotto	13
4.1.4	Malliasennuskatselmus	14
4.1.5	Osakohteen tarkastus	15
4.1.6	Työkohteen itselleluovutus	15
4.1.7	Vastaanottokatselmus	15
4.1.8	Laatudokumentit ja käyttöturvatiiedotteet	15
5	Julkisivun yleinen toteutus laatuvaatimusten mukaisesti	16
5.1	Julkisivuvilloituksen toteutus ja toleranssit	16
5.2	Tiilimuurauksen toteutus ja toleranssit	17
6	Laadunvarmentamisen kartoittaminen työmaalla	19
6.1	Haastattelujen suunnittelu	19
6.2	Yhteenveto haastatteluista	20
7	Laadunvarmentaminen Fredriksbergin työmaalla	22
7.1	Pääurakoitsijan laadunvarmentamisen toimenpiteet	22
7.1.1	Kosteudenhallinta julkisivussa	24
7.2	Aliurakoitsijan laadunvarmentamisen toimenpiteet	25

7.3	Congrid sovellus laadunvarmentamistyökalu	26
8	Julkisivun toteutuksen työvaiheet ja laadunvarmentaminen	28
8.1	Urakoitsijoiden työvaiheiden yhteensovittaminen työvaiheiden aikana	28
8.2	Julkisivun tilanne ennen aloitusta	29
8.3	Julkisivun työvaiheen toteutustapa	31
8.4	Julkisivumuurauksen teräsrakenteet	32
8.5	Julkisivun lämmöneristykseen asennuksen työvaiheen laadunvarmentaminen	35
8.5.1	Julkisivun lämmöneristämisen mestanvastaanotto	35
8.5.2	Julkisivun lämmöneristämisen osakohteentarkastus	37
8.5.3	Julkisivun lämmöneristämisen laatudokumentit ja käyttöturvatiekoot	38
8.5.4	Tiilisiiteet ja vetokoe	40
8.6	Julkisivun muuraamisen työvaiheen laadunvarmentaminen	41
8.6.1	Julkisivun tiilimuurauksen mestanvastaanotto	42
8.6.2	Julkisivun tiilimuurauksen osakohteentarkastus	44
8.6.3	Julkisivun tiilimuurauksen laatudokumentit ja käyttöturvatiekoot	45
9	Laadunvarmentamisen kehittäminen	47
9.1	Laatuvaatimukset asiakirjoissa	47
9.2	Laatuvaatimusten läpikäyminen ennen työvaihetta	48
9.2	Tarkastuspohjien kehittäminen	48
9.3	Laatudokumenttien ja materiaalien varmistus	49
10	Toiminnallisen osuuden yhteenveto laadunvarmentamiseen	49
11	Yhteenveto	50
	Lähteet	51
	Liitteet	
	Liite 1: Haastattelupohja	

## Lyhenteet

CE: Ranskalaisesta nimestä Conformité Européenne

DoP: *Declaration of Performance*

ISO: International Organization for Standardization

MRL: Maankäyttö- ja rakennuslaki

RST: Ruostumaton

RTL: Register Transfer Level

SFS: Suomen standardisoimisliitto

## 1 Esipuhe

Millä tasolla on nykyinen tiilimuuratun julkisivun laadunvarmentaminen ja miten sitä voidaan parantaa muuttamalla nykyisiä toimintatapoja? Opinnäytetyössä pyritään vastaamaan edellä mainittuihin kysymyksiin ja parantamaan NCC:n toimintatapoja laadunvarmentamisessa ja tuomaan esille nykypäivän laadunvarmentamista ja vaatimuksia.

Työn toimeksiantajana toimi NCC Suomi Oy:n toimitilarakentamisen puoli, missä olen ollut vuodesta 2019 lähtien. Toimitilarakentamisen puolella kohtaa monta erilaista kohdetta ja mikään kohde ei koskaan ole samanlainen, mikä kasvattaa halua oppia ja kehittyä rakennusalalla päivittäin.

## 2 Johdanto

### 2.1 Yrityksen esittely

NCC Suomi Oy rantautui Suomeen Ruotsin rannikkoja pitkin ostaen suomalaisen rakennusyhtiön Puolimatkat Oy. Siitä lähtien NCC on kasvanut ja noussut yhdeksi Suomen suurimmaksi rakennusyhtiöistä Rakennuslehden 2020 vuonna toukokuussa julkaistun artikkelin mukaan (Rakennuslehti, Suurimmat rakennusalan yritykset 2019-2020).

NCC:llä oli Suomessa vuonna 2020 1166 työntekijää ja on viime vuosien aikana pienentynyt henkilöstömäärältään. NCC Suomi Oy on osa NCC Building Nordics, joka palvelee myös Norjan ja Tanskan markkinoilla. NCC on listautunut Tukholman pörssiin ja liikevaihto oli vuonna 2020 5,54 miljardia euroa. ([Finder.fi/rakennusliike/ncc/](https://finder.fi/rakennusliike/ncc/))

NCC:llä on kolme tärkeää ydinarvoa ja ne ovat rehellisyys, kunnioitus ja luottamus. NCC asennoituu kollegoihin, asiakkaisiin ja muihin sidosryhmiin aidosti ja avoimesti. NCC kunnioittaa jokaista ihmistä ja heidän ainutlaatuista taustaansa, osaamistaan ja kokemustaan. NCC uskoo ihmisten mahdollisuuksiin yltää upeisiin saavutuksiin ja luottaa toistemme aikeisiin.

NCC on määrittänyt itselleen toimintatavat, joiden avulla luodaan arvoa asiakkaille ja kehittää jatkuvasti osaamistaan näiden avulla.

- Intohimona onnistua: Haastamme itsemme ja toisemme kehittymään jatkuvasti sekä ylittämään tavoitteemme.
- Rakenna yhdessä: Panostamme tehokkaaseen yhteistyöhön eri yksiköiden sisällä, niiden välillä sekä asiakkaidemme kanssa.
- Toteuta ja seuraa: Tieto ohjaa päätöksentekoamme, viestimme päätökset selkeästi ja teemme aina sen, mitä on sovittu
- Toimi vastuullisesti: Otamme vastuun toiminnastamme ja käytössämme olevista resursseista. Ennakoimme riskit ja toimimme rehellisesti varmistaaksemme turvallisen, laadukkaan ja kestävänn toiminnan.

Suomessa NCC:n liiketoiminta-alueet ovat Infrastructure, Industry, Building ja Property Development. ([ncc.fi/tietoa-nccsta/](http://ncc.fi/tietoa-nccsta/)). Building rakentaa ja korjaa asuintaloja ja toimitiloja julkisille, sekä yksityisille toimijoille. Industry on keskittynyt enemmän teollisuustuotantoon kuten kiviteollisuus ja asfaltti. Infrastruktuuren päätoimialaa on infrarakentaminen ympäri suomea, kuten sillat, tiet ja tunnelit. Property Development on nimensä mukaisesti mukana kiinteistöjen kehittämisessä ja kestävässä kehittämisessä Suomen rakentamisen alalla.

*”Jokainen sukupolvi kehittää ja ylläpitää fyysistä ympäristöä voidakseen vastata yhteiskunnan muutoksiin. Kaikki toimet on toteutettava mahdollisimman kestäväällä tavalla ja yhteiskuntaan myönteisesti vaikuttaen. Näin rakentamisella voidaan taata, että yhteiskunta jää tulevien sukupolvien käsiin entistä ehompana”*  
(Fredrik Vernersson, Strategia-, innovaatio- ja tutkimusjohtaja, NCC Building Sweden)

## 2.2 Fredriksberg D

Tämä opinnäytetyö toteutettiin NCC:n toimitilarakentamisen työmaalla Fredriksberg D. Fredriksberg D on osa Vallilan konepajan kehitysprosessia, johon NCC on viime vuosien aikana rakentanut Fredriksberg A, B ja C-talot, eli paremmin voisi kutsua neljänneksi vaiheeksi Fredriksberg-toimistotalorivistöä. Kohteen rakennuttaja/tilaajana toimii NCC Property Development Oy ja rakentajana NCC Suomi Oy. Rakennuksen suunniteltu valmistuminen tapahtuu toukokuussa 2022.

Toimistorakennukseen tulee kellari ja kuusi kerrosta. Kellarissa sijaitsee pysäköintilaitos, väestönsuojatilat ja tekniset tilat. Kohteeseen tulee yksi päävuokralainen, joka vuokraa suurimman osan rakennuksen pinta-alasta. Toinen pienempi vuokralainen vuokraa puolitoista kerrosta ja 1. kerroksen ravintolan. Rakennus itsessään sisältää studiotiloja, kokoustiloja ja toimistotiloja. Rakennukselle haetaan Breaam Excellent -luokitusta.

### 2.3 Ongelman kuvaus

Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui tiilimuurauksijulkisivun laadunvarmentaminen sen työmaan ajankohtaisuuden ja laadunvarmentamisen kehittämisen kannalta. NCC käyttää laadunhallinnassaan työmaillaan Congrid-sovellusta sen monimuotoisuuden, helppokäyttöisyyden ja sovelluksen yhteensopivuuden muiden NCC:n käyttämien tiedonhallinta ohjelmien kanssa.

Ongelmakohtana löytyy erilaisten työnjohtajien kokemus ja käytäntötavat käyttää tätä ohjelmaa, sekä dokumenttien taltiointi oikeaoppisella tavalla, mistä voidaan tulkita, onko laatua hallitusti valvottu ja varmennettu. Laadunvarmentamisen pohjan luominen ja sovellukseen saaminen on työvaiheen työnjohtajalla ja pohjien vaihtelevuus laadunvarmentamisen kannalta on huono asia. Työnjohtaja tekee itse laadunvarmentamisessa käytettävän pohjan ja vertaillen näitä työmaiden välillä on huomattu tämän olevan vaihtelevaa.

Laadunvarmentamisen toteuttaminen työvaiheiden välillä on vaihtelevainen ja sovelluksen käyttäminen toteutuksen apuna on aiheuttanut tietyillä osin palautteen saamista takaisin negatiivisena.

### 2.4 Tavoite

Tavoite opinnäytetyöllä on kehittää laadunvarmentamisen käytäntöjä ja seuranta, sekä todentaa nykypäivän laadunvarmentamisen toteuttamista työmaalla. Laadullisten vaatimusten esille tuominen jo mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja toteuttamisen tavan tarkastuksia tehdessä.

Tiilimuurattu julkisivu on hyvin yleinen tapa toteuttaa julkisivu (Rakentaja.fi, Tiilijulkisivun monet mahdollisuudet 16.3.2020). Tiilimuurauksessa itsessään peittää tärkeimmät kantavat rakenteet, rakennuksen lämmöneristeet ja ilmatiiveyden toteuttamistavat, millä saavutetaan tärkeät rakennetekniset ominaisuudet. Piiloon jäävien rakenteiden ja materiaalien todentaminen ja dokumentointi on oleellinen osa laadunvarmentamista ja pitää olla saatavilla.

Laadunvarmentaminen on noussut viime vuosikymmenellä suuremmaksi puheenaiheeksi sekä huolenaiheeksi, toteutetaanko rakenteita rakennusteknisten vaatimusten

puitteissa oikeaoppisesti (Samuli Niinivuo, Iltasanomat, 30.7.2020). Huolellinen laadunvarmentaminen työvaiheen aikana on tärkeä ja tarpeellinen tapa, jolla rakennusliike osoittaa noudattavan nykypäivänä normeja ja vaatimuksia.

Opinnäytetyön aikana suoritetaan laadunvarmentamista rakenteilla olevaan tiilimuurausjulkisivuun NCC:n kohteessa Fredriksberg D.

### 3 Rakennushankkeen osapuolten vastuut

Rakennushankkeen jokaisella osapuolella on oma vastuunsa rakennushankkeen aikana. Rakennuttajan vastuulla on hankkia rakennuskohteelle rakennusvalvoja, joka edustaa rakennuttajaa, sekä valvoo rakennuskohteen etenemistä koko rakennuskohteen ajan. Rakennuttaja laatii kohteelle valvontasuunnitelman ja hankkii kaikki tarvittavat luvat rakentamiseen.

Maankäyttö- ja rakennuslaki kertoo asiasta seuraavasti luvussa 17, 121 a §:

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

*Laadunvarmistusselvitykseen on merkittävä olennaiset tiedot niistä toimista, joilla varmistetaan, että rakentamisessa saavutetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukainen lopputulos. Laadunvarmistusselvityksessä osoitettuja menettelyjä on noudatettava rakennustyössä. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on liitettävä laadunvarmistusselvitys 150 f §:n mukaiseen rakennustyön tarkastusasiakirjaan.*

*Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä laadunvarmistusselvityksen sisällöstä.” (Finlex, 5.2.1999/132)*

Rakentamista koskeva suunnitelma on laadittava siten, että se täyttää tämän lain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset. Rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laa-

dusta vastaava pätevä henkilö, joka huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sille asetetut vaatimukset. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 120 §.)

Vastaavan työnjohtajan vastuulla on toteuttaa rakennettava kohde suunnitelmien mukaisesti. Pääurakoitsijan vastuulla on toteuttaa rakennusteknisten mukainen kohde, joka täyttää vaaditun rakennuksen eliniän. Vastaavan työnjohtajan vastuulle kuuluu myös hankkeen toteuttaminen turvallisesti ja ilman haittaa muulle ympäristölle. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 122 §.)

Maankäyttö- ja rakennuslaki kertoo asiasta seuraavasti luvussa 20, 150 f §:

*” Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennustyömaalla pidetään rakennustyön tarkastusasiakirjaa.*

*Rakennusluvassa tai aloituskokouksessa sovittujen rakennusvaiheiden vastuuhenkilöiden sekä työvaiheita tarkastaneiden on varmennettava tekemänsä tarkastukset rakennustyön tarkastusasiakirjaan.*

*Tarkastusasiakirjaan on merkittävä myös perusteltu huomautus, jos rakennustyö poikkeaa rakentamista koskevista säännöksistä.*

*Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä tarkastusasiakirjan sisällöstä ja siihen tehtävistä merkinnöistä.” (Finlex, 5.2.1999/132).*

Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on huolehtimisvelvollisuus, että jokainen rakennushankkeessa mukana olevat täyttävät kelpoisuusvaatimukset. Suunnittelijat ja työnjohtajat, sekä muillakin rakennushankkeessa toimijoilla on tehtäviensä mukaisesti vaativat asiantuntemus ja ammattitaito. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 119 §.)

## **4 Laadunvarmentaminen rakentamisessa**

### **4.1 Laadunvarmentaminen**

Yleisesti laadulla tarkoitetaan palvelun taikka tuotteen tasoa ominaisuuksiin verrattuna, mitä palvelulle tai tuotteelle on ennalta määrätty. Rakennustieto on koonnut tietokan-

nan, mistä löytyy rakentamiseen liittyvät laadulliset määräykset ja normit. Rakennus-  
alalla laadunvarmentamista ja laatua on tutkittu kirjallisuudessa monia vuosikymmeniä.  
(Rakennustieto.fi)

Rakennustyömaan laadunmittaus teoksessa mainitaan asiasta seuraavasti: *”Laadulla tarkoitetaan tuotteen tai palvelun ominaisuuksien tasoa, jolla tuote täyttää sille asetetut vaatimukset.”* (Rakennustyömaan laadunmittaus, Lauri Riikonen, s.1.)

Toiminnan laatu tarkoittaa työmaalla toteutettavan prosessin virheetöntä toimintaa. Tämän toiminnan ja prosessin halutun lopputuloksen saavuttamiseen hallitusti vaatii koko prosessin ajalta hallittua laadunmittaamista ja laadunohjaamista. Suunniteltu laadullinen lopputulos kerrotaan rakennuskohteen laatusuunnitelmassa tai laatujärjestelmässä. (Rakennustyömaan laadunmittaus, Lauri Riikonen, s.1.)

