



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KERROSTALON RUNKOVAIHEEN TYÖSUUNNITELMA

TEKIJÄ: Juha Ovaskainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma			
Työn tekijä Juha Ovaskainen			
Työn nimi Kerrostalon runkovaiheen työsuunnitelma			
Päiväys	1.11.2016	Sivumäärä/Liitteet	30
Ohjaaja(t) Hannu Haaranen, lehtori			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennuspalvelu J. Hiltunen Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tehtiin työsuunnitelma kerrostalon runkotyövaiheesta. Työn tilaajana toimi Rakennuspalvelu J. Hiltunen Oy, joka toimi pääurakoitsija Rakennustyö Salminen Oy:n runkotyön aliorakoitsijana As. Oy Aria Nivea -kerrostalokohteessa.</p> <p>Työsuunnitelmaan kuuluvan runkoaikataulun pohjana käytettiin yksittäisten työläjien suunnitelmia, rakennuspiirustuksia sekä työkohteen määräluetteloa siten, että realistinen aikataulu voitiin laatia resurssien ja työmenekkien avulla. Suunnitelmien ulkopuolelle jätettiin väestönsuojan runkotyö ja vesikaton työt. Välipohjien valutyösuunnitelmia ja mittauksien suunnitelmia ei tehty, koska niiden osalta työ ei kuulunut runkourakan sisältöön.</p> <p>Runkoaikataulu tehtiin TCM Planner –aikatauluohjelmalla. Kerrostalon runkovaiheen kriittisen polun tehtävät, joita ovat suurmuotti-, holvimuotti-, ja elementtiasennustyöt, suunniteltiin työmaalla jo olevan muottikaluston ja saatavilla olevien resurssien mukaan rakennuspiirustuksia analysoiden. Lisäksi raudoitustyön resurssit ja aikataulu analysoitiin, jotta kriittisen polun tehtävien aikataulu ei venyisi. Myös taloteknisten töiden rajoittaminen suunniteltiin runkotyön oheen siten, ettei tuotannon häiriöitä syntyisi. Alkutilanteessa työmaalla rakennuksen perustukset sekä antura- ja sokkelirakenteet oli tehty valmiiksi. Lisäksi alimman kerroksen maanvarainen laatta oli valettu. Myös väestönsuojan runko oli valmis. Työsuunnitelmat tehtiin yläpohjan rakenteisiin saakka. Vesikaton runkotyöt rajattiin aiheen ulkopuolelle.</p> <p>Lisäarvona tähän opinnäytetyöhön laskettiin paikallavalettavien betoniseinien ja pilarien hinta töiden osalta. Tämä esimerkkilaskelma jää työn tilaajan käyttöön. Esimerkkilaskelman perusteilla voi arvioida työn hintaa muidenkin runkovaiheen työtehtävien osalta.</p>			
Avainsanat kerrostalon runko, työsuunnitelma			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author Juha Ovaskainen			
Title of Thesis Frame Working Plans of the Apartment Building			
Date	25 May 2017	Pages/Appendices	30
Supervisor Mr Hannu Haaranen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Rakennuspalvelu J. Hiltunen Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to make a schedule of work for the frame erection phase of an apartment building. The thesis was commissioned by Rakennuspalvelu J. Hiltunen Oy, which operated as a subcontractor of the framework for the prime contractor Rakennustyö Salminen Oy in the Asunto Oy Aria Nivea apartment building.</p> <p>The working plan which was included in the Schedule work was composed by combining single stage plans, engineering plans and the quantity catalogue of the project so that a realistic timetable could be made of the resources and labour consumptions. The frames of the shelter and roof structures were excluded of this schedule. The floor molding plans and measurement plans were not included in this schedule because they were not part of the frame schedule.</p> <p>The frame schedule was made with the TCM-planner timetable program. The critical phases of the apartment building, which are a large shuttering form, vault form and element installation work, were planned on the worksite using the existing form arsenal and analyzing construction plans. Rebar resources and timetable were analysed to obtain critical phases. The HVAC plans were used with frameworks to avoid troubles in production. At the initial stage, the foundation base and plinth had already been done on the worksite. The lowest floor had been moulded to the ground and shelter were ready as well.</p> <p>As an added value for this thesis, the price of the in situ concrete walls and pillars regarding the work was calculated. The calculations of the thesis were given to the commissioner for their use. The calculation can be used as the base of other calculations for the planning phases of frame and the work included.</p>			
Keywords Apartment building frame, schedule of work			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Tausta ja tavoitteet	6
1.2	Rakennuspalvelu J. Hiltunen Oy	6
1.3	Rakennustyö Salminen Oy	6
1.4	As. Oy Kuopion Aria Nivea	7
2	KOHDETYÖMAAN KERROSTALON RUNGON RAKENNE JA YLEISET SUUNNITELMAT	8
2.1	Kerrostalon runkorakenteista yleisesti.....	8
2.2	Kohdetyömaan runkorakenne	8
2.3	Aikataulu	9
2.3.1	Aikataulusuunnittelu kerrostalon runkovaiheessa.....	9
2.3.2	Kohdetyömaan aikataulun suunnittelu	10
2.4	Laadunhallinta	11
2.4.1	Kerrostalo työmaan runkovaiheen laadunhallinta.....	11
2.4.2	Kohdetyömaan laadunvarmistustoimenpiteet	12
2.5	Työturvallisuus	13
2.5.1	Kerrostalo työmaan runkovaiheen työturvallisuuden lähtökohdat.....	13
2.5.2	Kohdetyömaan työturvallisuus	13
2.6	Logistiikka	14
3	TYÖSUUNNITELMAT	17
3.1	Paikallavalettavat seinät ja pilarit	17
3.1.1	Kalustosuunnitelma	17
3.1.2	Muottikiertosuunnitelma	19
3.1.3	Tehtäväsuunnitelma seinämuottityöhön.....	20
3.2	Elementtiasennussuunnitelma.....	22
3.2.1	Vastaanotto ja varastointi	22
3.2.2	Asennusjärjestys	22
3.2.3	Tehtäväsuunnitelma elementtiasennustyöhön	24
3.3	Holvimuottityösuunnitelma	25
3.4	Potentiaalisten ongelmien analyysit.....	27
4	SUUNNITELMIEN TOTEUTUMINEN.....	28

5 POHDINTA JA JA KEHITTÄMISEHDOTUKSET	29
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	30

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoitteet

Tämän opinnäytetyön aiheena on kerrostalon runkovaiheen työsuunnitelmat. Työn tilaajana on Rakennuspalvelu J. Hiltunen Oy runkourakoitsijana, joka suorittaa kerrostalon runkotyön aliurakkana Rakennustyö Salminen Oy:lle. Kohteena oli As. Oy Kuopion Aria Nivea, jonka pääurakoitsijana Rakennustyö Salminen Oy toimii.

Työn tavoitteena on tehdä tilaajalle kokonaisvaltainen ohje kerrostalon runkovaiheen työn suunnitteluun edellä mainittuun kohteeseen. Sitä pystyy soveltamaan myös myös samankaltaisissa kerrostalon runkokohteissa rakentamisen työsuunnitteluun. Lisäksi suunnitelmiin sisältyy yleisiä ohjeita sekä lain ja asetusten määräämiä toimia, jotka kuuluvat kerrostalon rungon rakentamisen vaatimukseen muun muassa työturvallisuuden osalta.

Lisäksi opinnäytetyön tuotoksena on tarkoitus tehdä arvio paikallavalettavien seinien ja pilareiden työkuunnuksista. Samanlaisella mallilla voidaan laskea työn hintaa myös muissa runkorakentamiseen liittyvissä työtehtävissä.

Työ tehdään yhteistyössä pääurakoitsijan työnjohdon kanssa ja heidän direktio-oikeuden alaisena. Lähtökohdat suunnitelmille ovat yleisaikataulu, saatavilla oleva muottikalusto sekä resurssit. Apuna suunnitteluun ovat kohteen määräluettelo massojen laskemista varten sekä työpiirustukset muottikiertojen ja elementtien asennusjärjestyksen suunnittelua varten. Yksittäisten työlajien suunnittelussa käytetään RT-korttien ohjeistusta. Teknistä tietoa haetaan Suomen Betoniyhdistyksen julkaisuista ja RyL-tietokannoista.

