



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Teppo Potapoff

JULKISIVUMUURAUKSEN HAASTEET

Pientalon julkisivumuurausohje työmaamestarille

Tekniikka
2016

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Teppo Potapoff
Opinnäytetyön nimi	Julkisivumuurauksen haasteet — Pientalon julkisivumuurausohje työmaamestarille
Vuosi	2016
Kieli	suomi
Sivumäärä	32 + 6 liitettä
Ohjaaja	Marja Naaranoja

Opinnäytetyön aiheena on julkisivumuurauksen haasteet. Työn tarkoituksena on tehdä pientalon julkisivumuurausohje työmaamestarille. Ohje sisältää tärkeitä asioita, joita työmaamestarin tulee ottaa huomioon julkisivumuurauskohteessa. Huomioitavia asioita ovat tehtäväsuunnitelmaan sisältyvät aikataulu- ja kustannuslaskelmat, materiaalien ja kaluston hankinta sekä logistiikka ja materiaalien varastointi. Lisäksi ohjeessa käsitellään työturvallisuutta, laadunvarmistusta ja kriittisiä pisteitä.

Teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään julkisivumuurauksen vaiheita, muuraustarvikkeita ja kalustoa sekä paikalla muurausta ja elementtimuurausta. Opinnäytetyössä lähteinä on käytetty suomalaisia tietokantoja kuten RT- ja Ratu-kortistoja. Lähteenä on käytetty myös suomalaista kirjallisuutta.

ABSTRACT

Author	Teppo Potapoff
Title	The Challenges of Facade Masonry — Facade Masonry Guide of One-family House for Site Foreman
Year	2016
Language	Finnish
Pages	32 + 6 Appendices
Name of Supervisor	Marja Naaranoja

The topic of the thesis was the challenges of facade masonry. The purpose of this thesis was to make a facade masonry guide of the one-family house for the site foreman. The guide contains important things which should be taken into account in a facade masonry case. Noteworthy things are included in the task plan which are schedule and cost calculations, procurement of materials and equipment and logistics and storage of materials. In addition, guide deals with occupational safety, quality assurance and critical points.

The theoretical framework of the thesis deals with stages of facade masonry, masonry materials, equipment both location of masonry and masonry with prefabricated units. The sources used in thesis are from Finnish databases such as RT- and Ratu-databases, as well as from Finnish scientific books.

Keywords	Facade masonry, cavity wall, facade masonry guide, task plan
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
2	JULKISIVUMUURAUS.....	8
	2.1 Julkisivumuurauksen toteutusprosessi.....	8
	2.2 Julkisivumuurauksen vaiheet.....	8
	2.3 Paikalla muuraus.....	10
	2.4 Elementtimuuraus.....	12
	2.5 Telineet.....	12
	2.6 Muuraustarvikkeet.....	14
3	PIENTALON JULKISIVUMUURAUSSOHJE TYÖMAAMESTARILLE...	16
	3.1 Tehtäväsuunnitelma.....	19
	3.1.1 Kustannus- ja aikataululaskenta.....	19
	3.1.2 Aluesuunnittelu.....	21
	3.1.3 Työturvallisuus.....	23
	3.1.4 Laadunvarmistus.....	25
	3.2 Kriittiset pisteet.....	26
	3.2.1 Tuotannolliset ongelmat.....	26
	3.2.2 Tekniset ongelmat.....	28
	3.2.3 Hankinnan ongelmat.....	28
4	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	30
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET	

KUVALUETTELO

Kuva 1.	Telinekortti	s. 10
Kuva 2.	Julkisivukuvat esimerkkikohteesta	s. 14
Kuva 3.	Pohjapiirustus esimerkkikohteesta	s. 15
Kuva 4.	Leikkauskuva esimerkkikohteesta	s. 15
Kuva 5.	Aluesuunnitelma esimerkkikohteesta	s. 20

LIITELUETTELO

- LIITE 1.** Työtelineen tarkastuspöytäkirja
- LIITE 2.** Potentiaalisten ongelmien analyysi
- LIITE 3.** Aikataululaskenta 1
- LIITE 4.** Aikataululaskenta 2
- LIITE 5.** Kustannuslaskenta
- LIITE 6.** TR-mittauslomake

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä pientalon julkisivumuurausohje työmaamestarille. Työkohteena on yksikerroksinen omakotitalo, jolle tehdään kuorimuuraus. Ohjeessa otetaan huomioon kustannus- ja aikataululaskenta, laadunvalvonta sekä työturvallisuus. Ohjeessa käsitellään myös logistiikkaa ja varastointia.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii opinnäytetyöntekijä itse. Ajatus opinnäytetyön aiheesta tuli työskennellessä julkisivumuurauksen parissa kerrostalotyömaalla. Opinnäytetyön tarkoitus on selventää tehtäväsuunnitelman laadintaa julkisivumuurauksessa. Ohjetta voidaan soveltaa kaikenkokoisissa kohteissa.

Työn teoriaosuudessa käsitellään julkisivumuurauksen vaiheita, paikalla muurausta sekä elementtimuurausta. Lisäksi teoriaosuus sisältää tietoa muuraustarvikkeista, -telineistä sekä -kalustosta.

2 JULKISIVUMUURAUUS

Tiili on ollut yleinen materiaali julkisivurakentamisessa jo ennen teollistumisajan elementtirakentamista. Nykyään julkisivumuuraus on jälleen suosiossa ja vuonna 2005 tiilijulkisivuja oli yli puolet kerrostalojen julkisivuista. Tiilimuurausta suositetaan se kestävyyden ja pitkäikäisyyden takia, muurattu julkisivu on myös huoltovapaa. /1/

Julkisivumuuraus toteutetaan useimmiten kuorimuurina, jolla tarkoitetaan itsensä kantavaa irrallista rakennetta. Kuorimuri sidotaan rakennukseen runkoon muurauksiteillä. Muurauksen ja rungon välissä on eristeet, tuulensuojalevy ja tuuletusrako. Tuuletusraon on oltava vähintään 30 millimetriä, jotta ilma kiertää riittävästi kuorimuurin ja tuulensuojalevyn välissä. /6/

2.1 Julkisivumuurauksen toteutusprosessi

Julkisivumuurauksessa on monia osapuolia. Toteutusprosessissa on mukana arkkitehti, joka valitsee tiilityypit, niiden värit ja limitykset. Arkkitehti on päättämässä julkisivun muodoista ja aukkojen määrästä ja niiden sijoittelusta. /6/

Rakennesuunnittelijan tehtävänä on määritellä julkisivun tekniset yksityiskohdat, joita ovat esimerkiksi aukkojen ylitykset, tuennat, liikuntasaumot ja liitännät muihin rakenteisiin. /6/

Usein pääurakoitsija toteuttaa muuraustyön aliurakoitsijoilla. Materiaalitoimittajat toimittavat muurauksessa käytettävät materiaalit työmaalle ja kalustotoimittaja huolehtii tarvittavan kaluston toimittamisesta ja pystyttämisestä työmaalle. /6/

2.2 Julkisivumuurauksen vaiheet

Julkisivumuurauksen työvaiheet alkavat valmistelevilla töillä. Valmistelevilla töillä huolehditaan, että työmaa-alue on valmis varsinaiselle työlle, esimerkiksi kulku- ja ajotiet sekä sähkö- ja vesiliitännät ovat kunnossa. Lisäksi on huomioitava henkilöstötilat sekä materiaalien ja työvälineiden varastointi. On tärkeää tarkistaa päivittäin teline- ja siirtokaluston kunto sekä materiaalien riittävyys. /1/

Materiaalien kuljetuksessa on huomioitava monia asioita, kuten purkamiseen käytettävä kalusto sekä varastointi tapa. On otettava huomioon, tarvitaanko työmaan omaa nostokalustoa vai onko autossa oma nostolaite. /1/

Varastoinnissa on tärkeää, että tavarat eivät estä työmaan muita töitä, lisäksi ne on oltava helposti siirrettävissä työpisteelle. Varastointialueen on oltava tasainen ja varastoitavat tavarat asetettava siten, etteivät ne aiheuta vaaraa, esimerkiksi kaatamalla. Laastisäkit tulee suojata kosteudelta. /1/

Seuraavana työvaiheena on mittaus, jossa sokkeli mitataan ja merkitään seinälinjojen paikat. Pystytuet asennetaan seinien päihin ulkokulmiin. Pystytukiin tehdään merkinnät tiilijaosta sekä vedetään linjalanka. /1/

Laastia voidaan valmistaa joko perinteisellä tavalla betonimyllyllä tai käyttämällä ruuvisekoittajaa. Työn keventämiseksi ja nopeuttamiseksi on mahdollista käyttää erilaisia siiloja. Siiloa käyttäessä pitää ottaa huomioon, että työmaalla on nostokalustoa mahdollisia täyttöjä ja siirtoja varten. /1/

Työvaiheisiin kuuluu myös telinetyöt. Julkisivumuurauksessa voidaan käyttää joko telinettä tai mastolavaa. Valinnan tekoon vaikuttavat käyttökohde, käyttöaika sekä pystytys- ja purkukustannukset. /1/

Tiilisiirtoihin vaikuttaa käytettävä telinekalusto ja työmaalla oleva nostokalusto. Tavallisesti vaakasiirrot suoritetaan työnnettävällä tai moottoroidulla tiilikärryllä. Laastin siirtoihin käytetään usein kottikärryjä. Materiaalien nostoissa voidaan käyttää kurottajaa, nosturia, mastolavaa tai rakennushissiiä. /1/

Seuraava työvaihe on itse julkisivun muuraus ja saumaus. Julkisivumuurauksessa voidaan käyttää kahta eri tekniikkaa, paikalla muurausta tai elementtimuurausta. /6/

Muuraustyössä tiili- ja laastijätettä tulee sen verran vähän, että se voidaan käyttää täyttöihin työmaalla tai laittaa sekajätteeseen. Puujätteelle on varattu yleensä omat jätelavansa työmaalla. Loput muurauksessa syntyvät jätteet voidaan käsitellä sekajätteenä. /6/