Laadunmittaus eli paremmin tunnettuna työmaalla laadunvarmentaminen tapahtuu työvaiheen toiminnan tuloksena. Laatujärjestelmässä tai laatusuunnitelmassa on esitetty, mitkä työvaiheet vaativat enemmän laadullisia toimenpiteitä, sekä niiden oikeaoppinen dokumentointi. Ennen kohteen luovutusta on rakennusyhtiöt velvoitettu toimittamaan laadulliset dokumentit tilaajalle tai kohdetta ei hyväksytä vastaan. (Rakennustyömaan laadunmittaus, Lauri Riikonen, s.1.)

#### 4.1.1 Laadunvarmentamisessa yleiset käytettävät toimenpiteet

Laadunvarmentamiseen on kehitetty vuosien varrella tiettyjä toimenpiteitä, mitä pitää suorittaa ja dokumentoida työvaiheen edetessä. Nämä auttavat urakoitsijaa niin kuin tilaajakin varmentamaan lopputuotteen laadun ja näkemään työvaiheen prosessin sen edetessä. (Rakennushankkeen laadunvarmistus, Juha-Matti Junnonen, s. 3.)

#### 4.1.2 Aloituspalaveri

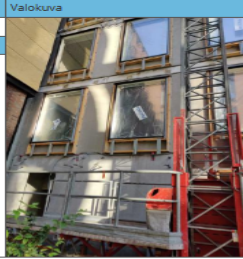
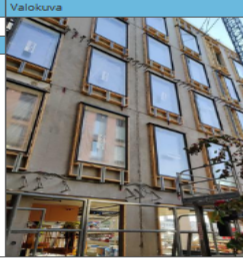

Aloituspalaverin aikana käydään läpi urakkaneuvottelujen pöytäkirja, sekä sopimus tarkoin. Näistä katsotaan läpi, mitä kaikkea työvaiheen urakka sisältää ja mitkä ovat työvaiheen laadulliset vaatimukset ja muut työvaihetta koskevat suoritteet. Aloituspalaverissa tehdään erikseen tarkennukset vielä aukinaiisiin oleviin asioihin ja sovitaan oikeat toimenpiteet ja toimintatavat työmaalla. Aloituspalaverin muistio viedään työmaan laatujärjestelmään. (Rakennushankkeen laadunvarmistus, Juha-Matti Junnonen, s. 6.)

Työvaiheen aikana voidaan tarkistaa aloituspalaverin muistiosta sovittuja ja keskusteluja asioita liittyen työvaiheeseen ja sen suorittamiseen. Aloituspalaverissa käydään läpi seuraavia asioita:

- Sopimus
- Suunnitelmat ja piirustukset
- Urakkarajaliite
- Yleiset laatuasiakirjat
- Laadunohjaus, todentaminen ja työmenetelmät
- Ympäristövaatimukset ja työmenetelmät
- Työvaiheeseen vaadittava kalusto
- Aikataulu
- Työturvallisuus
- Edeltävä-, limittyvä- ja seuraava työvaihe
- Kokoukset
- Lisä- ja muutostyöt
- Muut työvaiheessa huomioitavat asiat.

#### 4.1.3 Mestän vastaanotto

Mestän vastaanotto on urakoitsijan ja pääurakoitsijan laadunvarmentamisen toimenpide, jolla varmistetaan työvaiheen aloitusmestän kunto ja yhteisesti sovittu mestän tila. Mestänvastaanotosta luodaan raportti, johon dokumentoidaan tarkastuksen aikana tarkastuslistan mukaiset kohdat (Kuva 1) (Laadukasta rakentamista, s.23). Mestänvastaanotossa luovutetaan mesta urakoitsijalle ja siitä tehdään aina muistio, joka dokumentoidaan laatujärjestelmään. Mestänvastaanotolle on sovittu yhteisesti kriteerit ja katsotaan työpaikan olevan tarpeeksi valmis, jotta voidaan aloittaa seuraavan työvaiheen toteutus (Laadukasta rakentamista, s.27.)

1. Elementtiurakoitsija on suorittanut jälkiputsauksen. Aukot täytetty, roiskeet ja ylimääräiset betonit poistettu.		
Kohdan tarkemmat tiedot, kaikki havainnot ja valokuvat		
✓	1. Elementtiurakoitsija on suorittanut jälkiputsauksen. Aukot täytetty, roiskeet ja ylimääräiset betonit poistettu.	
Nr.	Ajankohta	Valokuva
1	27.07.21	
<b>Kuvaus</b> <b>Valokuva</b> Fredriksberg D, Julkisivut, Julkisivu lounaaseen: 1. Elementtiurakoitsija on suorittanut jälkiputsauksen. Aukot täytetty, roiskeet ja ylimääräiset betonit poistettu.. - ID 1814		
Nr.	Ajankohta	Valokuva
2	27.07.21	
<b>Kuvaus</b> <b>Valokuva</b> Fredriksberg D, Julkisivut, Julkisivu lounaaseen: 1. Elementtiurakoitsija on suorittanut jälkiputsauksen. Aukot täytetty, roiskeet ja ylimääräiset betonit poistettu.. - ID 1815		
2. Mastolava on käyttökunnossa ja oikeassa asemassa		
Kohdan tarkemmat tiedot, kaikki havainnot ja valokuvat		
✓	2. Mastolava on käyttökunnossa ja oikeassa asemassa 27.07.21 07:38 Juha Honkonen: ✓ Hyväksyty Keskeneräinen -> Hyväksyty	
Nr.	Ajankohta	Valokuva
3	27.07.21	
<b>Kuvaus</b> <b>Valokuva</b> Fredriksberg D, Julkisivut, Julkisivu lounaaseen: 2. Mastolava on käyttökunnossa ja oikeassa asemassa. - ID 1816		

Kuva 1. Lämmöneristämisen mestanvastaanotto raportin ensimmäinen sivu

#### 4.1.4 Malliasennuskatselmus

Malliasennuskatselmus suoritetaan työvaiheen ensimmäisen valmistuneen alueen tai kohteen kohdalla. Tällä todetaan laadun olevan valtion, rakennusteollisuuden, EU:n ja suunnittelijoiden asettamien kriteerien mukainen ja suunnitelmista poikkeavat toteutukset voidaan havaita ja korjata heti työvaiheen alussa. Tällä laadunvarmentamisen toimintatavalla varmennetaan työvaiheen laadullinen jälki ja voidaan ohjata laatua oikeaan suuntaan tarpeen vaatiessa. Malliasennuskatselmus toimii myös malliesimerkkinä, sille laadulliselle jäljelle mitä vaaditaan. (Laadukasta rakentamista, s.32.)

#### 4.1.5 Osakohteen tarkastus

Osakohteen tarkastus on laadunvarmentamisen niin sanotusti yleisin laadunvarmentamisen tapa, millä valvotaan ja ohjataan laatua työvaiheen aikana. Osakohteen tarkastus voidaan suorittaa saman työvaiheen aikana useita kertoja. Osakohteen tarkastuksessa seurataan laadullisia tuotannon toimenpiteitä, mitä on malliasennuskatselmuksessa huomioitu. Osakohteen tarkastuksessa varmennetaan laadun olevan juuri sitä mitä asetetut kriteerit ja suunnitelmat vaativat. (Rakennushankkeen laadunvarmistus, Juha-Matti Junnonen, s. 4.)

#### 4.1.6 Työkohteen itselleluovutus

Ennen kuin suoritetaan työvaiheen vastaanottokatselmus niin urakoitsija suorittaa itselleen valmiin työn itselleluovutuksen. Valmis työ käydään läpi ja tarkastetaan tarkistuslistan avulla. Työvaiheen suorittaja korjaa virheet ja puutteet, jotka on havainnoitu itselleluovutuksessa ennen vastaanottokatselmusta. (Rakennushankkeen laadunvarmistus, Juha-Matti Junnonen, s. 5.)

#### 4.1.7 Vastaanottokatselmus

Vastaanottokatselmus työvaiheelle suoritetaan, kun työvaihe on saatu päätökseen. Vastaanottokatselmuksessa varmennetaan, että työnjälki ja tuotannon laatu vastaavat suunnitelmia ja kriteerejä mitä on sovittu. Vastaanottokatselmuksesta laaditaan dokumentti ja tallennetaan laatujärjestelmään. Vastaanottokatselmus käydään työvaiheen taloudellisessa loppuselvityksessä tarkoin läpi. (Rakennushankkeen laadunvarmistus, Juha-Matti Junnonen, s. 6.)

#### 4.1.8 Laatudokumentit ja käyttöturvatieotteet

Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL 117) sekä rakentamismääräyskokoelma määrää rakennusmateriaalien kohdalla, että niiden tulee täyttää käyttötarkoituksen mukaiset olennaiset tekniset laatuvaatimukset (Finlex, 5.2.1999/132).

Vaatimusten täyttymiseen vaaditaan jokaiselta rakennustuotteelta CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus. Mikäli tuote ei kuulu harmonisoidun standardin (hEN) piiriin, tai laki ja

määräykset edellyttävät tarkentavaa kansallista tuotehyväksyntää, niin voidaan kyseisessä tapauksessa käyttää CE-merkintää korvaavalla tai täydentävällä SFS-standardin mukaisella kansallisella tyyppihyväksynnällä tai mahdollisesti hyväksytyt tarkastuslaitoksen myöntämällä varmennustodistuksella. (Tukes.fi.)

Työssä käytettävän materiaalin tulee ja pitää olla ensiluokkalaista ja soveltuva käyttötarkoitukseen, ellei toisin ole määrätty sopimusasiakirjoissa. Kaikkien tuotteiden, jotka käytetään ja jäävät pysyvästi osaksi rakennusta tulee olla käyttämättömiä. Rakennuttajan suostumuksella voidaan käyttää kauppanimellä mainittuja tuotteita tai materiaaleja, jos ne vastaavat laadultaan ja ominaisuuksiltaan suunniteltuja materiaaleja. (Tukes.fi.)

## **5 Julkisivun yleinen toteutus laatuvaatimusten mukaisesti**

### **5.1 Julkisivuvilloituksen toteutus ja toleranssit**

Lämmöneristäminen sisältää kyseisessä tapauksessa tiilimuurauksen taakse jäävän osuuden, eli tarkemmin sanottuna villoituksen. Lämmöneristämisen tarkoitus on estää ulkopuolelta tulevan kylmän ilman jäävän lämmöneristeen pintaan ja olla päästämättä kylmää ilmaa rakenteiden sisäpuolelle.

Työn laatuvaatimukseen kuuluu:

- materiaalien työstö
- mittatarkkuus
- asennus
- kerrospaksuudet
- standardien mukaiset materiaalit
- tiiviys.

Ennen asennusta tarkistetaan materiaalin toimitusasiakirjoista tai pakkauksesta tuotteen olevan suunnitelmien mukaisia. Materiaalien varastointi ja asennus kohteessa on

suoritettava kuivassa olotilassa ja kosteana olevaa materiaalia ei saa asentaa paikoilleen. Asennuspinta tulee myös olla kuiva tai muuten kosteus ei pääse haihtumaan enää pois asennuksen jälkeen.

Asennuksen aikana käytetään mahdollisuuksien mukaan kokonaisia asennuslevyjä, jolloin saadaan aikaiseksi tiiviit saumat. Saumat teipataan eristenauhalla tiiviiksi. Lämmöneristeiden saumat limitetään vähintään 100 mm:n limityksin, mikä takaa tiiviin sauman. Leikatun levyn reunan tulee olla siisti ja suora, jotta saumasta voidaan tehdä tarvittavan tiivis. Missään kohtaan neljän levyn kulmat eivät saa olla samassa pisteessä. Lämmöneristyslevyjen pitää olla tiiviisti sisäpintaa ja rajoittavia rakenteita vasten. Kaikki jatkokset, läpiviennit ja liitokset tulee tiivistää huolellisesti saumanauhalla, polyuretaanivaahdolla tai tiivistysmassalla. Läpivienneissä käytetään höyrynsulun läpivientikappaleita. Valmis lämmöneristys tulee suojata sääolosuhteilta ja ulkopuolisilta vaikuttavilta voimilta, jotta lämmöneristys pysyy ehjänä ja lämmöneristyskapasiteetti säilyy.

## 5.2 Tiilimuurauksen toteutus ja toleranssit

Ennen tiilimuurauksen aloittamista varmistetaan tuotteiden kelpoisuus suunnitelmien mukaisesti materiaalitodistuksesta tai tuotepakkauksen kyljestä. Tiilimuuraustyö sisältä sidelankojenasennuksen, tartuntalankojenasennuksen, muurauksen, saumauksen ja liikuntasauvojen asennuksen. Tiilimuurauksen toleranssit määritellään luokissa ja muurauksen luokka ilmoitetaan suunnitelmissa (Kuva 2). Työvaiheen aikana pitää varmistaa toteutuksen vastaavan vaadittua luokkaa ja siinä ilmoitettuja toleransseja.

Työhön kohdistuvat laatuvaatimukset:

- Muuraus
- Saumaus
- Sidelankojen asennus
- Liikuntasauvojen asennus
- Laastin valmistus
- Kiinnitykset muihin rakenteisiin.

Ennen muurausta on tarkastettava liittyvien rakenteiden ja taustarakenteiden eheys ja niihin liittyvät vaatimukset. Alustan virheet tulee korjata ennen muuraustyöhön ryhtymistä. Muurausolosuhteet tulee olla lämpimät ja tarpeeksi kuivat. Näihin pitää varautua tarvittaessa oikeaoppisella sääsuojauksella. Muurauksen aikana varmistetaan muurauslinjojen suoruus pysty- sekä vaakasuunnassa. Muurauslinjojen suoruus toteutetaan linjalankoja hyväksikäyttäen. Muurauskerroksia suunniteltaessa ennen työvaiheeseen ryhtymistä on otettava huomioon mahdollisten aukkojen sijainnit ja suunniteltava muuraus siten, että tiilijaon yläpinta osuu aukon yläreunaan. Jos valmis pinta on julkisesti jäljelle näkyvä, on käytettävä tiiliä pakkauksesta, jotka ovat samaa värisävyä.

Muurauksen aikana tarvittavat siteet ja raudoitteet on varmistuttava jäävän kokonaan laastin sisään. Muuraukseen on jätettävä tarvittavat liikuntasaumamat, kosteuden poistaukot ja tuuletusraot, sekä varmistettava näiden puhtaana pito ja ehjänä säilyminen. Alimmassa tiiliraossa on joko joka toinen tai joka neljäs sauma jätettävä auki kosteuden poiston poisjohtamiseksi. Lisä- tai väriaineita ei saa lisätä laastin sekaan ennen varmistumista vaikuttaako se laastin lujuuteen tai lujuudenkehittymiseen.

Olosuhteitten mukaan muuraus suoritetaan samassa lämpötilassa varmistuen laastin oikeaoppinen säilyttäminen ja valmistaminen. Lämpötila ei saa laastilla laskea alle +5 °C. Valmis muurauspinta suojataan sääolosuhteilta ja varsinkin kylmältä kunnes muurauslaasti on riittävästi sitoutunut.

Muurauksen ulkokuori suoritetaan täysin saumoin enintään 5 mm sisään painettuna saumana. Päällekkäiset tiilet tulee limittää toistensa kanssa vähintään ¼ tiilen korkeuden tai pituuden verran. Saumaukset viimeistellään siistiksi saumaustyövälineellä, jotta pinnasta saadaan yhteneväinen ja siistin näköinen. Saumat tulee puhdistaa ja kostuttaa jälkisaumauksen aikana, jotta jälkitartunta on mahdollisimman paras. Yleinen saumojen nimellispaksuus on 12-15 mm, ellei suunnitelmissa toisin määritellä.

Muurauksen jälkeen jäljelle jäävät ylimääräiset materiaalit lajitellaan kuuluviin jäteastioihin, sekä siistitään oma työnjälki. Tahritut pinnat ja rakennusosat puhdistetaan suolahappoliuoksella tarvittaessa. Suolahappoliuos saa enintään olla 2% vahvaa ja sitä käytetään vain poltettujen tiilien puhdistamiseen.