1.2 Rakennuspalvelu J. Hiltunen Oy

Opinnäytetyön tilaajana toimii Rakennuspalvelu J. Hiltunen Oy. Yritys on perustettu 2007 ja sen päätoimiala on rakennuspalveluiden tuottaminen ja urakointi. Yritys toimii Kuopion lähialueella ja sen palveluksessa toimii noin kymmenen rakennus- ja kirvesmiestä. Tämän työkohteen kaltaisesta runkorakentamisesta aliurakkana yrityksellä on kohtalainen kokemus. Suunnitelmissa käytetään nimitystä runkourakoitsija.

1.3 Rakennustyö Salminen Oy

Opinnäytetyön kohdettuun pääurakoitsijana toimii Rakennustyö Salminen Oy. Yritys on kuopiolainen perheyrittäjä, jonka liikevaihto vuonna 2015 oli 16,4 miljoonaa euroa. Työntekijöitä yrityksessä on noin 60 (Rakennustyö Salminen Oy www-sivut). Asunto-osakeyhtiö Kuopion Aria

Nivea on yrityksen ensimmäinen rakennuskohde, johon kuuluu uudiskerrostalorakentamista. Suunnitelmissa käytetään nimitystä pääurakoitsija.

1.4 As. Oy Kuopion Aria Nivea

As. Oy Kuopion Aria Nivea on kahdesta rakennuksesta koostuva asunto-osakeyhtiö. Ensimmäinen osa on 2-kerroksinen 18 asuinhuoneiston luhtitalo ja toinen on 5-kerroksinen 32 asuinhuoneiston kerrostalo. Kerrostalon ensimmäisessä kerroksessa sijaitsee väestönsuoja, tekniset tilat sekä 4 asuinhuoneistoa. 2-5 kerroksissa sijaitsee jokaisessa 7 asuinhuoneistoa. Kohde sijaitsee Kuopion Pihlajalaaksossa, osoitteessa Poukamankatu 23, 70340 Kuopio.

Tässä opinnäytetyössä suunnittelu rajoittuu kerrostalon rungon työn suunnitteluun. Alkutilanteessa kerrostalon perustukset ovat valmiit, väestönsuoja on valettu kuvassa vasempaan reunaan ja maanvarainen, ensimmäisen kerroksen laatta on valettu. (Kuva 1)



Kuva 1. Kerrostalon rungon työsuunnitelman lähtötilanne (Ovaskainen 2016-06-08)

2 KOHDETYÖMAAN KERROSTALON RUNGON RAKENNE JA YLEISET SUUNNITELMAT

2.1 Kerrostalon runkorakenteista yleisesti

Kerrostalojen kantavat runkorakenteet tehdään Suomessa useimmiten teräsbetonista. Betoni on kantavien rakenteiden tärkein rakennusmateriaali. Tärkeimpiä käyttökohteita ovat talonrakennus, jossa käytetään yleisimmin valmisosiin perustuvia runkojärjestelmiä. (Suomen betoniyhdistys 2014, 15.) Rakenteina voi olla paikalla valettavat tai elementteinä valmistetut rakenteet. Tavanomaisesti kerrostalokohteissa osa kantavista betonirakenteista on paikallavalettuja ja osa elementteinä. Tällaisia kokonaisrakenteita kutsutaan myös yhdistelmärakenteiksi. Runko koostuu kantavista ja jäykistäväistä seinistä ja niihin tukeutuvista laatoista. Nykyisi lähes kaikki betonirunkoiset asuinrakennukset toteutetaan tällä tekniikalla. Seinät ovat yleensä joko paikallavalu- tai elementtiseiniä ja laatat ontelolaattaelementtejä. (Suomen betoniyhdistys 2014, 4.1.)

Betonirakenteissa, jotka ovat yleensä teräsbetonirakenteita, teräkset ottavat kuormien vectorasitukset ja betoni kuormien puristusrasitukset. Rakenteille, jotka ovat valmistettuja teräsbetonista, on ominaista suuri ominaispaino. Tämän vuoksi teräsbetonirakenteilla on hyvät lujuus-, jäykkyys-, palonkestävyys-, ja äänieristävyysominaisuudet. Muita teräsbetonin hyviä ominaisuuksia ovat

- joustavat suunnittelu- ja valmistustekniset ominaisuudet
- monipuolinen muotoiltavuus
- korkea kotimaisuusaste
- valmistuksen energiantarve käyttökään nähden
- mahdollisuus materiaalin uusiokäyttöön. (Suomen betoniyhdistys 2004, 191).

2.2 Kohdetyömaan runkorakenne

Kohdetyömaan kantava runko on suunniteltu teräsbetonista. Anturat ovat paikalla valettuja teräsbetonisia nauha-anturoita, joiden päällä ovat paikallavaletut, eristeellä halkaistut teräsbetoniset sokkelirakenteet. Rungon kantavat pystyrakenteet ovat paikallavalettuja teräsbetoniseiniä ja –pilareita, joilla rakennuksen kuormat ohjataan sokkeleiden, ja anturoiden välityksellä kantavaan maaperään. Hissikuilun seinät ovat teräsbetonielementtejä. Välipohjat ovat rakenteeltaan paikallavalettuja teräsbetonilaattoja, joiden sisässä talotekniset vaakavedot, kuten viemärit ja käyttövesijohdot, kulkevat. Yläpohjan rakenne on esijännitetty ontelolaattarakenne, jonka yläpuolella on vesikaton runkorakenteet ja vesikatto. Parvekerakenteina toimivat teräsbetonipilarit sekä teräsbetonipielet pystyrakenteina ja teräsbetonilaatat vaakarakenteina. Kyseiset rakenneosat ovat valmiselementtejä. Talotekniset pystylinjat kulkevat rakenteissa ELPO-elementtien sisässä viemäröinnin ja ilmastoinnin osalta. Kerrostalon sisäpuoliset portaat ovat teräsbetonista valmistettuja kierreporraselementtejä. Täydentävinä, ei kantavina, rakenteina rakennuksen kahden sivun ulkoseinät ovat puurunkoisia valmiselementtejä.

2.3 Aikataulu

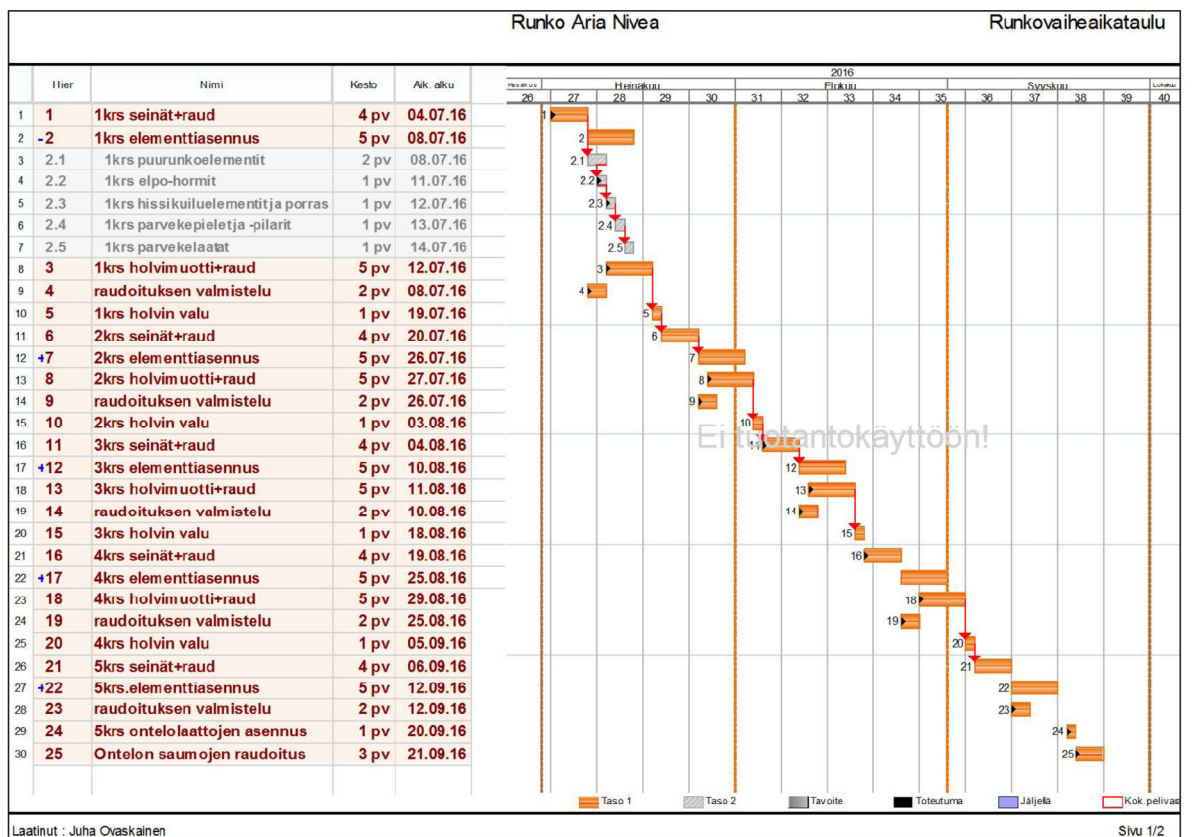
2.3.1 Aikataulusuunnittelu kerrostalon runkovaiheessa