2.3 Paikalla muuraus

Kuorimuuraus aloitetaan tekemällä sokkelin päälle vesieristys kumibitumihuovalla. Tämän päälle asetellaan tiilet siten, että limitys istuu hyvin seinän päätyihin ja aukkoihin. Kumibitumihuopakaistale on tärkeää nostaa kiinni tuulensuojalevyyn, jotta vesi pääsee valumaan pois kuorimuurin takaa. Huopakaistale on kiinnitettävä tiiviisti tuulensuojalevyyn, esimerkiksi liimalla. Tämä siksi, ettei vesi pääse huopakaistaleen ja tuulensuojalevyn väliin. Bitumihuopakaistale estää myös vedenkapillaarisen nousun betonisesta perustuksesta tiilipintaan. /2; 4; 6/

Ensimmäisessä tiilirivissä jätetään joka toinen tai kolmas pystysauma auki, että ilma pääsee kuorimuurin taakse. Samat aukot toimivat myös muurauksen taakse kertyneen veden poistumisreitteinä. Muurauksen aikana on tärkeää huomioida, että ilmaraot eivät tukkeudu laastista. Alimmassa tiilirivissä jätetään joka neljäs tai viides tiili laittamatta paikalleen muuraustyön ajaksi, tämä siksi, että muurauksen taakse pudonnut laasti saadaan poistettua tuoreena. /1; 4/

Limitystä aloittaessa pitää ottaa huomioon tulevat aukkokohdat, esimerkiksi ikkunat ja ovet, jotta näiden ympäristö saataisiin tehtyä kokonaisin tiilin. Limityksillä pyritään tasaamaan muurin sisäistä jännitystä. Limitys vaikuttaa julkisivun ulkonäköön, mutta limitystä suunniteltaessa on otettava huomioon myös kuormitusten jakautuminen. /2/

Kuorimuurauksessa olevien aukkojen ylitys toteutetaan useimmiten valmiilla tiilipalkeilla, joiden käytössä ei tarvita muita tukirakenteita. Tehdasvalmisteinen tiilipalkki on valmiiksi raudoitettu ja se on nopea asentaa. Tiilipalkin hyviin puoliin kuuluu, ettei se erotu muuratusta seinästä. Aukon ylityksen voi tehdä myös täysin muuraamalla, jolloin täytyy rakentaa työnajaksi kunnollinen tuki, joka kestää kuormitusta. Aukkojen ylityksiä voidaan tehdä käyttämällä harjateräksiä, joko laastista valmistetun valesauman sisällä tai työmaalla tehdyssä palkkitiilessä. Harjateräksiä käytettäessä on tärkeää, että teräkset ulottuvat aukon yli vähintään puolen tiilen verran. Ylitys on mahdollista tehdä myös teräsbetonipalkin avulla, mutta tämä on ulkonäköllisesti huono vaihtoehto. On olemassa teräsbetonipalkeja, jotka voidaan päällystää tiilillä, esimerkiksi leukapalkki. /4/

Karmin liittyminen kuorimuuraukseen esimerkiksi betonirunkoisessa rakenteessa täytyy tehdä niin, että liittymiskohdasta tulee mahdollisimman tiivis. Kuorimuurauksessa karmi kiinnitetään esimerkiksi lankkuihin jotka ovat tukevasti kiinni rungossa ja muurauksessa. Puurunkoisessa rakennuksessa karmi on helppo kiinnittää suoraan runkoon ilman, että syntyy kylmäsiltaa. Kuorimuurauksen ilmaraon verhoilu voidaan tehdä usealla eri tavalla riippuen liitoskohdasta. Siinä voidaan käyttää esimerkiksi verhoilulautaa tai tiivistemassaa. /4/

Liikuntasaumoilla estetään muurauksen hallitsematon halkeilu. Halkeilu johtuu lämpötilan, kosteuden ja kuormituksen vaihtelusta sekä perustusten liikkumisesta. Halkeilu voi olla tiilien mukaista porrasmaista halkeilua tai pystysuoraa halkeilua, jolloin myös tiilet ovat haljenneet. Halkeilua voidaan välttää raudoituksilla ja liikuntasaumoilla. Liikuntasauma tehdään kohtaan missä se ei haittaa ulkonäköä. Liikuntasaumaa tehdessä saumaan laitetaan saumanauha, joka peitetään myöhemmin elastisella saumausmassalla. /4/

Kulmatuilla ja linjalangalla varmistetaan muurauksen suoruus pysty- ja vaakatasossa. Kulmatuki kiinnitetään joko perustukseen tai lyömällä maaperään. Kulmatukien tukeminen vinositeillä on tärkeää, jotta ne pysyvät suorassa koko muurauksen ajan. Kulmatukeen merkitään saumajako linjalankaa varten. Linjalankaa nostetaan muurauksen edetessä aina tiilen yläpinnan mukaan. Sääolosuhteet saattavat vaikuttaa kulmatukien suoruuteen, minkä takia ne on tarkistettava päivittäin. Linjalanka kiinnitetään kulmatukiin helposti avattavilla solmuilla, jotta siirtäminen on nopeaa ja helppoa. Lanka voidaan tarvittaessa tukea myös keskeltä. /2/

Saumuksella tarkoitetaan muurasaumojen tiivistämistä ja tasoittamista haluttuun muotoon. Saumaus tehdään saumausraudan ja muuraukauhan avulla. Saumuksessa ylipursunut laasti poistetaan ja laasti tiivistetään tiilipinnalle estämään vedenpääsy rakenteen sisälle. Saumoilla on suuri vaikutus julkisivun ulkonäköön. Saumamuotoja on monenlaisia, kaikki muodot eivät sovellu ulkoseinään. Sauman saa painaa korkeintaan kolmen millimetrin syvyyteen. Saumaus tehdään muutaman minuutti muurauksen jälkeen, kun laasti on vielä kostea, tätä kutsutaan välittömäksi

saumaukseksi. Jälkisaumausta suositellaan vain sisätiloihin, koska siinä saumaus jätetään vajaaksi tai kaavitaan pois, tämä heikentää rakennetta. /2/

2.4 Elementtimuuraus

Elementtimuurauksella tarkoitetaan tehtaassa valmistettujen tiielementtien käyttämistä julkisivussa. Tiielementit valmistetaan vaakatasossa latomalla tiilet rasterin päälle. Rasteri on listoista valmistettu ruudukko, joka määrittelee tiielementin saumat ja limityksen sekä pitää tiilet paikoillaan valun ajan. Tiilet ladotaan julkisivupuoli alaspäin muovikalvon päälle, jonka tehtävänä on suojata tiiliä likaantumiselta. Elementteihin laitetaan raudoitukset ylimpään ja alimpaan vaakasaumaan sekä reunimmaisiiin pystysaumoihin. Reunimmaisiet raudat toimivat myös nostorautoina. Saumat valetaan sementtilaastilla. Saumauksen kuivuttua elementit voidaan nostaa pystyasentoon varastointia ja asennusta varten. /7/

Elementtimuurauksena pidetään myös tiiliverhoiltujen kuorielementtien käyttämistä. Kuorielementit ovat yleensä 40–90 millimetriä paksuja ja pinta-alaltaan korkeintaan 20 neliometriä. Kuorielementit kiinnitetään rakennuksen runkoon ruostumattomilla ja kosteus- ja lämpöliikettäkestävillä kiinnikkeillä. Elementtien väliset saumat voidaan tehdä saumanauhoilla tai elastisilla saumausaineilla. Tiilielementtien saumauksella vältetään veden pääsy rakenteisiin ja se yhdistää elementit toisiinsa. Saumauksella on vaatimuksena, että se kestää julkisivun liikkumisen, sääolosuhteet sekä auringon säteilyn. Saumojen on oltava myös tarpeeksi pitkäikäisiä ja täyttää ulkonäölliset vaatimukset. /8; 10/

2.5 Telineet

Työmaalle on järjestettävä määräysten mukaiset telineet mahdollistamaan turvallisen työskentelyn ja liikkumisen työkohteeseen. Muuraustöissä käytettävistä telineistä on tehtävä telinesuunnitelma, joka sisältää tiedot telineiden sijainnista, tukemisesta ja kiinnittämisestä rakenteisiin. Lisäksi suunnitelmassa on mainittava telineiden käyttöohjeet ja mahdolliset hissit ja kulkuportaat sekä katokset ja suojakaitteet. Telineille pitää tehdä käyttöönottotarkastus täyttämällä Työtelineen tarkastus-

Työmaatelineitä on moneen käyttöön, muuraustelineet kuitenkin eroavat muista julkisivutelineistä niiden suuren kuormankantokyvyn takia. Muuraustelineet eroavat myös telineen seinän puolelle asennettävien syvennyslevikkeiden takia. Levikkeiden avulla saadaan telineen ja seinän väli pienemmäksi esimerkiksi eristyksen asentamisen ajaksi, tällöin rako ei ylitä 25 senttimetriä seinän ollessa ohuempi. Eristysvaiheen jälkeen levikepalat poistetaan, jotta kuorimuuri päästään tekemään. /13/

2.6 Muuraustarvikkeet

Tiilet ovat suorakulmaisia rakennuskappaleita, joista käytetään myös nimeä muurauskivi. Tiilet ovat usein pienikokoisia ja helposti käsiteltäviä. Tiiliä valmistetaan monista eri raaka-aineista eri menetelmillä. Yleisimpiä julkisivumuurauksessa käytettyjä tiiliä ovat poltetut tiilet ja kalkkihiekkatiilet. Tiiliä on saatavana myös tulenkestävinä, haponkestävinä, betonisina ja luonnonkivinä. /2/

Laasti valmistetaan sideaineista, runkoaineista ja vedestä. Laastia käytetään saumauksessa muuratessa. Laastin tehtävänä on pitää tiilet yhdessä ja lujittaa rakennetta. /2/

Kuorimuuria muuratessa muuraus sidotaan seinärakenteisiin muuraussiteillä. Muuraussiteiden pitää olla korroosiosuojattuja ja niiden pitää kestää kuormia. Yleensä ne ovat ruostumatonta terästä tai messinkiä ja niiden täytyy olla vähintään 4 millimetrin paksuisia. Muuraussiteitä pitää olla vähintään 4 kappaletta neliometrillä, ellei toisin suunnitelmissa mainita. Muuraussiteitä asentaessa täytyy ottaa huomioon tuulen paine ja muurauksen taakse syntyvä imu. /4; 5/

Kuorimuurauksessa käytetään myös raudotteita estämään rakenteen taipumista ja murtumista. /5/