**Seinien aukot (RunkoRYL 2010, taulukko 511:T7)**

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

**Saumat ja limitys (RunkoRYL 2010, taulukko 511:T8)**

	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Sauman ja muurauskivirivin korkeuspoikkeama keskilinjasta	± 2	± 3	± 5
Limitetyn muurin sauman poikkeama pystysuorasta*	± 3	± 8	± 12
Limittämättömän muurin sauman poikkeama pystysuorasta*	± 2	± 5	± 8
Sauman syvyys pintaan verrattuna	± 3	± 3	± 3
Vaakasauman paksuus	± 3	± 3	± 3
Pystysauman paksuus	± 5	± 5	± 8

\* Koskee vain puhtaaksi muurattua rakennetta

**Näkyviin jäävien, sileäpintaisista tiilistä puhtaaksimuurattujen väliseinien ulkonäkö (RunkoRYL 2010 taulukko 511:T9)**

Laatutekijät	suurin sallittu poikkeama		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Sallittu hammastus	2 mm	4 mm	6 mm
Lohkeamat keskimäärin	3 kpl/m <sup>2</sup>	5 kpl/m <sup>2</sup>	8 kpl/m <sup>2</sup>
Lohkeamat enintään	6 kpl/m <sup>2</sup>	8 kpl/m <sup>2</sup>	12 kpl/m <sup>2</sup>
- syvyys alle 3 mm enintään			
- ala 0,5...2 cm <sup>2</sup>			
Muurauskiven pintaviat	4 kpl/m <sup>2</sup>	6 kpl/m <sup>2</sup>	8 kpl/m <sup>2</sup>
- ala 0,5...2 cm <sup>2</sup>			
Rikkoreuna	4 m/m <sup>2</sup>	6 m/m <sup>2</sup>	8 m/m <sup>2</sup>
- syvyys alle 3 mm			
- leveys 2...4 cm			

Kuva 2. Tiilimuurauksen toleranssit. (RTL 2017, Ratu KI-6029)

## 6 Laadunvarmentamisen kartoittaminen työmaalla

### 6.1 Haastattelujen suunnittelu

Haastattelujen tekeminen opinnäytetyön avuksi on yksi osa laadunvarmentamisen käsityksen muodostamisesta Fredriksbergissä. Ennen haastatteluja ja kysymysten muodostamista pitää tietää, mihin haetaan vastausta ja haastattelujen avulla saadaan käsitystä nykyisestä tilanteesta laadunvarmentamisen osalta. Haastattelukysymykset kartoittavat tietoa yleisellä tasolla projektin parissa olleilta henkilöiltä. Henkilöillä on työmaalla erilaiset työnkuvat, mutta työskentelevät laadullisten asioiden parissa päivittäin.

Kysymyksiä ei voinut esittää suurta määrää, jotta haastattelut pysyisivät kohtuullisen pituisina ja tästä johtuen kysymysten sisältö piti tarkoin valita. Haastattelujen järjestämisen alussa kartoitettiin sopivimmat henkilöt työnkuvansa puolesta ja haastatteluun valikoitui työvaiheen työnjohtaja ja työmaainsinööri.

## 6.2 Yhteenveto haastatteluista

Haastattelut saatiin suoritettua ongelmitta ja pystyttiin kartoittamaan nykyistä tilannetta laadunvarmistamisesta kohteessa. Haastattelussa huomioitiin haastateltavan henkilön työnkuva ja päivittäinen laadunvarmentamisen parissa työskentely. Haastattelukysymykset löytyvät opinnäytetyön liitteenä ja käydään samassa järjestyksessä läpi haastateltavien vastaukset ja pohdinnat aiheisiin liittyen (Liite 1).

Laadunvarmentaminen otetaan mukaan jo aikaisessa vaiheessa työvaihetta suunniteltaessa. Tarkastusasiakirjassa määritetään ja mietitään jo etukäteen valmiiksi toimenpiteet, joita seurataan ennen työvaiheen alkua. Työvaiheen työnjohtaja on tutustunut perinpohjaisesti laadullisiin vaatimuksiin ja tarvittaviin dokumentteihin. Työmaainsinööri puolestaan valvoo tarkastusasiakirjan kohtien täyttymisen sen mukaisella tavalla ja tarkastaa dokumentaation olevan oikein tehty ja tarpeeksi kattava.

Työviikon aikana käytetään Congridia päivittäin tarkastuksiin ja dokumentointiin työnjohtajan ja laatuinsinöörin puolesta. Haastatellun työnjohtajan mukaan työnjohdollisiin tehtäviin kuuluu päivittäinen laadunvarmentaminen, mikä vie normaalista työpäivästä lähes puolet työnjohtajan päivittäisestä ajasta. Congridin tarkastusasiakirjan helppokäyttöisyys ja dokumentointi on kehittynyt viime vuosina huomattavasti ja hieman jopa vähentänyt työtaakkaa laadunvalvonnassa. Haastateltava työnjohtaja kuvaili päivän aikana suorittamaansa laadullista toteutusta omalta osaltaan, mahdollisten laadullisten ongelmien ratkomiseksi ja puutteiden korjaamiseksi.

Työvaiheen suorittaja eli yleisemmin tunnetulla termillä urakoitsija, sitoutetaan jo sopimusvaiheessa mukaan noudattamaan työvaiheen laadullista toteuttamista, minkä rikominen tai poikkeaminen voi aiheuttaa urakoitsijalle sanktioita.

Laadunvarmentaminen toteutetaan nykypäivänä, jopa hieman helpommin kiitos älypuhelimien ja uusien sovellusten ansiosta, kuin aikaisemmin paperipohjille tehtävien tarkastusten mukaisesti. Ainakin dokumentointi on haastateltavien mukaan helpottunut ja

yksinkertaistunut. Laadunvarmentaminen kuuluu jokapäiväiseen työnkuvaan, mutta dokumentit, jotka luodaan tarkastuksien perusteella, ovat pysyvät todistukset laadunvarmentamisesta. Urakoitsija on velvollinen käymään toteuttavan osaportaan kanssa läpi laadulliset kriteerit ja urakoitsijan, sekä urakoitsijan työnjohto seuraa tämän toteutumista. Tarkastuksissa mukana vaaditaan urakoitsijan työnjohto, rakennuttajan työnjohto, tilaajan edustaja eli yleisesti valvoja ja tarpeen vaatiessa myös itse suunnittelija.

Työmaalla työskentelevä henkilöstö eli työmiehet tuntevat jossain määrin työvaiheen laatustandardit, mutta eivät aina ole perillä kaikista laadullisista vaatimuksista. Työnjohto pitää erityisen tärkeänä malliasennuskatselmusta ja osakohteen tarkastuksia, mikä on erittäin hyvä keino varmistaa laadulliset standardit ja toteutunut laadullinen työvaihe.

CE-merkintä ja DoP eli suoritustasoilmoitus kertoo tuotteiden täyttävän EU:n direktiivin ja asetusten olennaiset vaatimukset ja ovat kelpollisia tuotteita rakentamiseen. Nämä vaaditaan ennen työvaiheen aloittamista ja haastattelujen aikana kävi ilmi, että useasti näitä ei toimiteta, vaikka työvaihe on alkanut ja päässyt etenemään pitkälle. Joissakin tapauksissa ainoastaan rahallisten vaatimusten kautta saadaan vihdoin toimitettua vaaditut dokumentit. Dokumenttien toimittaminen haastattelujen perusteella vielä kaikista pienin vaiva, josta saa kuulla monenlaisia selittelyjä.

Haastateltavat kertoivat tutustuneensa tarkastusasiakirjaan ja sen sisältämiin vaatimuksiin hyvin aikaisessa vaiheessa. Työmaalla työskentelevä työnjohtaja tutustuu tarkastusasiakirjaan, kun aloitettava työvaihe lähestyy ja työvaihetta aletaan suunnittelemaan toteutukseen. Työmaainsinööri perehtyy tarkastusasiakirjaan jo työmaan alkuvaiheilla ja seuraa sitä koko projektin läpi.

Haastateltavien isoimpia kehitysehdotuksia oli laadullisten standardien esille nostaminen ja läpikäyminen kaikkien työntekijöiden kanssa, sekä tarkempi dokumentointi tarkastusvaiheessa. Esille nousi haastattelujen aikana piiloon jäävien rakenteiden dokumentointi ja niiden huolellinen tarkastaminen. Tehtäväsuunnitelman tärkeys nostettiin usein esille keskustelun aiheessa. Tarkka ja huolellinen tehtäväsuunnitelman teko edesauttaa laadunvarmentamisessa ja mahdollisissa syntyvissä ongelmissa työvaiheen aikana. Laadulliset vaatimukset ja laadunvarmentamisen toteutustavat pitäisi tuoda neuvotteluvaiheessa jo näkyvämmiin esille selkeyttäen ja ennalta ehkäisemisen kannalta. Laadullisiin vaatimuksiin viitataan useasti ja niitä ei käydä läpi sen tarkemmin.

Haastateltavat antoivat hyvin samanlaisia vastauksia viimeiseen kysymykseen ja tuntuivat olevan perillä laatuvaatimuksista villoituksen osalta. Kos-teudenhallinta nousi esille villoituksen aikana, sekä villoituksen kiinnittämi-seen runkoon määräysten ja tuotetoimittajan ohjeiden mukaisesti. Villoituk-sen limitys ja saumausten tiiveys, sekä näiden asennusjäljen varmistami-nen nousi vielä esille.

Haastateltavien esille nostamia kehitykseen liittyviä ehdotuksia:

- Laadullisten vaatimusten selkeä läpikäyminen jo työvaiheen aloituk- sessa ja tiedon vieminen myös työmaalle.
- Laadunvarmistuksen yhteydessä tarkka, sekä selkeä dokumentointi laadullisten vaatimusten täyttymisestä.
- Urakoitsijalta materiaalien dokumentit ja todistukset vaadittava en- nen työvaiheen aloittamista.
- Sopimuksissa ja urakkaneuvotteluissa laatuvaatimusten läpikäymi- nen paremmin.
- Tarkastuspohjiin tuoda laadulliset vaatimukset tarkemmin helpot- taen laadunvarmistusta.
- Oikean materiaalin varmistaminen ennen ja jälkeen työsuoritusta tarkemmin.

## **7 Laadunvarmentaminen Fredriksbergin työmaalla**

### **7.1 Pääurakoitsijan laadunvarmentamisen toimenpiteet**

Projektille on laadittu laatusuunnitelma, jota seurataan läpi koko projektin toteuttamisen aikana. Laatusuunnitelma on osana jokaista työtehtävää työmaalla. Työmaan laatu- suunnitelman toteuttamista ja varmentamista seuraavat työnjohtajat tuotannon osalta. Kerran viikossa työmaalla pidetään laatupalaveri, missä käydään kaikki laatuun liittyvät asiat läpi ja täsmennykset. Laatusuunnitelman ylläpitoa työmaalla hoitaa työmaan työ- maainsinööri, joka seuraa kaikkien laadullisten toimien ja dokumentaation täyttymistä.

Työmaalla laadun seuraamiseen on NCC:llä otettu käyttöön Congrid-sovellus helpottamaan laadunvarmentamisen seuraamista (Kuva 3). Työnjohtajat seuraavat tällä sovelluksella päivittäin ja tekevät laadunvarmentamisen kannalta dokumentteja, jotka tallentuvat suoraan NCC:n omaan tietopankkiin ja saadaan suoraan jakoon tilaajalle asti.

Jokaiselle työvaiheelle on määrätty omat laadunvarmentamisen toimenpiteet, jotka pitää suorittaa työvaiheen aikana ja mitä dokumentteja vaaditaan toimittajilta tai urakoitsijoilta. Työnjohtajan tehtäviin kuuluu omien työvaiheiden aikana varmistaa näiden täyttyminen.

Urakkaneuvotteluiden aikana käydään mahdollisen urakoitsijan kanssa tarkkaan läpi laadulliset vaatimukset ja toimenpiteet työvaiheelta. Nämä kirjataan sopimukseen, jotta urakoitsija sitoutuu noudattamaan näitä. Ennen taloudellista loppuselvitystä urakoitsijalta vaaditaan mahdolliset käyttöohjeet ja dokumentit.

Työvaihe, työvaiheen numero ja nimi	TESU (Suunnitelma)	Alotuspäivä (Katselointi)	Mestaruusvastaanotto (Tarkastus)	Mallikäsennuskäsitelmä (Tarkastus)	Tarkastus (Tarkastus)	Vastaanottokäsitelmä (Tarkastus)	Muut dokumentit (Tiedosto)	Laadudokumentit ja käyttösuoraviesidotteet (Tiedosto)	Status
08 F3 Julkisivu	0								
02 Julkisivujen suunnitelmakäsitelmä	0						0	0	
04 Julkisivumäärä	✓	0	0/6	0/2	0/10	0	0	2	
05 Ulko-ovet	0			0/1	0/2		0	0	
06 Puu-alumiini-ikkunat	✓	✓	3	4/1	0/5		3	2	
07 Alumiinilasiseinät	0	0	0	0/1	0/4	0	1	0	
08 Elastiset saumat	0	0		0/2	0/4		0	0	

Kuva 3. Congrid näkymä julkisivun laadunvarmentamisen osalta.

Tarkastuspohjat ja niiden määrittäminen on työmaahenkilöstön vastuulla. Congridissa voidaan luoda tarkastusasiakirjapohja ja näihin voidaan määrittää esimerkiksi pidettävien tarkastuksien määrä (Kuva 3). Laadunvarmentamisen helpottamiseksi työnjohdolle ja avuksi työmaalla toteutettaviin tarkastuksiin pitäisi myös tarkastuspohjiin saada esille kohtien laatuvaatimukset, jotka tarkastetaan ja dokumentoidaan tarkastuksen aikana. Näin saadaan myös mahdollisiin virheisiin selkeästi nähtäville, mikä on laadullinen vaatimus.

### 7.1.1 Kosteudenhallinta julkisivussa

Kosteudenhallintasuunnitelmassa (Kuva 4) on määrätty toimenpiteet julkisivun osalta kosteudenhallinnalle. Näitä noudatetaan kaikkien julkisivun työvaiheiden aikana ja dokumentoidaan tarkastuksien yhteydessä. Tarkastukset ja muut dokumentaatiot viedään Congridiin, mistä muut projektin osapuolet voivat käydä tarkastamassa ne.

Rakenteet ja rakennusosat	Työmaan Kosteudenhallintasuunnitelma					
	Suunnitelmapöytäselitys	Olosuhteidenhallinta ja kuivatusmenetelmät	Materiaalien varastointi ja suojaus	Kosteusmittaukset ja RH% vaatimuksen todennus	Muut tarkastukset, mittaukset ja testit	Olosuhteidenhallinta, kuivatus ja vuodenajan vaikutukset Materiaalien varastointi- ja suojaustoimenpiteet Tarkastuksien, kosteusmittauksien tai testien kuvaus
Julkisivuvilloitus	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Lämmöneristeitä ei missään tilanteessa päästetä kastumaan. Eristeet suojataan lipalla. Eristystyö ei saa edetä liikaa muuraustyön edelle, jotta kastumisriski pysyy pienenä. Mikäli eriste kuitenkin pääsee kastumaan, kastuneet eristeet vaihdetaan kuiviin. Pehmeän lämmöneristeen päälle asennetaan mahdollisimman nopeasti kova <u>Facade</u> -tuulensuojaeriste, jonka saumat teipataan. Teipattuna <u>Facade</u> suojaa villoitusta hyvin. Eristykset valokuvataan, tarvittaessa otetaan koekappaleita.
Julkisivumuuraus	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muuraus tehdään ripeästi saman seinäalueen eristämisen jälkeen. Julkisivupellitykset ja kittaukset välittömästi muuraustyön jälkeen.

Kuva 4. Kuvakaappaus työmaan kosteudenhallintasuunnitelmasta.

Vaadittuja toimenpiteitä toteutetaan ja dokumentoidaan valokuvoin ja mittauksilla. Lämmöneristämisen ja tiilimuurauksen aikana seurataan hyvin tarkoin kosteutta pintakosteusmittarien avulla. Pintakosteusmittarin avulla saadaan mittariin ohjelmistoon perustuva arvoasteikko ja tämän avulla voidaan selvittää pintojen kosteus (Kuva 5).

