

Veli-Matti Saari

Märkätila kahi-muurausten todelliset kustannukset

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinööriytyö

20.4.2018

Tekijä Otsikko	Veli-Matti Saari Märkätila kahi-muurausten todelliset kustannukset
Sivumäärä Aika	28 sivua 20.4.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektinhallinta
Ohjaajat	Lehtori Kimmo Sani Vastaava tj. Ari Petäjäniemi
<p>Opinnäytetyö tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:lle. Työn tavoitteena oli selvittää märkätilaseinien kahi-harkkomuurausten todelliset kustannukset ja mistä kyseisen tehtäväkokonaisuuden usein tapahtuva kustannusarvion ylittyminen johtuu.</p> <p>Tutkimuskohteena oli Skanska Talonrakennus Oy:n työmaa Helsingin Jätkäsaarella. Kohteen tilaajana toimii Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimisto ATT. Kohde on voitettu kilpailu-urakka, missä erityisesti rakentamiskustannukset ovat yksi tärkeimmistä valintakriteereistä.</p> <p>Työssä seurattiin toimeksiantajan kohteen Hyväntoivonkatu 7:n märkätila kahi-harkkomuuraus tehtäväkokonaisuutta ja kerättiin kustannuksiin vaikuttavia tietoja. Työssä tarkasteltiin kohtia, mistä kustannusten nousu mahdollisesti johtui, joita ovat mm. työmenetelmät, kustannusarvion laskenta ja ennen kaikkea, mitä työvaiheita kustannuslaskennassa ei oteta huomioon.</p> <p>Tutkielmassa käytettiin työmaalta kerättyä tietoa, kirjallisia lähteitä sekä haastateltiin kustannuslaskenta osastoa nykyisistä laskenta tavoista ja erityisesti, miten jälkityöt otetaan laskennassa huomioon. Kirjallisuuslähteinä käytettiin rakennustiedon RT- ja Ratu-kortistoa.</p> <p>Tuloksena saatiin selville seurattavan kohteen märkätilaseinien kahi-harkkomuurausten todelliset kustannukset ja syyt kustannusarvion ylitykselle.</p>	
Avainsanat	kahi, märkätila, kustannus

Author Title	Veli-Matti Saari Real Cost of Bathroom Walls Made of Sand-lime Blocks
Number of Pages Date	28 pages 20 April 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Construction Project Management
Instructors	Kimmo Sani, Senior Lecturer Ari Petäjaniemi, Construction Site Manager
<p>This Bachelor thesis was made for Skanska Talonrakennus Oy. The aim of this thesis was to find out the real cost of bathroom walls made of sand-lime blocks and why the cost estimate of task is often exceeded.</p> <p>The research was carried out on a work site of Skanska Talonrakennus Oy, in the Jätkäsaari district, Helsinki. The project was developed by the Helsinki Housing Production Department ATT. The site was won as a competitive contract, where the construction cost are one of the most important selection criterions.</p> <p>The study looked at where the possible rise in costs might be due, for example work methods, calculation of the cost estimate and even what work steps were not taken into account in the cost calculations.</p> <p>The study used information gathered from the site, written sources and interviewed cost-computing department personnel about the current calculation methods, and in particular how the post-work is taken into account.</p> <p>As a result, the real costs of bathroom walls made of sand-lime blocks in the site were monitored and reasons for exceeding the cost estimate were found out.</p>	
Keywords	sand-lime block, bathroom, construction cost,

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Märkätilaseinät kahi-harkosta	3
2.1	Kahi-harkkoseinän toteutus	3
2.2	Teoreettiset materiaali ja työmenekit	4
2.2.1	Aloittavat työt	5
2.2.2	Muuraustyö	6
2.2.3	Lopettavat työt	8
2.3	Kahi-harkkoseinän laatuvaatimukset	8
2.4	Tehtävän laadunvarmistustoimenpiteet, toimintatavat	11
2.4.1	Tehtäväsuunnitelma	12
2.4.2	Aloituspalaveri	13
2.4.3	Mallityö	13
2.4.4	Tarkastukset, mittaukset	14
2.4.5	Työvaiheen luovutus	14
3	Nykytilateen kuvaus	15
3.1	Sopimusvelvoitteet	16
3.2	Toteutuneet materiaali- ja työmenekit	16
3.3	LVIS-töiden yhteensovittamien	17
3.4	Muuraustyöhön liittyvät työt	17
3.4.1	Rasiavaraukset	17
3.4.2	Putkiroiloukset	19
3.5	Jälkityöt	20
3.5.1	Seinän hammastus ja oikaisu	20
3.5.2	Saumojen kittaukset	21
4	Johtopäätökset	24
5	Yhteenveto	26
	Lähteet	28

Lyhenteet ja käsitteet

Etuputsi Tasoitetyön aloitusedellytyksiin tähtäävä työvaihe

Kahi Kalkkiahiekka

RT Rakennustieto

RYL Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset

Tth Työntekijätunti

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään Skanska Talonrakennus Oy:lle, joka toimii Skanska Oy:n alaisuudessa. Skanska Oy on osa Skanska-konsernia. Skanska-konserni vaikuttaa valitsemillaan markkina-alueilla Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Skanskan toiminta Suomessa kattaa rakentamispalvelut, asuntojen ja toimitilojen projektikehityksen sekä julkisen sektorin elinkaarihankkeet. Skanska Oy -konserni työllisti vuoden 2017 lopussa 2 086 henkilöä Suomessa. [1.]

Skanska Talonrakennus Oy rakentaa oman tuotannon ns. gryndin lisäksi myös muille toimijoille. Muille toimijoille rakennettavat kohteet toteutetaan usein kilpailu-urakoina, missä rakentamiskustannukset ovat yksi tärkeimmistä valintakriteereistä. Rakentamiskustannuksista tehdään ennen kohteen rakentamista tavoitearvio, missä työmaan tulisi pysyä ja mieluiten alittaa se. Tavoitearvion kustannukset pyritään laskemaan mahdollisimman tarkkaan ja jokaiselle tehtäväkokonaisuudelle on varattu kustannusarviossa tietty summa.

Työn aiheen sain ollessani työharjoittelussa Skanskalla, missä on huomattu, että eteenkin kilpailu-urakointikohteissa märkätilan kahi-harkkomuuraus tehtäväkokonaisuuden toteutuneet kustannukset ylittyvät usein kustannusarviosta. Sain työkseni selvittää, mistä tämä johtuu ja miten kustannusarvion ylittäminen olisi vältettävissä.

Työssä seurataan toimeksiantajan kohteen Hyväntoivonkatu 7:n märkätila kahi-harkkomuuraus tehtäväkokonaisuutta ja kerätään kustannuksiin vaikuttavia tietoja. Työssä tullaan tarkastelemaan kohtia, mistä kustannusten nousu mahdollisesti johtuu, joita ovat mm. työmenetelmät, kustannusarvion laskenta ja ennen kaikkea mitä työvaiheita kustannuslaskennassa otetaan huomioon, ja miksi ne jäävät kustannusarviossa huomioimatta. Työ rajataan koskemaan asuinhuoneistojen märkätilojen muurauskustannuksia kahi-harkkoa käyttäen ja pyritään selvittämään näiden todelliset kustannukset. Työssä ei tulla vertailemaan vaihtoehtoisia menetelmiä kahi-harkolle.

Tutkimusaineistona käytetään työmaalta kerättyä tietoa, kirjallisuuslähteitä sekä haastatteleamalla kustannuslaskenta osastoa nykyisistä laskenta tavoista, ja erityisesti miten mahdolliset jälkityöt otetaan laskennassa huomioon. Kivirakenteista märkätilanseinää pidetään kosteusteknisesti riskittömämpänä ja täten hieman laadukkaampana vaihto-

ehtona levy- ja rankarakenteiselle seinälle. Siksi työssä käsitellään laatua, laatuvaatimuksia sekä laadunvarmistustoimenpiteitä märkätila kahi-harkkomuuraus tehtäväkonaisuuden osalta.