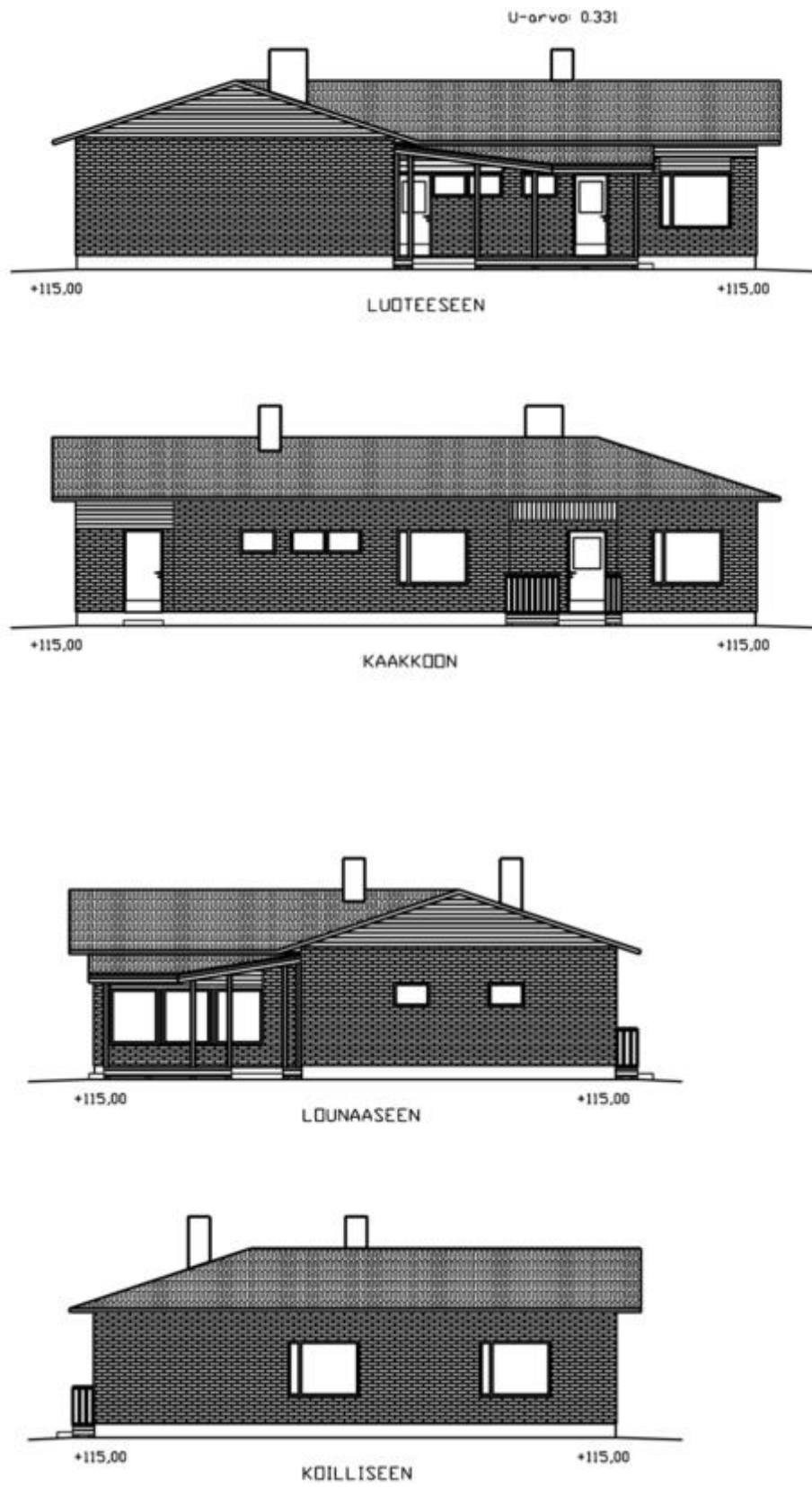
Muurarin työvälineisiin kuuluu erilaiset muurauskauhat. Muurauskauhoja on omansa laastin levittämiseen ja viimeistelytyöihin. Tärkeimpiin työkaluihin kuuluu myös muurarinvasara, jolla tiilet saadaan oikean kokoisiksi ja muotoisiksi. Harjat ja pensselit on tarkoitettu saumauksen jälkeiseen puhdistukseen ja huolitteluun. Linjalanka ja vesivaaka ovat muurarin tärkeimpiä välineitä, jotta linjat pysyvät suorassa. Merkkkausnarulla saadaan merkittyä linjat eri pintoihin. /4/

Muuratessa tarvitaan myös saumaustyökaluja, joita ovat saumausraudat. Pysty- ja vaakasaumoille on omat saumausraudat. Pystysaumalle on lyhyt ja vaakasaumalle pitkä rauta. Saumausraudat ovat yleensä nailonilla pinnoitettua terästä. Saumausrautoja on eriprofiilisille saumoille. On mahdollista tehdä myös jälkisaumaus, jolloin työvälineenä käytetään saumaspeltiä. /4/

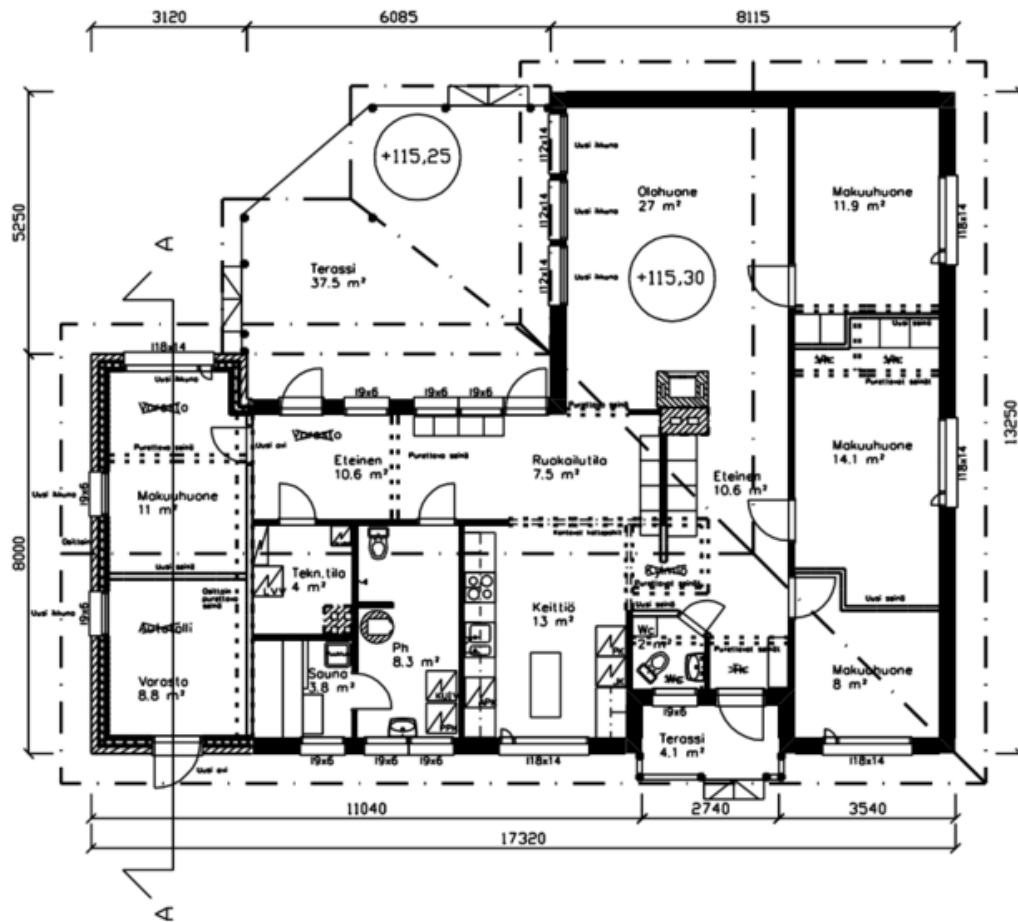
3 PIENTALON JULKISIVUMUURAUSSOHJE TYÖMAAMESTARILLE

Julkisivumuurauksen suoritusohje on suunnattu työmaamestarille, ohjeessa käsitellään pientalon kuorimuurauksen aikataulua sekä kustannusta. Suoritusohjeessa käytetään esimerkkitapauksena Piirtotalon yksikerroksista tiilivuorattua pientaloa. Esimerkin talo on oleellinen ainoastaan julkisivujen mittoja tarkasteltaessa. Kuvista poiketen seinät muurataan kokonaan lukuun ottamatta päätykolmioita. Julkisivumuurauksen laskennallisessa osassa otetaan huomioon muurattava pinta-ala, nurkkien määrä sekä aukkojen koot ja niiden määrä. Tapauksessa talon ajatellaan sijaitsevan pientaloalueella Vantaalla ja talon ympärillä olevan riittävästi varastointi- ja työskentelytilaa. Julkisivumuurauksen suoritusohjetta voidaan soveltaa myös suuremmissa kohteissa.