Kohteen ajaksi on hankittu työmaalle työnjohtoa varten Gann Hydromette compact B pintakosteusmittari. Gann Hydromette on laajassa suosiossa kuntotutkijoiden suosiossa. (TM Rakennusmaailma, 15.7.2008, Vesa Jääskeläinen, nro 7/2008) ja on saanut TM Rakennusmaailman pintakosteustunnistimien vertailussa parhaimman arvosanan luotettavuudesta. (TM Rakennusmaailma, 15.7.2008, Vesa Jääskeläinen, nro 7/2008) Pintakosteusmittarin mittaustulokset viedään kuvien kanssa Congrid-tarkastuksiin, josta voidaan tarpeen vaatiessa käydä toteamassa kosteusarvot.

### Huomioitavaa

Älä käytä laitetta metallisten pintojen mittaamiseen!

Nurkkien ja kulmien läheisyydessä tulee säilyttää noin 8–10 cm etäisyys nurkkaan/kulmaan.

Pinnanalainen metalli (esim. teräsraudoitus, johdot, putket jne.) normaalisti peitettynä voi nostaa mittausarvon noin 50 yksikköön muutoin kuivassa tilassa.

Absoluuttisen kosteuden määrittäminen painoprosenteina tai kosteuden määrittäminen CM-prosenteina on mahdollista vain normaalin kuivumisajan jälkeen (ei esim. kuivausaineilla tai kuumaillmapuhaltimella toteutetun kuivaamisen aikana tai pian sen jälkeen). Mittari voi esittää liian matalia mittausarvoja, mikäli pinnan ja sisäosan välisen kosteuden välillä ei ole normaalia kosteuden vaihteluväliä.

Mitattavan materiaalin raakaliheydellä on huomattava vaikutus mittaus tulokseen. Raakatiheyden kasvaessa mittarin lukema nousee niin kuivan kuin kostean rakennusmateriaalin kohdalla.

### Vertailutaulukko Mittausarvot – Rakenteellinen kosteus

LCD-näyttö		COMPACT B									
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Kipsi- ja anhydrattipohjaiset rak.materiaalit /massapinnotteet paino-% ja CM-%:issa		- 0,3 -	- 0,5 -	- 1,4 -	- 2,0 -	- 2,3 -	- 2,7 -				
Sementtipohjaiset rakennusmateriaalit /massapinnotteet CM-%:issa		- 1,5 -	- 2,1 -	- 3,0 -	- 3,5 -	- 4,0 -					
Sementtipohjaiset rakennusmateriaalit /massapinnotteet paino-%:issa		- 2,7 -	- 3,6 -	- 4,5 -	- 5,5 -	- 6,0 -					

CM-% = prosenttiarvo kalsiumkarbidimittausmenetelmällä

Oheisessa taulukossa annetut arvot ovat ei-sitovia ohjearvoja. Kun arvioit GANN HYDROMETTE COMPACT B -kosteustunnistimella saamaasi mittausarvoa suhteessa mitattavaan materiaaliin, huomioi, että ko. mittaus ei ole VOB:n (Saksan liittotasavallan rakennusalan urakkasopimuksia koskevan asetuksen) hyväksymä tai asiaankuuluvien teknisten määräysten mukainen kosteusmittaus.

Tässä käyttöohjeessa esitetyt ohjeet ja taulukot sallituista tai yleisistä kosteusolosuhteista sekä yleisten käsitteiden määrittäykset ovat peräisin ammattikirjallisuudesta. Laitteen valmistaja ei siten voi taata tietojen oikeellisuutta. Jokainen käyttäjä tekee mittaus tuloksista tehtävät johtopäätökset kulloisenkin tilanteen mukaan ja oman ammatillisen kokemuksensa perusteella.

Käyttöohjeet ja taulukot oheisessa muodossaan ovat tekijänoikeuksien suojaamia. Käyttöohjetta ei saa missään muodossa kopioida, jäljentää, muokata elektronisesti, tai levittää ilman Gann Mess- u. Regeltechnik GmbH:n kirjallista lupaa.

Gann Mess- u. Regeltechnik GmbH

07/2016

2002/96/EY Sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta annettu direktiivi

Pakkaus ja laite on hävitettävä paikallisten kierrätysmääräysten mukaisesti. Laite on valmistettu 1. lokakuuta 2009 jälkeen.

Kuva 5. Pintakosteusmittarin mittausohje.

## 7.2 Aliurakoitsijan laadunvarmentamisen toimenpiteet

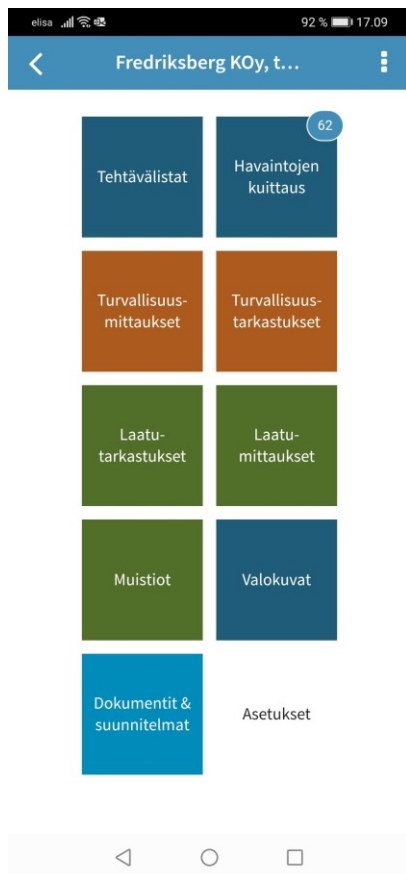
Aliurakoitsijan vastuulla on noudattaa laatusuunnitelmaa työvaiheen toteutuksen aikana ja suorittaa työvaihe vaadittujen suunnitelmien mukaisesti. Laadulliset toimenpiteet ja vaatimukset käydään läpi aliurakkaneuvotteluissa ja työvaiheen aloituspalaverissa. Aliurakoitsija suorittaa itselleluovutuksen työvaiheen valmistuttua ennen kuin käydään pääurakoitsijan kanssa vastaanotto läpi. Aliurakoitsija toimittaa tilaajalle vaaditut todistukset ja materiaalihyväksynnät ennen tuotannon aloitusta työkohteessa.

Aliurakoitsija sitoutuu noudattamaan vaadittuja laatukriteerejä ja suunnitelmia allekirjoittaessaan sopimuksen. Kyseisessä kohteessa noudatetaan ennalta määriteltyä teknisiä laatuvaatimuksia ja kohteelle laadittua tarkastusasiakirjaa. Fredriksberg D kohteessa noudatetaan Luokka 2 tiilimuurauksien osalta julkisivuissa. Aliurakkasopimuksessa määritellään henkilö, joka on vastuussa aliurakoitsijan osalta laadullisesti tuotannosta ja valmiista lopputuloksesta.

### 7.3 Congrid sovellus laadunvarmentamistyökalu

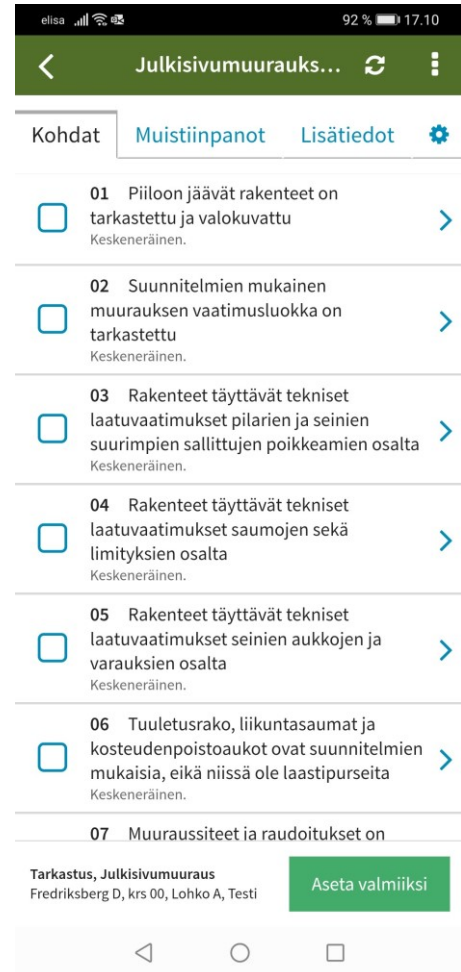
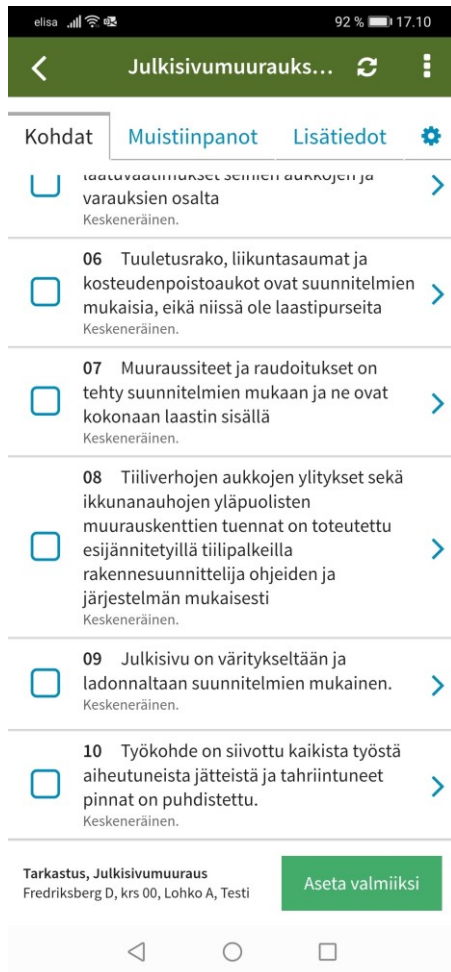
Congrid on vuonna 2013 perustettu yritys, jonka pääperiaatteena on auttaa rakennustyömaiden laadun- ja turvallisuudenhallintaa. Congrid toimii mobiiliapplikaationa ja internetissä omalla sivullaan. Congrid on sovelluksenaan yksinkertainen ja antaa selkeän kuvan aloitusnäköymästä ja mahdollisista toimenpiteistä sovelluksella (Kuva 6). Congridin monipuolisuus ja helppokäyttöisyys ovat kasvattaneet siitä yhden suomen suosituimpia sovelluksia rakennustyömailla. Congridia käyttää suomessa tällä hetkellä noin 30 rakennusteollisuuden yritystä. (Congrid.fi/yritys/)

Congrid antaa ensikädessä kaiken tiedon projektin sisällä jakoon tilaajalle, pääurakoitsijalle ja urakoitsijoille itse työmaalla. Congridilla suoritetaan laadunvarmentamista ja työturvallisuuden valvontaa työmaalla. NCC käyttää jokaisellaan työmaalla Congridia sen monipuolisuuden vuoksi.



Kuva 6. Congridin aloitusnäkyvä.

Kyseisellä työmaalla laatua valvotaan ja dokumentoidaan juuri Congridin laadunhallinta osuudella. Sinne tallennetut dokumentit näkyvät kaikilla projektin osapuolilla ja tallentuvat automaattisesti NCC:n omaan tietopankkiin. Congridin avulla luodaan tehtäviä laadunvarmentamiseen ja toimenpiteet niiden toteuttamiseen (Kuva 7 ja 8). Congridissa luodaan tehdyistä tarkastuksista helposti raportit ja voidaan jaotella tehtävät eri urakoitsijoille ja vastuualueille.



Kuvat 7 ja 8. Congridin näkymä osakohteen tarkastuksesta julkisivumuurauksen kohdalta.

## 8 Julkisivun toteutuksen työvaiheet ja laadunvarmentaminen

### 8.1 Urakoitsijoiden työvaiheiden yhteensovittaminen työvaiheiden aikana

Julkisivu työvaiheen aikana työskentelee välillä samanaikaisesti kuin myös peräkkäin monta eri urakoitsijaa, mikä luo välillä haasteita toteutukseen, kuten myös laadunvarmentamiseen.

Useampi eri urakoitsijaa yhden suuremman työvaiheen aikana jättää työvaiheiden välille pienempiä tehtäviä, jotka eivät kuulu kenellekään urakoitsijalle, mikä luo ns. kutsutun ”harmaan alueen”. Tähän ratkaisuksi on joko itse pääurakoitsijan itse suoritettava

se pieni työvaihe tai teetättää toisella urakoitsijalla tuntitöinä kyseinen työ. Ennaltaehkäiseväksi ratkaisuksi on yhteensovittaa urakoitsijoiden kesken työvaiheiden suorittaminen ja aikataulut.

Monen eri urakoitsijankin sovittaminen esimerkiksi tässä tapauksessa yhdelle mastolavalle tiilimuurauksen aikana tai sitä ennen, korostaa yhteensovittamisen ja laadunvarmentamisen tärkeyden.

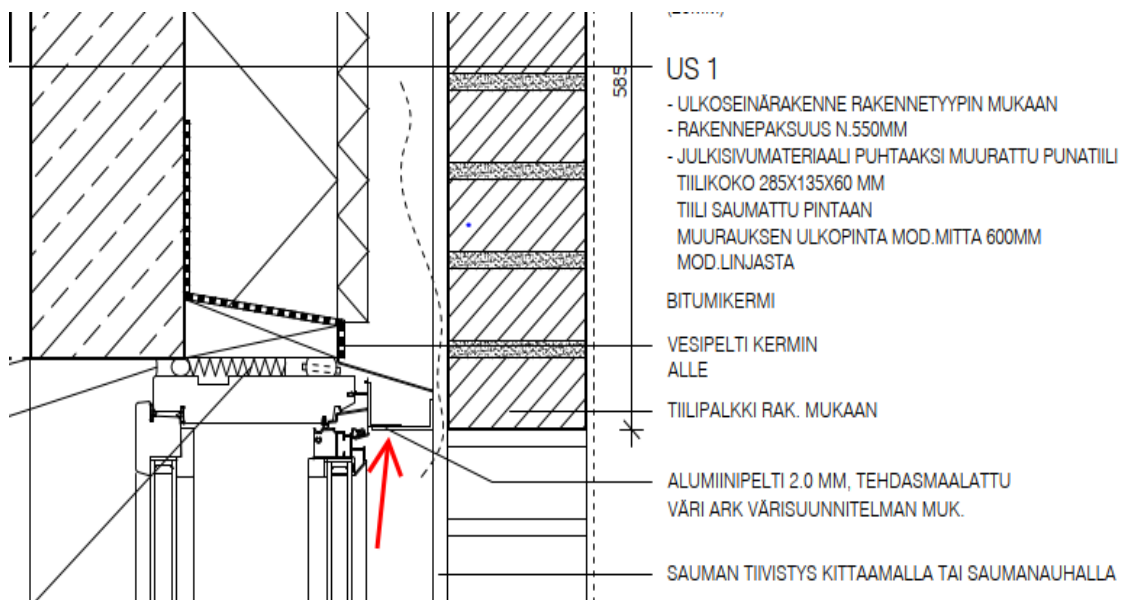
Malliasennuskatselmuksen aikana katsotaan yleensä ensimmäistä valmista kokonaisuutta kyseisestä työvaiheesta. Kuitenkin työvaiheen aikana voi olla, että sen parissa on työskennellyt enemmän kuin yksi urakoitsija. Fredriksberg D:ssä elementtiin oli tehtäällä valmiiksi valun aikana asennettu tartuntalevyt, johon urakoitsija hitsasi tiiliä kannattavan L-levyn kiinni. L-levystä lähti muurausurakoitsija villoituksen jälkeen muuraaman julkisivua ylöspäin. Villoituksen malliasennuskatselmukseen mennessä on siis osallistunut jo kolme eri urakoitsijaa, että saadaan ensimmäinen malliasennuskatselmus pidettyä ja todettua onko laadullisesti tuote oikein rakennettu.