2 Märkätilaseinät kahi-harkosta

2.1 Kahi-harkkoseinän toteutus

Kahi-harkot ovat päistään pontattuja 198 mm korkeita ohutsaumamuurattavissa olevia harkkoja. Kahi-harkot valmistetaan poltetun kalkin, kvartsipitoisenhiekan ja veden seoksesta korkeassa paineessa. [2.]

Kahi-järjestelmään kuuluvien harkkojen leveydet vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. Saatavilla on 85, 130 ja 240 mm leveitä harkkoja. Kantamattomissa seinissä käytetään 85 mm:stä, kantavissa seinissä 130 mm:stä ja ääntä eristäviin seiniin 240 mm paksua harkkoa. Harkoissa on pystysuuntaiset reiät jossa, $\frac{1}{2}$ kiven limityksellä tehtäessä on mahdollista sijoittaa sähkö- ja vesijohdot. [3.]

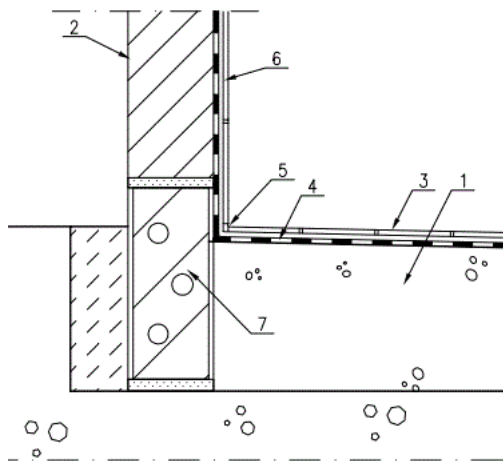
Hitaan vedenimukyvyyn ja hyvän kosteuden keston vuoksi kahi-harkot sopivat hyvin laatoitusalueeksi ja seinämateriaaliksi märkätiloihin. [2.]

Työssä seurattavassa esimerkkikohteessa on pohjapiirustusten pohjalta laskettu 1400 m² ohutsaumamuurattavaa märkätilaseinää. Asuntoja kohteessa on 101. Kylpyhuoneiden lisäksi samalla seinärakenteella on seitsemän erillistä wc-tilaa, sekä taloyhtiön saunatilat.

Ontelolaatoilla toteutetussa välipohjalaatastossa käytetään märkätilojen kohdalla usein kololaattaa, johon asennetaan viemäröinnit ja lattialämmitysputket ennen kallistuslattioiden valamista. Kohteessa märkätilojen kallistuslattiat valettiin ennen muuraustyön aloittamista suunnitelmista poiketen, mistä on hyötyjä ja haittoja. Kuvasta 1 voidaan tarkastella suunnitelmien mukaista rakennetta, missä seinä alkaisi kololaatan pohjalta kevytsoraharkolla, jos lattioita ei valettaisi ennen muuraustyön aloittamista. Tämä hidastaisi muuraustyötä sekä hankaloittaisi sitä, kun työtä ei pääsisi tekemään tasaiselta pinnalta. Kololaatta voi tapauksista riippuen ulottua jopa 500 mm:n päähän muurattavasta seinälinjasta, riippuen siitä miten varaus on tehty ontelolaattoihin. Lisäksi aivan kahi-harkon kanssa yhtä paksua kevytsoraharkkoa ei ole, joten se lisäisi entisestään jälkitöitä kallistusvalun yläpuolelle jäävällä osuudella. Lisäksi kallistuslattioiden valami-

nessa mahdollisimman aikaisin on vaikutusta kuivumisaikoihin, ja täten mahdollisesti ne ovat nopeammin pinnoitettavissa.

Hyötyjä kallistuslattian jättämättä tekemisessä ennen muuraustyön aloitusta on vähän. Oikeastaan ainoa merkittävä etu olisi pyykinpesukoneille vedettävien poistovesiputkien asentaminen seinän sisälle varmasti, ja täten välttäisiin näiltä osin mahdollisen putken siirroista johtuvista lisätöistä.



- 1 Varaus märkätilalle välipohjarakennetyyppien mukaan
- 2 Märkätilan vastainen kivirakenteinen seinä
- 3 Siveltyvä vedeneristys ja lattialaatoitus rakennetyyppien mukaan
- 4 Seinän ja lattian liitos tehdään vedeneristysjärjestelmän mukaisesti vahvistus ja tiivistyskaistoin
- 5 Elastinen saumaus (homesuojattu saniteettisilikoni) lattia- ja seinälaatoituksen saumassa
- 6 Seinän vedeneristys ja laatoitus rakennetyyppien mukaan
- 7 Kun muurattu seinä lähtee kallistusvalun pohjalta, alimpaan varviin harkko

Kuva 1. Rakennedetalji märkätilan seinän ja lattian liitoksesta [4.]

2.2 Teoreettiset materiaali ja työmenekit

Työvaiheen kustannuksia arvioitaessa täytyy ensiksi laskea työvaiheeseen kuluva aika ja materiaalmäärät. Nämä tiedot saadaan joko yrityksen omista menekkitiedoista tai rakennustiedon ratu-kortistosta, mistä löytyy lähes jokaiselle eri työvaiheelle oma työvaihekohtainen työ- ja materiaalimenekkitiedosto.

Työmenekillä tarkoitetaan aikaa, jonka työntekijä, työryhmä tai kone tarvitsee aikaa työn tekemiseen. Työmenekit esitetään työvuoroaikoina T3, joka kuvaa ns. tehollista

aikaa ja täten ei sisällä yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä. Menekit ilmoitetaan työtekijätunteina (tth) yksikköä kohden, esim. tth/m². Kokonaisaika eli työvaihe aika T4 sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, myös yli tunnin mittaiset keskeytykset. T4 aika saadaan kertomalla T3 aika, lisäaikakerroimella TL3. Lisäaikakerroin riippuu työsuunnittelun ja työjärjestyksen onnistumisesta sekä työolosuhteista. Työvaiheen lisäajalla tarkoitetaan vähintään tunnin mittaisia työn keskeytyksiä esim. laitteiden rikkoontumisia, odotusaikoja, olosuhdehaittoja tms. Ohutsaumamuuraustyön TL3-lisäaikakerroin on 1,1-1,3. Koska valtaosa muuraustöistä tehtiin talviaikaan, voidaan viileiden olosuhteiden takia käyttää näissä laskelmissa TL3-kertoimena 1,2. Työvaihe aika T4 saadaan siis kertomalla työmenekki T3, lisäaikakerroimen TL3 lisäksi suoritusmäärällä ($T3 * TL3 * \text{suoritettava määrä} = T4$). Työmenekkien teoreettiset menekit löytyvät ratukortistosta. [5, s.9.]

2.2.1 Aloittavat työt

Työkohteen vastaanoton yhteydessä tarkastetaan että, materiaalien sijainti on sopimusten mukainen ja harkkoletkojen siirto on mahdollista, kuvan 2 mukaisilla tiilikärryillä lähemmäs työkohdetta. Varmistetaan että, työn aloitusedellytykset on kunnossa eli kohde on siisti, seinälinjat merkitty joko kattoon tai lattiaan ja että yleisvalaistus on kunnossa, sekä varmistetaan työkohteen sähkön ja veden saatavuus.



Kuva 2. Tiilikärryt [6.]