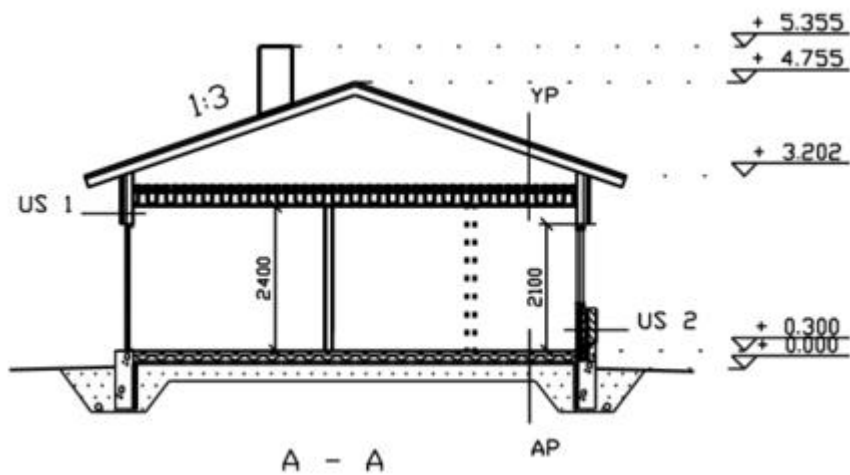
Esimerkkitalo on noin 140 neliömetriä asuinpinta-alaltaan ja siinä on muurattavaa seinäpinta-alaa 163,93 neliömetriä. Kokonaispinta-alasta on vähennetty aukkojen pinta-alat. Talossa on 17 ikkunaa ja neljä ovea, ulkonurkkia talossa on yhteensä 12 kappaletta. /17/



Kuva 2. Julkisivukuvat esimerkkikohteesta. /17/



Kuva 3. Pohjapiirustus esimerkkikohteesta. /17/



Kuva 4. Leikkauskuva esimerkkikohteesta. /17/

3.1 Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnitelma on toteutusmalli, jolla seurataan työvaiheita pidemmältä ajalta. Hyvin tehty tehtäväsuunnitelma helpottaa hahmottamaan työkokonaisuuden ja tekemään viikkosuunnitelmia. Tehtäväsuunnitelman tavoitteena on saavuttaa ajalliset ja taloudelliset tavoitteet sekä ylläpitää laatua. Tehtäväsuunnitelma sisältää tarkennuksia työsisällöstä ja siinä määritellään budjetti ja aikataulu. Tehtäväsuunnitelmassa käsitellään myös potentiaalisia ongelmia ja niiden ennaltaehkäisyä. Lisäksi siinä määritellään koneiden ja laitteiden tarve, materiaalien kuljetus ja varastointi sekä jätteiden lajittelu ja poisvienti. Tehtäväsuunnitelmassa määritellään työtavat ja -menetelmät sekä työturvallisuusasiat. /11/

3.1.1 Kustannus- ja aikataululaskenta

Kustannus- ja aikataululaskentaa tehdessä on varmistettava, että pysytään tavoitearvion rajoissa. Tavoitearvioon on kerätty kustannusarvio vanhojen laskenta-arvojen ja työmenetelmien perusteella. Ennen työn aloittamista kustannusarvio on tarkennettava ja varmistettava, että hinnat ovat totuuden mukaiset. Töiden hinnat saadaan aliurakoitsijoilta niiden varmistuttua. Materiaalien ja niiden kuljetuksen kustannukset tarkistetaan materiaalityöimittajalta. Mikäli kustannustavoite on arvioitu liian pieneksi jo töiden ollessa käynnissä, täytyy miettiä tapaa, jolla kustannuksissa voidaan säästää, jottei kokonaiskustannukset kasvaisi. /11/

Esimerkkitalon muurauksen kustannuslaskentaan on käytetty Piirtotalon piirtämien kuvien mittoja ja määriä. Materiaalien hintoja laskiessa on yksikköhinnat selvitetty Wienerbergeriltä ja näiden mukaan on saatu laskettua kokonaismäärät ja -hinnat. Kuljetuksen kustannukset määräytyivät kuorman painon ja kuljetusmatkan pituuden mukaan. Kuljetuksen ajateltiin tapahtuvan Lappilasta Vantaalle. Työmaatelineiden hinnat on saatu Ramirentiltä, teline on terästelinepaketti omakotityömaalle. Työmaalla ajatellaan olevan koko ajan kaksi työntekijää, työntekijöiden palkoissa on huomioitu sosiaalikulut.

Muurauksessa syntyvää tiili- ja laastijätettä muodostuu sen verran vähän, että se voidaan lajitella sekajätteenä tai käyttää täytemaana. Työssä syntyvät muutkin jätteet ovat sekajätettä, näin ollen tarvitaan vain yksi jätelava. Esimerkkitapauksessa jätelavan hinnat on saatu Vaihtolavacom Oy:ltä. Tiilistä ja laastista on laskettu materiaalihukan paino Ratusta saadun hukkaprosentin mukaan, jätelainon on laskettu lisäksi tiilikuormassa tulevien puualustojen paino. Hukkaprosenttina on käytetty Ratussa mainittua maksimi hukkaa, jotta materiaalit riittävät varmasti. /1/

Aikataululaskennassa on määritelty tuotantonopeus, työmaakohteen välitavoitteet sekä aloitusajankohta ja eri työvaiheiden kesto. Aikataululaskennan tavoitteena on varmistaa ajallisten tavoitteiden saavuttaminen. Aikataulusuunnittelussa täytyy ottaa huomioon erityövaiheiden määrä. Opinnäytetyön esimerkkitapauksessa eri työvaiheita ovat muun muassa telineiden pystytys ja purku, välineiden ja materiaalin siirto ja varastointi, itse muuraus sekä siivous. Aikataululaskentaa tehdessä on otettava huomioon työryhmän koko ja työvaiheiden sujuva limittäminen. Tällä pyritään estämään työn hetkellinen pysähtyminen. Mikäli aikataulu on arvioitu liian tiukaksi, voidaan aikataulussa pysymiseen vaikuttaa eri tekijöillä, esimerkiksi muuttamalla työryhmän kokoa, työmenetelmää tai -järjestystä. /11/

Esimerkkikohteen aikataululaskenta (LIITE 3.) on tehty Ratun työmenekkien ja esimerkkitapauksen pinta-alojen mukaan. Oletuksena on, että työryhmän koko jokaisessa työvaiheessa on kaksi työntekijää. Työ on jaettu työkohteisiin, joiden menekit on saatu Ratusta työntekijätunteina neliometriä kohden. Kokonaistyömenekki saadaan ottamalla huomioon suoritemääräkerroin, mikä on 1,1 alle 200 neliometrin muurauspinta-alassa. Työntekijän työsaavutus työvuoron aikana (m^2/tv) saadaan jakamalla työvuoron sisältämät kahdeksan tuntia kokonaistyömenekillä (tth/m^2). Työryhmän ollessa kaksi työntekijää on työsaavutus kaksi kertaa suurempi kuin yhden työntekijän työsaavutus. Kokonaisneliömäärä jaetaan työryhmän työsaavutuksella, näin saadaan työn kesto työvuoroina.

Toisessa aikataululaskenta vaiheessa (LIITE 4.) työvaiheet jaetaan suurempiin kokonaisuuksiin, jotka ovat telinetyöt, muuraustyöt ja aputyöt. Tällä tavoin voidaan ryhmitellä työvaiheet ja käyttää niitä apuna työvaiheiden limityksiä suunniteltaessa.

Esimerkkitapauksessa ei ole limittäisiä töitä vaan kaksi työntekijää tekee kaikki työvaiheet. Isommissa kohteissa joissa on meneillään useampi työvaihe samaan aikaan, voidaan työvaiheita limittämällä lyhentää kokonaiskestoa.

3.1.2 Aluesuunnittelu

Aluesuunnittelu on osa tuotannosuunnittelua, se koostuu yleis- ja rakentamisvaiheen suunnittelusta, aluesuunnitelman laadinnasta sekä työmaa-alueen käytön suunnittelusta. Aluesuunnittelun tarkoitus on tehdä työmaan eri vaiheista sujuvampia. Aluesuunnittelu tehdään toteutussuunnittelu- ja urakkalaskentavaiheessa, kun tiedetään toteutustapa ja työmenetelmät. Aluesuunnitteluvaiheessa otetaan huomioon työmaa-alueen käyttö koko rakentamisen aikana. Tuotannosuunnitteluvaiheessa työmaa-alueen käyttö suunnitellaan ja siitä tehdään aluesuunnitelma. Aluesuunnitelma on pääurakoitsijan tekemä suunnitelma, jossa näkyy logistiikkajärjestelyt, varastointi sekä työ- ja turvallisuusjärjestelyt. Aluesuunnitelmaan on päivitettävä mahdolliset muutokset. /15/

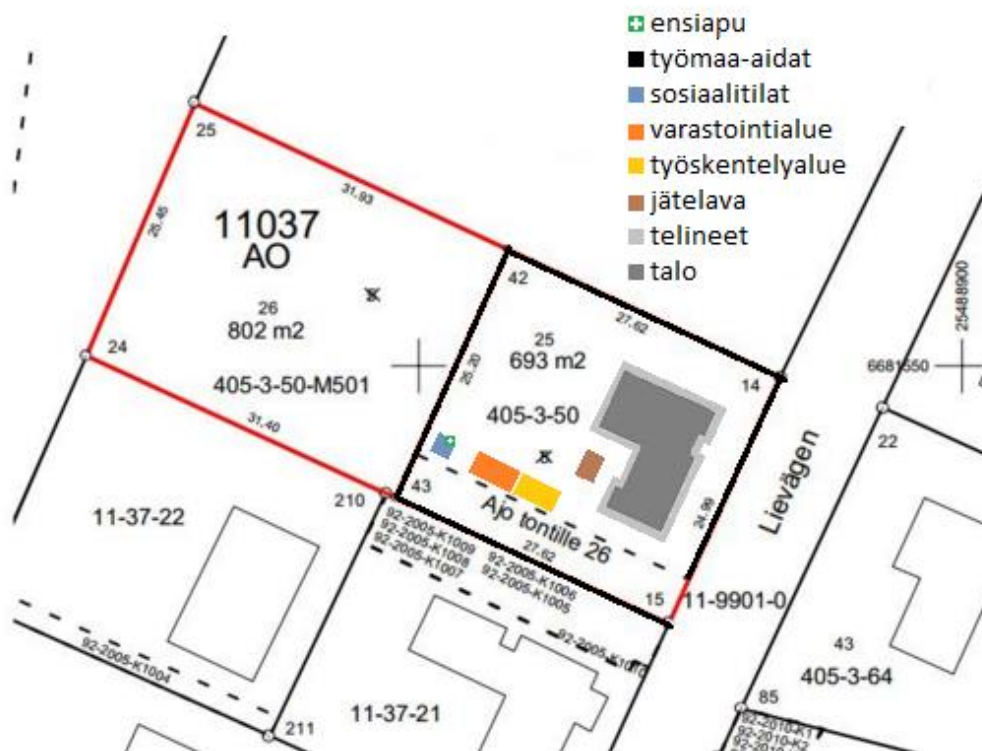
Työmaan alkaessa täytyy työmaa-alue olla rajattuna aidoilla, mikäli työmaa sijaitsee kaupunki- tai taajama-alueella. Sisääntuloportin yhteyteen on kiinnitettävä työmaataulu. Työn alkaessa määritellään myös työntekijöiden ja toimihenkilöiden määrä ja niiden tarvitsemat työmaatilat. Suunnitellaan työmaatilojen sijainnit sekä kulkureitit niiltä työpisteille. Kulkureitit yritetään sijoittaa niin, että jalankulku ei risteäisi teiden ja nostoreittien kanssa ja olisi muutenkin mahdollisimman turvallinen kulkea. Työmaatilat on asetettava tukevalle maaperällä ja niihin on kytkettävä työnaikaiset vesi-, viemäri-, sähkö- ja tietoliikenneliittymät. /15/