## 8.2 Julkisivun tilanne ennen aloitusta

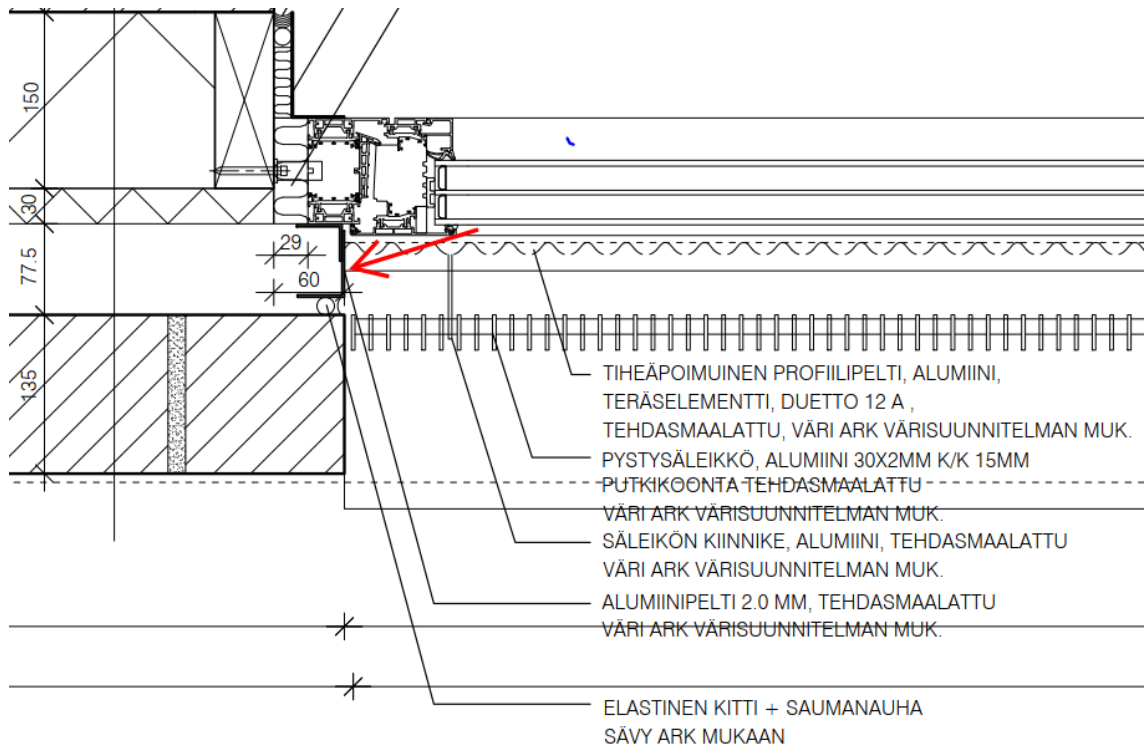
Ennen virallista julkisivun työvaiheen aloittamista elementeistä asennettuun runkoon on suoritettu pystysaumavalu ja jälkiputsaus (Kuva 9). Rungosta on poistettu ylimääräiset muottivanerit. Ikkunoiden apukarmit on asennettu paikoilleen ja ikkunoiden asennus on saatu valmiiksi viikkoa aikaisemmin. Ikkunat on eristetty polyuretaanilla tilkkien pienetkin raot. Ennen villoituksen alkua asennetaan ikkunoiden ympärille vesipellit, mitkä olisivat hankala asentaa tiilimuurauksen jälkeen. Vesipelti jäisi muuten muurauskivien taakse. Ikkunakarmeista on irrotettu bitumikermit puun etureunasta, että vesipelti saadaan asennetta bitumikermin taakse. Tämä suojaa karmia ja ikkunaa kosteudelta (Kuva 10 ja 11).



Kuva 9. Kaakkoon suuntaava julkisivu ennen villoituksen aloittamista.



Kuva 10. Pystyleikkausdetalji yläpellistä apukarmissa.

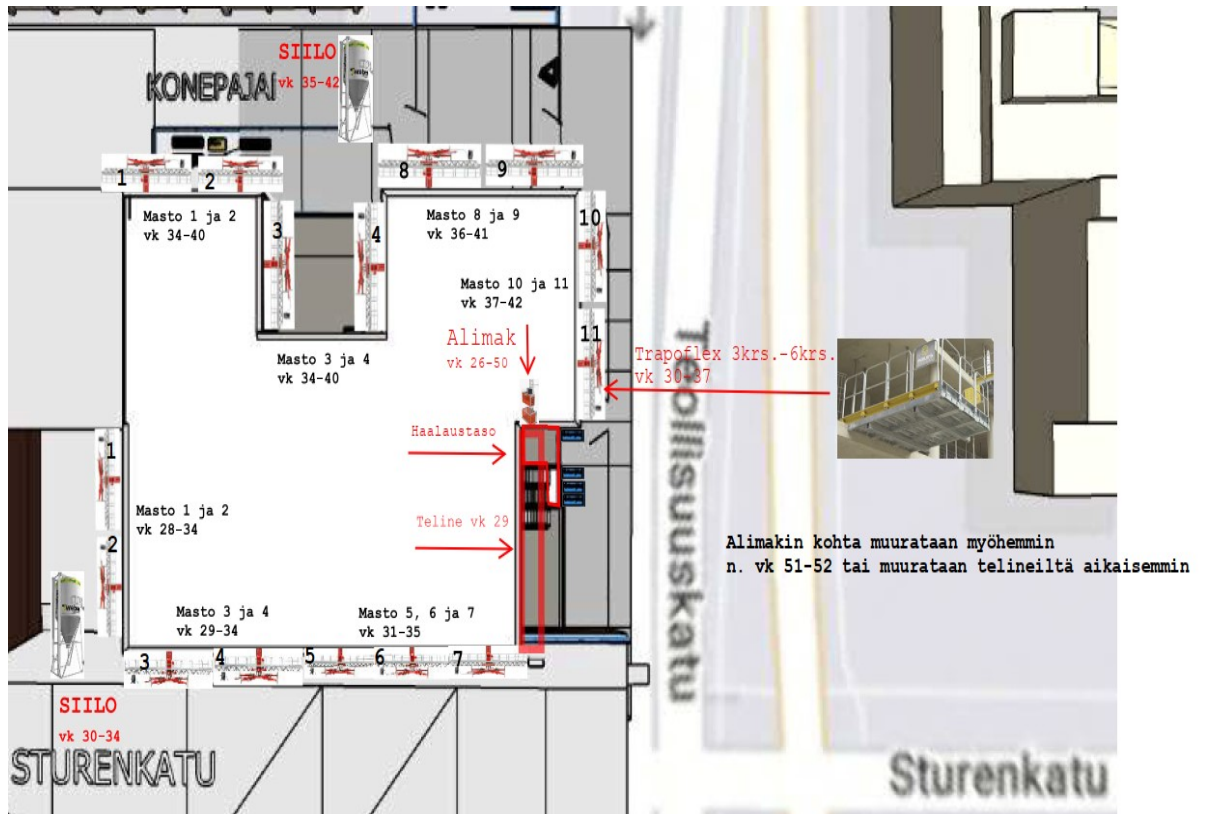


Kuva 11. Vaakaleikkausdetalji apukarmiin asennettavasta sivupelistä.

### 8.3 Julkisivun työvaiheen toteutustapa

Julkisivu toteutetaan mastolavoittain kokonaisuutena ennen seuraavan aloittamista. Mastolavat asennetaan viikkoa ennen villoittamisen aloittamista ja ikkunoiden asentamisen jälkeen. Viikon aikana suoritetaan jälkiputsaustyöt ja valmistelevat työt ennen pellitystä ja julkisivun villoittamista. Yhdeltä mastolavalta voidaan toteuttaa yksi rakennuksen moduuliväli. Mastolava siirretään eteenpäin, kun kaikki työvaiheet on suoritettu ja tiilimuurattu julkisivu on valmis.

Mastolavoja on samaan aikaan useampia nopeuttamaan tuotantoa (Kuva 12) ja edesauttamaan aikataulua. Julkisivun tiilimuurauksen työvaiheeseen on laadittu erillinen aikataulu työmaan pohjalle edesauttamaan aikataulun käyttöä ja havainnoimaan etenevä julkisivun kohdalta.

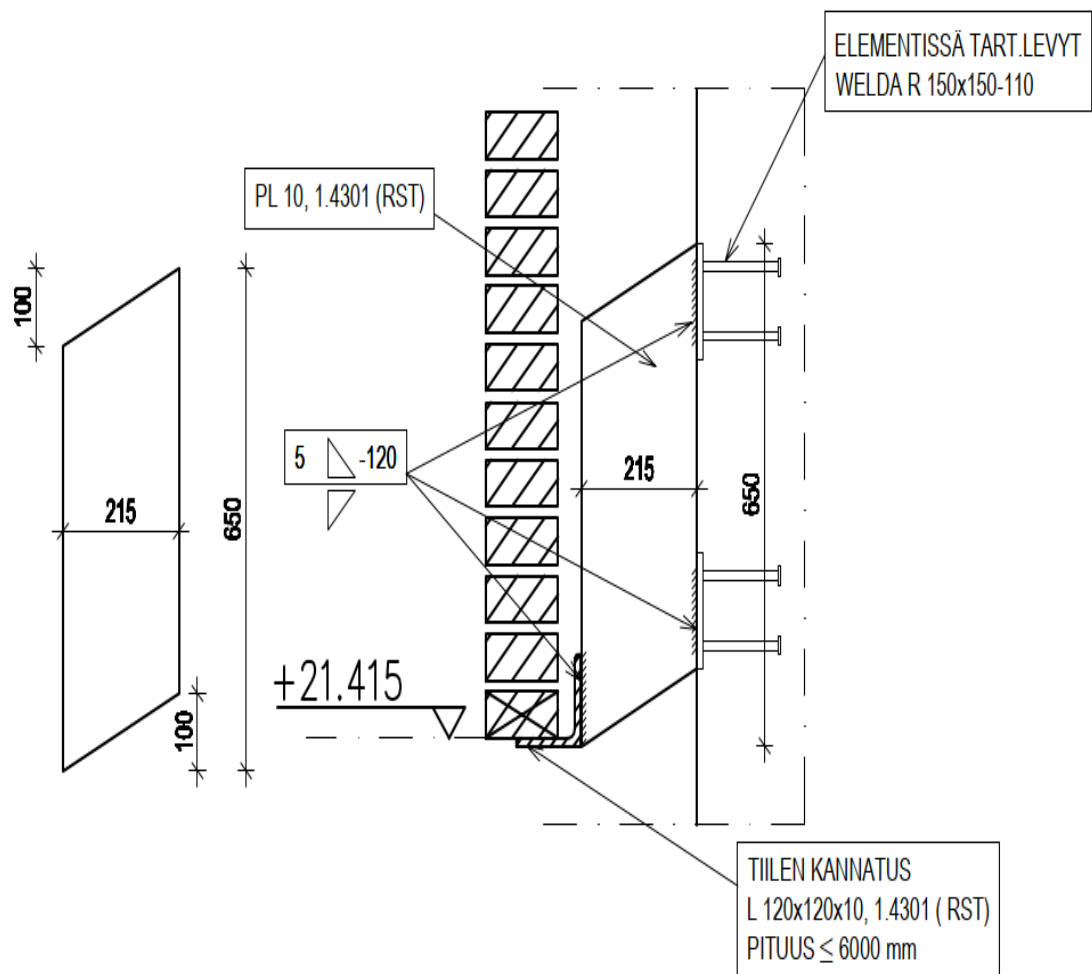


Kuva 12. Työmaapohjaan laadittu aikataulu.

#### 8.4 Julkisivumuurausten teräsrakenteet

Ennen julkisivun villoituksen alkua asennetaan julkisivumuurausta kannattelevat teräsrakenteet (Kuva 13). Teräsrakenteet jäävät villoituksen taakse, mikä pitää ottaa huomioon villoituksen eristämisessä. Teräsrakenteet valmistetaan teräspajalla ja asennetaan paikoilleen työmaalla hitsaamalla.

## KANNAKE 2



Kuva 13. Detalji tiilimuurauksen kannakkeesta.

Teräskannakkeet hitsataan 5 mm:n saumalla paikoilleen elementeissä oleviin tartuntalevyihin (Kuva 13). Tartuntalevyjen koot voivat vaihdella tietyissä paikoissa. Työmaan mittamies käy ennen teräskannakkeiden hitsaamista merkkäämassa kannakkeiden position. Mittamies tarkastaa korkeuden ja syvyyden, jotta kannake tulee oikeaan kohtaan ja tällä pystytään määrittelemään tiilimuurauksen suoruuks ja korkeus julkisivussa. Ennen hitsausta puksataan tartuntalevyt mahdollisesta betonista tai muusta ylimääräisistä aineista. Laadunvarmentamisen aikana tulee varmistaa asennetun tuotteen vastaavan suunniteltua (Kuva 14).



Kuva 14. Hitsattu teräsrakenne.

Kohteessa käytetään julkisivun teräsrakenteissa PL 10, 1.4301 (RST) terästä. Tunnetaan myös 304, ovat yleisesti käytettyjä austeniittisia ruostumattomia teräksiä, joiden koostumuksesta 17,5-20 % on kromia ja 8-11 % nikkeliä. (Käsikirja ruostumattomien terästen käyttö kantavissa rakenteissa, neljäs painos, 2017, s.4) Näitä käytetään haja-asutusalue- ja kaupunkiympäristöissä sekä vähäisen korroosiorasituksen teollisuusympäristöissä.

Hitsaus luokitellaan ISO 9000 mukaisesti erikoisprosessi, mikä vaatii hitsaajalta erikoispätevyyden, koska lopputulosta ei voida täydellä varmuudella todentaa. Hitsauspätevydet määritellään hitsattavan materiaalin, tuotemuodon, liitosmuodon, hitsausprosessin, perusaineen, lisäaineen, aineen paksuuden, putken ulkohalkaisijan ja hitsausasennon mukaan. Hitsaustodistus on voimassa kaksi vuotta siitä päivästä alkaen, kun kaikki testit on hyväksytysti suoritettu. Kohteessa vaaditaan SFS-EN ISO 9606-1:2012 mukainen hitsaajan pätevyystodistus.

## 8.5 Julkisivun lämmöneristykseen asennuksen työvaiheen laadunvarmentaminen

Julkisivun lämmöneristämisen asennuksen laadunvarmentamiseen vaaditaan tarkastusasiakirjassa:

- Mestänvastaanotto
- Vastaanottokatselmus
- Malliasennuskatselmus
- Osakohteentarkastus
- Laatudokumentit ja käyttöturvatiedotteet.

### 8.5.1 Julkisivun lämmöneristämisen mestänvastaanotto

Ennen lämmöneristämisen asennusta pidettiin työnjohtajan, valvojan ja urakoitsijan työnjohdon kanssa mestänvastaanotto, missä tarkastimme aloitettavan mestän kunnan ja vaatimukset, että työvaihe voidaan aloittaa hyväksytysti ja havaita mahdolliset puutteet ja esteet työnsuorittamiselle.

Congridissa pohjaan merkataan mahdolliset puutteet ja havainnot, mitä tehdään mestänvastaanoton aikana. Nämä ovat näkyvissä tehtävinä tai kommentteina tarkastuksessa kaikille, jotka on lisätty projektiin Congridissa. Public passagen kohdalla huomioitiin ainoastaan, että kaksi ikkunaa puuttuvat. Ikkunoiden puuttuminen vielä tässä vaiheessa ei ole este työnsuorittamiselle.

Tarkastuksen aikana mitattiin Gann Hydromette Compact B pintakosteusmittarilla elementtien pinnalta kosteus. Mittaustulokseksi saatiin 73 Gann Hydrometten LCD-näytölle (Kuva 15). Näytöllä oleva mitta-arvo ei ole oikea kosteusprosentti vaan saatu tulos pitää katsoa laitteen mukana tulleesta taulukosta. (Gann Hydromette Compact B, Operating instructions, s. 2). Tämän avulla saatiin mittaustulokseksi elementin pinnasta 3,1 cm-%.



Kuva 15. Mittaustulos mestanvastaanoton aikana.