Hyvällä runkovaiheen aikataulusuunnittelulla on suuri merkitys koko kerrostalon aikataulun, laadun ja kustannusten hallintaan. Tämä johtuu runkovaiheen pitkästä kestoista rakennusvaiheena kerrostalorakentamisessa. Tästä johtuen suunnitelmien tason merkitys korostuu. Järjestyksessä seuraavien työvaiheidenn aloittaminen aikataulusta myöhässä johtaa helposti siihen, että sitäkin seuraava työvaihe aloitetaan myöhässä. Pitkittynyt aikataulu vaikuttaa esimerkiksi rakenteiden kuivumisen pitkittymiseen, ja sitä kautta niiden pinnoitettavuuden pitkittymiseen. Runkovaiheen jälkeisen sisävalmistusvaiheen läpivieminen voi tämän vuoksi pitkittyä. Tämä jatkumo taas voi pahimmillaan vaikuttaa koko yleisaikataulun pettämiseen. Yleisaikataulun saaminen kiinni on työlästä ja kallista. Usein runkovaiheen kalusto, esimerkiksi muotti- ja nostokalusto, ovat urakoitsijan vuokraamia. Runkoaikataulun pitkittyessä myös kaluston vuokra- ja resurssikustannukset nousevat. Vuokrakalusto ja resurssit ovat merkittävä kuluerä kerrostalon runkovaiheen aikana, joten myös kustannusvaikutus on merkittävä. Mikäli runkovaiheen aikataulu on liian kireä, se johtaa helpommin rakennusvirheisiin koska riittävää aikaa töiden riittävän laadulliseen suorittamiseen, töiden valvomiseen ja seurantaan ei ole. Tällöin laatu kärsii ja virheiden korjaamiseen menee resursseja ja rahaa.

Aikataulusuunnittelun lähtökohtana ovat esimerkiksi määräluettelot, työsuunnitelmat, piirustukset, työntekijä- ja kalustoresurssit. Suunnittelussa huomioon tulee ottaa kunkin työvaiheen kestojen lisäksi talotekniset työt ja niiden sovittaminen kokonaisuuteen. Tämän vuoksi aikataulun laadinnassa on syytä tehdä yhteistyötä aliurakoitsijoiden kanssa. Aikataulusuunnitteluun kuuluu työkokonaisuuksien ajoitus ja järjestykseen laittaminen. Kerrostalon runkovaiheessa on tiettyjä työtehtävien välisiä riippuvuuksia, jotka on otettava huomioon aikataulua laadittaessa. Yksinkertaistettuna välipohjien rakentaminen on mahdotonta ilman kantavia pystyrakenteita. Työjärjestyksellä on merkitystä ilman riippuvuuksiakin työn tehokkuuden, sujuvuuden ja helppouden kannalta. Tällä on myös yhteys työntekijöiden motivaatioon ja sitoutumiseen työpaikalla. Aikataulusuunnittelussa on otettava huomioon lisäksi ulkoiset häiriötekijät. Esimerkiksi kesälomat, työajanlyhennysvapaat ja talvella sääestepäivät pidentävät aikataulua. Hyvä aikataulun suunnittelu ei yksistään riitä aikataulun pitämiseen. Riittävä aikataulun seuranta esimerkiksi viikoittain nopeuttaa poikkeamiin puuttumista ja korjaaviin toimenpiteisiin ryhtymistä. Korjaavia toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi resurssien lisääminen tai työjärjestyksen muuttaminen tehokkaammaksi (Hannu Haaranen 2016.)

2.3.2 Kohdetyömaan aikataulun suunnittelu

Rakennushankkeen aikataulu esitetään useimmiten joko vinoviiva-aikatauluna tai jana-aikatauluna. As. Oy Aria Nivea -kohteen runkovaiheen aikataulusuunnittelu tehtiin määräluektion, rakennuspiirustusten ja yksittäisten työvaiheohjeiden pohjalta. Perustana oli pysyminen yleisaikataulussa, jossa runkotyövaiheelle oli varattu 3 kuukautta. Suunnittelussa päädyttiin esittämään aikataulu jana-aikatauluna, koska sama työryhmä teki osittain perättäisiä työtehtäviä. Tällöin jana-aikataulun katsottiin olevan selkeämpi. (kuva 2.)



Kuva 2. Runkovaiheen aikataulu (Ovaskainen 2016-06-10)

Koska runkovaiheeseen kuului useampi yksittäinen työvaihe, laskettiin että työntekijäresurssiksi tarvitaan kaksi kirvesmiestä, kaksi raudoittajaa joilla on ammattitaito holvimuottityöhön ja yksi kokenut rakennusmies, joka täydentää työtehtäviä avustavissa työtehtävissä töiden kiireellisyyden mukaan. Tavoitteena oli tasainen työntekijäresurssien käyttäminen läpi runkovaiheen. Rakennusmittaus oli runkourakkatyöryhmän tehtävien ulkopuolella.

Tehtävien välisen riippuvuuden vuoksi suunniteltiin seinien suurmuottityö aikatauluun ensimmäiseksi. Työmaalla oli valmiiksi suurmuottikalustoa ja järjestelmämuottikalustoa. Sen katsottiin riittävän suurmuottityön suorittamiseen. Suurmuottityöhön laskettiin menevän neljä päivää

jokaiseen kerrokseen. Seinien muottityötä täydennettiin Framax-järjestelmän muoteilla ja itsetehdyillä kappaletavamuoteilla, joista tehtiin elementit. Toiseksi aikatauluun suunniteltiin puurunkoelementtien ja ELPO-elementtien asentaminen, jotta pitkäkestoisen ja työllistävän holvimuottityön aloitus lähtisi mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tehtäväksi. Suunnitelman mukaan purunkoelementtien ja Elpo-elementtien asennuksen aikana raudoittajat tekevät hoviraudoitukseen valmisosia. Suunnitelmassa elementtiasennustyö jatkui parvekkeiden ja sisäportaan elementtiasennustöillä ja holvimuottityö alkaa tässä vaiheessa samaan aikaan. Holvinvalupäivänä raudoittaja/kirvesmiehet valmistelevat seinäraudoituksia ja kirvesmiehet ja rakennusmies valmistelevat seuraavan kerroksen suurmuottityötä ja huoltavat suurmuotit. Holvilaudoituksen purkutyötä tehdään varamestana silloin, kun aikataulun mukaiset työt on tehty, valmistelevat työt on tehty ja kaluston huoltotyöt on tehty. Jokaisen kerroksen runkotyövaiheen valmistumiseen laskettiin menevän kymmenen työpäivää suunnitellun aikataulun mukaan. Näin suunniteltu runkoaikataulu alittaisi yleisaikataulussa sille varatun ajan viidellä työpäivällä.

2.4 Laadunhallinta

2.4.1 Kerrostalotyömaan runkovaiheen laadunhallinta

Rakentamisessakin laatua voidaan arvioida monin eri tavoin ja eri näkökulmista. Se on kuitenkin helppoa jakaa käsitteenä neljään osaan. Laatua voidaan arvioida suunnittelun, tuotannon, asiakkaan ja ympäristön näkökulmista. Rakennusten suunnittelussa hyvää laatua on tilaajan tarpeiden huomioiminen ja viranomais määräysten noudattaminen. Lisäksi suunnitelmien täytyy olla mahdollisia toteuttaa hyvää rakentamistapaa noudattaen ja siten että ne ovat myös työmaan tarpeita vastaavat. Tuotannon laadulla tarkoitetaan sitä, että tuotannossa rakentaminen tehdään suunniteltujen kustannusten, turvallisuusmääräysten, teknisen laadun ja aikataulusuunnitelmien mukaisesti. Ympäristön huomiomista rakentamisessa ohjaa yhteiskunnan ja toimintaympäristön vaatimukset. (Rakennustöiden laatu 2017, 11.)