Työmaan teitä suunniteltaessa on otettava huomioon niiden sijainti, kantavuus sekä riittävä leveys. Pyritään välttämään teiden sijoittamista alueelle, mihin on tulossa kaivantaja. Työmaaportin on oltava suljettava ja lukollinen sekä portin läheisyyteen on kiinnitettävä opastetaulu työmaaliikenteelle, lisäksi teiden paino- ja korkeusrajoitukset on ilmoitettava liikennemerkeillä. Työmaalle on järjestettävä läpikulku tai kääntöpaikka raskaille ajoneuvoille. /15/

Työmaan jätehuolto järjestetään siten, että jokaiselle jätelajille on oma lavansa. Lavat sijoitetaan siten, että niille on helppo pääsy ja ettei jätteitä tarvitse kuljettaa valmiiden työalueiden läpi. Jätepisteet ilmoitetaan opastetauluilla. /15/

Aluesuunnitelmassa on kerrottu työmaan nosto- ja siirtojärjestelyt. Suunnitelmassa täytyy huomioida nostureiden sijainti, nostokyky sekä nostoulottuvuus. Nostureiden sijaintia suunniteltaessa on otettava huomioon maapohjan riittävä kantavuus ja mahdollinen vahvistustarve. Ohjeen esimerkkitapauksessa tiilet siirretään varastoalueelta työpisteelle käsin siirtein. /15/

Työmaa-alueelle suunnitellaan lastaus- ja purkualue, joka on varastointialueen lähellä. Lastaus- ja purkualueella pitää olla riittävästi tilaa purkamisessa tarvittaville nosto- ja siirtolaitteille. Alueelta on oltava myös hyvät kulkureitit työmaan sisäisiä siirtoja varten. Varastointia varten on oltava oma alue, missä rakennustarvikkeet ja materiaalit saadaan suojaan. Varastointialueen pohjan kantavuus on varmistettava aluesuunnitelmaa tehdessä, lisäksi on huomioitava varastointialueen aitaus. Palavat aineet on sijoitettava eristettyyn varastoon ja räjähdysherkkien aineiden on oltava lisäksi lukitussa tilassa. /15/



Kuva 5. Aluesuunnitelma esimerkkikohteesta. /20/

Esimerkkikohteen aluesuunnitelma on tehty Vantaan kaupungin nettisivuilta löydyntä asemakaavaa hyödyntäen. Kyseessä oleva tontti on pinta-alaltaan 693 neliometriä. Aluesuunnitelmaan on sijoitettu työmaalle oleelliset tilat, kuten sosiaalitalat, varastointialue, työskentelyalue sekä kohteen talo ja tätä ympäröivät telineet. Työskentelyalueella sijaitsee myös työmaan vesipiste muun muassa laastinvalmistusta varten. Ensiapupiste sijaitsee sosiaalitalan yhteydessä ja se on merkitty ensiapumerkillä aluesuunnitelmaan. Jätelava on sijoitettu keskeiselle paikalle jätteen kuljetuksen helpottamiseksi. Jätelava sijaitsee myös helposti noudettavassa paikassa. Tonttia kiertää työmaa-aita, sillä työmaa sijaitsee taajama-alueella.

3.1.3 Työturvallisuus

Muuraustöissä on paljon erilaisia turvallisuusriskejä. Muuraustöiden riskit voidaan jakaa fysikaalisiin, kemiallisiin, terveydellisiin, mekaanisiin, biologisiin ja organisatorisiin. /3/

Fysikaalisia riskejä muurauksessa on esimerkiksi tiilien leikkaamisesta syntyvä melu. Mekaanisina riskeinä on putoaminen, silmiä vahingoittavat materiaalit sekä putoavat esineet. Kemiallinen riski on pöly ja laastin aiheuttama ihoärsytys. Terveystieteellisiä riskejä ovat epäergonomiset työskentelyasennot. Biologisia riskejä on homesienten itiöt tai bakteerit joita saattaa ilmetä julkisivukorjauksissa. /3; 6/

Tapaturmien välttämiseksi on ensin tehtävä riskien arviointi, missä tunnistetaan työssä aiheutuvia vaaratilanteita. Riskien tunnistamisen jälkeen pyritään minimoimaan riskit ennaltaehkäisevillä toimenpiteillä. Riskien seuranta ja vahingoista oppiminen on tärkeää työturvallisuuden parantamisen kannalta. /3/

Työntekijöiden henkilökohtaisiin suojavarusteisiin kuuluu kypärä, suojalasit, huomioväriset työvaatteet sekä turvakengät. Laastia valmistaessa tulee käyttää myös hengityssuojaimia. Mikäli työskentely tapahtuu alueella missä ei ole mahdollista asentaa turvakaidetta, on työntekijän käytettävä turvavaljaita. Tapaturmien välttämiseksi on kiinnitettävä huomiota myös työskentelyasentoon. /18/

Työmaalla täytyy olla ensiapupätevyyyden omaava henkilö sekä ensiapukaappi. Ensiapukaappi on oltava merkittynä työmaan aluesuunnitelmaan. Työskentelyalue on pidettävä puhtaana jätteistä ja työkaluista sekä kulkureitit vapaina kululle. Talvisin on huolehdittava jään ja lumen poistamisesta. Mikäli työmaalla on raskastakalustoa kuten kuorma-autoja ja nostureita, on maaperän kantavuus varmistettava hyvissä ajoin. /18/

Työmaalla tehdään viikoittain TR-mittaus työnjohtajan ja työsuojeluvaltuutetun toimesta. TR-mittauksella saadaan yleiskuva työmaan siisteydestä ja turvallisuudesta. TR-mittauslomake on jaettu lohkoihin turvallisuuteen vaikuttavien asioiden mukaan, joita ovat esimerkiksi työskentely, koneet ja välineet sekä järjestys ja jätteenhoito. Lisäksi TR-lomakkeessa on huomioitu telineet, kulkusillat ja tikkaat sekä valaistus ja sähkö. Mittausta tehtäessä työmaa kierretään alueittain ja jokaisesta merkitään tukkimiehen kirjanpidolla niin sanotut oikeat ja väärät havainnot. Oikeamerkintä laitetaan, jos alue tai työntekijä täyttää turvallisuusmääräykset. Kierroksen jälkeen oikeat ja väärät lasketaan, jotta saadaan TR-taso prosentteina. /19/

3.1.4 Laadunvarmistus

Muuraustyössä laadunvarmistus kohdistetaan koko työvaiheeseen, mikä sisältää kaikki siihen sisältyvät työt, esimerkiksi itse muuraus, saumaus, aukkojen tekeminen, tartunnan sidonnat sekä jätteet ja siivous. /6/

Laadunvarmistuksen tavoitteena on, että työ vastaa piirustuksien, ohjeiden, työselityksen ja yleisien standardien mukaisia vaatimuksia. Laadunvarmistusta varten tehdään laatusuunnitelma, joka sisältää työtä edeltävät sekä työn aikaiset ja jälkeiset laadunvarmistustoimenpiteet. /6/

Ennen muurauksen aloittamista pidetään suunnitelmakatselmus, jossa käydään suunnitelmat läpi yhdessä suunnittelijoiden, rakennuttajan, pääurakoitsijan ja muuraustyöntoteuttajan kanssa. Katselmuksen tarkoituksena on, että tiedot siirtyvät suunnittelijoilta työn tekijöille. Suunnitelmakatselmuksessa arvioidaan suunnitelmien toteuttamiskelpoisuus ja virheettömyys. Toleranssit on myös oltava mietittynä. Korjauksia pystytään tekemään 2-3 mm/sauma. /1; 6/

Laadunvarmistamiseksi on tärkeää, että työntekijät on perehdytetty hyvin työtehtävään ja he tietävät mitä pitää tehdä. Ennen työnaloittamista on tutustuttava myös käytettäviin materiaaleihin. Usein tehdään mallityö nähtäväksi, joka hyväksytään ennen varsinaista muuraustyötä, näin varmistetaan, että työn laatu on haluttua. Työn laatua seurataan myös työn edetessä verraten muun muassa hyväksytyyn malliin. Poikkeavuudet ja laatua heikentävät tekijät kirjataan ylös työmaapäiväkirjaan. Laatua seurannassa ulkonäöllisten vaatimusten lisäksi kiinnitetään huomiota saumojen tiiviyyteen ja tuuletusraon puhtaanapitoon. Ennen työn aloittamista tarkastetaan telineet ja kuorimuorin taakse jäävän seinän eristeet ja tuulensuojalevyt. /1; 18/

Työn aikana tapahtuvaan laadunvarmistukseen sisältyy telineiden ja koneiden sekä laitteiden kunto. Lisäksi varmistetaan, että työntekijöillä on käytössään asianmukaiset henkilökohtaiset suojavarusteet. Työn aikana seurataan muurauksen pysty- ja vaakasuoruutta sekä tasaisuutta ja limitystä. Muuratessa varmistetaan, että ilma ja kosteus pääsevät poistumaan rakenteista. Liikuntasaumojen tulee myös olla

suunnitelmien mukaiset. Muuratessa on tärkeää, että tiiliä otetaan eri letkoista, jotta värieroja saataisiin häivytettyä. Työn lopussa suoritetaan muurauksen asianmukainen puhdistus. /1/

Muuraustyön jälkeen tehdään lopputarkastus, jossa katsotaan, että muuraustyö täyttää sopimuksessa laaditut laatuvaatimukset. Muuratun rakenteen tärkein arviointikriteeri on ulkonäkö. Mikäli muuratussa rakenteessa on vahingoittuneita tai likaantuneita kohtia, ne on korjattava ja puhdistettava. /1/