Aloittaviin töihin kuuluu siis työkohteen vastaanotto, materiaalien vastaanotto ja varastointi, mahdolliset siirrot ja suojaukset sekä mittaukset. Kaikille edellä mainituille töille mittauksia lukuun ottamatta, voidaan laskea 0,05 tth/m² eli yhteensä 0,15 tth/m². Yli 800 m² käsittävissä kokonaisuuksissa seinän sijaintimittauksiin ratukortti kertoo menekiksi 0,04 tth/m². Teoreettinen kokonaisaika saadaan, kun lasketaan kaikki aloittavien

töiden työmenekit yhteen, eli työkohteen vastaanotto, materiaalien vastaanotto ja varastointi, mahdolliset siirrot sekä mittaukset ja kerrotaan työmenekki lisäaikakertoimella sekä suoritusmäärällä. Auki kirjoitettuna laskukaava näyttää tältä: $(3 \cdot 0,05 \text{ tth/m}^2 + 0,04 \text{ tth/m}^2) \cdot 1,2 \cdot 1400 \text{ m}^2 = 319 \text{ tth}$. Sulkeiden sisällä ratu-kortista saadut työmenekit laskettuna yhteen, 1,2 ollessa lisäaikakerroin ja 1400 m^2 :n ollessa suoritettavan työn määrä. Suoritettavan työn määrä saadaan määrälaskentaluettelosta. Seurantakohteessa aikaa aloittaviin töihin teoreettisesti menee siis 319 työntekijätuntia. [7, s.2.]

Kustannukset aloittavista töistä jakautuvat eri litteroille, sillä materiaaleja ei haalata jälkikäteen, vaan pyritään nostamaan kerrokseen täsmänostoina ennen seuraavan välipohjalaataston asentamista. Täsmänostot ajoitetaan nimensä mukaan täsmällisesti sovittuun aikaan, jottei odotustunteja tule puolin tai toisin. Täsmänostoilla tarkoitetaan kerrokseen etukäteen nostettavilla materiaaleilla, jotka olisi hankala haalata jälkikäteen. Täsmänostoissa kerrokseen nostetaan esim. ikkunat, kipsilevyt, tiilet ja harkot

2.2.2 Muuraustyö

Muuraustyö sisältää laastinvalmistuksen ja muuraustyön. Ensimmäinen harkkokerros on saatava täysin suoraksi, sillä ohutsaumalaastilla ei enää paljon pysty tekemään suuria korjauksia seinän pystysuoruuteen. Ensimmäinen harkkokerros muurataan kuvan 3 mukaisesti muurauslaastilla bitumikermikaistan päälle oikeaan korkeuteen. Bitumikermi toimii lattian ja seinän välissä mahdollisten rakenteiden elämisliikkeiden tasaajana ns. kuulalaakerina. Muurauksen annetaan kuivahtaa ennen ohutsaumamuurauksen alkamista. Ensimmäisessä harkkokerroksessa määritellään seinän korkeusmitoitus. Usein ensimmäisessä harkkokerroksessa käytetään matalampaa harkkoa. Korkeusmitoituksen määrittämisen tarkoituksena on saada harkkokerrokset sopimaan aukkojen yläreunan kanssa samaan tasoon ja huonekorkeuteen sopivaksi. [3.] [7, s.2.]



Kuva 3. Ensimmäisen harkkokerroksen muuraus [3.]

Ohutsaumamuuraukseen käytetään ohutsaumalaastia, jossa on erityisiä tartuntaa parantavia ainesosia. Ohutsaumalaasti sekoitetaan porakonevispilällä valmistajan ohjeen mukaan. Laastin levitykseen voidaan käyttää kuvan 4 kaltaista laastikelkkaa tai esim. kastelukannua. Laastikelkka nopeuttaa työtä erityisesti isoilla seinäpinnoilla. Harkot katkaistaan joko tiilisahalla tai tiilileikkurilla. Kulmahiomakonetta pyritään harkkojen työstössä erityisesti sisätiloissa välttämään siitä aiheutuvan hienonpölyn vuoksi. [3.]



Kuva 4. Ohutsaumamuurausta laastikelkkaa käyttäen [3.]

Ohutsaumamuurauksessa saumojen paksuus on muutama mm, joten varsinaista saumaustyötä ei ole. Laastipurseet ainoastaan poistetaan esim. teräväreunaisella lastalla. Laastinvalmistuksen teoreettinen työmenekki vispilällä tehtynä on $0,02 \text{ tth/m}^2$. Itse muuraustyön teoreettinen työmenekki on $0,51 \text{ tth/m}^2$. Yhteensä muuraustyön teoreettinen työmenekki on laastinvalmistus ja muuraustyön menekit yhteenlaskettuna kerrottuna lisäaikakertoimella ja suoritusmäärällä: $(0,02 \text{ tth/m}^2 + 0,51 \text{ tth/m}^2) * 1,2 * 1400 \text{ m}^2$

= 890 tth. Materiaali määriä laskettaessa materiaalimenekkeinä käytetään harkkojen osalta 17 kpl/m^2 ja liimalaastia $1,7 \text{ kg/m}^2$. Harkoissa hukkaprosentti osuu johonkin neljän ja kahdeksan prosentin väliin ja liimalaastissa kuuden ja kahdentoista prosentin väliin. [7, s.2.]

Materiaalien määrän laskenta on tärkeää hyvissä ajoin, jotta materiaalintoimittajalta pystytään tilaamaan ennakkoon riittävä määrä, ja toimittamaan ne ajallaan täsmä nostojen ajankohtiin. Jälkitoimitukset maksavat aina enemmän, erityisesti harkkojen haa-laus kerroksiin jälkikäteen on kallista. Asian voi kääntää myös toisin päin, eli tavaraa ei kannata tilata liikaakaan, sillä kerroksistapoisvienti maksaa, vievät tilaa tarpeettomasti ja lisäksi tulee nousseet jätekustannukset ylimääräisten harkkojen poisviennistä.

2.2.3 Lopettavat työt

Työvaihe päättyy lopettaviin töihin. Lopettavia töitä ovat siivous ja jätteiden lajittelu, kaluston puhdistus ja työkohteen luovutus. Työpiste siivotaan työstä syntyneistä jätteistä ja ne siirretään sopimuksen mukaan niille kuuluville paikoille. Kalusto, erityisesti vuokratuote putsataan mahdollisimman hyvin, niin että ne ovat heti käytettävissä seuraavassa kohteessa. Lopuksi työkohteeseen käydään yhdessä työnjohtajan kanssa läpi, ja luovutetaan seuraavalle työryhmälle. Lopettaville töille ratu-kortista saatava teoreettinen menekki on $0,01 \text{ tth/m}^2$ ja lisäaika kerroin TL3 huomioiden lopettaviin töihin kuluu $0,01 * 1,2 * 1400 \text{ m}^2$ eli yhteensä 17 tth. [7, s.2.]

2.3 Kahi-harkkoseinän laatuvaatimukset

Laatu-termillä voi eri asiayhteyksissä olla eri merkitys. Laatu ei enää mielletä pelkästään virheettömyydeksi, vaan se ymmärretään kokonaisvaltaisemmin. Keskitytään tässä työssä kuitenkin pääasiassa rakentamisen laatuun. Rakentamisen laatu voidaan tarkastella useasta näkökulmasta, jotka voidaan jakaa suunnittelun, tuotannon, ympäristökeskeiseen sekä asiakkaan havaitsemaan laatuun. [8, s.11.]

Suunnittelun laatu kuvaa se, kuinka hyvin tuote on suunniteltu täyttämään asiakkaan odotukset, viranomaisten sekä hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset. Laadukkaat suunnitelmat ovat sekä toteutuskelpoisia että myös ristiriidattomia muiden suunnitelmien kanssa, unohtamatta niiden riittävää tarkkuutta. [8, s.11.]

Tuotannon laatu kertoo, miten rakennustyö tehdään suunnitellussa aikataulussa ja kustannustavoitteessa sekä laatutavoitteiden mukaisesti hyvää rakennustapaa käyttäen. Työssä käytetään kohteeseen soveltuvia työmenetelmiä, olosuhteet vastaavat materiaalille ja työlle asetettuja vaatimuksia sekä työ voidaan suorittaa häiriöttä. [8, s.11.]

