

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

2019

Kenno Kula

# JULKISIVUMUURAUKSEN HAASTEET

Case: Pohjola Rakennus Oy



Kenno Kula

## JULKISIVUMUURAUKSEN HAASTEET

Case: Pohjola Rakennus Oy

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa tietoa julkisivumuurauksen haasteista eräältä Pohjola Rakennus Oy:n työmaalta Tampereen Santalahdessa. Opinnäytetyön teoreettisessa viitekehityksessä käsitellään julkisivumuurauksen vaiheita yleisesti läpi, siihen tarvittavia materiaaleja, tuodaan esille case-kohteen ongelmakohdat muuraukseen liittyen sekä työn lopussa esitetään kehotusehdotuksia kyseisten ongelmien ratkaisemiseksi.

Työn toteuttamisessa on käytetty hyödyksi omia sekä kollegoiden työmaalla tekemiä havaintoja. Tietoa työhön löytyi myös muutamista kirjoista, Pohjola Rakennuksen tietokannoista sekä internetistä, muuraukseen liittyviltä sivustoilta. Työssä on pyritty huomioimaan julkisivumuuraukseen liittyviä asioita myös yleisestä näkökulmasta ja selitetty työmaahan liittymättömistä seikoista.

Johtopäätöksenä opinnäytetyössä voidaan todeta julkisivumuurauksen olevan taloudellisesti, laadullisesti ja ajallisesti iso kokonaisuus, jonka suunnitteluun tulisi käyttää paljon aikaa. Se on rakennuksen työvaiheena pitkä ja kallis, jonka eri vaiheiden myöhästymiset voivat siirtää urakan valmistumista viikoilla eteenpäin. Julkisivumuurauksessa käytettävät materiaalit ja työskentelyvälineet ovat raskaita, joten työturvallisuudesta ei tulisi tinkiä työtä tehdessä. Julkisivumuurauksen sujuva läpivieminen vaatii moniammatillista yhteistyötä, ammattitaitoa ja hyvää suunnittelua.

Opinnäytetyön tulosten osalta voidaan huomata, että eri toimijoiden välinen yhteistyö on oltava tiivistä ja tarkkaa. Suunnittelun onnistumisella edesautetaan sitä, että urakka toteutuu aikataulullisesti ja taloudellisesti. Työnjohdon on kyettävä hahmottamaan julkisivumuurausurakan kokonaisuus ja ymmärrettävä, että edeltävätkin työt tulee tehdä huolellisesti.

### ASIASANAT:

julkisivumuuraus, uudisrakennus, halfen-kannakkeet, muurauskehikot

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering, Production Management

2019 | 33 pages in text, 0 pages in appendices

Kenno Kula

## THE CHALLENGES OF FAÇADE MASONRY

Case: Pohjola Rakennus Oy

The purpose of this Bachelor's thesis was to provide information related to the challenges of façade masonry. The case in question was a Pohjola Rakennus Oy construction site in Santalahti, Tampere, Finland. The theoretical framework of the thesis generally describes the different stages of façade masonry and the material needed to carry out the work. It also touches upon the problem areas related to the masonry work itself, at the specific construction site, as well as provides recommendations on how to solve and work around these particular problem areas.

The foundation of the thesis is laid upon both the author's own as well as his colleagues' observations from the construction site. Additional information was gathered from various literary sources, the databases owned by Pohjola Rakennus Oy and masonry-related websites with in-depth information about the industry. The thesis also explains general notions within façade masonry and displays specific aspects that were unrelated to the particular construction site in question.

As a concluding note, the thesis emphasizes the importance of the planning that goes into a façade masonry project in its entirety, as such projects are of great magnitude, not only economically but also in terms of quality and length. This particular phase of a construction project is long and expensive, and the delays in the various stages of the masonry work can delay the completion of the overall project by, in some cases, many weeks. The materials and tools used in façade masonry are heavy, so the thesis calls for increased safety in the construction sites. The swift completion of this type of a project requires multiprofessional cooperation, a high level of workmanship and carefully executed planning.

KEYWORDS:

Façade Masonry, New Building, Halfen Support System, Masonry Frame

# SISÄLTÖ

<b>1 TYÖN TILAAJA JA CASE- KOHDE</b>	<b>7</b>
1.1 Pohjola Rakennus Oy	7
1.2 Tampereen Santalahden uusi asuinalue	7
<b>2 JULKISIVUMUURAUUS</b>	<b>9</b>
2.1 Materiaalit	9
2.1.1 Tiilet	9
2.1.2 Laasti	12
2.1.3 Muuraussiteet ja -kannakkeet	12
2.2 Valmistelevat työt	14
2.2.1 Logistiikka ja laastinvalmistuskalusto	14
2.2.2 Nosto- ja siirtokalusto	15
2.2.3 Mittaukset	16
2.3 Muuraustyö	16
2.3.1 Eristyskaista ja ensimmäinen tiilirivi	16
2.3.2 Laastin levitys ja muurauksen tukeminen	17
2.3.3 Aukkoylitykset	17
2.3.4 Saumojen siistiminen ja viimeistely	19
<b>3 JULKISIVUMUURAUKSESSA HAVAITUT ONGELMAT</b>	<b>20</b>
3.1 Suunnitelmapuutteet	20
3.1.1 Kuorielementin uloke	20
3.1.2 Taustamuurauksen peittäminen	21
3.1.3 Ikkunoiden tiivistäminen	22
3.1.4 Käännetty vesikatot	22
3.2 Elementtiongelmät	23
3.2.1 Tiililaattaelementtien saumat	24
3.3 Kannatusjärjestelmien ongelmat	24
3.3.1 Halfen- kannakkeen säätövarat	25
3.3.2 Muurauskehikoiden asennus	26
3.4 Muurarien toiminnasta aiheutuneet ongelmat	26
3.4.1 Suojaus ja siivous	27
3.4.2 Viimeinen tiilirivi räystääsalueella	27
3.4.3 Liikuntasauva	28

<b>4 JULKISIVUMUURAUKSEN KEHITYSKOHDAT</b>	<b>29</b>
4.1 Suunnittelu	29
4.2 Elementtiasennukset	30
4.3 Kannatusjärjestelmät	31
<b>5 YHTEENVETO</b>	<b>32</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>34</b>

## KUVAT

Kuva 1. Santalahden alue .....	7
Kuva 2. Havainnekuva case-kohteesta kaupungin puoleisesta päädyistä katsottuna. ...	8
Kuva 3. Tiilen pinnat .....	11
Kuva 4. Tiilien eri sävyjä .....	11
Kuva 5. Amu-aukkopalkki .....	13
Kuva 6. Halfen kannatuskonsoli.....	13
Kuva 7. Suursäkkisiilo.....	15
Kuva 8. Mastolava Scanclimber SC5000 .....	15
Kuva 9. Erilaisia muuraussiteitä.....	17
Kuva 10. Semtu JVA+ kannake periaatepiirustus .....	18
Kuva 11. Detaljit Halfen kannakkeista.....	21
Kuva 12. Muurauskehikon tausta.....	21
Kuva 13. Finnfoam ikkunoiden ympärillä.....	22
Kuva 14. Keskeneräinen käännetty vesikatto.....	23
Kuva 15. Pilari asennettu vinoon.....	23
Kuva 16. Tiililaattaelementin ja julkisivumuurausliikuntasauha .....	24
Kuva 17. Halfen kannakkeiden sovittelua .....	25
Kuva 18. Muurauskehikoiden asettelu .....	26
Kuva 19. Muurauslaastilla tahriintunut sokkeli.....	27
Kuva 20. Oikein muurattu räystäs kolmannessa osiossa .....	28
Kuva 21. Liikuntasauha väärässä kohdassa .....	28

# JOHDANTO

Julkisivumuuraus on kestävä ja ekologinen ratkaisu sekä uudis- että korjausrakentamisessa. Kestävän kehityksen ja ilmastotietoisuuden lisääntyessä julkisivumuurauksen suosio on kasvanut viime aikoina huomattavasti. Modernimpaan rakentamiseen siirryttäessä arkkitehdit suunnittelevat yhä monikulmaisempia rakennuksia ja ratkaisuja julkisivuissa. Tämä lisää suunnittelun toteuttamisessa haasteita työmaalla, sillä kaikkia asioita ei vielä osata ottaa huomioon julkisivumuuraukseen liittyen. Tämän opinnäytetyön aiheena on julkisivumuurauksen haasteet uudisrakentamiskohteessa.