3.2 Kriittiset pisteet

Tehtäväsuunnitelmaa tehdessä on otettava huomioon rakentamisen eri vaiheissa mahdollisesti esiintyviä ongelmia. Kun ollaan tietoisia mahdollisista ongelmista ja riskeistä, voidaan pyrkiä ennaltaehkäisemään niitä. Tehtäväsuunnitelmaan sisältyy potentiaalisten ongelmien analyysin tekeminen. Potentiaalisten ongelmien analyysissä määritellään työtehtävän toteutusta haittaavat tekijät. Analyysia tehdessä voidaan miettiä samanlaisissa työkohteissa aiemmin esiintyneitä ongelmia. Lisäksi pohditaan ongelmien todennäköisyyttä ja seurauksia sekä miten seuraukset minimoitaisiin. Potentiaaliset ongelmat voidaan jakaa kolmeen ryhmään, joita ovat tuotannolliset, tekniset ja hankinnalliset ongelmat. /11/

3.2.1 Tuotannolliset ongelmat

Tuotannolliset ongelmat ovat yhteyksissä aikatauluihin, sääolosuhteisiin, taloudelliseen tulokseen, tuotannon ohjaukseen sekä sopimuksiin. Tuotannolliset ongelmat liittyvät välillisesti työmaan valmistumiseen suunnitelmien mukaan. /11/

Tuotannon ongelmana voi olla vioittunut materiaali kuten rikkoutuneet tai laadullisesti vialliset tiilet, mikä johtaa uusien tiilien tilaamiseen, jolloin aikaa kuluu ja hävikki on suuri. Ongelmalta voidaan välttyä, varastoimalla ja käsittelemällä tiiliä oikein. Mikäli materiaalit ovat vioittuneet kuljetuksessa tai tehtaalla, siirtyy korvausvastuu materiaalin toimittajalle. Työntekijöiden puute saattaa aiheuttaa sen, että muut työvaiheet tai työmaan valmistumisen viivästyy. Tämä voidaan estää hyvällä työsuunnittelulla ja ennakoimisella. Tuotannollisena ongelmana voi olla myös vir-

heellinen rakentaminen, jolloin joudutaan purkamaan ja tekemään työvaihe uudelleen. Virheellinen rakentaminen estetään ennakoinnilla, suunnitelmien seurannalla, hyvällä työnvalvonnalla ja perehdyttämisellä.

Huonot sääolosuhteet hidastavat työtä ja aikataulua sekä työn laatu saattaa kärsiä. Ennaltaehkäisyä toimii sääsuojaus ja materiaalivalmistajan ohjeiden noudattaminen. Talviolosuhteet hankaloittavat muuraustöitä. Pakkasella on vaikutusta laastin kovettumiseen ja on vaarana, että se jäätyy. Laastin vaurioituminen estetään lämmittämällä vesi ja tiilet sekä käyttämällä tarvittavia lisäaineita. Rakenne saa jäätyä aikaisintaan kahden vuorokauden kuluttua muurauksesta. /6/

Talvimuurausta voidaan tehdä ilman lämmitettyä suojaa -15 °C:een asti. Kuitenkin 0 °C:n alittavassa lämpötilassa muuratessa on noudatettava RakMK:n eli Rakentamismääräyskokoelman Ohjeet 2007 B8 – julkaisun sisältäviä ohjeita ja rajoituksia. /2/

Sääolosuhteiden aiheuttamien riskien takia talvimuurauksessa on oltava siihen koulutettu henkilö johtamassa ja valvomassa työtä. Muurauksessa käytettävät materiaalit on säilytettävä vähintään puolilämpimässä suojassa. Muuratessa on huomioitava, että liiallinen vesi ehtii haihtua ennen jäätymistä tai veden määrä on vähäinen. Tällä pystytään estämään laastin hajoaminen veden tilavuuden kasvaessa. /2/

Talvimuurauksessa on tärkeää käyttää siihen sopivia tiiliä. Parhaiten kylmissä oloissa muuraamiseen sopii huokoiset tiilet, joilla on hyvä vedenimukyky. Tiilien on oltava kuivia ja ne eivät saa olla lumisia tai jäisiä. /2/

Talvimuuraus on lähes samanlaista kuin muuraaminen kesäolosuhteissa. Talvella täytyy huolehtia laastin lämpötilasta esimerkiksi säteilylämmittimillä. Saumauksessa on käytettävä välinettä joka jättää karheen pinnan. /2/

Muurauksen jälkeen julkisivun suojaaminen sääolosuhteilta on tärkeää. Julkisivun kastuminen ja liian nopea jäätyminen on estettävä. Työn keskeytyessäkin muuratava rakenne on suojattava. /2/

3.2.2 Tekniset ongelmat

Teknillisiin ongelmiin sisältyy työsuoritukset tai rakenneosat, jotka vaativat todella tarkkaa teknillistä osaamista ja ammattitaitoa. Teknilliset ongelmat voivat vaikuttaa työn tuotteen laatua heikentävästi. Teknisiltä ongelmilta voidaan välttyä, jos ne on selvitetty työsuunnitelmissa ja -selostuksissa. Lisäksi ammattitaidolla ja aiemmalla kokemuksella on suuri merkitys ennaltaehkäistäessä teknisiä ongelmia. /11/

Tämän opinnäytetyön esimerkkitaloa muurattaessa teknisiä ongelmia voivat olla tuulensuojalevyjen ja eristeiden vaurioituminen, jotka hidastavat muurauksen aloittamista. Ongelmia voi ilmetä myös myöhemmin takuukorjauksien kanssa, jos epäilään eristeiden tai tuulensuojalevyn olleen vaurioitunut ennen muurausta. Kyseinen ongelma voidaan torjua tarkastuksilla ja valokuvaamisella ennen muurausta. Toinen ongelma voi olla puutteellinen tuuletusrako tuulensuojalevyn ja kuorimuurin välissä. Ongelma voidaan ennaltaehkäistä putsaamalla rakoon pudonnut laasti heti muurausvaiheessa sekä asentamalla tarpeeksi pitkät muuraussiteet, jotta tuuletusrako jää tarpeeksi suureksi. Ikkunoiden kohdalla tuuletusrako tulee myös huomioida ikkunadetaljeja suunnitellessa. Ikkunan päälle asennetaan tiilipalkki, joten palkin päälle muurattavien tiilien joka kolmas pystysauma jätetään muuraamatta, jotta ilma pääsee kulkemaan kuorimuurin taakse. Saumojen linjat voivat myös olla ongelma, jos ne eivät ole suorassa. Epäsuorat linjat joudutaan korjaamaan purkamalla muurausta ja muuraamalla seinä uudestaan. Ongelma voidaan ennaltaehkäistä huomaamalla mahdolliset virheet ajoissa ja mittaamalla linjat tarkasti. Muuratun pinnan likaantuminen on myös yksi ongelma, jolloin likaantunut materiaali on uusittava. Pinnan likaantuminen estetään suojaamalla pinta.

3.2.3 Hankinnan ongelmat

Hankinnan ongelmiin sisältyvät lähtötietojen oikeellisuuden varmistus, tuotesuunnitelmat, tulevien materiaalitoimitusten oikeellisuuden ja oikea-aikaisuuden varmistus. Hankinnalliset ongelmat ovat yhteydessä tuotannollisiin ongelmiin. Hankinnallisia ongelmia esiintyy paljon ja niiden aiheuttavat seuraukset ovat haitallisia. /11/

Hankinnan ongelmia voi olla materiaalin tai työntekijän puuttuminen, mikä hidastaa muiden työvaiheiden aloittamista tai työmaan valmistumista. Suuri materiaalihukka tai alimitoitettu materiaalitilaus voi johtaa kustannusten ylittymiseen tai työn keskeytymiseen sekä aikatauluongelmiin materiaalien loppuessa. Ongelmat voidaan ennaltaehkäistä tekemällä tilaukset oikeaan aikaan ja varmistamalla, että materiaalityömitukset tulevat ajoissa. Lisäksi on tärkeää varastoida ja suojata materiaalit oikein sekä noudattaa materiaalien käyttöohjeita töitä tehdessä. Laasteista on hyvä tarkistaa niiden käyttöikä.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä julkisivumuurausohje pientalotyömaan työmaamestarille. Ohjeessa käydään läpi tehtäväsuunnitelma sekä työmaan kriittiset pisteet. Tehtäväsuunnitelma sisältää aikataulu- ja kustannuslaskennan, aluesuunnitelman, laadunvarmistuksen sekä työturvallisuusasiat. Kriittisissä pisteissä käsitellään tuotannollisia, teknisiä sekä hankinnallisia ongelmia ja näiden ennaltaehkäisyä.

Julkisivumuuraustyömaan johtamisessa on tärkeää, että työmaamestari on tietoinen eri työvaiheista sekä näiden kestosta ja kustannuksista. Työmaamestarin on valvottava, että työmaalla noudatetaan työturvallisuusmääräyksiä ja ohjeita. Laadunvarmistus on myös oleellinen osa työmaamestarin työnkuvaa.

LÄHTEET

- /1/ Laine, M., Karilainen, J. 2003. Kivitalo. Muuratut julkisivut. 107, 118, 122-123. Helsinki. Libris Oy.
- /2/ Kavaja, R. 2010. Muuraustyöt. Seinämuuraus. 10, 25, 44, 56-57, 72, 84, 87. Tampere. Tammerprint Oy.
- /3/ Työturvallisuuskeskus. 2014. Työturvallisuuskortti – Työturvallisuus yhteisellä työpaikalla. Yhteinen turvallisuus. 22. Nykypaino Oy.
- /4/ Huhtiniemi, S., Knuuttila, I. 2000. Muuraus-, laatoitus- ja rappaukset. 53, 54, 67-68, 76-83. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.
- /5/ RT RakMK-21353 B8 Tiilirakenteet, ohjeet. 2007. 10-11. Rakennustieto Oy, RT-Net-palvelu. Viitattu 7.1.2016.
- /6/ Laine, M., Koski, H. 1998. Kivitalo. Muuratut julkisivut. 113, 119, 121-123. Tampere. Tammer-Paino Oy.
- /7/ Kavaja, R., Mentu, E., Jormalainen, P. 1978. Muuraustyöt. 109. Helsinki. Rakentajain Kustannus Oy.
- /8/ RT 82-10614 Julkisivun uudelleenverhoaminen – korjausrakentaminen. 1996. 6. Rakennustieto Oy, RT-Net-palvelu. Viitattu 20.1.2016.
- /9/ Höyhtyä, M., Vanttinen, Y. 1989. Muuratut rakenteet. 50. Jyväskylä. Gummerus kirjapaino Oy.
- /10/ RT 82-10980. Kiviaineisten elementtijulkisivujen saumat, 2009. 1. Rakennustieto Oy, RT-Net-palvelu. Viitattu 21.1.2016
- /11/ Kankainen, J., Junnonen, J-M. 1999. Tehtäväsuunnittelu ja -valvonta rakentamisessa. 4-5, 11-13, 16-17. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- /12/ Ratu 1196-S. Puu- ja kiviaineiset julkisivut. 2001. 3. Rakennustieto Oy, Ratu Net-palvelu. Viitattu 16.3.2016.
- /13/ Ratu 0415. Telinetyö. 2013. 2. Rakennustieto Oy, Ratu Net-palvelu. Viitattu 16.3.2016.
- /14/ Ratu TT 7.3 TYÖTELINEET. Turva ja käyttöohje. 2000. 6-7. RTK-FAKTA OY, Ratu Net-palvelu. Viitattu 16.3.2016
- /15/ Ratu C2-0299. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. 2007. 1-7. Rakennustieto Oy, Ratu Net-palvelu. Viitattu 29.3.2016
- /16/ Ratu 5004. Työtelineen tarkastuspöytäkirja. Viitattu 3.4.2016