Laadunhallintakeinoja rakentamisessa on useita. Esimerkiksi standardit, sertifikaatit ja yritysten omat laatujärjestelmät ovat yksi osa laadun mittaristoa. Yritysten sisällä rakennustyön laatua voidaan valvoa esimerkiksi laatumatriisin avulla tuotannon toteutumisessa tai TR-mittauksella työturvallisuustasoa arvioitaessa. Rakentamisessa kerrostalon runkotyövaiheen laatu voidaan jakaa tuotannolliseen ja toiminnalliseen laatuun. Tuotannollisella laadulla tarkoitetaan rakennettujen tuotteiden ominaisuuksien verrattavuutta tehtyihin suunnitelmiin ja yleisiin laatuvaatimuksiin. Lisäksi hyvään tuotannolliseen laatuun kuuluu suunnitellussa aikataulussa pysyminen ja suunnitelluissa kustannuksissa pysyminen. Laatuvaatimuksia on lain ja asetusten esimerkiksi alan yleisessä kirjallisuudessa. Esimerkiksi rakentamisen runkotyövaiheen yleisiin laatuvaatimuksiin on laadittu Runko Ryl 2010 -kirja, jonka on tuottanut rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy. Runkourakkasopimuksissa on useimmiten viittaus kyseiseen teokseen, koska sen laatuvaatimukset yleisesti Suomessa hyväksytyjä. Toiminnallista laatua voidaan arvioida ulko- ja sisäpuolisten auditointien ja muiden toiminnallisten mittareiden avulla.

2.4.2 Kohdetyömaan laadunvarmistustoimenpiteet

Pääurakoitsijalla oli oma laadunhallintasuunnitelma, jossa oli otettu kantaa aliurakoitsijoiden vastuisiin laadun valvonnan osalta. Tämän pohjalta suunniteltiin opinnäytetyön tilaajalle eli runkourakoitsijalle laadunvarmistusmatriisi. Matriisiissa esitettiin kaikki runkovaiheen työtehtävät ja niihin liittyviä käytäntöjä (kuva3). Laajimmista yksittäisistä runkovaiheen työtehtävistä laadittiin työsuunnitelma eli tehtäväsuunnitelma. Nämä suunnitelmat käytiin läpi aloituspalavereissa, jossa myös tarkennettiin työsuoritukseen tarvittavia työkoneita ja menetelmiä. Työturvallisuusasiat ja työn laatuun liittyvät toleranssit olivat myös tärkeänä osana aloituspalaverin asialistalla. Jokaisesta työtehtävästä tehtiin suunnitelman mukaan mallityö, jonka pääurakoitsijan vastaava työnjohtaja hyväksyi, ja joka määrittäi työn laadulle raja-arvot. Tarkemmittauksia tehtiin pääurakoitsijan toimesta, jotta varmistettiin työn mittatarkkuus runkotyövaiheen kestäessä.

Seinien muottityöstä ja porraselementtien asennuksesta tehtiin POA:t, eli potentiaalisten ongelmien analyysit, jotka on kuvattu kyseisten työsuunnitelmien yhteydessä. Pääurakoitsijan kokemuksen mukaan näissä työvaiheissa on aikaisemmissa rakennuskohteissa ollut odottamattomia haasteita. Näillä analyyseillä pyrittiin suunnitelmalliseen varautumiseen mahdollisesti työn aikana tulevien ongelmien varalta. Pääurakoitsija teki mittauksia ja tarkastuksia viikoittain, jotta mahdollisiin laatupoikkeamiin puuttuminen olisi mahdollisimman pikaista. Runkovaiheen jokaisen kerroksen valmistuttua pidettiin vielä vastaanottokatselmus pääurakoitsijan ja runkourakoitsijan yhteisellä kierroksella. Työn etenemistä, laatua ja turvallisuusasioita käsiteltiin viikottaisissa urakoitsijapalavereissa. Näissä palavereissa käytiin läpi myös talotekniikan niveltymistä runkovaiheen työtehtäviin.

Runkovaiheen laadunvarmistusmatriisi

Tehtävä	Laadunvarmistustoimi						
	Tehtäväsuunnitelma	Aloituspalaveri	Mallityö	Tarkemmittaus	Ongelmiin varautuminen	Välitarkastus	Vastaanottokatselmus
Seinien muottityö	X	X	X	X	X	X	X
Raudoitus	X	X	X			X	X
Puurunkoelementit	X	X	X	X		X	X
Hissikuilun seinäelementit	X	X	X	X		X	X
Porraselementit	X	X	X	X	X	X	X
Elpo-elementit	X	X	X	X		X	X
Parveke-elementit	X	X	X	X		X	X
Holvimuottityö	X	X	X			X	X

Kuva 3. Runkovaiheen laadunvarmistusmatriisi (Ovaskainen 10-08-2016)

2.5 Työturvallisuus

2.5.1 Kerrostalotyömaan runkovaiheen työturvallisuuden lähtökohdat

Rakentamisessa työturvallisuuden vastuut ja yksityiskohdat määritetään laissa. Laki vaatii rakennuttajia, suunnittelijoita, työnantajia sekä itsenäisiä työnsuorittajia huolehtimaan rakennushankkeessa kukin osaltaan ja yhdessä siitä, että työmaalla työskenteleville tai työn vaikutuspiirissä oleville, ei aiheudu vaaraa (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 629/1994 3§.)

Kerrostalon runkovaihe on tapaturma-altis työvaihe. Esimerkiksi putoamista suojaavat rakenteet tehdään vasta rungon rakentamisen ohessa. Hyvällä putoamissuojaussuunnitelmalla työturvallisuutta voidaan parantaa ja putoamissuojauksen toteuttamista selkeyttää. Putoamissuojaussuunnitelmassa esitetään eri kaidetyypit, tai muut putoamista estävät rakenteet, eri tilanteisiin työmaalla. Tämän suunnitelman lisäksi putoamisen estämiseen on käytettävä henkilökohtaisia putoamisen estäviä suojaimia kuten valjaita, niissä työvaiheissa, joissa putoamisen estäviä rakenteita ei vielä ole paikoillaan tai niiden asentaminen ei ole tarkoituksenmukaista. Tapaturmariskiä aiheuttava tekijä kerrostalon runkovaiheen töiden aikana on myös rakennusvalmisosien, eli elementtien, suurmuottien ja muiden massiivisten kappaleiden nosto- ja asennustyö. Nostotyöhön liittyy näissä tapauksissa puristumisen ja allejäämisen vaarat. Työmaalle voidaan tehdä erillinen nostotyösuunnitelma, vaikka elementtiasennussuunnitelmassa otetaankin usein kantaa nostotyön suorittamiseen ja nostotyön merkinantotapoihin. Nykyisin käytössä on pääsääntöisesti radiopuhelimet torninosturinkuljettajan ja asennustyöryhmän välillä. Rakennustyömaan turvallisuuden kannalta yleinen järjestys ja jätehuolto ovat myös työn turvallisuuden kannalta tärkeitä seikkoja. Esimerkiksi kompastumisten ja liukastumisten riskiä voidaan pienentää hyvällä jätehuollon suunnittelulla ja valvonnalla. Hyvä järjestys työmaalla lisää myös työmaan ulkoista ilmettä ja työntekijöiden viihtyvyyttä.

2.5.2 Kohdetyömaan työturvallisuus

Pääurakoitsijalla oli kohdetyömaan asiakirjoihin laadittu turvallisuussuunnitelma ja sen lisäksi putoamissuojaussuunnitelma. Turvallisuussuunnitelman mukaan työmaan turvallisuusriskit selvitetään henkilötasolla jo työntekijöiden perehdyttämisyhteisössä ennen heidän työmaalle tuloa. Näitä ovat esimerkiksi vaara-alueet, lippusiimoilla eristetyt kaivannot, materiaalien purkualueet sekä muut sen hetkisen rakennusvaiheen riskitekijät. Perehdyttämisen osana käydään läpi riskien lisäksi alkusammutus- ja ensiapukalusto. Perehdytyksessä ilmoitetaan myös henkilökohtaisten suojainten käytöstä työmaalla. Työmaa-alueella olevilla vaaditaan suojaimina turvajalkineet, suojalasit, suojakypärä sekä heijastava vaatetus. Lisäksi voimassaoleva työturvallisuuskortti ja kuvallinen henkilötunniste ovat pakollisia.