Työn esimerkkinä käytetään Pohjola Rakennuksen uudisrakennuskohdetta Tampereen Santalahdessa. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan julkisivumuurausta yleisesti, tuoda esiin Santalahden työmaalla havaitut ongelmat ja niiden ratkaisuvaihtoehdot sekä pohditaan niiden kehittämistä. Aihe tuli ajankohtaiseksi kun sain ensimmäiseksi työkseni Pohjola Rakennus Oy:llä julkisivumuurauksen. Työn tarkoituksena olisi sujuvoittaa julkisivumuurausta, jotta välttyttäisiin työn keskeytyksiltä ja saataisiin kustannussäästöjä. Työhön kerättiin tietoa kirjallisuudesta, verkosta ja omista kokemuksista.

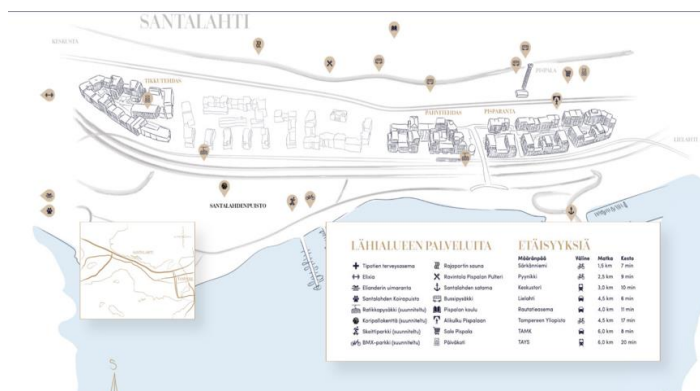
# 1 TYÖN TILAAJA JA CASE- KOHDE

## 1.1 Pohjola Rakennus Oy

Tämän työn tilaajana on Pohjola Rakennus Oy Suomi, vuonna 1989 perustettu perheyritys Pirkanmaalta. Vuoteen 2013 yritys toimi nimellä Rakennustoimisto Pohjola Oy, jonka jälkeen nimi vaihtui nykyiseen nimeen. Yrityksen on perustanut Juha Metsälä, joka toimi Pohjolan toimitusjohtajana aina vuoteen 2019 saakka. Tämän jälkeen toimitusjohtajaksi siirtyi Kari Inkinen. Vuoden 2019 aikana yrityksessä toteutettiin iso fuusio, jossa kaikki Pohjolan tytäryhtiöt yhdistyivät yhdeksi yhtiöksi. Pohjola Rakennus operoi nykyään melkein koko Suomessa ja asuntoja yhtiöltä valmistuu vuosittain noin 2 000 kappaletta. Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2018 noin 260 miljoonaa euroa. Konserni työllistää yhteensä yli 3000, joista omaa henkilöstä on noin 220.

## 1.2 Tampereen Santalahden uusi asuinalue

Tampereen Santalahden aluetta alettiin uudistamaan vuonna 2018. Santalahden uusi asuinalue sijaitsee Näisjärven ja Pispalan välissä (kuva 1). Tarkoituksena on kunnostaa ja modernisoida vanha teollisuusalue tyylikkääksi asuinalueeksi, alueen teollista perintöä kunnioittaen. Alueelle on tarkoituksena rakentua yli 1 500 uutta asuntoa, muutamia liiketiloja ja ainakin yksi päiväkotia. Ensimmäisten uusien asukkaiden on suunniteltu muuttavan tammikuussa 2020. Tulevaisuudessa alueelle on suunniteltu myös raitiotiehankkeen toinen vaihe.



Kuva 1. Santalahden alue (Uusi-Santalahti n.d.)

Tässä opinnäytetyössä käsiteltävänä kohteena on neljäkerroksinen reilun sadan asunnon kerrostalo Santalahdessa (kuva 2). Kadun puoleinen julkisivu rakennuksesta on kokonaan muurattu ja sisäpihan puoli on valkobetonista tehtyjä elementtejä. Sisäpihan puolelle rakennetaan myös pihakansi, jonka alle tulee asuinalueen asukkaille tarkoitettu parkkihalli. Kohde on haastava, koska rakennusvaiheessa tilaa on vähän maaston korkeuserojen ja tontin pienuuden takia.



Kuva 2. Havainnekuva case-kohteesta kaupungin puoleisesta päädyestä katsottuna.



## 2 JULKISIVUMUURAUUS

Paikalla muurattu tiili on todella vanha julkisivuratkaisu. Muuratulla tiilellä on pitkä historia ja siitä on paljon positiivisia kokemuksia. Asuinkerrostalojen julkisivut tehtiin pitkälti muuraamalla 1960-luvulle asti. Sen jälkeen elementtirakentaminen valtasi markkinat. Paikalla muurattavan tiilen uusi aikakausi alkoi kuitenkin 1990-luvun puolessa välissä ja sen suosio on säilynyt vielä tähänkin päivään asti. Kerrostalojen julkisivuista noin 50 % on paikalla muurattua tiiltä ja näin ollen on yleisin julkisivumateriaali. (Muuratut julkisivut n.d.)

Kaupunkikuvasta ja arkkitehtuurista on tullut yhä modernimpaa uusilla kerrostaloalueilla. Elinkaarikustannusten sekä kestävävän kehityksen huomioon ottaminen ovat edelleen lisänneet muurattujen julkisivujen käyttöä kerrostalo työmailla. Asiantuntijat sanovat monesti tiilijulkisivua myös esteettisesti aikaa kestäväksi, koska se vanhenee tasaisesti ja kauniisti. Pitkäikäisen ja melkein huoltovapaan tiilijulkisivun etuihin kuuluu myös edullinen omistaminen ja asuminen. (Muuratut julkisivut n.d.)

### 2.1 Materiaalit

Muuraustyössä tarvitaan erilaisia materiaaleja tukevan ja kestävännen lopputuloksen saavuttamiseksi. Suunnitelmissa esitetyillä tiilien ja saumojen väreillä saadaan aikaan julkisivun värimaailma. Muuraussiteillä muuraus tuetaan varsinaiseen kantavaan rakenteseen. Ikkunoiden ja muiden aukkojen ylityksiin käytetään niihin tarkoitettuja palkkeja tai kannakkeita. Seuraavissa kappaleissa käsitellään tarkemmin muurukseen tarvittavia materiaaleja.

#### 2.1.1 Tiilet

Tiili on ollut rakennusmateriaalina jo vuosituhansien ajan. Tiilen valmistustekniikka on kehittynyt aikojen saatossa. Tämä kehitys on luonut uusia pinta- ja väri vaihtoehtoja, mutta tiilen ominaisuudet ja luonne ovat kuitenkin säilyneet samana. Tiili valmistetaan savesta, hiekasta ja vedestä, jotka ovat kaikki luonnon raaka-aineita. Tiili on palamaton,

ruostumaton ja lahoamaton materiaali, joka kestää suuriakin lämpötila- ja kosteusvaihteluita. Kivipohjaisista materiaaleista tiili on nopein kuivumaan, mikä pienentää rakennusaikaisia kosteusriskejä. Valmis tiilipinta on lähes huoltovapaa. (Tiili materiaalina n.d.)

Poltettuja savitiiliä ja kalkkiahiekkatiiliä valmistetaan Suomessa. Tiilien välillä on pieniä eroja valmistustavasta ja raaka-aineista riippuen. Tiiliä voidaan käyttää korvaamaan toisiaan, mutta yleisemmin savitiilejä käytetään julkisivumuurauksessa ja kalkkiahiekkatiilejä väliseinä rakenteissa. Olosuhteisiin, jotka vaativat kuumankestävyyttä, kalkkiahiekkatiili ei sovellu. (Tiilet n.d.)