Ympäristökeskeinen laatu kuvaa esim. tuotteen turvallisuudesta tai sisäilmaluokituksesta tai muuntojoustavuudesta. Asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu voidaan tulkita siten, että lopputulos vastaa asiakkaan vaatimuksia. Asiakaskeskeistä laatua on myös se, että tilaaja pidetään koko ajan ajan tasalla hankkeen kulusta. Miten lisä- ja muutostyöt hallitaan, on tärkeä osa asiakkaan kokemaa laatua. [8, s.11.]

Rakentamisen laatu on ollut hyvää, kun rakennus on virheetön ja vastaa asiakkaan odotuksia, unohtamatta, että kohteen toteutus on ollut sujuvaa ja turvallista. Jotta laatua voitaisiin tarkkailla, tarvitaan siihen laatuvaatimuksia.

Laatuvaatimukset koskevat mm.

- alustaa
- olosuhteita
- materiaaleja
- työn tekemistä
- rakenteen mittatarkkuutta sekä
- valmiiden pintojen ulkonäköä.

Laatuvaatimuksia on esitetty mm. työselostuksissa, materiaalivalmistajan ohjeissa ja muissa hankeasiakirjoissa. Merkittävämpiä lähteitä laatuvaatimuksille ovat RYL- ja RT-julkaisut. [9, s.18.]

Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, RYL on laadittu yhdessä kiinteistö- ja rakentamisan eriosapuolten kanssa. Lisäksi voimassa olevia lakipykälää, asetuksia sekä muut viranomais määräyksiä on noudatettava. Laatuvaatimusten määrittelyssä oleellista on se, että ne on määritelty niin, että ne voidaan tarkistaa työmaalla helposti. Viittaukset yleisiin lähteisiin kuten RYL:iin tai muihin rakennusalan julkaisuihin on kirjoitettava auki. [9, s.19.]

Laatuvaatimukset voidaan jakaa materiaalivaatimukseen, teknisiin vaatimuksiin ja toiminnallisiin vaatimuksiin. Työlle on RYL:ssa omat tekniset laatuvaatimukset, ns. tole-

ranssivaatimukset, jotka jaetaan kolmeen eri luokkaan. Luokassa 1 ovat rakennukset ja rakenneosat, joille asetetaan erityisen suuria mittatarkkuusvaatimuksia. Luokkaan 2 kuuluvat asuin-, liike- ja toimistorakennukset. Luokka 2 on yleisimmin käytetty, johon myös esimerkkikohde kuuluu. Näiden kahden vaativamman luokan alapuolelle jää luokka 3, johon kuuluvat teollisuus-, varasto- ja hallirakennukset yms. tilat, joille voidaan sallia pienemmät ulkonäkövaatimukset. [10, s.21.]

Ulottuvuudet ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Seinän paksuus ¹	± 5 %	± 5 %	± 5 %
Seinän paksuus enintään ¹	± 3 mm	± 8 mm	± 12 mm
Käyryys ²	± 2 ‰	± 3 ‰	± 4 ‰
Kaltevuus ²	± 2 ‰	± 3 ‰	± 5 ‰
Kaltevuus enintään ²	± 12 mm	± 18 mm	± 30 mm
Kaltevuus toisiin rakennusosiin rajoituksaan ²	± 1 ‰	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
Sivusijainti	± 5 mm	± 8 mm	± 8 mm
Etäisyydet viereisiin rakennusosiin	± 5 mm	± 8 mm	± 12 mm
Rakoseinän seinäpuoliskojen välinen etäisyys	± 15 mm	± 15 mm	± 15 mm

¹⁾ Ei koske yhden muurauskappaleen levyisiä tai pituisia seiniä tai pilareita, joiden mittapoikkeamat riippuvat muurauskappaleiden mittapoikkeamista.

²⁾ Mitattuna ylä- ja alapään keskipisteiden yhdyslinjasta.

Kuva 5. Muurattujen sisärakenteiden vaatimukset [10, s.133]

Rakennustuotteille, joille on olemassa eurooppalainen yhdenmukaistettu tuotestandardi, tulee Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen N:o 305/2011 mukaisesti CE-merkitä. CE-merkintä kertoo viranomaisille tuotteen täyttävän direktiivien turvallisuusvaatimukset. Materiaalit ja tuotteet oltava suunnitelmien mukaiset. Jos suunnitelmissa ei ole määritelty materiaaleja, on valittavien tuotteiden täytettävä ympäröivien tilojen sisäilmaston vaatimukset haihtuvien yhdisteiden ja hiukkaspäästöjen osalta. [10, s.129], [11.]

Myös tehdasvalmisteisille harkkopalkeille, joita käytetään esim. oviaukkojen ylityksissä on omat vaatimuksensa. Ne eivät saa ulkonäköllisesti poiketa ympäröivästä muuratusta rakenteesta. [10, s.129.]

Muuratessa harkot limitetään ½-kiven limityksellä, jollei suunnitelma-asiakirjoissa muuta todeta. Väliseinien liitokset toisiinsa tehdään joko limittämällä tai ankkuroimalla ne toisiinsa esim. teräsvanteella. [10, s.129.]

Materiaalien laatu on varmistettava ennen asennusta. Materiaaleja, jotka ovat menneet syystä tai toisesta pilalle, ei tule käyttää.

2.4 Tehtävän laadunvarmistustoimenpiteet, toimintatavat

Laadunvarmistus on systemaattista toimintaa, jolla osoitetaan laadun vastaavan odotuksia ja vaatimuksia. Tehtäväkokonaisuuden laadunvarmistus alkaa jo ennen työn aloittamista, työtä edeltävällä laadunvarmistamisella. Näitä tehtäviä ovat mm. kohteen vastaanotto ja edellisen työvaiheen tarkastus, hankintojen, logistiikan ja työjärjestyksen suunnittelu ja toteutus, työturvallisuuden varmistaminen sekä laatuvaatimusten selvittäminen ja läpikäyminen. [8, s.12, 30.]



Kuva 6. Työnaikainen laadunvarmistus [8, s.24]

Työnaikaisilla laadunvarmistuksen tehtävillä toimenpiteillä on tarkoitus ohjata työntekijää itseään laadunvarmistukseen työn kuluessa. Laadunvarmistus kohdistuu niin materiaaleihin kuin työhön sekä olosuhteisiin ja työturvallisuuteen. [8.]

Tehtävän laadunvarmistus päättyy työnjälkeiseen laadunvarmistukseen, toimenpiteisiin joilla valmiin työn laatu voidaan varmistaa. Näitä toimenpiteitä ovat mm. työn asianmukainen tarkastaminen ja luovutus sekä mahdollisten laadunvarmistuskokeiden järjestäminen sekä palautteen antaminen. [8.]

2.4.1 Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnittelun tavoitteena on varmistaa tehtävälle asetettujen vaatimusten täyttäminen, niin työn tekemisen kuin valmiin työn osalta sekä tehtävälle asetettujen kustannus- ja aikataavoitteiden saavuttamiseksi. Tehtäväsuunnitelma laaditaan vähintään jokaisesta työmaan laadunvalvontamatriisissa määrätystä tehtävän lisäksi kaikista, jotka ovat aikataulullisesti- tai taloudellisesti merkittäviä, virhealtiiksi osoittautuneille, työryhmälle vieraalle, erityisvaatimuksia sisältävälle tai laadullisesti kriittisille töille. Tehtäväkokonaisuuden on oltava ajallisesti yhtenäinen, yhden työryhmän tekemäkokonaisuus. Tehtäväsuunnitelman läpikäyminen yhdessä työntekijöiden kanssa ennen tehtävän aloitusta parantaa tiedonkulkua ja ennalta ehkäisee vääryymmärryksistä johtuvia ongelmia. [8, s.21.]