Mestanvastaanoton aikana tarkastettiin mestan siisteys ja edellytyksen töiden aloittamiselle. Elementtien pinnat olivat siistit ja kuivat. Työvaiheessa käytettävät nostimet eli mastolavat olivat käyttökuntoiset ja ikkunoiden ympärille oli asennettu pellitykset. Julkisivumuuraukseen tulevat teräsrakenteet olivat asennettu paikoilleen ja positio oli oikea. Tarkastuskohtia täydennettiin valokuvahavainnoin ja tämän avulla voidaan jälkikäteen osoittaa varmaksi, että kyseinen kohta on täyttänyt vaatimukset ja voitu hyväksyä (Kuva 16) tarkastuslistan mukaisesti.

Status	Tarkastuskohdat
<input checked="" type="checkbox"/>	1. Elementtiurakoitsija on suorittanut jälkiputsauksen. Aukot täytetty, roiskeet ja ylimääräiset betonit poistettu. (ID: 2916692) 27.07.2021 08.04.40 - <a href="#">CHANGED_COMPLETED</a> // Ei -> Kyllä
<input checked="" type="checkbox"/>	2. Mastolava on käyttökunnossa ja oikeassa asemassa (ID: 2916691) 27.07.2021 08.04.40 - <a href="#">CHANGED_COMPLETED</a> // Ei -> Kyllä 27.07.2021 07.38.41 - <a href="#">Hyväksytty</a> // Keskenkärsäinen -> Hyväksytty
<input checked="" type="checkbox"/>	3. Ikkunat on asennettu (ID: 2916693) Kommentit: <b>Kaksi ikkunaa puuttuu 6.kerroksesta. Asennetaan vko 30, jos ikkunatoimittaja saa ne työmaalle.</b> 27.07.2021 08.04.40 - <a href="#">CHANGED_COMPLETED</a> // Ei -> Kyllä 27.07.2021 07.40.35 - <a href="#">Hyväksytty</a> // Keskenkärsäinen -> Hyväksytty 27.07.2021 07.40.35 - <a href="#">Kommentteja muutettu</a> // -> Kaksi ikkunaa puuttuu 6.kerroksesta. Asennetaan vko 30, jos ikkunatoimittaja saa ne työmaalle.
<input checked="" type="checkbox"/>	4. Ikkunoiden vesipellit on asennettu (ID: 2916696) 27.07.2021 08.04.40 - <a href="#">CHANGED_COMPLETED</a> // Ei -> Kyllä 27.07.2021 07.40.57 - <a href="#">Hyväksytty</a> // Keskenkärsäinen -> Hyväksytty
<input checked="" type="checkbox"/>	5. Mesta on puhdas ja vapaa edeltävien urakoitsijoiden jäljiltä. (ID: 2916697) 27.07.2021 08.04.40 - <a href="#">CHANGED_COMPLETED</a> // Ei -> Kyllä 27.07.2021 07.41.38 - <a href="#">Hyväksytty</a> // Keskenkärsäinen -> Hyväksytty
<input checked="" type="checkbox"/>	6. Betonipinnat ovat kuivat ja tarkastettu pintakosteusmittarilla (ID: 2916694) 27.07.2021 08.04.40 - <a href="#">CHANGED_COMPLETED</a> // Ei -> Kyllä 27.07.2021 07.41.37 - <a href="#">Hyväksytty</a> // Keskenkärsäinen -> Hyväksytty
<input checked="" type="checkbox"/>	7. JS-muurauksen rautarakenteet ja tiilipalkkikonsolit on asennettu (ID: 2916695) 27.07.2021 08.04.40 - <a href="#">CHANGED_COMPLETED</a> // Ei -> Kyllä 27.07.2021 07.41.37 - <a href="#">Hyväksytty</a> // Keskenkärsäinen -> Hyväksytty

Kuva 16. Mestän vastaanoton tarkastuslista lämmöneristämisen työvaiheelle.




























Urakoitsijan työnjohtaja otti mestän vastaan ja aloitti kohteessa lämmöneristeiden siteiden asentamisen ja lämmöneristämisen.

### 8.5.2 Julkisivun lämmöneristämisen osakohteentarkastus

Julkisivun lämmöneristämisen etenemisen aikana suoritetaan julkisivuittain osakohteen tarkastuksia mastolavoilta. Tämän avulla pystytään valvomaan laadun ja työmenetelmien olevan vaaditulla tasolla. Tarkastuksessa mukana vaaditaan työsuorittajan edustaja, rakennusvalvoja ja työnjohtaja.

Tarkastuksen aikana tarkastetaan Lämmöneristykseen kosteus ja saumojen teippauksen tiiveys. Mahdolliset läpiviennit tarkastetaan tiiviiksi ja tarvittava suojaus kosteuden estämiselle rakenteisiin pääsemiseen tarkastetaan. Lämmöneristykseen saumat eivät saa olla samassa kohtaa vaan pitää limittyä. Samalla tarkastetaan, onko villoituksen kiinnitykseen käytetty tarpeeksi muuraussiteitä eli paremmin tunnettuna ”ramloja” (6

kpl/m<sup>2</sup>). Lämmöneristykseen pinta tulee olla yhtenäinen ja tiivis, sekä ei saa poiketa linjastaan, mikä voisi vaikuttaa muurauksen suoruuteen. Lämmöneristyksessä tulee olla myös tarpeeksi eristekerrosta tuuletusta varten. Tarkastuslistassa esitetään tarkastettavat asiat työvaiheelle ja sen vaatimuksia (Kuva 17).

01	Villoitus on yhtenäinen ja tiivis. Järjestysnumero: 1, ID: 4966804	  
02	Eristekerros on tasainen muurausta ja riittävää tuuletusta varten. Järjestysnumero: 2, ID: 4966805	  
03	Kohteessa on käytetty suunnitelmien mukaisia eristeitä ja teippauksia (Lämmöneriste Isover KL 32 150 mm tai 100 mm + tuulensuoja ja lämmöneriste Isover RKL-31 30 mm Facade, saumat teipataan). Järjestysnumero: 3, ID: 4966806	  
04	Eristeiden kiinnitykseen on käytetty suunnitelman mukaisia kiinnikkeitä riittävän tiheästi (6kpl/m <sup>2</sup> ). Järjestysnumero: 4, ID: 4966807	  
05	Tiiliverhojen aukkojen ylityksissä käytetyt konsolit on asennettu suunnitelmien mukaisille paikoille, joiden asennuksissa on huomioitu esijännitettyjen tiilipalkkien asennukset. Järjestysnumero: 5, ID: 4966808	  
06	Villoituksen sauman kohdat on limitetty ja saumat on teipattu huolellisesti. Järjestysnumero: 6, ID: 4966809	  
07	Eristyksistä on otettu valokuvia. Järjestysnumero: 7, ID: 4966810	  
08	Mesta on siisti ja siivottu. Järjestysnumero: 8, ID: 4966811	  
09	Eristeet on kuivia ja säältä suojattu. Järjestysnumero: 9, ID: 4966812	  

Kuva 17. Lämmöneristeen osakohteen tarkastuspohja.

### 8.5.3 Julkisivun lämmöneristämisen laatudokumentit ja käyttöturvatieotteet

Lämmöneristämässä käytettävistä tuotteista ja materiaaleista pitää toimittaa rakennuttajalle kaikki laatudokumentit, mistä todetaan tuotteen käyttökelpoisuus CE-merkinän ja DoP-suoritusasodokumentin (Declaration of performance) avulla (Kuva 18). Kohteessa vaaditaan lämmöneristykseen käytettäviltä materiaaleilta CE-merkintää.

Rakennustapaselosteessa on määrätty ulkoseinärakenteen tiiveyteen vaadittava ilma-  
vuotoarvo 0,4 l/h. Lämmönläpäisykertoimeksi on määrätty: [YmA vertailuarvo: U= 0,17

$W/(m^2K)$ ], mikä puolestaan kertoo lämpövirran tiheyttä, mikä jatkuvassa tilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero eri puolilla olevien ilmatilojen välillä on yksikön suuruinen. Tunnuksena toimii U ja yksikkönä  $W/(m^2K)$ .

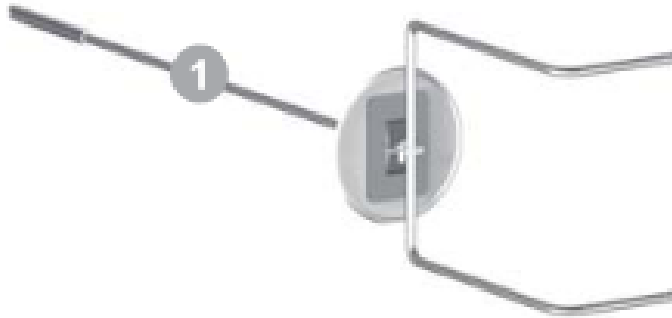
Kohteessa käytetään tuulensuojana ja ohuena pintalämmöneristeenä Isover RKL-31 Facade eristelevyä ja paksumpana lämmöneristeenä tämän alla Isover KL-32 eristettä. Pintaeristelevyjen saumat teipataan Isover Facade saumausteipillä, mikä on suunniteltu saamaan aikaiseksi ilmatiiviin ja pitävän sauman.

Ominaisuus:	Suoritustaso:	Standardi:	
Lämmönvastus	Lämmönvastus ( $m^2K/W$ ) Lämmönjohtavuus ( $W/mK$ ) Paksuus (mm)	$R_D$ Katso liite B $\lambda_D$ 0.032 $d_N$ T2	EN 12667 EN 12667 EN 823
Palo-ominaisuus	Palokäyttäytyminen	A1	EN 13501-1
Palokäyttäytymisen pitkäaikaiskestävyyden muuttuminen lämpö- ja ilmasto-olosuhteiden johdosta	Pitkäaikaiskestävyysominaisuudet	A1	EN 13501-1
Lämmönvastuksen pitkäaikaiskestävyyden muuttuminen lämpö- ja ilmasto-olosuhteiden johdosta	Lämmönvastus ( $m^2K/W$ ) Lämmönjohtavuus ( $W/mK$ ) Pitkäaikaiskestävyysominaisuudet	$R_D$ Katso liite B $\lambda_D$ 0.032 DS(70,-)	EN 12667 EN 12667 EN 1604
Puristuslujuus	Puristusjännitys tai puristuslujuus Pistekuorma	NPD NPD	EN 826 EN 12430
Vetolujuus/taivutuslujuus	Vetolujuus kohtisuoria pintoja vastaan	NPD	EN 1607
Puristuslujuuden pitkäaikaiskestävyyden muuttuminen	Kuormistusviruma	NPD	EN 1606
Vedenläpäiseväisyys	Vedenimukyky lyhytaikaisessa upotuksessa Vedenimukyky pitkäaikaisessa upotuksessa	WS (<1.0 kg/m <sup>2</sup> ) WL(P) (<3.0 kg/m <sup>2</sup> )	EN 1609 EN 12087
Vesihöyrynläpäiseväisyys	Vesihöyrynläpäiseväisyys	MU1	EN 12086
Askeläänensiirtymisindeksi (lattiat)	Dynaaminen jäykkyys Paksuus Kokoonpuristuvuus Ilmavirranvastus	NPD NPD NPD AFr24	EN 29052-1 EN 12431 EN 12431 EN 29053
Akustinen absorptioindeksi	Äänen absorptio	NPD	EN ISO 354
Ilmaääneneristysindeksi	Ilmavirranvastus	AFr24	EN 29053
Vaarallisten aineiden päästöt sisätiloissa	Vaarallisten aineiden päästöt	NPD	-
Jatkuva kytevä palo	Jatkuva kytevä palo	NPD	-
NPD = Ei suoritustasoa määritetty			

Kuva 18, DoP-suoritustasodokumentti Isoverin KL-32 lämmöneristeestä.

#### 8.5.4 Tiiliseet ja vetokoe

Ennen julkisivun villoitusta ja muurauksen aloittamista asennetaan tiiliseet rungon pintaan poraamalla siteen kokoinen reikä ja asettamalla side reikään. Side kiinnitetään paikoilleen siteen mukana tulevalla porakoneisiin sopivalla kärjellä, side kiristyy ja poirautuu betoniin tiiviisti. Muurauksen aikana muurari asentaa siteen päässä olevaan reikään niin sanotun U-ramlan eli U:n muotoisen tiiliseen (Kuva 19).



Kuva 19. Tiilisee

Kohteen tarkastusasiakirjassa vaaditaan käytettävien tiiliseiden kohdalla suoritettavaksi vetokokeet, jotta tiiliseet toimivat suunnitellulla tavalla ja täyttävät vaaditut normit siteiden toimintaperiaatteessa. Tiiliseiden vetokokeen suoritti kohteessa myös tiiliseiden toimittaja, joka tuli työmaalle paikan päälle ja suoritti pistokoelaatusesti vetokokeita mastolavoilta.

Myös ohjeistus tiiliseille löytyy Rakennustiedon nettisivuilta kortistoita ja rakennustavan yleisistä laatuvaatimuksista. RunkoRyl 2010:n (8, s. 277) kohdassa 911.1 mainitaan: *”Käytettävät lämmöneristys- ja tiivistystarvikkeet kestävät suunnitellun käyttöiän ympäristön ja sään rasitukset. Ne eivät aiheuta syöpymistä muissa rakennustarvikkeissa tai värin muuttumista näkyvissä pinnoissa eivätkä kehitä vahingollista tai haitallista ainetta, hajua, kaasua tms.”*

Suoritustasoilmoituksen mukaan, minkä siteiden toimittaja toimitti kohteelle, vaaditaan siteiltä vetokykyä 1.6 kN.

Mittaustuloksien mukaan jokainen vetokokeella testattu tiiliside suoriutui vetokokeen ja vaatimien minimiarvojen yli (Kuva 20), jolloin voidaan todeta tiiliseiteiden olevan vaatimusten mukaisesti asennettu ja kestävän tiilimuurauksen tuomat rasitukset mukanaan.



Kuva 20, Vetokokeesta otettu kuva.

## 8.6 Julkisivun muuraamisen työvaiheen laadunvarmentaminen

Julkisivun tiilimuurauksen laadunvarmentamiseen vaaditaan tarkastusasiakirjassa:

- Mestänvastaanotto
- Vastaanottokatselmus
- Malliasennuskatselmus

- Osakohteentarkastus
- Laatudokumentit ja käyttöturvatiedotteet.

### 8.6.1 Julkisivun tiilimuurauksen mestanvastaanotto

Tiilimuurauksen mestanvastaanotto pidettiin työmaalla ensimmäisen julkisivun villoituksen työvaiheen saavuttua päätökseensä. Jokaisesta julkisivusta pidetään erikseen mestanvastaanotto, millä varmistetaan laadullisesti mestan olevan valmiina tiilimuurauksen aloittamiseen ja esteettömään työskentelyyn.

Vastaanotossa tarkasteltiin lämmöneristäjän työnjälkeä ja onko työnjälki laadullisesti hyväksyttävä standardien puolesta, jotta lämmöneristerakenne voi jäädä tiilimuurauksen taakse piiloon (Kuva 22).