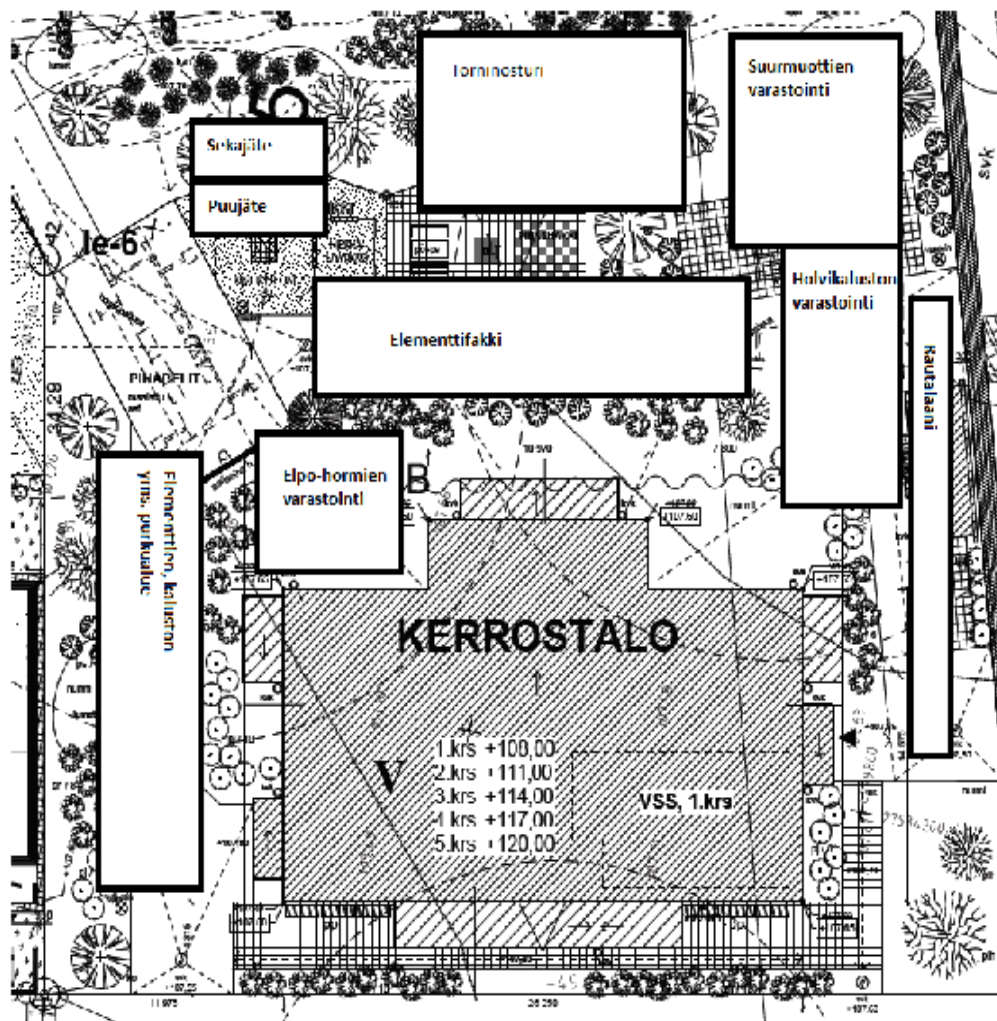
Turvallisuussuunnitelman mukaan työmaan turvallisuustasoa seurataan viikoittain TR-mittauksella. TR-mittaus on yleisesti rakennustyömailla käytetty työturvallisuustason mittauksen työkalu, jolla arvioidaan työntekijöiden, koneiden, laitteiden, välineiden ja alueiden turvallisuutta työn tekemiseen.

Kohdetyömaalla TR-mittauksessa havaitut turvallisuuspuutteet korjataan välittömästi TR-mittauskierroksen jälkeen. Lisäksi turvallisuuspuutteet käydään läpi viikkopalaverissa, jotta niiden toistuminen voidaan työntekijöiden toiminnalla ehkäistä.

Turvallisuussuunnitelmassa edellytetään jokaista aliurakoitsijaa ja työnsuorittajaa pitämään työalueensa siistinä ja huolehtimaan rakennusjätteensä lajiteltuina jäteastioihin. Lisäksi työturvallisuussuunnitelma edellyttää pitämään kulkuväylät ja työalueet tyhjinä ylimääräisistä materiaaleista ja tarvikkeista. Tarvikkeiden välivarastointia ei hyväksytä työntekopisteissä.

2.6 Logistiikka

Kohdetyömaan runkovaiheen logistiikkasuunnitelma tehtiin asemapiirroksen pohjalle (kuva 4). Pääasiallisena nostokalustona toimi MD Potain 285 -torninosturi, jonka kapasiteetti todettiin riittäväksi suurimpienkin taakkojen nostamiseen työmaalla. Suurimmat parvekelaattaelementit painoivat noin 9,5 tonnia. Nosturin asemointi tontille oli suunniteltu aiemmin pääurakoitsijan toimesta. Tehokkaan tilankäyttämisen ja torninosturin hyödyn maksimoimiseksi suurimman tilan vieville varastoitaville muottikalustolle ja materiaaleille suunniteltiin omat varastointipaikat. Myös työmaalle tuotavien rakennusmateriaalien purkupaikka suunniteltiin siten, että täysperävaunullinen rekka-auto mahtuisi alueelle, josta purku suoritetaan. Suunnittelussa kiinnitettiin huomiota siihen, että nostomatkat olisivat mahdollisimman lyhyet, nostot olisi turvallista suorittaa ilman noston alla olevaa liikennettä, ja että tilat olisivat riittävän väljät esimerkiksi suurmuottien puhdistamista varten. Tämän vuoksi esimerkiksi elementtifakki, eli elementtien varastointiin käytettävää pukki, on suunniteltu torninosturin juureen, johon elementtikeruun purkaminen on sekä nopea, että turvallista lyhyen nostomatkan ansiosta. Jätelavat eli siirtolavat on sijoitettu niin, että lavojen viereen pääsee kuorma-autolla ja lavat saa kuorma-auton kyytiin suoraan ilman välisiirtoa.



Kuva 4. Logistiikkasuunnitelma

Kuormien purkuajat suunniteltiin mahdollisuuksien mukaan siten, että ne mahdollisimman vähän häiritsisivät itse rungon rakennustöitä. Tämä tarkoittaa sitä, että kuormat purettiin holvinvalupäivänä ennen varsinaisen työajan alkamista tai heti aamulla työajan alettua. Runkovaiheen betonointityöt suoritetaan nostoastiabetonointina. Ainoastaan holvin betonointityössä käytetään betonipumppuautoa. Betonipumppuauton käyttämistä harkittiin suunnittelussa myös seinien betonointityöhön, mutta koska torninosturin käyttäminen seinien betonoinnin aikana ei ollut välttämätöntä muuhun runkovaiheen työtehtävään, todettiin suunnittelussa taloudellisuuden vuoksi nostoastiabetonoinnin olevan tarkoituksenmukaista. Suunnittelussa päädyttiin myös siihen, ettei lisänostokalustoa, kuten ajoneuvonosturia, ole tarkoituksenmukaista käyttää nopeuttamaan runkotyön valmistumista esimerkiksi elementtiasennustyössä. Runkovaiheen nostotyöt ehditään suorittamaan torninosturin avulla ilman, että se hidastaa rungon valmistumista aikatauluun nähden.

Jätehuolto suunniteltiin siten, että tarvittava määrä torninosturilla nostettavia jäteastioita on jokaisessa kerrostalon asuinkerroksessa. Aliurakoitsijat toimittavat heiltä syntyneet rakennusjätteet näihin astioihin lajiteltuina siten, että seka- ja puujätteet on omissa astioissaan. Pääurakoitsija

huolehtii jäteastioiden tyhjentämisen suuremmille siirtolavoille. Myös siirtolavojen poiskuljetuksen kaatopaikalle järjestää pääurakoitsija.

3 TYÖSUUNNITELMAT

3.1 Paikallavalettavat seinät ja pilarit

Paikallavalettavien pystyrakenteiden eli betoniseinien ja kantavien betonipilareiden muottityön suorittamiseen tehtiin suunnitelmat. Suunnitelmat jakaantuivat kalustosuunnitelmaan, muottikiertosuunnitelmaan sekä tehtäväsuunnitelmaan. Lisäksi seinämuottityövaiheeseen laadittiin potentiaalisten ongelmien analyysi, jotta mahdollisia tuotannon ongelmia pystyttäisiin ratkaisemaan ennen niiden syntymistä.