Tehtäväsuunnitelman teko alkaa tutkimalla eri lähtötietoja. Ne voidaan jakaa yleisiin, yritys- ja hankekohtaisiin lähtötietoihin. Yleisiä lähtötietoja ovat mm. RYL-julkaisut, tehtävää koskevat yleiset normit ja ohjeet kuten RIL- ja RT-julkaisut sekä Ratu-aineisto. Yrityskohtaisia ovat mm. yrityksen oma laatujärjestelmä, menetelmä- ja menekkitiedotot ja toimintamallit. Hankekohtaisia lähtötietoja ovat mm. eri yleis- ja rakentamisvaihe-aikataulut, tavoitearvio, työselostukset ja piirustukset. [8, s.21.]

Taulukko 1. Esimerkki laadunvarmistusmatriisista [8, s.18]

Laadunvarmistusmatriisi										
Aikataulu- tehtävä	Laadun- varmistus- toimi	Tehtäväsuunnitelma	Aloituspöytäkirja	Mallityö	Tarkentaminen	Ongelmiin varautuminen	Oma valvonta/laaturaportti	Kokeet, mittaukset	Tarkastukset	Vastavastatarkastus
		Maankennustyöt		X						
Perustustyöt		X	X	X	X	X	X		X	X
Elementtiasennus		X	X	X	X	X	X			X
Vesikattotyöt		X	X	X		X	X	X		X
LVI- ja sähkötyöt			X		X	X		X		X
Ikkuna-asennus			X	X	X					X
Väliseinätyö			X	X			X			X
Tasoite ja maalaus			X	X		X	X	X		X

Tehtäväsuunnittelussa otetaan selvää ja suunnitellaan vähintään seuraavat kohdat:

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

2.4.2 Aloituspalaveri

Aloituspalaverissa käydään urakoitsijan kanssa yhdessä läpi tehtäväkokonaisuus ja sen etenemisen vaiheet. Mitkä tehtävän tavoitteet ovat, sekä miten ne saavutetaan ja miten mahdolliset potentiaaliset ongelmat vältetään. Aloituspalaverilla varmistetaan tehtävän aloittaminen suunnitellusti, ja kaikilla osapuolilla on riittävät tiedot työn toteuttamiseksi, käsitys tehtäväkokonaisuudesta sekä lopputulokselle asetetuista tavoitteista ja vaatimuksista. [8,s.27] [12.]

2.4.3 Mallityö

Mallityö laaditaan, jotta voidaan todeta laatutason vastaavan suunniteltua. Mikäli mallityössä ilmenee puutteita, korjataan työ vastaamaan suunnitelmia ja järjestetään uusi katselmus ennen seuraavaan osakohteeseen siirtymistä. Mikäli katselmuksessa ilmenee sellainen työvirhe, joka voi mahdollisesti toistua tulevissa osakohteissa, selvitetään virheen syntymisen syyt ja korjaavilla toimenpiteillä esim. muuttamalla työmenetelmiä tähdätään estämään virheen uusiutuminen. Hyväksytty mallityö toimii referenssinä seuraaville osakohteille. [8, s.28] [12.] [13, s.20.]

Mallityöstä tarkastetaan esim.

- oikea työjärjestys
- käytetyt materiaalit
- rakenteiden mittatarkkuus ja suoruus
- pintojen laatu

- erikoiskohdat; läpiviennit yms.
- liittyminen muihin rakenteisiin
- työkohteen siisteys
- tekemättömät työt.

2.4.4 Tarkastukset, mittaukset

Työntekijät vastaavat suurelta osin itse oman työnsä laadunvarmistuksesta. Apuna käytetään tarkastuslistoja ja muita mahdollisia raportteja, joista ilmenee työn aikana tarkastettavat asiat. Laatutason säilyminen voidaan myös varmistaa työ edetessä tehtävin pistokokein. Erityisesti riskialttiiden ja piiloon jäävien työvaiheiden yhteydessä tulisi määrittää tarkastusten tiheys ja toimintatavat. [12.] [13, s.21.]

2.4.5 Työvaiheen luovutus

Työkohteen valmistuttua, pidetään luovutuspalaveri, jossa kohde luovutetaan seuraavalle työryhmälle. Kohteen luovutuksessa toimitaan samoin kuin työkohteen vastaanotossa eli, sen valmius ja laatu tarkistetaan, havaitut puutteet kirjataan sekä sovitaan puutteiden korjauksista. Tehtävän valmistuttua voidaan pitää vielä erillinen palautepalaveri, jossa käydään läpi tehtävän toteutus. Etsitään työssä havaittuihin ongelmiin ratkaisuja, jotta niiltä voitaisiin välttyä seuraavissa hankkeissa. [12.]

3 Nykytilateen kuvaus

Työssä seurattavan esimerkkikohde sijaitsee Helsingin Jätkäsaarella aivan Bunkkerin tuntumassa. Rakennuttajana toimii Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimisto ATT ja pääurakoitsijana Skanska Talonrakennus Oy. Rakennustyöt käynnistyivät maanrakennustöillä marraskuussa 2016, ja arvioitu valmistuminen on marraskuussa 2018.



Kuva 7. Hyväntoivonkatu 7, havainnekuva

Kohteen perustiedot:

- tilaaja, Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimisto ATT
- 8 kerrosta, kaksi porrashuonetta
- asuntoja 101 kpl, keskipinta-ala 56,3 m²
- yhteistiloja 650 m²
- kokonaispinta-ala 8257 brm²
- tilavuus 26310 m³

Tällä hetkellä lähes kaikki suuremmat muurauskokonaisuudet toteutetaan Skanskalla aliurakkana. Niin myös seurattavassa kohteessa. Aliurakan ulkopuolelle omilla työntekijöillä tehtäväksi jäivät seinien oikaisu ja tasoitus kylpyhuoneenpuolella, putkiroilojen paikkaus sekä seinän ja katon välisen painumavaran saumaaminen.

3.1 Sopimusvelvoitteet

Työvaiheista, jotka toteutetaan aliurakkana, laaditaan urakkasopimus. Työvaihe toteutetaan urakkasopimuksessa mainituilla ehdoilla sovittua korvausta vastaan.

Sopimuksissa on urakkarajat, joita noudatetaan puolin ja toisin. Väliseinämuuraustyön osalta urakkarajat ovat seuraavat:

- muuraus pukeilta, urakoitsija tuo
- jos huonekorkeus yli 3500 mm, telineet tilaajalta
- harkot ja laastit työpisteen läheisyyteen, etäisyys työpisteestä 20 m x 20 m
- seinän ja katon välinen raon painumisraon kittaus kuuluu tilaajalle
- tilaaja toimittaa jäteastiat työpisteen läheisyyteen, tilaaja hoitaa astioiden tyhjennyksen
- tilaaja toimittaa veden ja sähkön työpisteen läheisyyteen
- tilaaja mittaa seinälinjat ja aukot
- alle 1 m²:n aukoja ei vähennetä.

3.2 Toteutuneet materiaali- ja työmenekit

Kohteeseen tilattiin harkkoja ja ohutsaumalaastia määräluettelosta saadun, menekkilaskelmien mukaisesti laskettu määrä. Lisäksi myöhemmin tilattiin roiloharkkoja osaan huoneistoja yhteensä 560 kpl. Roiloharkkojen käytöllä oli tarkoitus vähentää roilousten tarvetta. Roiloharkkojen tilauksesta aiheutui, että osa jo tilatuista normaaliharkkoista jäi käyttämättömäksi. Tämä lisäsi materiaalikustannuksia aavistuksen sekä lisäksi harkkojen haalausta n. 26 tth. Yhteensä roiloharkkoista kertyi jätekustannukset ja harkkojen haalaukset mukaan lukien n. 1,5 %:a lisäkustannuksia. Käyttämättömät harkot haalattiin kierrätykseen, Skanskalla ei ollut järkevän kuljetusmatkan päässä käynnissä olevaa työmaata, jonne harkot olisi voinut siirtää. Kustannuksia n. 2 %:n edestä lisäsivät myös ovenylityspalkit, joita ei ollut huomioitu kustannusarviossa.