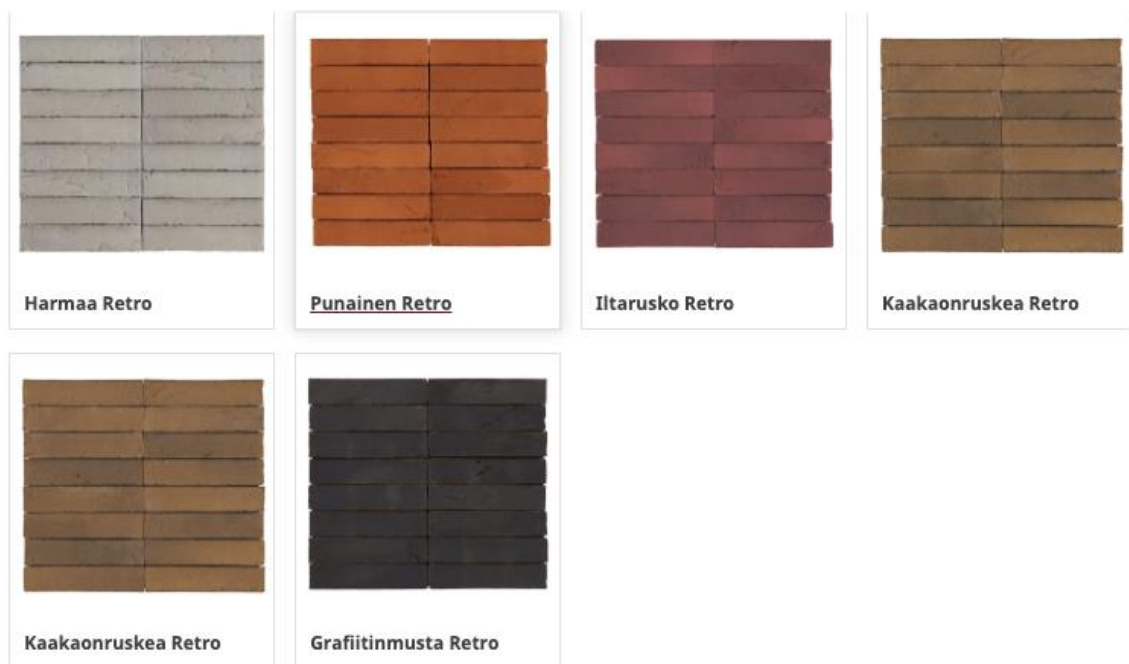
Kalkkiahiekkatiilen eli lyhennettynä kahitiilen raaka-aineisiin kuuluvat poltetu kalkki, kvartsipitoinen hiekka ja vesi. Edellä mainitusta seoksesta puristetaan korkean paineen avulla mittatarkat tiiliraakileet. Lujuutensa ja muotonsa tiili saa lopulta autoklaavissa, jossa on 160–200 asteen lämpötila ja suuri höyrypaineta. Kalkki reagoi kvartsipitoisen hiekan kanssa höyrykarkaisussa, josta syntyy silikaattinen sidos. Kahitiilien värjäminen tehdään lisäämällä massaan pigmenttiä. Kahitiilen hyviin ominaisuuksiin kuuluu kestävyys ja mittatarkkuus. (Kalkkiahiekkatiilet n.d.)

Poltetut savitiilet valmistetaan tunneliuunissa 1033 –1100 asteen lämpötilassa. Polttoaineen ja hapen syöttöä säätelemällä voidaan vaikuttaa tiilen sävyyn. Märkää tiilimassaa voidaan harjata, leikata tai kuvioida, näiden menetelmien avulla voidaan vaikuttaa tiilen lopulliseen pintaan. Aikojen saatossa tiilien koot ja muodot ovat vaihtuneet tekijän, teko paikan ja käyttökohteen mukaan. Poltetu savitiili on historiansa aikana ylivoimaisesti käytetyin materiaali tulisijojen ja piippujen rakennusaine. (Poltetut tiilet n.d.)

Tiilellä on monia eri väri- ja pintavaihtoehtoja. Nykyisellä tekniikalla tiilistä saa minkä värisen tahansa, pintavaihtoehdot taas ovat hieman rajallisempia. Julkisivun ulkonäköön vaikuttaa tiilien väri ja eri valmistajilla onkin eroavaisuuksia tiilien värikartoissa. Kuvassa 3 näkyvät pintavaihtoehdot vasemmalta ylhäältä alkaen: sileä, harjattu, leikattu, lohkottu ja käsinlyöty. Kuvaan 4 on koottu esimerkkinä väri vaihtoehtoja Wienerbergerin retro-mal listosta.



Kuva 3. Tiilen pinnat (Tiilien ulkonäkö n.d.)



Kuva 4. Tiilien eri sävyjä (Wienerberger 2019)

### 2.1.2 Laasti

Laasti toimii raudoitteiden ja tiilien sideaineena. Käyttötarkoituksesta riippuen laasteja valmistetaan muuraukseen, rappaukseen, saumaukseen ja laatoitukseen. Kuumuutta kestäville paikoille on omat erikoislaastit. Laastit luokitellaan sideaineensa perusteella mm. kalkkilaasteihin, kalkkisementtilaasteihin, sementtilaasteihin ja muuraussementtilaasteihin. Muita raaka-aineita ovat vesi ja hiekka. (Laastit n.d.)

Nykyisin työmailla käytetään lähinnä kuivalaasteja, johon tarvitsee työmaalla lisätä vain vesi. Lisäaineiden avulla voidaan vaikuttaa laastin lujuteen, väriin, tartuntaan, pakkasenkäytävyyteen ja levitettävyyteen. Julkisivumuurauksessa käytettävät muurauslaastit tulee olla CE-merkittyjä. CE-merkintä SFS-EN 998-2 todistaa, että laasti on ominaisuuksiltaan ja laadultaan sopivaa sille tarkoitettuun työhön. (Laastit 2019.)

Kalkkilaastiseos muodostetaan sammutetusta kalkista, runkoaineesta ja vedestä. Kalkit luokitellaan kovettumisen perusteella hydraulisiin kalkkeihin ja ilmakalkkeihin. Ilmakalkkia tehdään polttamalla dolomiittista kalsiitti-, puhdasta kalsiitti- tai dolomiittikiveä. Ilmakalkki kovettuu karbonisoitumalla, kun se reagoi kostean ilman hiilidioksidin kanssa. Pelkästään vedessä ilmakalkki ei voi kovettua. (Laastityypit 2019.)

### 2.1.3 Muuraussiteet ja -kannakkeet

Muuraussiteiden tarkoituksena on jäykistää kuorimuuria ja siirtää tuulikuormat sisempiin rakenteisiin. Muuraussiteiden tulee olla korroosionkestäviä ja niiden kautta vesi ei saa johtua seinän sisempiin kerroksiin. Muurausta suunniteltaessa siteitä tulee olla vähintään 2 kpl/m<sup>2</sup>, mutta yleensä niitä on 4 kpl/m<sup>2</sup>. Siteiden määrä on lisättävä haasteellisissa paikoissa kuten nurkka-alueille ja pilareissa. (Tiili-info 2019.)

Julkisivumuurauksessa ikkuna- ja muiden aukkojen ylitykset voidaan tehdä monella tavalla. Yleisin tapa ikkuna-aukkojen ylityksissä on teräksinen kannatusprofiili, joita myyvät eri muuraustarvikeliikkeet. Aukon koosta riippuen se voi tarvita työnaikaisen tuennan tai lisäraudoitteita, valmistajan ohjeita noudattaen. Muita ylitystapoja ovat tehdasvalmisteen tiilipalkki, jonka saa tilattua valmiina ja määrämittäisenä. Teräsbetonipalkkia voidaan käyttää jos palkin näkyminen muurauksessa ei haittaa. Työmaalla käsintehtyjä aukon ylityksiä voidaan tehdä kuormittamattomissa verhomuurauksissa. (Huhtiniemi & Knuutila 2010, 80–81.)

Nopea ja yksinkertainen tapa ikkunaylityksiin julkisivumuurauksessa. Profiili valmistettu teräsohutelevystä. Näkyviin jäävä alapinta on mahdollista saada valmiiksi maalattuna (kuva 5).



Kuva 5. Amu-aukkopalkki (Rakennustieto Oy n.d.)

Yleensä julkisivumuuraus kannatellaan sokkelista, mutta kaikissa tapauksissa se ei onnistu. Leveät nauhaikkunat ja nurkka-alueilla olevat ikkunat joudutaan silloin kannattelemaan konsolikannakkeilla, jotka tukeutuvat rakennuksen sisäpuoliseen runkoon. (Kestävä kivitalo-työryhmä 2003, 109.) Konsolikannatuksen asentaminen on kallis ja aikaa vievä ratkaisu työmaalla. Kuvassa 6 esitetään leikkauskuva siitä, miten kannake tukeutuu rakennuksen runkoon.