3.1.1 Kalustosuunnitelma

Kalustosuunnitelma tehtiin käytävissä olevan resurssimäärän ja työpiirustusten pohjalta. Resurssien määrä suunniteltiin runkovaiheikataulun laadinnan yhteydessä ja sen määrä oli kaksi kirvesmiestä, kaksi raudoittajaa, joilla on ammattitaito holvimuottityöhön sekä yksi monipuolinen rakennusmies, jolla on ammattitaito tehdä avustavia töitä sekä raudoitustyöhön että seinämuottityöhön. Logistiikkasuunnitelmassa seinämuottien betonointi suunniteltiin tehtäväksi nostoastiabetonointina ja torninosturi on silloin nostokalustona betonointityön käytössä. Tämän vuoksi seinämuottityöryhmällä ei ole mahdollisuutta muuhun torninosturia vaativan työsuorituksen tekemiseen betonointityön aikana. Jotta resurssien käyttäminen on mahdollisimman tehokasta, suunnitelman mukaan seinämuottityöryhmä suorittaa myös muottien betonointityön. Tämä oli otettava huomioon kun arvioitiin seinämuottien määrää, koska betonointityön aikana seinämuottityötä ei tehdä. Raudoitustyö etenee seinämuottityön ohessa. Betonointityön aikana raudoitustyöryhmä tekee edellisen kerroksen holvimuotin purkutyötä. Tämä lisää resurssien käytön tehokkuutta, mutta vaatii raudoitustyöryhmältä laajempaa ammattitaitoa holvin purkutyön osalta.

Työpiirustuksista saatiin lähtötiedoksi paikallavalettavien seinien ja pilareiden lukumäärät kerroksittain. Kohdetyömaalla oli valmiina kuusi paria Steamrator-suurmuotteja ja kaksi paria Framax-järjestelmämuotteja. Nämä muottijärjestelmät ovat yhteensopivia, joten järjestelmämuotin voi liittää suurmuotin jatkoksi. Näiden muottijärjestelmien varustukseen kuului muottien pystyttämiseen ja tukemiseen tarvittava kalusto. Työpiirustusten pohjalta suunniteltiin, että työmaalla rakennetaan lisäksi kaksi paria vaneripintaisia, puurunkoisia kappaletavaramuotteja, jotka pystytään nostamaan elementteinä paikoilleen torninosturin avulla. Rakennuskohteen päätyseinät oli suunniteltu paikallavalettaviksi. Tästä johtuen muottien tuentaa varten työmaalle oli hankittava kuusi kappaletta erityisiä nivelytasoja, joiden varaan päätyseinien ulkoreunalle asennettavat muotit saadaan tuettua. Suunnitelman mukaan tämä on riittävä määrä muottikalustoa, jotta seinämuottityö ja pilarimuottityö etenee aikataulun mukaisesti ja resurssit riittävät muottityön, raudoitustyön ja betonointityön suorittamiseen. (taulukko 1.)

Taulukko 1. Muottikalustosuunnitelma (Ovaskainen 2016-07-07)

Muottikalustosuunnitelma		
koko=(pituus x korkeus) metriä		
Suurmuotit	koko	määrä paria
	7,2x3	4
	4,8x3	2
Järjestelmämuotit		
	koko	määrä paria
	0,90x3,3	1
	1.35x3,3	1
Kappaletavaramuotit		
	koko	määrä paria
	1,88x3	1
	2,03x3	1

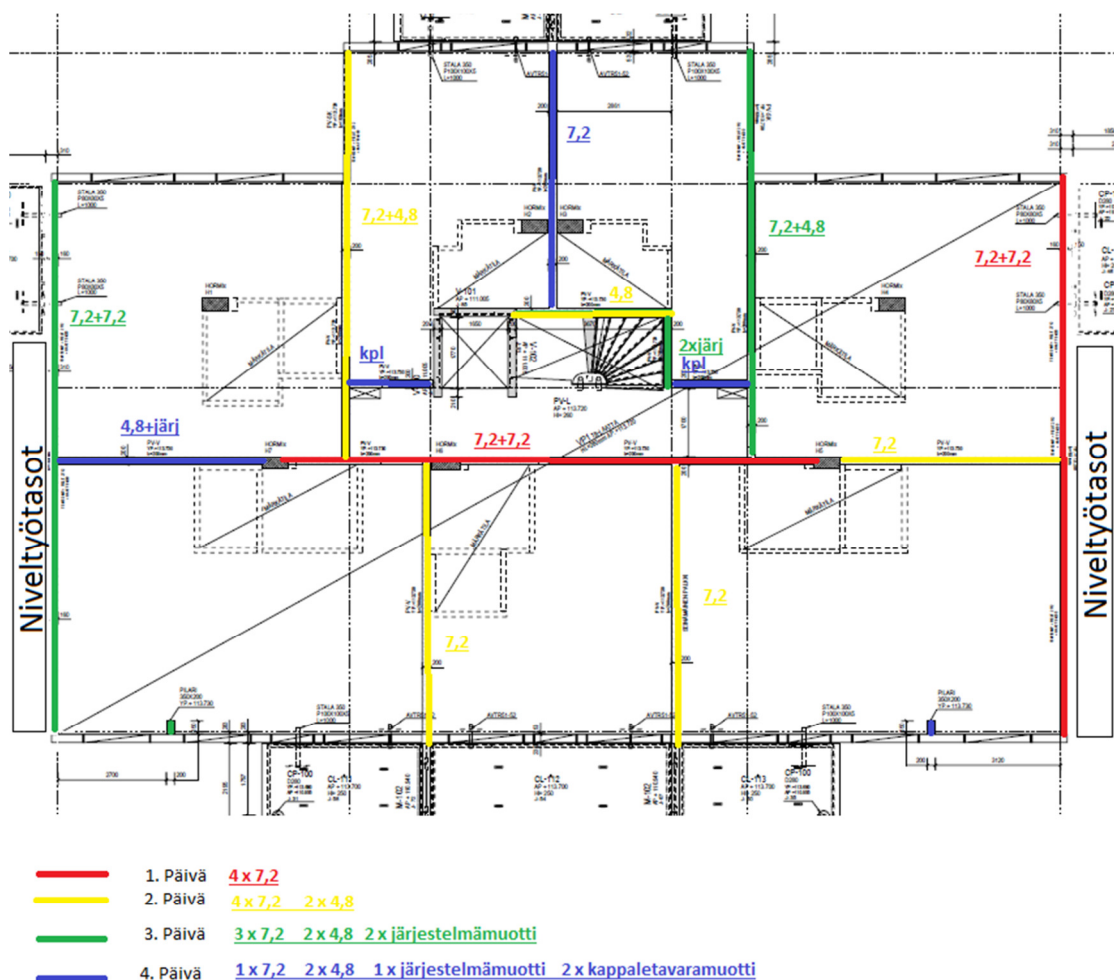
Muottikaluston lisäksi laskettiin muiden oleellisten rakennusmateriaalien menekki seinämuottityöhön liittyen. Välikeputket, niihin asennettavat muovikartiot, aukko- ja reunatopparimateriaalit sekä toppareiden kiinnittämiseen käytettävät teräskulmat ovat toimitukseltaan sellaisia rakennusmateriaaleja, joiden menekki on hyvä laskea ennen muottityön aloittamista, jotta niitä on riittävästi. Tällöin riski materiaalin loppumisesta johtuvaan viivästykseen työssä voidaan minimoida. Teräskulmien kiinnitysruuvit ja muut kiinnitystarvikkeet ovat nopeasti saatavia toimitukseltaan, joten niiden menekkiä ei suunnitelmassa arvioitu. Työpiirustuksista selvisi suunnitteluvaiheessa, että paikallavalettavat seinät ja pilarit ovat muuten 200 mm:n paksuisia, mutta pitkät päätyseinät ovat 160 mm:ä paksuisia. Suunniteltiin, että kaikki aukko- ja päätytopparit työstetään 50x200 mm:n sahatavarasta työmaalla. Kapeamman, 160 mm:n, topparimateriaalin menekki on sen verran pieni, ettei ole tarkoituksenmukaista tilata kahta erilevyistä sahatavaruormaa. Tästä johtuen päätyseinien kapeammat aukko- ja päätytopparit kavennetaan työmaalla sopiviksi. Aukko-, ja päätytoppareiden määrä saatiin laskemalla Ikkuna-, ja oviaukkojen mitat työpiirustuksista. Päätytoppareiden määrä laskettiin suoraan muottikiertosuunnitelmasta. Aukko-, ja päätytoppareiden hävikiksi arvioitiin 30 % jokaisessa kerroksessa toppareiden kulumisen vuoksi. Välikeputkien menekki laskettiin muottikiertosuunnitelmasta. Koska putket jäävät seinän betonirakenteen sisään, niitä ei tämän vuoksi voi käyttää uudelleen. Välikeputkiin asennettavat muovikartiot laskettiin yhden kerroksen välikeputkien määrän mukaan (jokaiseen välikeputkeen asennetaan molempiin päihin muovikartiot). Suunniteltiin, että niitä voidaan käyttää seuraavan kerroksen muottityössä, mutta lisättiin seuraavien kerrosten menekkiin 10 % muovikartioiden mahdollisen rikkoutumisen varalta. (taulukko2.)