Kahi-harkkomuurauksen työmenekit pysyivät arvioiduissa, ja kun työkustannukset oli arvioitu korkeammaksi, menivät ylittyneet materiaalikustannukset lähes päittäin säästyneissä työkustannuksissa.

3.3 LVIS-töiden yhteensovittaminen

Huoneistoon tulee suurin osa tekniikasta rappukäytävän kautta. Märkätilaan ne tulevat eteisen alaslasketussa katossa. Märkätilaan asti ne eivät pääse ilman seinän läpi me-
noa. Kuvasta 8 voidaan nähdä, millainen varaus oviaukon päälle jätetään LVI-putkille. Tämä onkin yksi kustannuksia mahdollisesti lisäävä paikka. Varaus on niin pieni, ettei sitä vähennetä muurattavista neliöstä, mutta kuitenkin se on muurattava jälkikäteen umpeen putkivetojen ja niiden eristämisen jälkeen. Tästä syntyy n. 1 tth/as. tuntitöinä, muurausurakan ulkopuolelle tehtävää työtä. Seurantakohteessa ilmavaihtoputkille käytettiin omaa yhdyskappaletta mikä muuraustyön yhteydessä muurattiin IV-urakoitsijan osoittamaan paikkaan. Täten pystyttiin välttämään tältä osin jälkipaikkaukselta. Aina IV-putki ei jatkunut seinän toiselle puolelle vaan kappaleeseen kiinnittyisi tuloilmaventtiili.



Kuva 8. LVI-putkivaraus

3.4 Muuraustyöhön liittyvät työt

3.4.1 Rasiavaraukset

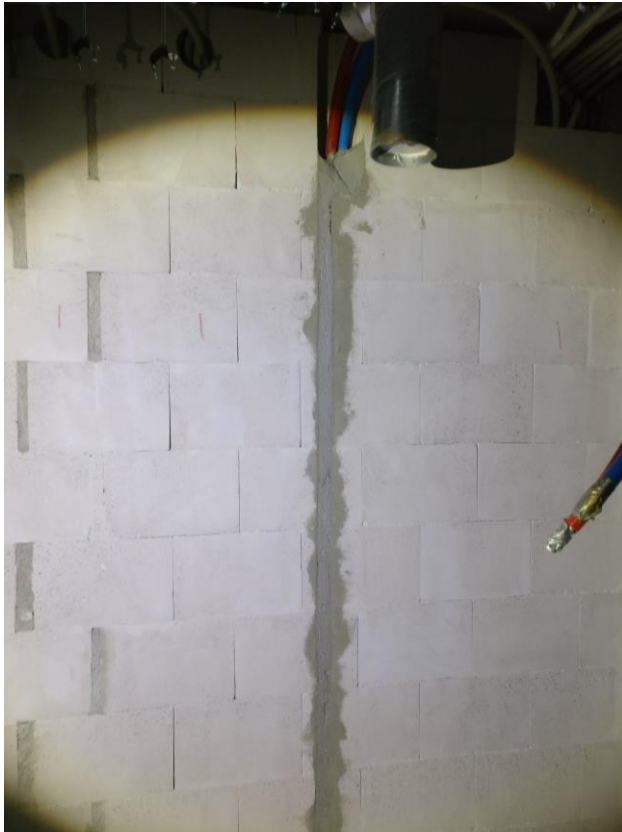
Rasiavarausten teko kahti-harkkoseinään on suhteellisen työlästä ja vie paljon aikaa verrattuna kevyisiin rankarakenteisiin levyseiniin. Kun seinä on saatu muurattua, tulee sähkömies ensiksi merkkamaan rasioiden paikat. Tämän jälkeen porataan kiveä leik-

kaavalla kuppiterällä rasiapohjille kolot (ks. kuva 9). Usein myös joudutaan tekemään vetoreikiä johdotusta helpottamaan. Kun rasiapohjat on saatu paikoilleen, tulee etuputsia tekevä henkilö kiinnittämään rasiapohjat laastilla. Yleensä täyttö tehdään muurauslaastilla, kuivissa tiloissa voidaan käyttää myös kipsilaastia.



Kuva 9. Rasiavarauksia seinässä

Rasiavarauksien kustannukset olivat samalla rivillä putkiroilousten kanssa. Näille töille oli varattu n. 16%:a tehtävälle varatuista kustannuksista. Roilouksille sovittiin urakoitsijan kanssa vakio hinta per kerros.



Kuva 10. Vesijohdot kulkevat roilossa

3.4.2 Putkiroiloukset

Niissä huoneistoissa, missä keittiö sijaitsee kylpyhuonetta vasten, jouduttiin myös roiloamaan keittiön vesijohdot seinään lattialämmitysputkien lisäksi. Vesi- ja lämmitysputkille riitti yksi n. 60 mm syvä roilo, missä putket saatiin kulkemaan päällekkäin (ks. kuva 10). Osassa seinissä käytettiin erityistä roiloharkkoa mikä on suunniteltu juuri putkien pystyvetoihin. Roiloharkon käytöllä ei saatu haluttua tulosta, sillä kaikilla muurausryhmässä ei ollut kokemusta niiden käytöstä ja siten putkivetoja ei aina saatu kulkemaan niille tarkoitetussa roilossa. Roilousten ja rasiavarausten kohdalla kustannukset ylittivät hieman. Tavoitekustannukset riittivät roilouksiin, muttei enää paikkaustyöhön. Paikkaustyö vei aikaa n. 1,5 tth/as. ja työ vaati 2-3 eri käyntikertaa. Ensimmäisellä kerralla putket asetetaan paikoilleen saumavaahdolla. Vaahdon kuivuttua toisella käyntikerralla tehtiin roilon raakatäyttö ja tarvittaessa hienopaikkuu tai hionta. Paikkaustyöt lisäsivät tehtävänkokonaiskustannuksia n. 4 %:a.



Kuva 11. Keittiön vesijohdot roilotaan seinään

3.5 Jälkityöt

Jälkitöiden kustannusarviointi ei pitäisi olla kovin vaikeaa, mutta jostain syystä niiden lisäys kustannusarvioon riippuu täysin kohteen hinnoittelijasta. Osa hinnoittelijoista merkitsee summan x, osa ei mitään. Miksi näin en saanut taustatutkimuksessa täysin selvää syytä. Kohteessa seinän oikaisu- ja tasoitetyölle ei ollut laskettu mitään, mutta kustannuslaskijoilta saamani tiedon mukaan tasoitetyölle lasketaan n. 8 %:a tehtäväkokonaisuuden kokonaiskustannuksista. Jälkitöitä kahi-harkkomuurauksessa pitäisi olla hyvinkin vähän, johtuen juuri harkkojen mittatarkkuudesta, joten oikaisutöitä ei pitäisi juuri olla. Täytyy tietysti ottaa huomioon ensimmäisessä harkkokerroksessa mahdollisesti tapahtuneet työvirheet ja seinä ei nousekaan täysin suorassa linjassa tai kivet asennetaan hieman hammastaen, jolloin mahdollinen seinänhionta ei riitä vaan tarvitaan myös seinänoikaisu.