#### Tarkastuskohdat

Yhteenveto		Tiedot	
Status	Tarkastuskohdat	Havainnot	
<input checked="" type="checkbox"/>	1. Konsolit on asennettu suunniteltuihin kohtiin ulkoseinillä (pysty- ja vaakakorko) Wienererg:n tiilipalkkisuunnitelmien mukaisesti (ID: 298446) 19.08.2021 12.33.49 -  CHANGED_COMPLETED // Ei -> Kyllä 19.08.2021 12.23.22 -  ... Hyväksyty // Keskenrääinen -> Hyväksyty		
<input checked="" type="checkbox"/>	2. Villoitusyö on yhtenäinen ja tiivis ja villojen saumat on teipattu. Samat on teipattu myös ikkunoita kiertävien pellitysten ympärille. (ID: 2984467) 19.08.2021 12.33.49 -  CHANGED_COMPLETED // Ei -> Kyllä 19.08.2021 12.25.30 -  ... Hyväksyty // Keskenrääinen -> Hyväksyty		
<input checked="" type="checkbox"/>	3. Sähköputkitukset esim. ulkovaloille tai mainoskyteille on tehty suunnitelmien mukaisesti (ID: 2984468) 19.08.2021 12.33.49 -  CHANGED_COMPLETED // Ei -> Kyllä 19.08.2021 12.27.40 -  ... Hyväksyty // Keskenrääinen -> Hyväksyty		
<input checked="" type="checkbox"/>	4. Mastolava on asennettu ja tarkastettu. Kulku tiilihissille on esteetön. (ID: 2984469) 19.08.2021 12.33.49 -  CHANGED_COMPLETED // Ei -> Kyllä 19.08.2021 12.27.40 -  ... Hyväksyty // Keskenrääinen -> Hyväksyty		
<input checked="" type="checkbox"/>	5. Betonisiilo on toimintakunnossa (vesi, sähkö, kulkureitit) (ID: 2984470) 19.08.2021 12.33.49 -  CHANGED_COMPLETED // Ei -> Kyllä 19.08.2021 12.27.41 -  ... Hyväksyty // Keskenrääinen -> Hyväksyty		

Kuva 21, Mestanvastaanoton tarkastuslista Congridissa.

Mestanvastaanoton aikana tarkastettiin myös ikkunoiden suojaus, mikä on tärkeää, jotta ikkunat pysyvät puhtaina ja ei naarmuunnu muurauksen aikana tai sotkeennu (Kuva 22) Mestanvastaanottoon osallistuu rakennuttajan edustaja, pääurakoitsijan edustaja, lämmöneristämisen työvaiheen edustaja ja tiilimuuraustyövaiheen edustaja.



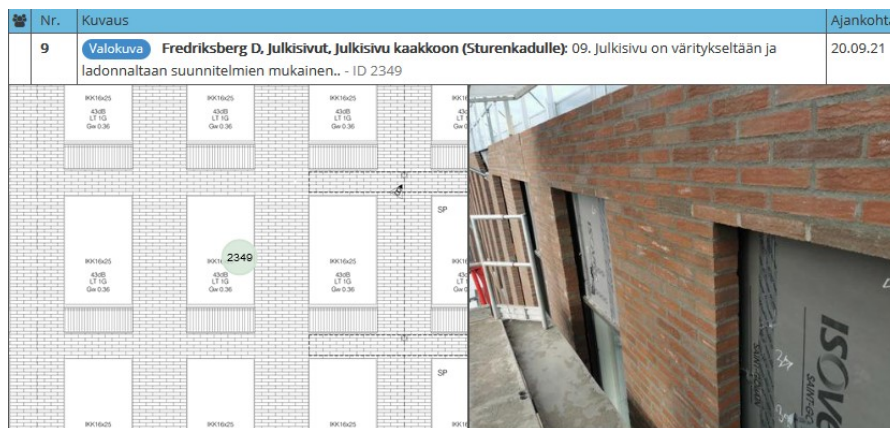
Kuva 22, Valokuvahavainto mestanvastaanotosta.

Lämmöneristyksen täytyy olla suora, jotta riittävä tuuletusväli saadaan aikaiseksi tiili-muurauksen ja lämmöneristämisen väliin. Muuraussiteet pitää olla asennettuna tukevasti paikoilleen ja tarpeeksi tiheästi. Lämmöneristelevyjen saumat pitää olla tiiviit ja aukottomat, sekä lämmöneristeen täytyy olla aukoton. Mahdolliset valaisimille tai muulle sähkölaitteelle pitää olla asennettu läpivientiputket suunnitelluissa paikoissa ja osoitettuna tuleeko mahdollinen sähkörasia upotettuna seinään.

Mestanvastaanoton aikana huomattiin joissain kohtaa puutteita teippauksen tiiveydessä ja tiilisiteiden kohdalla kaikki eivät olleet tarpeeksi tukevasti kiinnitettyjä. Korjaustoimenpiteet laitettiin välittömästi käyntiin ja hetken päästä pystyimme tarkistamaan työn laadun vastaavan vaadittuja standardeja. Mestanvastaanoton yhteydessä tarkistettiin vielä muurauslaastisiilo ja esteetön kulku tiilihissille ja varastointi paikka muuraustiilille.

## 8.6.2 Julkisivun tiilimuurauksen osakohteentarkastus

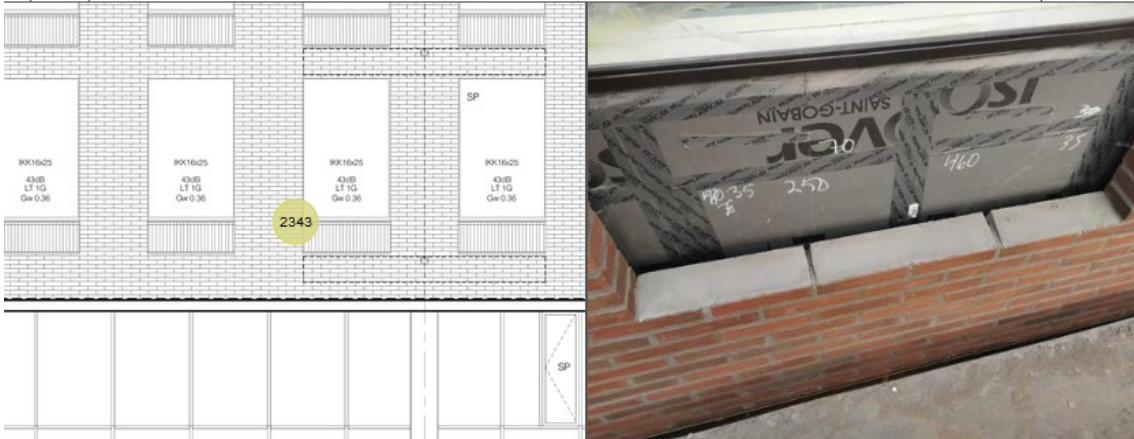
Ensimmäinen osakohteen tarkastus tiilimuurauksen osalta pidettiin pisimmältä sivulta yhdessä valvojan, arkkitehdin ja urakoitsijan työnjohtajan kanssa. Tarkoituksena on varmistaa muurauksen laadun ja työntäjien pysyvän samana, kuin malliasennuskatselmuksessa ja seurata etenemää. Ensin tarkastettiin saumaukset ja mahdolliset hammastukset, jotka molemmat olivat luokka 2 vaatimuksen mukaisesti arvojen sisällä. Silmämääräisesti tarkastuksesta ei huomattu suurempia puutteita ja virheitä työn laadussa ja työntäjässä (Kuva 23).



Kuva 23. Ote osakohteen tarkastuksesta.

Aukkojen ylityksissä on käytetty vaatimuksen mukaisia tiilen ylityspalkkeja ja tikasraudoitetta sitomaan tiilet paremmin yhteen ja lujittamaan rakennelmaa. Tuuletusraot sijaitsivat oikealla kolmen tiilen välityksellä ja tiilisiteiden mukaisesti myös taakse jäävä tuuletusrako toteutui. Saumaukset tiilin välissä olivat oikean paksuiset ja siistityt, kuten suunnitelmissa vaaditaan. Tiilet ja tiilien saumalaasti varmistettiin paikalla käytetyistä paketeista ja saatiin varmuus tuotteiden olevan juuri suunnitelmien mukaiset. Urakoitsijalle annettiin ohjeeksi siivota ikkunoiden kohdalla tiilimuurauksen taakse jäävät saumausturpoamat pois, jotta villan ja tiilen välinen pelti saadaan asennettua paremmin paikoilleen. Viimeisenä tarkastettiin ikkunoiden vesipeltien kaatojen olevan 30 astetta ja muurattu tasaisesti, jotta vesipelti saadaan asennettua paikoilleen (Kuva 24).

🏠	Nr.	Kuvaus	Ajankohta
	10	<b>Valokuva Fredriksberg D, Julkisivut, Julkisivu kaakkoon (Sturenkadulle):</b> 10. Työkohde on siivottu kaikista työstä aiheutuneista jätteistä ja tahriintuneet pinnat on puhdistettu.. - ID 2343	20.09.21



Kuva 24. Vesipellin alle tuleva kaato tehty mallia käyttäen muurauslaastista.

Osakohteen tarkastus, kuten myös itse työnsuorittaminen tehtiin mastolavoilta, jotka sijaittivat vilkkaan tien varressa, joten viimeisenä tarkastettiin työstä aiheutuneet mahdolliset jäljet ja jätteet. Urakoitsija oli suorittanut työstä aiheutuneiden jätteiden ja jälkien siivoamisen sovitun mukaisesti, joten osakohteen tarkastus voitiin hyväksyä ja siirtyä seuraavalle julkisivulle.

### 8.6.3 Julkisivun tiilimuurauksen laadudokumentit ja käyttöturvatieotteet

Käytettävät materiaalit julkisivussa tulee täyttää Maankäyttö- ja rakennuslain (MRL 117), sekä Rakentamismääräyksen mukaiset käyttötarkoitukseen soveltuvat tekniset vaatimukset. Julkisivun materiaalien tulee olla ensiluokkaista ja käyttötarkoitukseen soveltuvia, ellei sopimusasiakirjoissa ole toisin sallittu ja määrätty.

Työmaalla ennen työvaiheen aloittamista ja työvaiheen aikana seurataan käytettäviä materiaaleja ja tarkastetaan jokaisen tarkastuksen yhteydessä materiaalien olevan suunnitelmien mukaiset ja käyttötarkoitukseen soveltuvat. Suunnitelmissa on tarkemmin määrätty käytettävät materiaalit, joiden mukaan materiaalit hankitaan ja asennetaan kohteeseen.

Julkisivumuurauksen osalta noudatetaan RunkoRYL 2010 511 ja RT 82-10510 määrääksiä materiaalien ja työnsuorittamisen osalta. Kohteeseen on suunniteltu rakenne-

kuvissa 285x135x60mm reikätiili Weber Vetonit ML5 Marine tiivismuurauslaasti ja arkitekhtisuunnitelmissa tiilityyppi poltetu punainen reikätiili SFS-EN-771-1+A1 mukaan Wienerberger Ruskonkirjava Makasiini, 285x135x60 mm. Tarkennuksena suunnitelmissa on määrätty pitkäaikaiskestävyys SFS-EN-771-1+A1, luokka F2 ja mittatoleranssit SFS-EN-771-1+A1, luokat T1, R1 (Kuva 24), mitkä ovat Euroopassa käytettävät standardit, mitä tulee rakentamisessa käytettäviin tiiliin. (EU No 305/2011, s. 3-7) Nämä standardit määrittävät tiilien koon, ominaisuudet ja toiminnalliset vaatimukset poltetuille tiilille. T ja R merkintä tiilien perässä tarkoittaa sallittua mittapoikkeamaa ja sallittuja arvoja testausnäytteissä keskiarvon erotuksella, kun vaatimusarvo pyöristetään kokonaisiksi millimetreiksi. (RT 103281, s.3) Näistä vaaditaan materiaalien toimittajalta todistukset, jotta voidaan todeta käytettävien tiilien soveltuvan käyttötarkoitukseensa.

**Taulukko 1.** Poltettujen tiilien keskimääräiset sallitut mittapoikkeamat.

Luokka	Keskiarvojen sallitut mittapoikkeamat
T1:	3 mm tai $\pm 0,40 \sqrt{\text{nimellismitta}}$ mm, kumpi näistä on suurempi
T1+:	3 mm tai $\pm 0,40 \sqrt{\text{nimellismitta}}$ mm pituudelle ja leveydelle, kumpi näistä on suurempi ja 1 mm tai $\pm 0,05 \sqrt{\text{nimellismitta}}$ korkeudelle, kumpi näistä suurempi
T2:	2 mm tai $\pm 0,25 \sqrt{\text{nimellismitta}}$ mm, kumpi näistä on suurempi
T2+:	2 mm tai $\pm 0,25 \sqrt{\text{nimellismitta}}$ mm pituudelle ja leveydelle, kumpi näistä on suurempi ja 1 mm tai $\pm 0,05 \sqrt{\text{nimellismitta}}$ korkeudelle, kumpi näistä suurempi
tai	
Tm:	valmistajan ilmoittama mittapoikkeama millimetreinä (se voi olla suurempi tai pienempi kuin muissa luokissa).

**Taulukko 2.** Yksittäisen poltetun tiilen sallitut mittapoikkeamat.

Luokka	Keskiarvojen sallitut mittapoikkeamat
R1:	$\pm 0,6 \sqrt{\text{nimellismitta}}$ mm
R1+:	$\pm 0,6 \sqrt{\text{nimellismitta}}$ mm pituudelle ja leveydelle sekä 1,0 mm korkeudelle
R2:	$\pm 0,3 \sqrt{\text{nimellismitta}}$ mm
R2+:	$\pm 0,3 \sqrt{\text{nimellismitta}}$ mm pituudelle ja leveydelle sekä 1,0 mm korkeudelle
tai	
Rm:	valmistajan ilmoittama yksittäisen tiilen mittojen sallittu vaihteluväli millimetreinä (se voi olla suurempi tai pienempi kuin muissa luokissa).

Kuva 25, Poltettujen tiilien keskimääräiset sallitut mittapoikkeamat.

Poltetut tiilet sijoittuvat yleensä korkeisiin lujuusluokkiin, kun tiilistä vaaditaan parempaa rakenteellista lujuutta ja nämä ilmoitetaan tuotestandardissa SDS-EN 771-1 ja puristuslujuus määritetään erikseen testausstandardin SFS-EN 772-1 mukaisesti. Puristuslujuus on tiilentyypistä riippuen 15–50 N/mm<sup>2</sup>. (RT 103281, s.4) Testauksessa tiiltä rasi-tetaan, kunnes tiili murtuu ja näin saadaan selville tiilen kestävyyskuorma. Suoritus-ta-soilmoituksessa ilmoitetaan tiilien puristuslujuuden keskiarvo, vesihöyrynläpäisevyys,

pitkäaikaiskestävyys, palokäyttäytyminen, sallitut poikkeamat, tiilien tasaisuus, perusominaisuudet, brutto- ja nettokuivatiheys. Käytettävien materiaalien tulee olla CE-merkittyjä ja DoP-suoritusasteilmoituksen mukaisia, näiden seuranta ja dokumenttien avulla varmistaminen työmaalla kuuluu työvaiheen työnjohtajan vastuulle. Ennen työvaiheen aloittamista kuuluu varmistaa materiaalien olevan suunnitelmien ja määräysten mukaisia ja seurantaa jatkaa koko työvaiheen ajan ja varmistaa ettei työvaiheen aikana käytetä materiaaleja, jotka eivät näitä vaatimuksia täyttäisi.

<b>Ominaisuus</b>	
vedenimunoisuus	vedenimunoisuusluokka tavallisesti 1...4 kg/m <sup>2</sup> /min
vedenimukyky	noin 6...20 painoprosenttia
vesihöyryn diffuusiokerroin, $\mu$ -arvo	esim. 5/10
tasapainokosteus	0,2...1,5 painoprosenttia
pirstoluku	taloustuliilillä > 8
<b>Lämpötekniisiä ominaisuuksia</b>	
pituuden lämpöpiteneiskerroin	tiili $5 \times 10^{-6}$ 1/K muurattu rakenne $6 \times 10^{-6}$ 1/K
<b>ominaislämpökapasiteetti</b>	
- tiheysalue 900–1200kg/m <sup>3</sup>	Ca = 600 J/kgK
- tiheysalue 1200–2000kg/m <sup>3</sup>	Ca = 900 J/kgK
<b>lämmönjohtavuus <math>\lambda_a</math></b>	
tiilien tiheys 1200–1400 kg/m <sup>3</sup>	noin 0,35 W/mK
Lujuusominaisuuksia	- taivutusvetolujuus keskimäärin noin 6 MN/m <sup>2</sup> - virumaluku 0,75 - kimmomoduuli noin 16 000 MN/m <sup>2</sup> - puristuslujuus 15–80 N/mm <sup>2</sup> Puristuslujuutena käytetään normalisoitua puristuslujuuden keskiarvoa $f_t$ , Valmistaja ilmoittaa CE-merkinnässä muuraukspaleiden normalisoidun puristuslujuuden keskiarvon.