Kuva 6. Halfen kannatuskonsoli (Halfen Ab n.d.)

## 2.2 Valmistelevat työt

Muuraustyön alkaessa on varmistettava, että työalusta ja muurausta edeltävät työt on saatu kuntoon. Sosiaali- ja varastotilat on oltava työmaalla käyttökunnossa. Muurareille on osoitettava varastointi alueet, kulkureitit sekä laastin valmistuspaikat. Sähkö- ja vesiliitännät on oltava myös valmiina sekä siirto- ja nostokalusto on tarkistettava. Materiaalien riittävydestä huolehditaan kokoajan töiden edetessä. (Kestävä kivitalo -työryhmä 2003, 115.)

### 2.2.1 Logistiikka ja laastinvalmistuskalusto

Muurausmateriaalit ja kalusto ovat todella raskaita, joten työmaan logistiikan suunnittelu on erityisen tärkeää. Materiaalit on pyrittävä toimittamaan osissa työmaalle ja niiden purun tulisi tapahtua mahdollisimman lähellä työkohdetta. Näin ollen vältetään turhilta siirroilta, joita pyritään välttämään. (Muuraustyömaan logistiikka n.d.)

Kerrostalo työmaalla on muutama päämenetelmä laastin valmistukseen. Perinteisessä tavassa laasti lapioidaan suursäkistä myllyyn, ruuvisekoittajaan tai tasosekoittajaan. Tätä kehittyneempi tapa on käyttää suursäkin pohjaan asennettavaa suppiloa, josta laasti annostellaan sekoittajaan. Jälkimmäinen tapa on huomattavasti kevyempi ja nopeampi, mutta vaatii nostinta. Toinen tapa on ottaa työmaalle iso muuraussiilo, joka täytetään työmaalla olevalla torninosturilla tai ajoneuvonosturilla. Muurarit annostelevat siilosta itselleen sopivia annoksia. Tämä menetelmä vähentää huomattavasti aputöiden tarvetta. (Kestävä kivitalo-työryhmä 2003, 116.) Kuvassa 7 esimerkkinä sekoittajalla varustettu muuraussiilo. Siilo täytetään päällä olevasta luukusta, jossa on valmiina suursäkin pohjan rikkova terä.



Kuva 7. Suursäkkisiilo (Fescon Oy n.d.)

### 2.2.2 Nosto- ja siirtokalusto

Julkisivumuuraus voidaan toteuttaa perinteisiltä rakennustelineiltä tai mastolavalta. Telinevuokra on halpa verrattuna mastolavaan, mutta telineistä aiheutuu lisäkuluja pystytys- ja purkukustannusten myötä. Mastolavalta työskentely on tehokkaampaa, sillä tiilet voidaan nostaa suoraan lavalle ja kuljettaa työpisteelle. (Kestävä kivitalo-työryhmä 2003, 116.)

Tiilien ja laastin siirtotapa riippuu käytettävästä nostokalustosta. Tiilien siirtäminen tapahtuu joko työnnettävällä tai moottoroidulla tiilikärryllä. Laasti kuljetaan sekoituspiisteeltä kottikärryllä. Telineiltä tehtävässä muurauksessa joudutaan tiilet ja laasti siirtämään rakennushissillä työpisteelle. Mastolavalla tehtäessä tiilet voidaan nostaa suoraan tai kuljettaa tiilikärryllä lavalle. Muuraustyö helpottuu olennaisesti, jos työmaalla on käytävissä torninosturi tai kurottaja. Silloin kaikki mahdolliset vaaka- ja pystysirrot kannattaa tehdä edellä mainituilla työkoneilla. (Kestävä kivitalo-työryhmä 2003, 117.) Mastolavan pystyttäminen on nopeaa ja työskentely siltä on vaivatonta. Mastolavaa pystyttäessä on varmistettava pohjan tasaisuudesta (kuva 8).



Kuva 8. Mastolava Scanclimber SC5000 (Vuokraliftit n.d.)

### 2.2.3 Mittaukset

Ennen muuraustyön aloittamista rakenne mitataan paikoilleen mittanauhalla tai optisilla mittalaitteilla. Mitat merkitään muurattavaan alustaan ja tarkistetaan myös korkeuserot muurattavalla matkalla. Muurattava alusta oikaistaan suoraksi laastikerroksella käyttäen ohjain lautaa. Tämän jälkeen asennetaan muurausjohteet ja/tai linjalauta. Näiden avulla tarkkaillaan ja ohjataan koko työvaiheen ajan muuratun rakenteen pystysuoruutta ja kerroskorkeutta. Tiilijakoa merkittäessä on huomioitava myös vastaan tulevat aukot. Seinälinjojen piitutta mitattaessa on myös hyvä verrata niitä piirrustuksiin ja tehdä tarvittavia muutoksia. (Ratu 41-0289 2005, 4.)

## 2.3 Muuraustyö

Tärkeimmät työvälineet julkisivumuurauksessa ovat muurauskauha, muurarinvasara, muurarinharja, linjalanka, vesivaaka, luoti, merkkkausnaru, kynä, mitta ja saumausrauta (Huhtiniemi & Knuuttila 2010, 53-54). Muuraustyössä työvaiheisiin kuuluu tiilirivin sovitaminen, tiilen työstäminen, laastin levittäminen, muurauksen sitominen runkoon, aukkoilytysten asentaminen, saumaaminen sekä viimeistely (Muuraustyö n.d.).

### 2.3.1 Eristyskaista ja ensimmäinen tiilirivi

Julkisivumuuraus erotetaan sokkelista bitumikermikaistalla, johon on myös hyvä tehdä eristettä vasten pieni nosto. Tällä estetään veden kapillaarinen nousu tiilimuuraukseen ja johdetaan sen taakse päässyt vesi pois tuuletusaukkoja pitkin. (Ratu 41-0289 2005, 5.) Ensimmäinen tiilivarvi ladotaan ilman laastia sokkelin päälle ja tarkistetaan, että limitys menee hyvin aukkoihin ja seinän päätyihin nähden. Saumajakoa muuttamalla voidaan jako muuttaa sopivaksi. Tässä kohtaa on myös hyvä ottaa huomioon mahdollisesti vastaan tulevat aukkokohdat. (Kavaja 2010, 53.)

Alimman tiilirivin muurauksessa on hyvä jättää joka 4. tiili pois. Tiiliukkojen kautta voidaan muurauksen taakse pudonneet laastipurseet puhdistaa, kun se on vielä tuoretta. Muurauksen valmistuttua puuttuvat tiilet muurataan paikoilleen. Tällöin valmis seinä on kosteusteknisesti toimiva. (Kestävä kivitalo-työryhmä 2003, 118.)

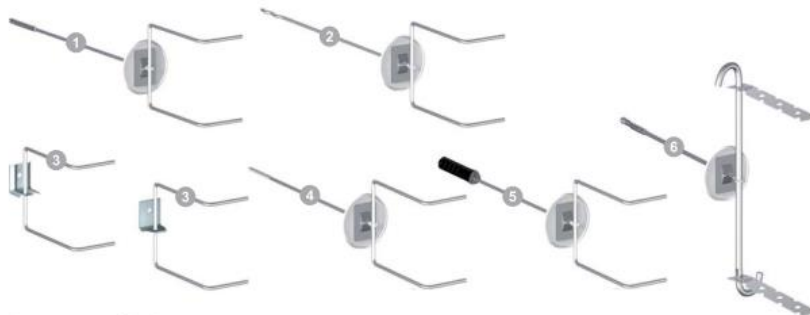


### 2.3.2 Laastin levitys ja muurauksen tukeminen

Muurauksen tärkeimpiä laatuvaatimuksia on, että saumat ovat tiiviisti täynnä laastia. Vajaksi jääneet saumat lisäävät kosteusriskiä ja näin ollen heikentävät valmista rakennetta. Kauhaan on mahduttava yhdellä kertaa niin paljon laastia, että se ulottuu varmasti koko tiilin matkalle. Yleisin tapa muurauksessa on käyttää nokkalaastia asennettavan tiilen päässä. Laastia laitetaan niin paljon tiilen päähän, että kun tiili työnnetään paikalleen sen pystysaumasta tulee varmasti tiivis. Toinen tapa on levittää samantien laastit pohjalle ja edellisen tiilen kylkeen. Pursunut laasti poistetaan kauhalla. (Kavaja 2010, 60–61.)