- /17/ Piirtotalo. 2016. <http://piirtotalo.fi/rakennuspiirustukset/laajennuspiirustukset/>. Viitattu 8.3.2016.
- /18/ Ratu 41-0289. Menekit ja menetelmät. 2005. 10-11. Rakennustieto Oy, Ratu Net-palvelu. Viitattu 22.3.2016.
- /19/ Työterveyslaitos. TR-tuoteperhe – rakennustyön turvallisuus. 2014. http://www.ttl.fi/fi/tyoturvaluisuus_ja_riskien_hallinta/tapaturmien_ehkaisy/tyoturvaluisuuden_edistamiskeinoja/tr_tuoteperhe/sivut/default.aspx. Viitattu 23.3.2016.
- /20/ Vantaan kaupunki. http://www.vantaa.fi/asuminen_ja_ymparisto/rakentaminen/maanmittauspalvelut/kiinteistonmuodostus/tonttijako. Viitattu 3.4.2016
- /21/ Työterveyslaitos. http://www.ttl.fi/fi/tyoturvaluisuus_ja_riskien_hallinta/tapaturmien_ehkaisy/tyoturvaluisuuden_edistamiskeinoja/tr_tuoteperhe/Documents/tr2010_lomake.pdf. Viitattu 23.3.2016
- /22/ Wienerberger AG. 2016. <http://www.wienerberger.fi/tiilet/-/julkisivut/ratkaisut/tiilipalkit/tiilipalkit>. Viitattu 8.3.2016
- /23/ Wienerberger AG. 2016. <http://www.wienerberger.fi/julkaisut-ja-hinnastot/hinnastot>. Viitattu 8.3.2016
- /24/ Ramirent Finland Oy. 2016. http://www.ramirent.fi/files/attachments/ramirent_fi/perushinnasto_2016.pdf. Viitattu 8.3.2016
- /25/ Vaihtolavacom Oy. 2016. <http://www.vaihtolava.com/online-tilaus/>. Viitattu 8.3.2016.

LIITE 1. Työtelineen tarkastuspöytäkirja /16/

TYÖTELINEEN
TARKASTUSPÖYTÄKIRJARATU 5004
kopra a loma kkeen
994
lokakuu 1997

RAKENNUS- TYÖMAA	Nimi					
	Osoite, puhelinnumero ja telefax					
TELINEEN YLEISTIEDOT	Telineen yksilöinti			Telineen sallittu kuorma		
TELINEEN TYYPPI	<input type="checkbox"/> Paikalla rakennettu työteline <input type="checkbox"/> Esivalmistainen työteline (elementtiline) <input type="checkbox"/> Siirrettävä työteline		<input type="checkbox"/> Pukkiteline <input type="checkbox"/> Muu, käyttötarkoitus <input type="checkbox"/> Utoketeline <input type="checkbox"/> Julkisivuteline			
TARKASTUS- KOHDE	<input type="checkbox"/> Käyttönotto- tarkastus <input type="checkbox"/> Kunnossapito- tarkastus	Kun- nosaa	Korjat- tava	Kor- jaus- päivä- määrä	Korja- uksen suor- ittaja	Huomautukset (Tarkempi erittely korjattavasta kohteesta)
	1. Teline käyttötar- kukseen sovel- vä					
	2. Teline käyttöohjeen mukainen					
	3. Teline suunnitelmien mukainen					
	4. Pystytys, purku ja käyttö					
	5. Perustukset					
	6. Pystytykset					
	7. Lujuus, seisonta- vakaus, jäykkyys					
	8. Ankkurointi ja jälkistämisen					
	9. Rakenneseinien liitokset					
	10. Nousutiet					
	11. Työtasot					
	12. Työtasojen kiinni- tytelineen runkoon					
	13. Suojakalteiden rakenne ja kunto					
	14. Merkinnot ja kivet					
	15. Alla olevan alueen eristämisen					
	16. Muuta, ks. liite					
PÄIVÄYS JA ALLE- KIRJOITUS	Työnantajan edustajat			Työntekijöiden edustajat		
	Telineyön työnjohtaja			Muut osallistujat		
Päiväys						

RLU/Arvostusmuoto 2001 (8. 20) EFP ©Rakennus- ja rakennustekniikan tutkimuskeskus ja Rakennus- ja rakennustekniikan tutkimuskeskus

Vain täytetty loma kkeen kopiointiin on sallittu.

LIITE 2. Potentiaalisten ongelmien analyysi

Potentiaalisten ongelmien analyysi		
Ongelma	Seuraus	Torjunta
Tekniset ongelmat		
Tuulensuojalevy ja eristeet vaurioitunut	Takuukorjauksia	Tarkastusvalokuvauksen ennen muurausta
Tuuletusrako puuttellinen	Kosteusvaurioita rakenteessa Vaikuttaa aikatauluun	Huolehditaan ettei laasti tuki tuuletusrakoa/ tarvittaessa puutetaan heti Kiinnitystukien pituuden tarkistus Ikkunadetaillien suunnittelu
Saumojen linjat	Joudutaan korjaamaan	Huolehditaan, että mahdolliset virheet huomataan ajoissa
Valmiin pinnan likaantuminen	Vaurioitunut materiaaliuusiittava	Suojaus
Tuotannon ongelmat		
Vioittunut materiaali esim. tiilet	Joudutaan uusimaan Suuri hävikki	Hyvä varastointi Oikea käsittely
Työntekijöiden puute	Valmistumisen myöhästyminen Vaikutus muihin työvaiheisiin	Työnsuunnittelu Ennakoiva ajattelu muutoksien varalta
Virheellinen rakentaminen	Joudutaan purkamaan ja tekemään uudestaan	Ennakointi Suunnitelmien/muutosten seuranta
Huonot säätöolosuhteet	Työ hidastuu, aikatauluongelmia Valmiin työn laatu kärsii	Sääsuojaus Työskentely kuivalla ilmalla Materiaalivalmistajan ohjeiden noudattaminen
Hankinnan ongelmat		
Materiaalintekijän puuttuminen	Valmistumisen myöhästyminen Vaikutus muihin työvaiheisiin	Työnsuunnittelu Aikataulutaminen Materiaalin varastointi
Suuri materiaalihukka Alimitoitettu materiaalityyppi	Kustannukset ylittyvät Työn keskeytyminen ja aikatauluon- gelmat materiaalien loppuessa	Oikeaan aikaan tehdyt tilaukset Toimitukset työmaalle ajoissa Materiaalien suojaus työmaalla Materiaalien käyttö ohjeiden mukaan Laastien käyttöä tarkastus

LIITE 3. Aikataululaskenta 1

Työkohde	Määrä	Yks.	Menekki	Yks.	Sortimääräkerroin	Kokonaistymenekki	Yks.	Työntekijän työsaavutus	Yks.	Työryhmä	Työntekijöiden määrä	Työryhmän työsaavutus	Yks.	Kesto työryhmällä (työvuoroina)	Yks.	Kesto työryhmällä (työntekijätunteina)	Yks.
Rakennustelineet (pystytys)	163,93 m ²	Yks.	0,2 tth/m ²	Yks.	1,1	0,22 tth/m ²	Yks.	36,3636 m ² /tv	Yks.	1+1	2	72,7273 m ² /tv	Yks.	2,25404 tv	Yks.	39,6711 tth	Yks.
Työtasot (pystytys)	163,93 m ²	Yks.	0,06 tth/m ²	Yks.	1,1	0,066 tth/m ²	Yks.	121,212 m ² /tv	Yks.	1+1	2	242,424 m ² /tv	Yks.	0,67621 tv	Yks.	11,9013 tth	Yks.
Rakennustelineet (purku)	163,93 m ²	Yks.	0,2 tth/m ²	Yks.	1,1	0,22 tth/m ²	Yks.	36,3636 m ² /tv	Yks.	1+1	2	72,7273 m ² /tv	Yks.	2,25404 tv	Yks.	39,6711 tth	Yks.
Työtasot (purku)	163,93 m ²	Yks.	0,06 tth/m ²	Yks.	1,1	0,066 tth/m ²	Yks.	121,212 m ² /tv	Yks.	1+1	2	242,424 m ² /tv	Yks.	0,67621 tv	Yks.	11,9013 tth	Yks.
Muuraus	163,93 m ²	Yks.	0,41 tth/m ²	Yks.	1,1	0,451 tth/m ²	Yks.	17,7384 m ² /tv	Yks.	1+1	2	35,4767 m ² /tv	Yks.	4,62078 tv	Yks.	81,3257 tth	Yks.
Ikkunapenkit (17 kpl)	163,93 m ²	Yks.	0,07 tth/m ²	Yks.	1,1	0,077 tth/m ²	Yks.	103,896 m ² /tv	Yks.	1+1	2	207,792 m ² /tv	Yks.	0,78891 tv	Yks.	13,8849 tth	Yks.
Teräsrakenteiden kiinnitykset	163,93 m ²	Yks.	0,02 tth/m ²	Yks.	1,1	0,022 tth/m ²	Yks.	363,636 m ² /tv	Yks.	1+1	2	727,273 m ² /tv	Yks.	0,2254 tv	Yks.	3,96711 tth	Yks.
Käsinsiirot	163,93 m ²	Yks.	0,1 tth/m ²	Yks.	1,1	0,11 tth/m ²	Yks.	72,7273 m ² /tv	Yks.	1+1	2	145,455 m ² /tv	Yks.	1,12702 tv	Yks.	19,8355 tth	Yks.
Mittaustyö	163,93 m ²	Yks.	0,07 tth/m ²	Yks.	1,1	0,077 tth/m ²	Yks.	103,896 m ² /tv	Yks.	1+1	2	207,792 m ² /tv	Yks.	0,78891 tv	Yks.	13,8849 tth	Yks.
Siivous (muuraus)	163,93 m ²	Yks.	0,01 tth/m ²	Yks.	1,1	0,011 tth/m ²	Yks.	727,273 m ² /tv	Yks.	1+1	2	1454,55 m ² /tv	Yks.	0,1127 tv	Yks.	1,98355 tth	Yks.
Työvälineiden puhdistus	163,93 m ²	Yks.	0,01 tth/m ²	Yks.	1,1	0,011 tth/m ²	Yks.	727,273 m ² /tv	Yks.	1+1	2	1454,55 m ² /tv	Yks.	0,1127 tv	Yks.	1,98355 tth	Yks.