Taulukko 2. Materiaaleja seinämuottityöhön (Ovaskainen 2016-07-03)

Materiaaleja seinämuottityöhön	
Välikeputket	välikekartiot
	1200kpl/kerros+ 4x120kpl
yht. 250 jm	yht.1680kpl
Sahatavara toppareihin 50x200 mm	Toppareiden kiinnityskulmat
120jm/kerros+4x40jm	yht.150kpl
yht. 280jm	

3.1.2 Muottikiertosuunnitelma

Muottikiertosuunnitelmassa kuvataan Kerrostalon kunkin kerroksen päivittäin asennettavat ja valettavat seinä-, ja pilarimuotit. Tavoitteena on, että edellisenä päivänä valetut muotit puretaan seuraavana aamuna, jonka jälkeen ne siirretään suunnitelman mukaisesti uusiin paikkoihin ja valetaan työvuoron loppuun mennessä.



Kuva 5. Muottikiertosuunnitelma 2.-5.krs.(Ovaskainen 2017-06-15)

Muottikiertosuunnitelman lähtökohtana ovat rakennuspiirustukset ja selitykset, joista selviää paikallavalettavien seinien ja pilarien määrä ja paikat jokaisen kerroksen osalta. Kaluston ja resurssien määrä vaikuttaa työsaavutuksen kautta siihen, että kuinka paljon päivittäinen muottimäärä voi olla. Tämän runkotyökohteen seinät Kalusto-, ja resurssisuunnitelmien pohjalta todettiin muottikiertosuunnittelussa, että muottikierto voidaan suunnitella neljän työvuoron mittaiseksi. Pääosin muottityö on suurmuottityötä, jota täydennetään järjestelmämuoteilla ja työmaalla rakennutuilla kappaletavaramuoteilla. Seinämuottien kierto suunniteltiin siten, että ensimmäisenä päivänä tehdään toinen pitkä päätyseinä ja osa pitkää käytävän seinää siten, että se rajoittuu ELPO-varauksiin. Tällöin liikkuminen holvilla vaikeutuu mahdollisimman vähän ja käytävän seinään ei tarvitse tehdä ylimääräisiä työsaumoja. Toisen päivänä tehdään edellisenä päivänä valettuja seiniä yhdistävä seinä, porrashuoneen takaseinä, sekä kolme poikkiseinää. Poikkiseinät liittyvät ensimmäisenä päivänä valettuun pitkään käytävän seinään, jonka huoneisto-oviaukoista saadaan järjestettyä kulku holvilla. Kolmantena päivänä tehdään toinen pitkä päätyseinä, porrashuoneen lyhyt seinä, sekä poikkiseinä. Neljäntenä päivänä tehdään viimeiset, täydentävät seinät. (kuva 5.)

3.1.3 Tehtäväsuunnitelma seinämuottityöhön

Muottityöhön tarvittavia resursseja suunniteltiin kaksi kirvesmiestä ja yksi rakennusmies, joka osaltaan auttoi myös raudoituksen avustavissa töissä. Tämän työryhmän tehtäviin kuului myös betonointityö. Seinämuottityön raudoitukseen suunniteltiin kahden raudoittajan resurssi. Rakennusmittaus ei kuulunut runkourakoitsijan tehtäviin, joten laskettiin, että kalustossuunnitelman mukainen muottimäärä saadaan maksimaalisesti käyttöön tällä resurssimäärällä. Suunnittelun lähtökohtana oli, ettei työvuoroja tarvitse pidentää normaalista kahdeksasta tunnista, vaan että työt ehditään tekemään normaalin työajan puitteissa. (taulukko3.)

Taulukko 3. Muottikiertosuunnitelma työmenekkeineen (Ovaskainen 2017-06-15)

Muottikiertosuunnitelma					
1. krs					
	Muotit	Seinä m2	Muotti m2	tth/muotti m2(sis.betonointityön)	
1.päivä	4 x 7,2 1 x järjestelmämuotti (1,35)	77	180,9	0,13	
2.päivä	1 x 7,2 2 x 4,8 1 x järjestelmämuotti (1,35)	37,3	108,9	0,22	
3.päivä	2 x 7,2 2 x 4,8 1 x järjestelmämuotti (1,35)	54,2	152,1	0,16	
4.päivä	2 x 7,2 2 x 4,8 1 x kappaletavaramuotti	47	156	0,15	
	yhteensä ka.	53,875	149,475	0,1661732	
2-5krs.					
	Muotit	Seinä m2	Muotti m2	tth/muotti m2(sis.betonointityön)	
1.päivä	4 x 7,2	74	172,8	0,14	
2.päivä	4 x 7,2 2 x 4,8	90,5	230,4	0,10	
3.päivä	3 x 7,2 2 x 4,8 2xjärjestelmämuotti(1,35+0,9)	71,8	200,7	0,12	
4.päivä	1 x 7,2 2 x 4,8 2 x kpl-tavaramuotti 1 x järjestelmämuotti	42,6	132,36	0,18	
	yhteensä ka.	69,725	184,065	0,14	

Tehtäväsuunnitelman mukaan seinämuottityöstä järjestetään aloituspalaveri. Aloituspalaveriin osallistuvat seinämuottityöryhmä, raudoitustyöryhmä sekä pääurakoitsijan työnjohto. Palaverin

tarkoituksena on selvittää työryhmälle työhön liittyviä vaatimuksia ja ohjeita. Lisäksi palaverissa voidaan varmistua siitä, että käytettäväksi suunnitellut työmenetelmät ovat tekijöille tuttuja. Palaverissa käydään läpi asialista johon sisältyy työkohteen vastaanotto, tehtäväsisältö, laatuvaatimukset, työturvallisuusvaatimukset sekä käytettävät työmenetelmät ja materiaalit.

Työkohteen vastaanotto:

- Työympäristö on sellaisessa tilassa, että työ voidaan aloittaa ilman ylimääräisiä haittoja ja turvallisuusriskejä.
- Muottikalusto ja materiaalit ovat työmaalla ja ne ovat tarkoituksen mukaisia.
- Työhön tarvittavat koneet ja välineet ovat tarkoituksenmukaisia ja kunnossa.

Seinämuottityön tehtäväsisältö:

- nivelytösten asentaminen
- edellisenä päivänä valettujen muottien irrottaminen
- työmuotin puhdistus, öljyminen ja pystyttäminen mittamiehen merkitsemään paikkaan
- työmuotin pystyyn tukeminen(tuulisuojat)
- aukko-, ja päätöppäreiden asentaminen
- raudoitustyö
- sidetankojen ja välikeputkien asentaminen
- toisen muottipuoliskon öljyminen ja asentaminen
- muotin työtason putoamissuojauksen varmistaminen
- muotin pystysuoruuden varmistaminen
- betonointityö
- muotin pystysuoruuden varmistaminen (Ratu 0401, 8.)

Laatuvaatimukset:

- korkeus +-10mm
- pituus +-10mm
- paksuus +-8mm
- riittävä tiivistäminen betonointityössä, jotta muottiin ei jää ilmataskuja ja betoniseinän pinta on sileä
- mallityö (Rakennustöiden laatu 2017, 18.)