Julkisivumuuraus voidaan tukea puu-, betoni-, harkko-, tai tiilirakenteeseen. Runkorakenteesta riippuen niillä on omat muuraussiteet. Betonirunkoisen talon muuraussiteet asennetaan yleensä valmiiksi betonimuottiin joko työmaalla tai tehtaalla. Siteitä voidaan myös lisätä jälkikäteen työmaalla. Siteiden on oltava korroosionkestäviä. Muurarit asettavat siteet tiilien saumoihin töiden edetessä. (Kavaja 2010, 71–80.)

#### Liikkeensallivat muuraussiteet



#### Suorat muuraussiteet



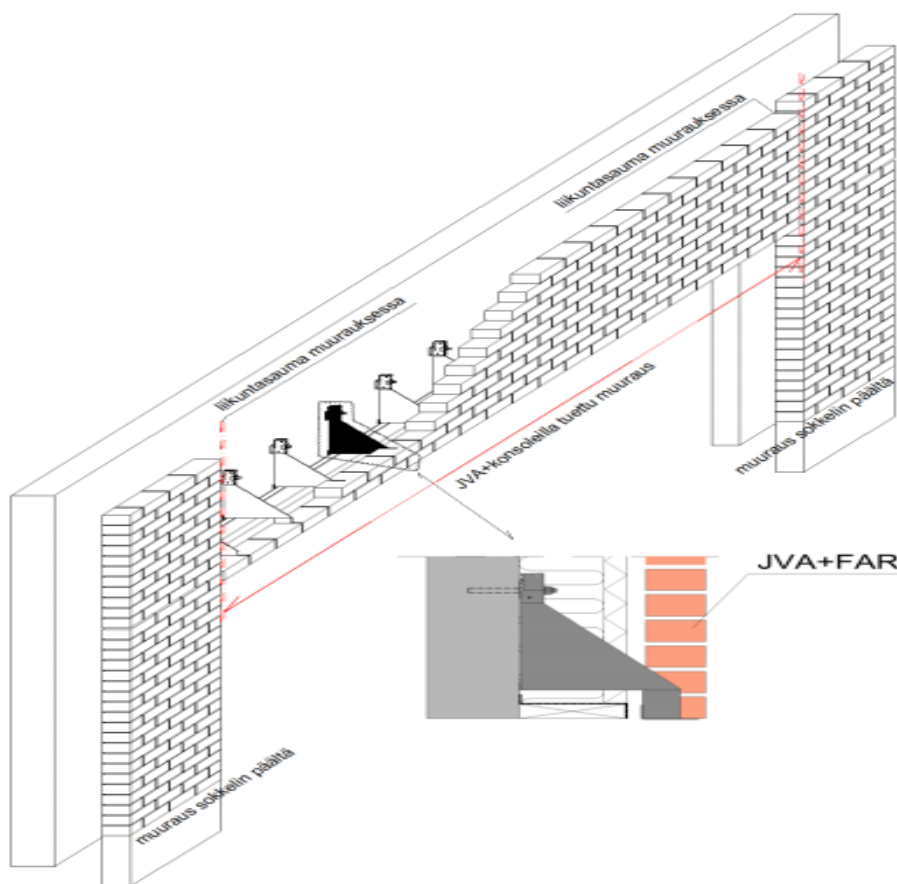
Kuva 9. Erilaisia muuraussiteitä (Amutek Oy 2017)

### 2.3.3 Aukkoylitykset

Aukkoylityksiä asennettaessa on huomioitava, että palkki tai kannake tulee laitettua oikeinpäin. Palkki ottaa kantonsa aukon vierisestä muurauksesta ja se olisi hyvä ulottua

vähintään 20 cm yli molemmilta puolilta. Palkki myös tuetaan väliaikaisesti niin kauan kunnes laasti on saavuttanut riittävän lujuuden. (Amu-aukkopalkki asennusohje 2013.)

Kannakkeet kannatellaan rakennuksen varsinaisesta rungosta. Kiskot voidaan asentaa valmiiksi elementtitehtaalla tai valuvaiheessa työmaalla. Jälkikiinnitysankkurit on myös mahdollista asentaa, mutta silloin on noudatettava valmistajan ohjeita. Kannakkeissa on säädettäviä osia, joilla kannake saadaan oikeaan kohtaan. Kun kannake on asennettu, mitat tarkistettu ja säädöt tehty, voidaan jatkaa muurausta. (Semtu 2017, 12–16.) Kuvasta 10 ilmenee, kuinka Semtun tiilimuurauskannake koostuu seinään kiinnitettävästä osasta ja hitsatusta L-raudasta, johon tiili asetetaan.



Kuva 10. Semtu JVA+ kannake periaatepiirustus (Semtu Oy 2017).

#### **2.3.4 Saumojen siistiminen ja viimeistely**

Julkisivumuurauksessa käytetään yleensä täysiä saumoja, jotka saumataan noin 20-30 minuutin kuluttua tiilien latomisesta. Sauman muotoon voidaan vaikuttaa eri saumausvälineillä kuten saumarauta, sähköputki tai puutappi. Työkalulla voidaan myös vaikuttaa valmiin rakenteen tiiviyteen ja säänkestävyyteen. (Kestävä kivitalo-työryhmä 2003, 118.)

Valmis ja kuivunut muuraus harjataan lopuksi, jolla poistetaan ylimääräiset tahrat ja roiskeet. Valmis muuraus suojataan nopealta kuivumiselta, jäätymiseltä ja rankkasateelta. (Muuraustyö n.d.)

## 3 JULKISIVUMUURAUKSESSA HAVAITUT ONGELMAT

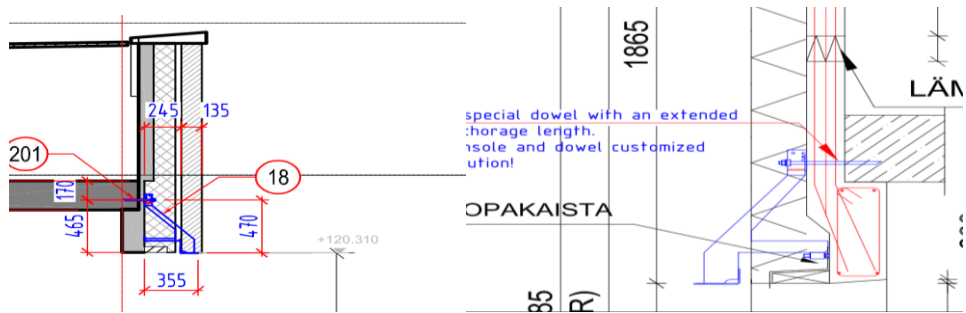
Case- kohteessa esiintyi monenlaisia haasteita työn edetessä. Alue, johon kohdetta alettiin rakentamaan on uusi eikä sitä ole ehditty suunnitella kunnolla. Tämä suunnittelemattomuus tuli esiin toteutusvaiheessa. Hyvä ongelmanratkaisukyky sekä työkavereiden saumaton yhteistyö ovat tällaisissa haasteellisissa kohteissa erityisen tärkeitä asioita. Seuraavissa kappaleissa käydään matkan varrella tulleita ongelmia tarkemmin läpi. Toteutusvaiheessa otetut kuvat auttavat hahmottamaan näitä kyseisiä haasteita paremmin.

### 3.1 Suunnitelmapuutteet

Santalahden alueen rakentaminen on aloitettu vuonna 2018 rakentamisen noususuhdanteen aikaan ja se käy ilmi suunnittelussa. Suunnitelmat on laadittu kiireellä ja kaikkia asioita ei ole ehditty ottaa huomioon. Suunnittelijat ovat myös vaihtuneet toteutusvaiheen aikana, heidän siirryttyään toiseen yritykseen. Tämä entisestään on hankaloittanut projektia, joka on muutenkin haastava ja jonka aineistoon perehtyminen on aikaa vievää. Julkisivumuuraukseen liittyviä suunnitelmapuutteita käydään läpi myöhemmin tässä työssä.