LIITE 4. Aikataululaskenta 2

	Yks.	Määrä	Yks.	Kokonaismenekki (työntekijätunteina)	Yks.	Kokonaismenekki (työvuoroina)	Yks.	Kokonaismenekki (työntekijöiden määrä)	Yks.	Työryhmän työsaavutus	Yks.	Kesto työryhmällä (työvuoroina)	Yks.	Kesto työryhmällä (työviikkoina)	Yks.		
Telinettyöt																	
Rakennustelineet (pystyvyys)	0,22	tth/m ²	163,93	m ²													
Työtasot (pystyvyys)	0,066	tth/m ²	163,93	m ²													
Rakennustelineet (purku)	0,22	tth/m ²	163,93	m ²													
Työtasot (purku)	0,066	tth/m ²	163,93	m ²													
Yht.	0,572	tth/m²	163,93	m²	93,768	tth	11,721	tv	1+1	2	27,972	m²/tv	5,8605	tv	1,1721	vk	
Muuraustyöt																	
Muuraus	0,451	tth/m ²	163,93	m ²													
Teräsrakenteiden kiinnitykset	0,022	tth/m ²	163,93	m ²													
Yht.	0,473	tth/m²	163,93	m²	77,5389	tth	9,69236	tv	1+1	2	33,8266	m²/tv	4,84618	tv	0,96924	vk	
Aputyöt																	
Käsinliirrot	0,11	tth/m ²	163,93	m ²													
Mittaustyöt	0,077	tth/m ²	163,93	m ²													
Siivous (muuraus)	0,011	tth/m ²	163,93	m ²													
Ikkunapenkit (17kpl)	0,077	tth/m ²	163,93	m ²													
Työvälineiden puhdistus	0,011	tth/m ²	163,93	m ²													
Yht.	0,286	tth/m²	163,93	m²	46,884	tth	5,8605	tv	1+1	2	55,9441	m²/tv	2,93025	tv	0,58605	vk	
											yht.	13,6369	tv	2,72739	vk		

LIITE 5. Kustannuslaskenta /22; 23; 24; 25/

	Kokonais määrä	Yks.	Määrä	Yks.	Materiaalihukka	Yks.	Määrä + materiaalihukka	Yks.	Kappalehinta	Yks.	Kokonais hinta	Yks.
Julkisivutiili	163,93 m ²		42 kpl/m ²		8 %	45,36 kpl/m ²		0,85 €/kpl		6320,49 €		
Muurauslaasti	163,93 m ²		71 kg/m ²		10 %	78,10 kg/m ²		116,82 €/sakki		1495,64 €		
Triilipalkit	21 kpl											
1200mm			9 kpl					90,25 €/kpl		812,25 €		
1500mm			7 kpl					153,73 €/kpl		1076,11 €		
2100mm			5 kpl					222,16 €/kpl		1110,80 €		
Muuraustyöt	163,93 m ²		77,54 tth					35,00 €/h		2713,90 €		
Telineet	163,93 m ²		2,73 vko					241,80 €/vko		660,11 €		
Telineetyöt	163,93 m ²		93,77 tth					35,00 €/h		3281,95 €		
Kuljetukset			14,40 tn					18,05 €/tn		259,92 €		
Aputyöt	163,93 m ²		46,85 tth					35,00 €/h		1639,75 €		
Jättemaksut												
jättemaksu (€/tn)			1,98 tn					195,92 €/tn		387,92 €		
lavavuokra (€/vrk)			11 vrk					6,20 €/vrk		68,20 €		
lavan toimitus ja nouto			1 kpl					241,80 €		241,80 €		
Muut materiaalit	163,93 m ²									720,00 €		
								Yht.		20788,84 €		

LIITE 6. TR-mittauslomake /21/

RAKENNUSLIKE	
TYÖMAAN NIMI	
TYÖNRO	
MITTAAJA	
PÄIVÄYS	



KOHDE	OIKEIN	YHT.	VÄÄRIN	YHT.
1. TYÖSKENTELY				
2. TELINEET, KULKUSILLAT JA TIKKAAT				
3. KONEET JA VÄLINEET				
4. PUTOAMIS-SUOJAUS				
5. SÄHKÖ JA VALAISTUS				
6a. JÄRJESTYS JA JÄTEHUOLTO				
6b. PÖLYISYYS				
OIKEIN YHTEENSÄ			VÄÄRIN YHTEENSÄ	

$$\text{TR-TASO} = \frac{\text{OIKEIN (KPL)}}{\text{OIKEIN + VÄÄRIN (KPL)}} \times 100 = \frac{\quad}{\quad} \times 100 = \quad \%$$

HUOMAUTUKSET	VASTUUHENKILÖ	KORJATTU PVM

TYÖNANTAJAN EDUSTAJA

TYÖNTEKIJÖIDEN EDUSTAJA

LIITE 6. TR-mittauslomake /21/



TR-mittauskohteet	Havaintojen määrä	Hyväksymisperusteet
1. TYÖKENTELEY • suojausten käyttö ja riskinotto	• yksi jokaisesta työntekijästä	• käyttää aina kypärää, silmiensuojaimia, turvajalkineita, heijastavaa varoitusvaatetusta sekä tarvittaessa muita suojaimia • ei ota limiselyssä riskiä (esim. putoamisvaara, väkijalan laitteen käyttö, sammutusvälineiden puute tulityössä) • käyttää aina henkilökohtaisia putoamissuojaimia puominostimen henkilönostokorissa tai jos putoamiskorkeus on yli 2 m, runkonalheessa asennustyötä tekeviä ja avustavilla työntekijöillä oitava valjaat käytössä (päälle puettuna tai välittömässä läheisyydessä)
2. TELINEET, KULKUSILLAT JA TIKKAAT • rakennusaikaiset kulkusillat ja portaat • siirrettävät telineet • kiinteän telineen kerrosväli • työpukit ja tikkaat	• yksi jokaisesta erillisestä rakenteesta ja väliineestä • kiinteä teline: yksi kustakin työtasosta ja putoamissuojauksesta yhteensä, yksi perustamisesta, yksi rungon lujuudesta, yksi nousuteistä	• kulkutie asianmukainen, kalteet ja kalos tarvittaessa • telineen perustus ja tuenta riittävä, rakenne asennusohjeen mukainen (tarkastettu), telineessä askeleellinen nousutie ja työtasot kunnossa, yli 2 m korkeassa telineessä kalteet ja jalkalatat • työpukit ja tikkaat ehjät ja tukevat, työpukissa molemminpuoliset nousutiet tai putoamisvaarallisella puolella ohi astumisen estävä rakenne • A-tikkaat rakennustyöhön soveltuvat ja max sallittu työskentelykorkeus 1 m, vakavuusvaatimukset täyttyviä A-tikkailla (alutuki paikki tms.) kuitenkin max 2 m
3. KONEET JA VÄLINEET • rakennussahat, kaasuhitsauslaitteet, hiomakoneet, elementtifaikit, betonisillot, henkilönostimet, ajoneuvonosturit, nostoapuvälineet, betonipumppuautot	• yksi jokaisesta laitteesta	• perustus ja tuenta • sijoituspaikka • rakenne ja varustus, kunto • säädetyt tarkastukset tehty • kaikissa hiomakoneissa kohdepolito
4. PUTOAMISSUOJAUS • tasojen vapaat reunat, kun putoamiskorkeus on 2 m • portaiden vapaat reunat • aukot • kalvannot	• yksi jokaisesta erillisestä reunasta • yksi jokaisesta aukosta • yksi kerrosta kohden portaiden reunolista • yksi kalvannosta	• tukevat kalteet, kaikissa putoamissuojakalteisissa 3 johdetta tai verkkokalde • jalanmentävät aukot suojattu • aukkosuojat merkitty ja siirtyminen estetty • pääsy putoamisvaaralliselle alueelle estetty • kalvannon sortuminen estetty
5. SÄHKÖ JA VALAISTUS • työpiSTEEN keinovalaistus • ruudun yleinen keinovalaistus kulkuteitä painottaen • rakennusaikaiset sähkökeskukset (2:16A) ja -kaapelit	• yksi jokaisen työpiSTEEN valaistuksesta • yksi ruudun yleisvalaistuksesta • yksi ruudun sähköistyksestä	• keinovalaistus riittävä turvallisen liikkumisen ja laadun kannalta (jos päivänvalo riittää ei havaintoa tehdä) • sähkökeskukset ja kaapelit sijoitettu ja suojattu tarkoituksenmukaisesti (tarvittaessa ripustettu)
6. JÄRJESTYS JA JÄTEHUOLTO 6. a • ruudun yleisjärjestys • työpiSTEEN järjestys • jätteastiat • kiinteiden telineiden työtasojen järjestys 6. b • ruudun pölyisyys	• yksi ruudun yleisjärjestyksestä • yksi jokaisesta työpiSTEESTÄ • yksi jokaisesta jätteastias- • yksi telineen työtasosta • yksi ruudun pölyisyydestä	• ruudussa ja telineen työtasolla ei jätettä, järjestys hyvä liikkumisen ja tavaroiden siirron kannalta • työpiSTEESSÄ järjestys hyvä turvallisuuden ja laadun kannalta • jätteastiaan sopii lisää jätettä, jätteet lajiteltu tarvittaessa • ei työvaiheeseen kuulumatonta selvästi näkyvää pölyä