3.5.1 Seinän hammastus ja oikaisu

Seinät käytiin hiomakoneella läpi molemmiin puolin saadakseen mahdollisimman tasaisen lähtöpinnan tasoitetyölle huolimatta tasoitetyöurakkaan, 10 mm / 2 m²:n asti kuuluvasta etuoikaisusta huoneiston puolella. Märkätilantasoitus ei kuulu tasoiteurakoitsijal-

le. Märkätilan puolella seinää jouduttiin oikaisemaan usein niissä kohdin, missä muurattava harkkoseinä lähti talotekniikkaan sisältävä betoni-hormin vierestä. Tämä siis johtui siitä, että betoni-hormi on asennettu vinoon, kuitenkin RYL:n asettamissa rajoissa aiheuttaen sen, että nurkka ei olisi pystysuora ja siten näkyisi suoraan valmiissa laatoitetussa pinnassa. Kuvassa 12 nähdään esimerkki oikaistavasta seinästä. Seinä on ensiksi tasoitettu ja nyt kuvassa tummempana näkyvä osuus on seinän oikaisuun käytettävää oikaisulaastia. Kohteessa pintamateriaalina käytetään laajapintaista laattaa, joka asettaa asennuspohjan tasaisuudelle tiukemmat vaatimukset.

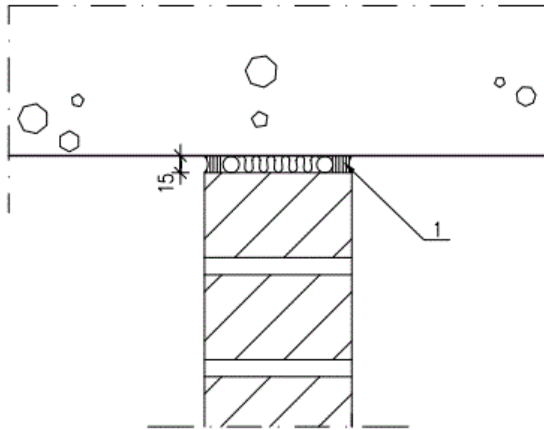


Kuva 12. Kahi-harkkoseinän oikaisu rappauslaastilla

3.5.2 Saumojen kittaukset

Huoneiston katon ja harkkoseinän väliin jätetään, jottei rakenteet olisi kiinni toisissaan. Tilanteissa, jossa huoneiston puolella ei ole katonalaslaskua, tulee seinän ja katon vä-

liin kuvassa 13 esitetyn detaljin mukainen n. 15-20 mm rako, joka saumataan jälkikäteen elastisella saumamassalla.

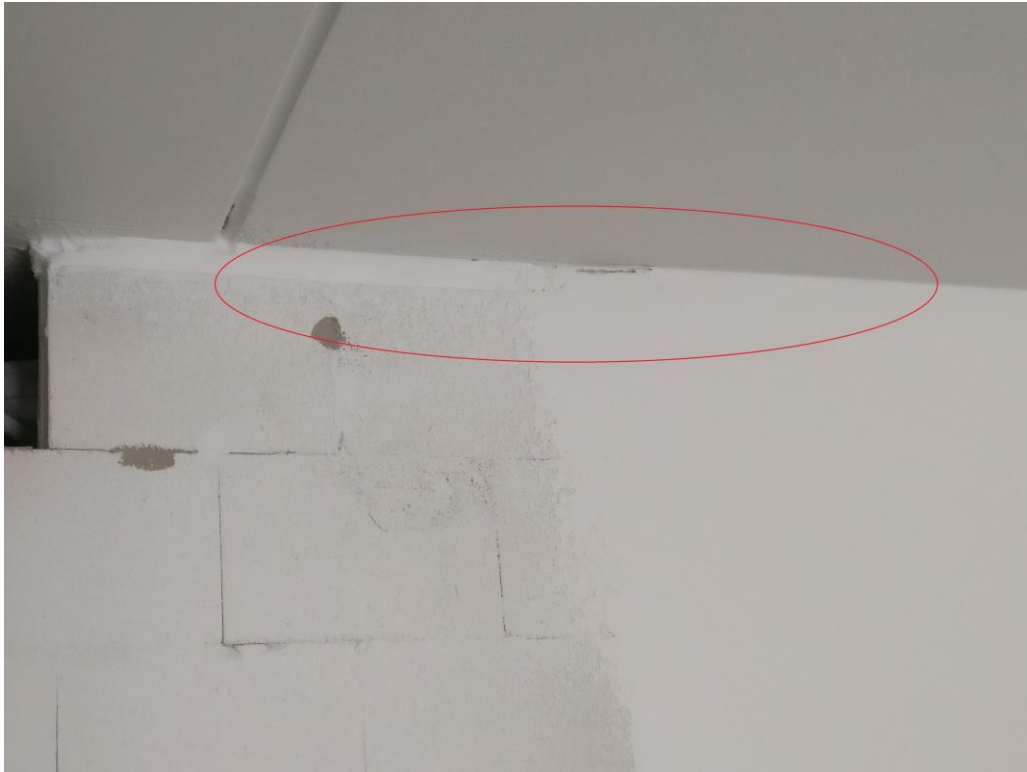


- 1 Palamaton mineraalivillatilke (tiheys > 45 kg/m³, ks. myös palokatkodetaljit), umpisolunauha, elastinen saumausmassa
- joustavaa liitosta käytetään, jos välipohjassa on odotettavissa suurehkoja muodonmuutoksia esim.
 - 1) massiivilaatta > 4.8 m
 - 2) ontelolaatan suuntaisissa seinissä, kun jännemitta < 7.2 m
 - 3) sivutiesiirtymä runkoon halutaan katkaista
 - osastoivissa seinissä mineraalivillatilkkeen tiheyden tulee olla palokatkosuunnitelman mukainen ja saumamassan tulee olla paloluokituksestaan tyyppihyväksytty tuote
 - muut vaatimukset katso "Rakennetyyppien yleiset vaatimukset" -tekstiosaa

Kuva 13. Detalji harkkoseinän liitoksesta ontelolaattalaatastoon [4.]

Yhteensä yläpään painuman sallivan liitoksen saumausta kohteessa oli 635 metriä. Työvaihe oli hinnoiteltu oikein ja tältä osin kustannusarviota ei ylitetty.

Kuvassa 14 nähdään hyvin punaisella ympäröidyn kohdan alta, miten seinän yläpään saumaus on toteutettu. Kysymysmerkiksi jää, miten seinätasoite tulee pysymään elastisessa saumamassassa kiinni.



Kuva 14. Seinän ja katon välinen raon saumaus

4 Johtopäätökset

Hyvään paikkaansa pitävään kustannusarvioon on olemassa avaimet. Kaikki lähtee paikkaansa pitävästä määrälaskennasta. Kohteissa, jossa määrälaskenta tehdään alihankintana tai määräluettelo saadaan kohteen tilaajalta pelkästään hinnoittelua varten, olisi erittäin tärkeää kohdistaa huomio siihen, että tehtäväkokonaisuuden hinnoitteluun otetaan kaikki tekijät huomioon:

- työ, urakoitsija vai oma
- tarvittavat materiaalit
- jälkityöt, hionnat, tasoitukset ja oikaisut
- roiloukset ja niiden paikkaus
- siivous.

Märkätilaseinien teko kahi-harkoista ei ole mikään uusi juttu. Yrityksen tietokannasta löytyy paljon toteumatietoa sekä tietotaitoa, joita laskentaosasto pystyy käyttämään kohdetta laskiessaan hyödyksi. Laskentaosaston haastattelusta saadun tiedon perusteella, työvaiheen hinnoittelussa ei ole ongelmaa. Arviot kustannuksista pitäisi saada tavoitearvioon. Yksi, mikä voi vaikuttaa tiedon poisjääntiin, on Skanskan omissa kohteissa kahi-harkkojen vähäinen käyttö, ja siten kaikki työvaiheet eivät ole hinnoitteli-joilla mielessä, kun kohdetta lasketaan määräluettelon perusteella.