#### 3.1.1 Kuorielementin uloke

Ensimmäiset ongelmat tulivat ilmi kun huomattiin, että yläpohjan kuorielementti tuli seinälinjasta noin 5-10 cm ulospäin. Halfeneiden suunnittelussa tätä poikkeavuutta ei oltu otettu huomioon, vaan suunnitelmat olivat tehty niin, että seinälinja olisi suora joka paikassa. Työmaalla Halfen kannakkeita pystyy säätämään vaan vertikaalisesti, eikä syvyyttä pysty muuttamaan juuri ollenkaan. Näin ollen jouduimme lähettämään Halfen-kannakkeet metallipajalle lyhennettäväksi, jotta ne istuisivat julkisivuun. Tämä lyhentäminen poisti Halfenin takuun kannakkeille, koska osia muokattiin jonkun muun kuin heidän itsensä toimesta. Kuvassa 11 näkyy miten Halfenit oli suunniteltu ja oikealla miten ne olisi pitänyt suunnitella.



Kuva 11. Detaljit Halfen kannakkeista

### 3.1.2 Taustamuurauksen peittäminen

Toiseksi isoksi ongelmaksi ilmeni muurauskehikoiden taustojen piilottamiset, joita suunnittelijat eivät olleet ottaneet huomioon. Taustamuurausta ei pystytty muuraamaan puhtaaksi ja siitä tuli todella epäsiistin näköinen. Tausta pitäisi nyt levyttää kovalevyllä. Sadevesiputket kuitenkin hankaloittavat koolauksen tekoa eikä parvekkeita haluttaisi pienentää. Kuvassa näkyy näkymä parvekkeelta muurauksen taakse sekä sadeputken paikka (kuva 12).



Kuva 12. Muurauskehikon tausta

### 3.1.3 Ikkunoiden tiivistäminen

Kohteen vastaava työnjohtaja huomasi ennen muurauksen aloittamista, että ikkunoiden ympärökset tulisi tiivistää ennen muurausta. Ikkunoiden runkopuut jäivät noin 3–4 cm verran sisään Parocin villaeristeestä. Ikkunoiden ympärille leikattiin finnfoamista soiroa, joka kiinnitettiin runkopuiden päälle ja tiivistettiin vielä Parocin tiivistysteipillä. Muurareilla teetettiin eristystyöt ennen itse muurauksen aloittamista. Kuva 13 osoittaa, että eristetty ja tiivistetty julkisivu on valmiina muurattavaksi.



Kuva 13. Finnfoam ikkunoiden ympärillä.

### 3.1.4 Käännetyt vesikatot

Kohteeseen tuli käännettyjä vesikattoja 2 kpl jokaista parvekettä kohden. Vesikattoja ei oltu tehty ennen muurausta, sillä suunnittelijat olivat suunnitelleet vedenpoistot katoilta suoraan sähkökeskukseen sekä asuntoihin. Tässä kohtaa suunnittelijoilta ei oltu vielä saatu uutta suunnitelmaa vedenpoiston toteuttamiseksi. Muuraus on tehty valmiiksi ja tarkoituksena on sitoa se vielä myöhemmin parvekkeiden lattiavaluun.



Kuva 14. Keskeneräinen käännetty vesikatto

### 3.2 Elementtiongelmät

Elementit ovat tähän osuuteen talosta asennettu todella huonosti. Vaikuttavina tekijöinä ongelman syntymiseen ovat kylmät talvipakkaset, jolloin elementtejä asennettiin sekä lähes konkurssissa oleva elementtiasennus urakoitsija. Rakennusbuumin ollessa päällä elementtitehtaat ovat kiireisiä, joka valitettavasti heijastuu elementtien laadun heikkene- miseen.

Kohteessa elementit pykältävät melkein jokaisesta saumasta, mikä tulee taas vaikutta- maan seuraaviin työvaiheisiin haastavasti. Muuraus tehdään suoraan, joten sillä on vai- kea peittää vinoon asennettuja elementtejä. Elementti ja muuraus jäävät väkisinkin py- kältämään vähän. Tällaiset kohdat julkisivussa joudutaan tapauskohtaisesti pellittämään esimerkiksi Z-pellillä.



Kuva 15. Pilari asennettu vinoon

### 3.2.1 Tiililaattaelementtien saumat

Etukäteen parvekkeille asennetut tiililaattaelementit hankaloittivat muurausta. Varsinaisen muurauksen ja tiililaattaelementtien saumoja ei joka paikassa saatu sopimaan kohdilleen mittapoikkeamien vuoksi. Jossain kohdissa liikuntasaumot myös venyivät elementtien vuoksi jopa yli 5cm suuruisiksi. Näihin kyseisiin kohtiin joudutaan todennäköisesti asentamaan peitepelti. Esimerkkikuvana kadun puoleisen julkisivun ja parvekkeen liikuntasauva on karannut lähes 7 senttimetriä (kuva 16).



Kuva 16. Tiililaattaelementin ja julkisivumuurauksen liikuntasauva

### 3.3 Kannatusjärjestelmien ongelmat

Kannatusjärjestelmät olivat melko kiinteitä ja monessa paikassa niiden avulla olisi pitänyt vähän oikaista seinää. Halfen-kannakkeita pystyy säätämään vain pystysunnassa ja siinäkin säätövara on hyvin pieni. Monessa paikassa olisi tarvittu syvyys- ja vaakasuuntaista säätövaraa. Muurauskehikot piti kaikki asentaa kerralla ennen muurausta, ja siihen tarvittiin koneellista nostoapua.



### 3.3.1 Halfen- kannakkeen säätövarat

Eristevilla joudutaan poistamaan seinästä ennen Halfen-kannakkeiden asentamista ja tämän jälkeen kannakkeet sovitetaan ja injektoidaan rakennuksen runkoon. Elementtien pykältämisestä johtuen kannakkeet eivät sopineet, sillä ne oli suunniteltu tasaiselle seinälle. Ratkaisuksi pultin alle laitettiin metallisia korokepaloja, jotta saatiin kannake suoraa. Kuvassa näkyy kun villat on poistettu seinästä ja siinä kohtaa huomattu, että ylempi elementti noin 2 senttimetriä sisempänä kuin alempi (kuva 17).



Kuva 17. Halfen kannakkeiden sovittelua

### 3.3.2 Muurauskehikoiden asennus

Muurauskehikot olivat niin painavia, että niihin tarvittiin koneellista nostoapua. Tähän nostoavun tarpeeseen ei oltu varauduttu, joka söi työmaan nosturin kapasiteettia. Muurauskehikoita oli hankala säätää elementtien pykältämisestä sekä kehikoiden jäykkyydestä johtuen. Kehikot asennettiin kaikki kerrallaan suoraan linjaan ja muurattiin lopuksi sisältä täyteen.



Kuva 18. Muurauskehikoiden asettelu

### 3.4 Muurarien toiminnasta aiheutuneet ongelmat

Toisella työmaallamme Halfenit oli unohdettu tilata kokonaan, jolloin siellä työskenteleviltä muurareilta loppuivat työt kesken. Heidät siirrettiin meidän työmaallemme muutamaksi kuukaudeksi, jolloin ilmeni heidän erilaiset tapansa tehdä töitä. He halusivat tehtävän muurausmestaran maan tasauksen mastolavalla eri tavalla kuin meidän vakituiset muurarit ovat tavanneet tehdä. Tämä aiheutti maanrakentajille ylimääräistä työtä, sillä kun vakituiset muurarit lopulta pääsivät muurauspaikalle, joutuivat maanrakentajat tasaamaan pohjat taas heidän toivomallaan tavalla.

### 3.4.1 Suojaus ja siivous

Muurarit suojasivat ikkunat ja vaaleat tiilipinnat hyvin, mutta sokkelin suojaus heiltä oli jostain syystä päässyt unohtumaan. Työnjohdon olisikin pitänyt huomata asia nopeammin, jotta siihen oltaisiin näin ollen ajoissa pystytty puuttumaan. Suojauksen unohtuessa parvekkeet tahriutuivat paikoitellen aika pahasti. Vaikka asiasta jouduttiin muurareita monta kertaa huomauttamaan, oli heidän asenteensa välinpitämätön asiaa kohtaan. Parvekkeet jäivät myös muurareilta siivoamatta töiden jäljiltä, joka johti parvekelaattojen likaantumiseen. Parvekkeiden siivous kuului muurareiden urakkaan, mutta lopulta ulkopuoliset henkilöt joutuivat tekemään siivouksen.