Kuva 26, Poltettujen tiilien ominaisuuksia.

## 9 Laadunvarmentamisen kehittäminen

Laadunvarmistus ja sen todentaminen rakennustyömailla kaikilta osin ei vielä ole riittävän hyvällä tasolla. (Lauri Riikonen, Rakennustyömaan laadunmittaus, s 5.) Haastattelujen aikana nousi esille hyviä kehitysehdotuksia ja toiminallisen laadunvarmentamisen kohdalla huomattiin epäkohtia ja tuotiin niitä ilmi nykypäivän laadunvarmentamisessa ja sen toimenpiteissä.

### 9.1 Laatuvaatimukset asiakirjoissa

NCC:n urakkaneuvottelupohjassa esimerkiksi tuodaan yleiset laadunvarmentamisen toimenpiteet ja käytännöt esille työvaiheen aikana, mutta ei käydä tarkemmin läpi ali-

urakoitsijan kanssa minkälaiset laatuvaatimukset ovat kyseessä. Tarjouspyynnöissä lu-  
kee laatuvaatimukset ja sen mukana kerrotaan laadulliset vaatimukset ja toimenpiteet  
sen varmentamiseen. Kohteessa vaaditaan julkisivumuuraukselle luokkaa 2, mutta ei  
mainita missään dokumentoidussa pöytäkirjassa ja muistossa tai käydä tarkemmin läpi  
vaatimuksia ja mitä ne pitää sisällään. Pöytäkirjoihin pitäisi lisätä kohta, mikä kertoo  
vaaditun laatutason ja minkä läpikäyminen urakoitsijan kanssa olisi osa kokousta.

## 9.2 Laatuvaatimusten läpikäyminen ennen työvaihetta

Laatuvaatimukset pitäisi käydä tarkemmin läpi ennen työvaiheen aloittamista, mikä en-  
naltaehkäisi laadullisten virheiden syntymistä. Työvaiheen alussa pitäisi käydä läpi,  
mitkä kohdat lisätään tarkastuspohjiin ja läpikäydä niiden sisältö. Tämä antaisi selkeän  
kuvan tarkastettavista kohdista ja kohtien läpikäyminen ketoisi myös aliurakoitsijalle,  
laadulliset vaatimukset ja kriteerit. Aliurakoitsijan työnjohto on sitoutettu NCC:n asiakir-  
joissa nimellisesti käymään laadulliset vaatimukset työntekijöilleen läpi, mutta kyseisen  
asian toteutumiseen ei varmuutta koskaan saada.

## 9.2 Tarkastuspohjien kehittäminen

Tarkastuspohjien sisältö on osittain puuteellinen ja ei aina sisällä laadullisia vaatimuk-  
sia ja niiden sisältöä. Laadunvarmentamisen tärkeä osa on työmaalla tapahtuva laa-  
dunvalvonta, mutta myös varmentaminen jälkikäteen raportin avulla laadullisten kritee-  
reiden täyttyminen tarkastusten yhteydessä tehtyjen dokumenttien avulla. Laatuvaati-  
muksen sisältäminen tarkastukseen helpottaisi dokumentointia ja selkeyttäisi tarkastus-  
kohdan läpikäyntiä ja oikealla dokumentoinnilla voidaan varmistaa laadullisten kritee-  
rien täyttyminen. Myöhemmässä vaiheessa tarkastuksen raportin läpikäyminen olisi  
selkeämpää ja voidaan helposti todeta laadun olevan suunnitelmien ja määräysten mu-  
kaista. Haastattelujenkin aikana nousi esille tärkeäksi piiloon jäävien rakenteiden tar-  
kastaminen ja dokumentointi, minkä avulla voidaan todeta rakennusosan täyttävän  
suunnitelmien mukaiset vaatimukset ja laadulliset kriteerit. Näin voidaan osoittaa jälki-  
käteen, että rakennusosa täyttää rakennuksen eliniän mukaiset vaatimukset.

### 9.3 Laatudokumenttien ja materiaalien varmistus

Laadunvarmistusdokumentit, kuten CE-merkinnät ja DoP-suoritustasoilmoitukset osoittavat materiaalien olevan hyväksytyjä Suomessa ja Euroopassa, sekä kertovat materiaalien ominaisuudet. Hitsaajien pätevyystodistus ja materiaalitiedot todentavat rakenteiden asennustavan ja materiaalin käyttötarkoituksen soveltuvuuden. Näiden vaatiminen toimittajilta ja urakoitsijoilta pitäisi saada ennen työvaiheen alkamista, jolloin voidaan laatutarkastusten yhteydessä varmistua materiaalien olevan suunnitelman mukaisia ja täyttävän vaaditut laadulliset vaatimukset. Nämä vaaditaan yleensä ennen viimeistä maksuerää, jolloin siinä vaiheessa työvaihe on jo valmis tai melkein suoritettu loppuun asti. Tietyt vaatimukset rakennuskohteessa voivat vaatia erikoisominaisuuksia materiaalilta, mikä vaatii jo työsuorituksen aikana näihin dokumentteihin käsiksi pääsyä. Joissain tapauksissa on edesauttanut rahallinen vaatimus dokumenttien toimitukseen, jos toimittaja tai urakoitsija ei ole niitä sopimuksen mukaisesti toimittanut. Dokumentit luovutetaan rakennuksen käyttäjälle luovutuksen yhteydessä, jolloin käyttäjä näkee mitä materiaaleja on rakentamisvaiheessa käytetty.

## 10 Toiminnallisen osuuden yhteenveto laadunvarmentamiseen

Käytännön laadunvarmentaminen usean samaan aikaan käynnissä olevan työvaiheen aikana ja sen toteutus on haastavaa ja vaativa osuus työvaiheen aikana pääurakoitsijan työnjohtajalla, minkä perehtymiseen vaaditaan ennalta jo ennen työvaiheen aloittamista paljon aikaa. Haastatteluissa nousi esille laadunvarmentamisen toteutumisen seuraaminen ja käytännössä toimiminen työmaalla haastaa työnjohtajat kuin työntekijät osaltaan. Monen eri työvaiheen yhteensovittaminen laadullisesti ja työvaiheittain on haastavaa, mutta hyvällä suunnittelemisella ja avonaisella kommunikoinnilla työvaiheiden suorittajien kesken saadaan helpotettua prosessia.

Toiminnallisessa osuudessa toteutettiin laadunvarmentamista julkisivun tiilimuurauksen työvaiheen aikana. Ennen tiilimuurauksen aloittamista oli jo suoritettu useampi eri tarkastus ja mallikatselmus aikaisempien työvaiheiden osalta, kuten julkisivun lämmöneristämisen ja julkisivun teräsrakenteiden kohdalta. Haastateltavan työnjohtajan näkemyksen mukaan työvaiheiden eri vaiheet dokumentoidaan tarkasti, mutta suhteellisen helposti Congrid-sovelluksen avulla, mikä helpottaa laadunvarmentamisen työtä. Congridin tarkastuspohjiin pitäisi lisätä aina laatuvaatimukset ja kriteerit niille, joita seuraa ja tekee työmaainsinööri tai työnjohtaja yhteisesti.

Laadunvarmentamisen tärkeimpiä kohtia on tietää tarkasti, minkälainen lopputuote pitää olla rakennusteknisissä ominaisuuksissaan ja miten tämä lopputuote saadaan aikaiseksi, tämä selvisi haastattelussa, että aina ei tieto mene perille asti itse toteutavalle portaalle eli työmiehille ja niitä pitää käydä huomauttamassa ja selvittämässä laadulliset vaatimukset. Haastateltavan työnjohtajan mukaan tiilimuurauksen osalta on tärkeää jo ennen työvaiheen alkua käydä urakoitsijan kanssa läpi laadulliset vaatimukset ja täsmentää mahdolliset epäkohdat. Laadun esille tuominen aikaisessa vaiheessa on oleellinen ja tärkeä osa myös.

Tiilimuurauksessa jaotukset, välit, hammastukset, materiaalit, kantavat ylitykset ja toteutustapa ovat kaikki tärkeä ja näkyvä osa työvaihetta, minkä laadulliset vaatimukset pitää viedä tekijöille kentälle asti, jotta saadaan vaadittu suunniteltu lopputuote. Tiilimuurauksen laadunvarmentamisen kohdat nousivat esille jokainen tärkeydellään ja pieniä epäkohtia tai ns. ”huolimattomuus virheitä” pystyttiin hyvällä perehtymisellä välttämään ja korjaamaan. Työvaiheen suorittajalta eli paremmin tunnettuna urakoitsijalta, pitää vaatia tarkemmin sopimukseen kirjatut laatuvaatimukset ja sitouttaa paremmin urakoitsija laadunvarmentamiseen.

## 11 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää ja tuoda esille nykypäivän laadunvarmentamista ja sen tasoa muurattujen julkisivujen kohdalla. Ongelmakohtana on havaittu erilaiset työmenetelmät ja laadunvarmentamisen dokumentointi sen vaadittavalla tavalla, jolloin voidaan nähdä laadun olevan suunnitelmissa vaaditulla tasolla. Laadunvarmentamisen seuranta ja toteutus itsessään tärkeä osa jo ennen työvaiheen aloittamista, mikä pitäisi olla tiedossa työvaiheen tekijöilläkin

Tavoitteena oli kehittää laadunvarmentamisen käytäntöjä, seurantaa ja toteutumista työmaalla työvaiheiden aikana. Laadunvarmentaminen pitää olla selkeämmin esillä jo neuvotteluvaiheessa, jolloin ehkäistään laadullisten virheiden syntymistä. Laadunvarmentamisen tarkastuspohjiin pitäisi myös viedä laadullisia vaatimuksia selkeämmin aina työvaiheittain. Myös oikeiden materiaalien käyttäminen ja todentaminen kuuluisi olla tarkastuspohjissa selkeästi tuotuna esille. Laadunvarmentamisen tarkastamisen aikana pitäisi pystyä myös todistamaan laadun olevan vaaditulla tasolla myös dokumentoidusti. Vaaditut dokumentit ja todistukset pitäisi vaatia ennen työvaiheen aloittamista hyvissä ajoin, jolloin voidaan todeta materiaalien olevan hyväksytyjä ennen asennusta.

## Lähteet

1. Amutek muurausalan tuotteet. Luettu: 10.9.2021. Saatavissa: <http://www.amutek.fi/amutek.shtml>
2. CE-merkintä, turvallisuus- ja kemikaalivirasto, Tukes. Luettu: 01.10.202. Saatavissa: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>
3. Congrid sovellus rakennusyhtiöille. Luettu: 3.9.2021. Saatavissa: <https://www.congrid.fi/>
4. Gann Hydromette Compact B, käyttöopas. Luettu: 19.9.2021. Saatavissa: [Operating Instructions \(gann.de\)](Operating Instructions (gann.de))
5. Maankäyttö- ja rakennuslaki, Finlex 5.2.1999/132. Luettu: 26.8.2021. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>
6. Iltasanomat artikkeli rakentamisen laadusta, Samuli Niinivuo, 30.7.2020. Luettu: 26.8.2021. Saatavissa: <https://www.is.fi/taloussanomat/art-2000006586619.html>
7. Isover dokumenttihaku tuotteille. Luettu: 22.9.2021. Saatavissa: <https://www.isover.fi/dokumenttihaku>
8. Julkisivun eristys laatuvaatimukset. Luettu: 5.9.2021. Saatavissa: [https://www.rakentaja.fi/artikkelit/8653/julkisivujen\\_eristys.htm](https://www.rakentaja.fi/artikkelit/8653/julkisivujen_eristys.htm)
9. Kaupungin rakennuttamien toimitilojen ja asuintalojen uudisrakentamisen laadunvalvonta, 2018, kaupunkitarkastaja Jari J. Ritari ja johtava tuloksellisuustarkastaja Liisa Kähkönen. Luettu: 10.10.2021. Saatavissa: [https://www.arviointikertomus.fi/sites/default/files/pdf/article-memo/2019/uudisrakentamisen\\_laadunvalvonta.pdf](https://www.arviointikertomus.fi/sites/default/files/pdf/article-memo/2019/uudisrakentamisen_laadunvalvonta.pdf)
10. Käsikirja ruostumattomien terästen käyttö kantavissa rakenteissa, neljäs painos, 2017, Teräsrakenneyhdistys ry. Luettu: 1.9.2021. Saatavissa: <http://www.steel-stainless.org/media/1455/fi-kaesikirja-ruostumattomien-terasten-kaeyttoa-rakenteissa-4painos.pdf>
11. Laadukasta rakentamista, Työmaan hyviä käytäntöjä. Talonrakennusteollisuus ry. Luettu 21.10.2021. Saatavissa: [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/laadukasta-rakentamista\\_web.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/laadukasta-rakentamista_web.pdf)
12. NCC Suomi Oy tietoa. Luettu: 15.8.2021. Saatavissa: <https://www.ncc.fi/tietoa-nccsta/>

13. Rakentaja, Tiilijulkisivun monet mahdollisuudet, 16.3.2020. Luettu: 13.10.2021. Saatavissa: [https://www.rakentaja.fi/artikke lit/14414/tiilijulkisivun\\_monet\\_mahdollisuudet.htm](https://www.rakentaja.fi/artikke lit/14414/tiilijulkisivun_monet_mahdollisuudet.htm)
14. Rakennushankkeen laadunvarmistus, Juha-Matti Junnonen. Luettu 21.10.2021. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>
15. RT tietoväylä, Ratu 0437, Lämmöneristämisen menekit ja menetelmät. Luettu: 1.10.2021. Saatavissa: [RT tietoväylä | Ratu 0437 Lämmöneristys. Menekit ja menetelmät \(rakennustieto.fi\)](#). Vaatii lisenssin.
16. RT tietoväylä, RT 103281, Poltetut tiilet. Luettu: 115.9.2021. Saatavissa: [RT tietoväylä | RT 103281 Poltetut tiilet \(rakennustieto.fi\)](#). Vaatii lisenssin.
17. Rakennustyömaan laadunmittaus, Juha-matti Junnonen ja Lauri Riikonen. Luettu: 15.9.2021. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140501.pdf>
18. Suomen isoimmat rakennusyrietykset. Luettu: 10.8.2021. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/suurimmat/>
19. Testissä pintakosteusosoittimet. Luettu: 29.8.2021. Saatavissa: <https://rakennusmaailma.fi/testissa-pintakosteusosoittimet/>.
20. Tiilimuurausten laatuvaatimukset. Luettu: 29.9.2021. Saatavissa: Rakennustieto: RT tietoväylä: Ratu 0485: [RT tietoväylä | Ratu 0485 Tiilimuuraus \(rakennustieto.fi\)](#). Vaatii lisenssin.

## Haastattelulomake



### Opinnäytetyön haastattelu.

Aihe: Julkisivutiilimuurauksen laadunvarmentaminen

1. Missä vaiheessa työvaiheen laadunvarmentaminen otetaan ensimmäisen kerran mukaan?
2. Kuinka paljon laadunvarmentaminen on mukana työvaiheessa aloituksesta loppuun?
3. Miten ja millä tavoilla työvaiheen suorittaja sitoutetaan laadunvarmentamiseen ja toteuttamaan työvaihe laadullisesti standardien mukaisesti?
4. Miten laadunvarmentaminen toteutetaan nykypäivän rakentamisessa?
5. Tietääkö työvaiheen parissa työskentelevät henkilöt työvaiheen laadulliset vaatimukset ja standardit, kuinka hyvin?
6. Minkälainen merkitys CE-merkinnällä ja Dop-suoritustasoilmoituksella on laadunvarmentamiseen?
7. Kuinka hyvin tunnet kohteen tarkastusasiakirjan ja sen vaatimukset työvaiheille?
8. Mitä kehitettävää mielestäsi laadunvarmentamisessa nykypäivän rakentamisessa olisi?
9. Mitä laatuvaatimuksia liittyy julkisivun tiilimuuraukseen ja villoittamiseen?