Kahi-harkkomuurauksessa kustannukset jakautuvat aika tasan puoliksi materiaalien ja töiden osalta, ja jokainen huomioimatta jäänyt työvaihe lisää tietysti kustannuksia. Seurattavassa esimerkkikohteessakin kustannusarvio ylittyi kahi-harkkotehtäväkokonaisuuden osalta n. 11 %. Taulukossa 2 on esitetty kustannusten ylitys, kustannusarviosta prosentteina. Suurin osa ylityksestä aiheutui seinäntasoi- ja oikaisutyön puuttumisesta kustannusarviosta ja toiseksi merkittävämmät ylitykset tulivat roilousten paikkaustyöstä.

Taulukko 2. Todellisten kustannusten ylitys tehtävälle asetetusta tavoitekustannuksista

	ylitys kust.arviosta
Muuraustyö	-2,50 %
Harkot ja laastit	3,50 %
Varaukset ja roiloukset	4 %
Seinän tasoitus ja oikaisu	8 %
Yläreunan saumaus	-1 %

Koska kahi-harkkoseinä on selvästi normaalia rankarakenteista levyseinää kalliimpi toteuttaa, olisi kaikki kustannusten vähentämiseen vaikuttavat tekijät syytä löytää. Kustannusten säästökohteita olisi jälkitöiden eli seinän hiontojen ja oikaisujen minimointi. Yksi vaihtoehto olisi nostaa muuraustyön toleranssiluokitusta eli vaatimustasoa luokkaan 1 luokan 2 sijaan. Koska luokassa 1 vaatimukset ovat tiukemmat (ks. kuva 5), kuuluvat mahdolliset toleranssien ylitysten korjaukset muurausurakkaan. Tämä tietysti nostaa muurausurakan hintaa, mutta jälkitöiden kustannustenarviointi helpottuisi aavistuksen, jos toleranssit ylittävän työn voisi laskuttaa muurausurakoitsijalla.

Toinen suuri kustannusten kerryttäjä on roilousten tekeminen. Roiloharkkoa käyttämällä pystyittäisiin välttämään suurin osa roilouksista. Seurattavassa kohteessa niiden käytöllä ei saatu haluttua lopputulosta, mutta se ei tarkoita, etteikö sillä pystyisi saavuttamaan säästöjä.

Myös läpivientivaraukset ja niiden umpeen muurauksen kustannukset herättivät kysymyksen, voitaisiinko esim. timanttiporauksella viedä LVI-tekniikka edullisimmin harkkoseinän toiselle puolelle. Tässäkin on hyvät mahdollisuudet säästää kustannuksissa 1-2 prosenttia, edellytyksenä tietysti sitä, että reikähinta poraukselle saadaan neuvoteltua alle listahinnan esim. sopimalla kiinteä hinta per kerros.

Rakennustyöt toteutetaan yhä useammin aliurakkana ja ns. omien miesten määrä on vähenemässä päin. Tämä aiheuttaa pääurakoitsijan työnjohtajan toimenkuvaan muutoksia mm. valvonnan ja työsuunnittelun lisääntyneenä määrinä. Toleranssit ja urakkarajat eivät aina kohtaa, mikä aiheuttaa pääurakoitsijalle tehtäväksi jääviä töitä. Jotta nämä urakoiden ulkopuoliset työt jäisivät mahdollisimman vähäisiksi, pitäisi urakkarakojoihin ja laatuvaatimukseen kiinnittää erityistä huomioita työn suunnitteluvaiheessa.

5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada selville märkätilan kahi-harkkoseinien todelliset kustannukset ja mahdolliset syyt tehtäväkokonaisuuden kustannusarvion ylittymiselle. Näihin tavoitteisiin työssä päästiin. Tutkimustulosta ei voida pitää luotettavana kuin kyseisen esimerkkikohteen osalta ja työhön pitää suhtautua kriittisesti. Työtä pitäisi jatkaa laajentamalla otantaa. Tämä vaatisi pääsyä yrityksen omiin tietokantoihin, mitä minulla ei ollut enkä ymmärtänyt sitä tarpeeksi ajoissa pyytää.

Theseus-tietokannasta löytyy useita opinnäytetöitä, missä on tehty kustannusvertailuja kevyistä märkätilaväliseinistä. Siksi tässä työssä ei otettu kantaa muihin väliseinävaihtoehtoihin. Theseuksessa nähtävillä olevista töistä voidaan todeta, että märkätilaseinä kahi-harkkosta on kustannuksiltaan suurempi muihin vaihtoehtoihin nähden. Kahi-harkkoseinä tiedostetaan myös Skanskalla kalliimmaksi rakenteeksi. Syy, miksi kohteessa käytettiin kahi-harkkoa, tulee Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimiston ATT suunnitteluohjeesta, missä märkätilat suunnitellaan kivirakenteisina.



Kuva 15. Kalustusta vaille valmis kylpyhuone

Työssä käsiteltiin kahi-harkkoseinän eri työvaiheita ja niiden vaikutusta kustannuksiin sekä miten tehtäväkokonaisuuden kustannuksia olisi mahdollista vähentämään. Rakentaminen on suhdanneherkkä ala, ja erityisesti aikoina, jolloin rakentaminen on vilkasta ja asuntomarkkinat ovat kuumina, ei kilpailu-urakoihin ja yleishyödyllisiin hankkeisiin tahdo saada tekijöitä, koska kohteista saatava kate on pienempi verrattuna omaan tuotantoon. Tämä johtaa tilanteisiin, missä urakkaa tarjoavia rakennusliikkeitä ei välttämättä ole kuin yksi. Tarjoushinta voi kohota lähelle tilaajan kynnystä aloittaa koh-

de, mikä taas voi johtaa tilanteeseen, missä urakkaneuvotteluissa tarkastellaan työvaiheita, missä esim. suunnitelmamuutoksilla olisi mahdollisuus säästää. Märkätilojen seinärakenteet ovat yksi mahdollinen kohta. Kahi-harkkoseinät ovat hyötyihin nähden kalliita toteuttaa, ja ne pitäisi pystyä neuvottelemaan pois ja korvaamaan ne muilla vaihtoehdoilla. Tämä ei vähentäisi pelkästään kustannuksia, vaan myös työnjohdon valvontatehtäviä ja vapauttaisi täten työaika muuhin tehtäviin.

Lähteet

- 1 Tietoa Skanskasta, <<https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/skanska-suomessa/skanska-lyhyesti/>> luettu 12.3.2018
- 2 RT-38406 Kahi-kalkkihiekkatiilet ja -harkot. 2013
- 3 Weber kotisivut <<http://www.e-weber.fi/kahi-tiilet-ja-harkot/>> luettu 2.3.2018
- 4 Sokopro.fi, työmaan projektipankki luettu 16.2.2018
- 5 Ratu KI-6028. Aikataulukirja 2016 RTS Rakennustieto Oy. 2015
- 6 Sarjalaite Oy kotisivut <<http://www.sarjalaite.fi/tuotteet/tiilikarryt/>> luettu 2.3.2018
- 7 Ratu 42-0291. Ohutsaumamuuraus RTS Rakennustieto Oy. 2005
- 8 Ratu KI-6029. Rakennustöiden laatu RTL 2017 RTS Rakennustieto Oy. 2016
- 9 Ratu S-1228. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu RTS Rakennustieto Oy. 2010
- 10 RT 14-11103 SisäRyl 2013 Rakennustietosäätiö RTS Rakennustieto Oy. 2012
- 11 Tukes kotisivut <<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/Kulutustavarat/CE-merkki/>> luettu 10.4.2018
- 12 Tuotannonohjaus TX00BL87-3001 kurssimateriaali. Metropolia AMK, Kimmo Sani
- 13 Ratu 1193-S. Väliseinät ja alakatot Tehtäväsuunnittelu – aliorakka, työkauppa RTS Rakennustieto Oy. 2001