Kuva 19. Muurauslaastilla tahriintunut sokkeli

### 3.4.2 Viimeinen tiilirivi räystääsalueella

Kolmen ensimmäisen muurausosion räystäälle tiilijakso sopi moitteettomasti eikä tiilejä tarvinnut ollenkaan kolota tai leikata. Viimeisellä osiolla jako ei kuitenkaan enää sopinut, jolloin muurarit lovesivat tiilet räystääslinjalla. Muurarit kuitenkin tekivät työn oma-aloitteisesti kysymättä työnjohdolta kuinka se tulisi oikeaoppisesti tehdä ja vastaava työnjohtaja huomasi myöhemmin, ettei myrskypeltiä saa räystäään ja muurauksen väliin. Näin ollen jouduimme tekemään ylimmän tiilirivin kokonaan uudestaan.



Kuva 20. Oikein muurattu räystäs kolmannessa osiossa

### 3.4.3 Liikuntasauha

Toiselta työmaalta lainaan tulleet muurarit eivät olleet katsoneet muurauskaaviota tarkkaan ja olivat vahingossa tehneet liikuntasauhan väärään paikkaan. Kulma-alueelle olisi pitänyt jättää hammastus joka toiseen riviin ja maastolavan siirtyessä toiselle osuudelle, liikuntasauha olisi saatu oikeaan paikkaan. Muurausta jouduttiin nyt piikkaamaan ja muuraamaan kulmaosuus uudestaan.



Kuva 21. Liikuntasauha väärässä kohdassa

## 4 JULKISIVUMUURAUKSEN KEHITYSKOHDAT

Seuraavissa kappaleissa käyn läpi kehityskohtia, jolla saataisiin julkisivumuurausta työvaiheena sujuvammaksi. Kehitysideat ovat syntyneet omista kokemuksista ja työmaalla työporukan kesken käydyistä keskusteluista. Muurareiden esille tuomia asioita pyritään myös tuomaan esille näissä ehdotuksissa.

### 4.1 Suunnittelu

Ennen uuden rakennuksen rakentamisen aloittamista, johon on suunniteltu muurattava julkisivu, tulisi ottaa huomioon muutamia asioita. Onko muuraus helposti toteutettavissa kyseisessä rakennuksessa, millainen on rakennusta ympäröivä maasto, millaisia ovat ikkunoiden ja muiden aukkojen ylitykset sekä millaisella aikataululla kohde olisi saada valmiiksi. Kiirehditty suunnittelu näkyy viimeistään toteutusvaiheessa ja näin tässäkin kohteessa tapahtui.

Suunnitteluun tulisi varata tarpeeksi aikaa ja suunnittelijat pitäisi saada kannustimilla tai jollain muulla tavalla sidottua omaan työhönsä. Kesken projektin vaihtuvat suunnittelijat hidastavat entisestään suunnittelua ja virheitä syntyy helpommin, joten optimaalista olisikin koko projektin läpi olevat samat suunnittelijat. Suunnittelijoiden vaihtuvuus on kuitenkin vielä yleistä rakennusalalla.

Kun suunnitelmat ovat valmiita, olisi hyvä luettaa suunnitelmat vielä kollegalla pääpiirteittäin läpi. Kahden ihmisen näkökulma lisää varmuutta onnistuneen suunnitelman tekemiseen. Valmiit suunnitelmat olisi hyvä näyttää muurareille ja tuoda heidän käytännön kokemuksen kautta saatu näkökulma suunnitelmaan mukaan. Ammattitaitoiset ja kokeneet muurarit osaavat yleensä näyttää heti suunnitelmasta kohdat, jotka tulevat todennäköisesti tuottamaan ongelmia toteutusvaiheessa.

Käännettyjen vesikattojen suunnitelmat pitäisi ehdottomasti olla tehtynä ennen julkisivumuurausten aloittamista. Parasta muurausten kannalta olisi kuitenkin vesikattojen valmius ennen aloittamista. Muuraus saadaan tällöin tehtyä ilman ongelmia ja sidottua suoraan käännettyyn vesikattoon. Näin ollen myöhemmin ei enää tarvitse työskennellä ahtaissa väleissä ja myös kosteusriskit vähenevät.

Taustamuurauksen näkyviin jääminen oli varmasti tiedossa jo suunnitteluvaiheessa. Julkisivun puoli oli suunniteltu loppuun asti, mutta toinen puoli oli jätetty huomiotta. Näissä tapauksissa olisi hyvä olla maininta, että taustamuuraus muurataan myös puhtaaksi, jotta vältetään ylimääräisiltä levytyksiltä ja maalauksilta sekä parvekkeiden koot säilyvät.

Kuorielementin ulokkeen suunnitteluvirhe johtui siitä, että kannakkeiden suunnittelijoilla ei ollut ajantasalla olevia piirustuksia. Aina on varmistettava, että myös lisäosien suunnittelijoilla on ajantasalla olevat piirustukset ja muutoksista tiedotetaan heti eteenpäin. Julkisivumuurauksen tullessa kannakkeiden varaan, on aina varmistettava myös kannakkeen kiinnitysalusta ja sen tasaisuus.

## 4.2 Elementtiasennukset

Elementtirakentamista on harrastettu Suomessa jo yli viisikymmentä vuotta, mutta vieläkin esiintyy suuria asennusvirheitä. Elementtitehtaat ovat pystyvät nykypäivän teknologiaa hyödyntämällä tarkasti elementit tehtyä. Elementtitehtaat vain toimittavat elementit työmaalle, joten asennusvirheet eivät johdu heidän työstään. Heidän laittamat sähkörsiat ja muut elementteihin tehtävät varaukset, voivat kuitenkin vaikuttaa työhön.

Käytettäessä tiililaattaelementtejä olisi hyvä varmistua siitä, että saavutetaanko niillä mitään etuja työmaalla. Tiililaattaelementit ovat ohuita, joten ne halkeilevat helposti ja näin ollen varsinaisen muurauksen saumojen kanssa yhteensovittaminen on erittäin vaikeaa. Tiililaatat myös tahriintuvat helposti tehtaalla tai työmaalla asennusvaiheessa. Parvekkeiden syvennyksissä tiililaattaelementtejä ei tulisi mielestäni käyttää. Suorilla ja suurilla osuuksilla ne voisivat toimia kuitenkin hyvin.

Talvella työnjohdon pitäisi pyrkiä olemaan enemmän läsnä elementtien asennusvaiheessa. Tässä rakennuskohteessa elementeistä johtuneet pykällykset ja mittapoikkeamat olivat pahimmillaan sillä osuudella työstä, mikä tehtiin talvella kovilla pakkasilla. Kovilla talvipakkasilla työskenneltäessä on hyvä varata rakennustöihin vähän ylimääräistä aikaa, pitää ylimääräisiä lämmittelytaukoja sekä huolehtia riittävästä talvivarustuksesta. Elementtien liian suuriin mittapoikkeamiin pitäisi puuttua tarkemmin. Elementtien asennusvirheet johtavat siihen, että tulevien työvaiheiden toteuttaminen hankaloittuu. Hyvin tehty runko helpottaa ja nopeuttaa tulevia työvaiheita sekä säästää aikaa ja kustannuksia.

### 4.3 Kannatusjärjestelmät

Kannatusjärjestelmiä käytettäessä muurauksessa olisi hyvä vertailla markkinoilla tarjolla olevia erilaisia kannakkeita. Kannakkeita on erilaisia ja ne soveltuvat erilaisiin kohteisiin. Yksinkertaiset kannakkeet, joissa on vain pystysuuntainen säätövara soveltuvat helppoihin muurauskohteisiin. Tämä opinnäytetyössä käsiteltävä kohde ei ole kuitenkaan helpoimmasta päästä ja markkinoilla olisikin ollut tarjolla erilaisia kannakkeita, joilla työtä olisi saatu merkitettävästi helpotettua.

Muurauskehikoita ei ollut kenellekään työntekijöistä tullut vastaan ennen tätä rakennuskohdetta. Ennen muuraukset on tehty ilman kehikoita hyvinkin korkeille seinille ja ohuille pilareille. Tällä työmaalla olisi varmasti saatu kehikoiden käyttämisen tilalle jokun muu ratkaisu, kuten terästyksen lisäys muuraukseen. Kehikoilla ei käytännössä saavutettu mitään etuja, vaan niistä aiheutui ylimääräisiä kustannuksia ja työtunteja.

## 5 YHTEENVETO

Kauniin ja kustannustehokkaan lopputuloksen saavuttamiseksi, julkisivumuurauksessa vaaditaan suunnittelijoilta huolellinen työn suunnittelu sekä aiempien työvaiheiden onnistuminen. Tiilen käyttö materiaalina julkisivussa on kasvussa sen ympäristöystävällisyyden ja energiatehokkuuden ansiosta. Maailman modernisoituessa ja monikulmaisempien rakennusten yleistyessä, kaikki perinteiset muuraustavat ja -välineet eivät aina riitä. Markkinoille on viime vuosina tullut paljon erilaisia kannakkeita ja sidontatarvikkeita, joihin myös suunnittelijoiden tulisi perehtyä huolella.

Julkisivumuurauksen suunnittelun tärkeys tuli selkeästi esille tätä työtä tehdessä. Heti suunnittelun alkuvaiheessa olisi hyvä ottaa työnjohdon sekä muurareiden mielipide huomioon. Näin saataisiin erilaisia näkökulmia työn toteuttamisesta ja muuraukseen liittyvät ongelmat todennäköisesti pystyttäisiin ennaltaehkäisemään paremmin. Aktiivinen viestintä kaikkien osapuolten välillä ongelmien ilmetessä edesauttaa projektin läpiviemistä.

Tässä opinnäytetyössä ei tutkittu erilaisia kannakkeita. Erilaisilla kannakkeilla päästäisiin varmasti aikataulullisesti sekä kustannuksellisesti parempaan lopputulokseen. Tämän vuoksi jatkotutkimusehdotuksena tälle opinnäytetyölle ehdotankin vertailua eri kannakkeiden välillä. Toisena ehdotuksena olisi muuraustyön kustannusten ja aikataulun seuraaminen. Kolmas ehdotukseni jatkotutkimukseksi on muurauskehikoiden käytön tarkempaa tutkimista ja sen myötä laajempaa tiedon saamista niiden käytöstä ja tarpeellisuudesta. Muurauskehikoita olisi mielestäni hyvä saada valmiina pakettina niin, etteivät kehikoiden käyttäminen aiheuttaisi käyttäjälle lisätyötä. Ehdotuksenani olisikin muurauskehikon koolaus ja levytys tai umpinainen kehikko, joka voidaan maalata.

Hyödynsin omia sekä vastaavan työnjohtajani kokemuksia etsiessäni tietoa opinnäytetyöni teoriaosuuteen. Haastattelin myös työmaalla työskenteleviä muurareita ja hyödynsin heidän mielipiteitä työtä kirjoittaessani. Suurin osa parannusehdotuksista onkin tullut työmaan henkilökunnan välisissä keskusteluissa esille. Näiden lisäksi hyviä lähteitä löysin kirjoista sekä internetistä. Tästä työstä saadut tulokset tulevat näkyviin vasta tulevaisuudessa, kun uusien kohteiden rakennus aloitetaan, vanhoista virheistä otetaan oppia ja hyödynnetään tämän työn myötä opittuja asioita. Tämän prosessin sekä ongelmakohdista aikaan saatujen keskustelujen myötä koen ammattitaitoni kehittyneen.



Kehitystä on tapahtunut eri toimijoiden roolien ymmärtämisessä. Tiedostan paremmin eri ammattiryhmien vastualueet. Ymmärrän enemmän omasta roolistani työmaalla, mihin asioihin minun pitää puuttua ja kiinnittää huomiota. Rakennetekninen asiantuntemus on myös kehittynyt. Kerrostalotyömaiden uudisrakentaminen oli minulle aikaisemmin melko tuntematonta, mutta nyt sekin hahmottuu kokoajan enemmän. Oman roolini lisäksi hahmotan nyt myös suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden työtehtävät paremmin.

## LÄHTEET

Amutek Oy. 2013. Asennusohje 2–Amu-Aukkopalkki ja Bistål-tikasraudoite. Viitattu 14.9.2019 <http://www.amutek.fi/kayttoohjeet/AMU-Aukkopalkki.pdf>

Amutek Oy. 2017. Tuote-esite. Viitattu 8.9.2019 [http://www.amutek.fi/detaljit/AMU-TEK\\_2017\\_MS\\_S.pdf](http://www.amutek.fi/detaljit/AMU-TEK_2017_MS_S.pdf)

Fescon Oy. N.d. Suursäkkisiilot. Viitattu 8.9.2019 <https://www.fescon.fi/ratkaisut/ty-omaakalusto/466/suursakkisiilot>

Halfen Ab. N.d. HK5-Tiilimuurauskannake. <https://www.halfen.com/fi/1402/tuotteet/rakentaminen/tiilijulkisivun-kiinnikkeet/hk5-tiilimuurauskannake/johdanto/>

Huhtiniemi, S. & Knuutila, I. 2010. Muuraus-, laatoitus- ja rappaustyöt. 6. Painos. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Kavaja, R. 2010. Muuraustyöt. 12. Uudistettu painos. Tampere: Tammerprint Oy.

Kestävä kivitalo -työryhmä. 2003. Kivitalo. Helsinki: Libris Oy.

Kivitaloinfo. 2019. Kalkkihiekkatiilet. Viitattu 16.10.2019 <https://kivitaloinfo.fi/tiilet/kalkkihiekkatiilet/>

Kivitaloinfo. 2019. Laastit. Viitattu 26.8.2019 <https://kivitaloinfo.fi/laastit/>

Kivitaloinfo. 2019. Laastityypit. Viitattu 16.10.2019 <https://kivitaloinfo.fi/laastit/laastityypit/>

Kivitalo. 2019. Muuratut julkisivut. Viitattu 26.8.2019 <https://www.kivitalo.fi/muuratut-rakenteet/muuratut-julkisivut/>

Kivitalo. 2019. Muuraustyö. Viitattu 8.9.2019 <https://www.kivitalo.fi/muuratut-rakenteet/muuratut-julkisivut/muuraustyo/>

Kivitalo. 2019. Muuraustyömaan logistiikka. Viitattu 7.9.2019 <https://www.kivitalo.fi/muuratut-rakenteet/muuratut-julkisivut/muuraustyomaan-logistiikka/>

Kivitaloinfo. 2019. Poltetut tiilet. Viitattu 16.10.2019 <https://kivitaloinfo.fi/tiilet/poltetut-tiilet/>

Kivitaloinfo. 2019. Tiilet. Viitattu 16.10.2019 <https://kivitaloinfo.fi/tiilet/>

Rakennustieto Oy. N.d. AMU-aukkopalkit. Viitattu 7.9.2019 <https://www.rttuote-tieto.fi/142624-amu-aukkopalkit-1005972.html>

Ratu 41-0289. 2005. Tiilimuuraus. Helsinki: Rakennustieto Oy. Viitattu 8.9.2019 <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.turkuamk.fi/resource/juha/content/18365#page=1>

Semtu Oy. 2017. Semtun JVA+-tiilimuurauskannakkeet käyttö- ja suunnitteluohje. Viitattu 14.9.2019 [https://www.semtu.fi/application/files/5915/2577/8836/JVA-tiilimuurauskannakkeet\\_-\\_Kayttoohje\\_100817.pdf](https://www.semtu.fi/application/files/5915/2577/8836/JVA-tiilimuurauskannakkeet_-_Kayttoohje_100817.pdf)

Tiili-info. 2019. Julksivumuurauksen suunnitteluohje. Viitattu 26.8.2019 <https://www.tiili-info.fi/wp-content/uploads/2013/11/Julksivumuurauksen-suunnitteluohje.pdf>

Tiili-info. 2019. Tiili materiaalina. Viitattu 26.8.2019 <https://www.tiili-info.fi/tiili-materiaalina/>

Tiili-info. 2019. Tiilen ulkonäkö. Viitattu 26.8.2019 <https://www.tiili-info.fi/tiili-materiaalina/tiilen-ulkonako/>

Uusi-Santalhti. 2019. Viitattu 15.10.2019 <https://www.uusisantalhti.fi>

Vuokraliftit. 2019. Mastolavat. Viitattu 8.9.2019 <http://www.vuokraliftit.fi/henkilonostimet/mastolavat/>

Wienerberger. 2019. Retro-tiilimallisto. Viitattu 26.8.2019 <https://www.wienerberger.fi/tuotteet/julkisivutiilet/tuoteryhmat/retro-tiilet.html>