Työturvallisuusvaatimukset:

- Työmaa-alueella on käytettävä henkilökohtaisia suoja-aineita.
- Melua aiheuttavissa töissä on käytettävä kuulosuojaimia.
- Putoamisvaarallisissa töissä on käytettävä putoamissuojaimia(valjaita). Esimerkiksi silloin kun kaiteita puretaan muottien edestä. Nivelytösten asennustyössä.
- Pölyä aiheuttavissa töissä on käytettävä hengityssuojaimia.
- Putoamisvaaralliselle alueelle on estettävä pääsy. Esimerkiksi silloin kun joudutaan purkamaan kaiteita.
- Turvallisuuspuutteista on ilmoitettava.

- Tulitöiden suorittajalla on oltava tulityökortti ja tulityölupa.
- Ylimääräiset rakennusmateriaalit ja jätteet on vietävä niille osoitetuille paikoille.

Käytettävät työmenetelmät ja materiaalit:

- muottikalusto
- muottityöhön liittyvät rakennusmateriaalit
- nostokalusto

3.2 Elementtiasennussuunnitelma

Elementtiasennussuunnitelman pohjana oli rakennepiirustukset. Rakennepiirustuksista voitiin nähdä, mitkä rakenneosat oli suunniteltu elementteinä. Elementtidetaljipiirustuksista nähtiin, kuinka elementtien liitokset oli suunniteltu tehtäväksi. Elementtien tilaaminen työmaalle ei kuulunut runkourakoitsijan tehtäviin, vaan sen hoiti pääurakoitsija. Elementtien vastaanotto, varastointi, suojaus ja asentaminen kuuluivat runkourakoitsijan tehtäviin.

3.2.1 Vastaanotto ja varastointi

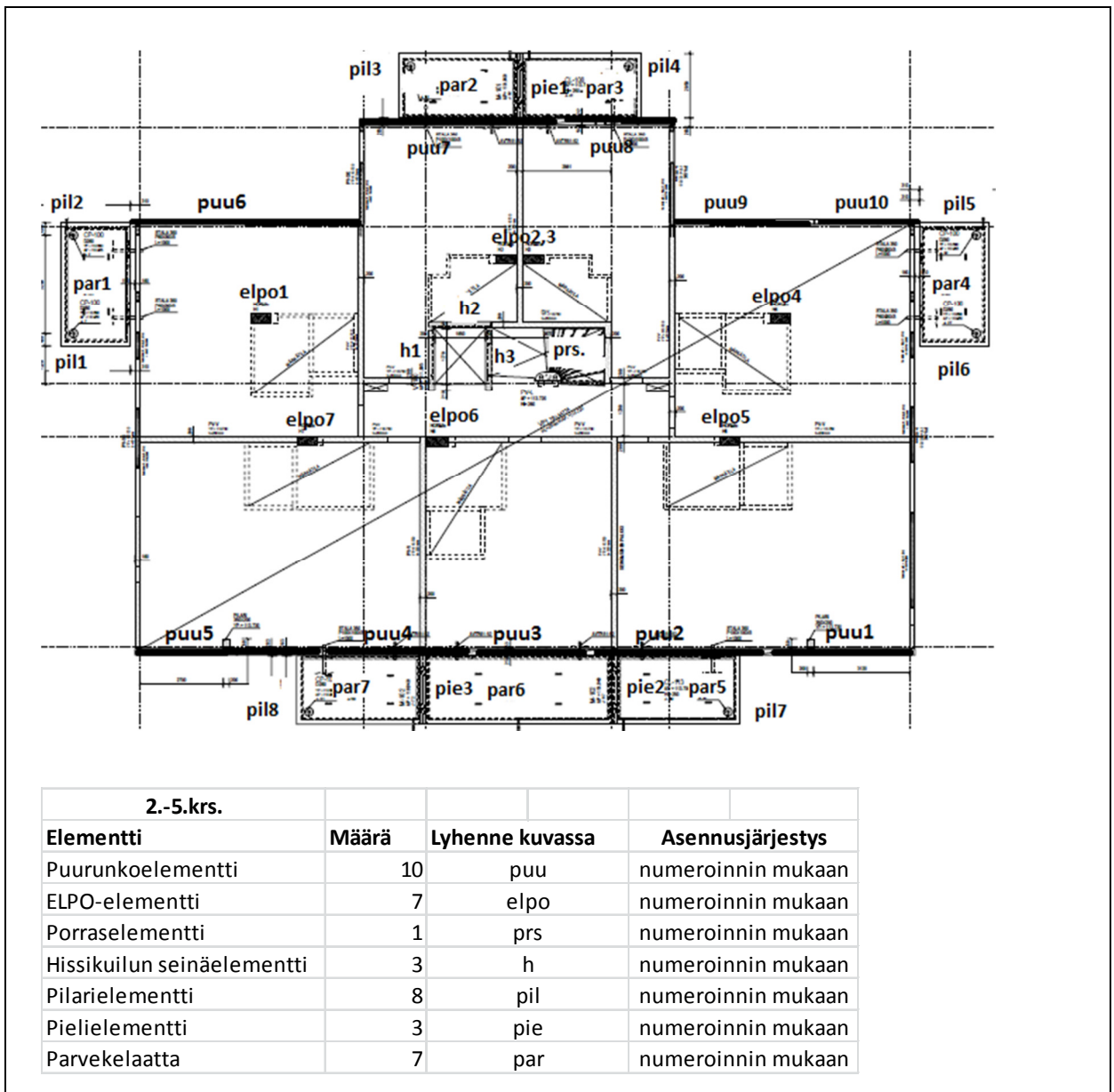
Elementtikuormat pyrittiin suunnittelun pohjalta tilamaan työmaalle päivinä, jolloin välipohjia valettiin. Tällöin runkotyöryhmällä oli elementtien vastaanottamiseen aikaa siten, että rungon työtehtävät häiriintyisivät mahdollisimman vähän. Asemapiirustuksessa on esitetty elementtien varastointipaikat. Varastointi suunniteltiin siten, että puurunko-, parvekelaatta-, parvekepieli-, ja hissin seinäelementit varastoidaan elementtifakkiin. ELPO-elementit ja kierreporraselementit varastoidaan asemapiirustuksessa kuvattuun paikkaan. Parvekepillarit varastoidaan kuormalavoille elementtifakin läheisyyteen. Suunnitelman mukaan kaikki elementtikuormat puretaan torninosturia käyttäen. Puurunkoelementit nostetaan nostoliinoilla, koska niihin ei oltu suunniteltu erillisiä nostolenkkejä. Varastoinnin lisäksi puurunkoelementit on suojattava sateelta suojapeitteillä. Betoniin parvekelaattaelementteihin ja ELPO-elementteihin oli suunniteltu sisäkierreankkurit, joista ne voidaan nostaa sopivilla vaijerinostolenkeillä. Muihin betonielementteihin oli suunniteltu teräksiset, kiinteät, nostolenkit, joista ne nostetaan torninosturilla. Yläpohjaan asennettavat ontelolaatat asennetaan suoraan, ilman välivarastointia, kuormasta elementtitoimittajan mukanaan tuomalla nostopuomilla, jossa on tarkoituksenmukaiset nostosakset ontelolaatta-asennusta varten.

Elementtikuormien purkua ei ole aikataulusuunnitelmassa eritelty, koska sen laskettiin kuuluvan elementtityöhön ja siihen varattu aika on sisällytetty elementtiasennusaikaan. Resurssiksi suunniteltiin kaksi kirvesmiestä.

3.2.2 Asennusjärjestys

Asennusjärjestyksen suunnittelussa lähtökohtana olivat runkotyön kriittisen polun vaiheet. Holvimuottityö on runkovaiheessa pitkäkestoinen tehtävä, joten elementtien asennusjärjestyksen

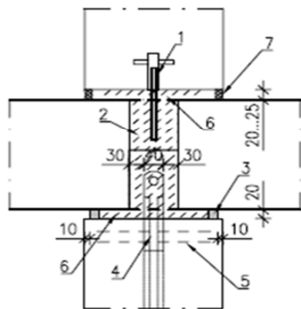
suunnittelulla pyrittiin siihen että holvimuuttityö voidaan aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa elementtiasennustyön ohessa. Holvimuotti asennetaan puurunkoelementtiä vasten, joten sitä ei työtehokkuuden kannalta ole järkevää tehdä ennen puurunkoelementin asennusta. Tämän vuoksi suunniteltiin puurunkoelementtien asennus ensimmäiseksi. Tämän jälkeen asennetaan ELPO-elementit. Holvimuuttityö voidaan aloittaa heti ELPO-elementtien asennustyön jälkeen, koska silloin kaikki holvimuuttityötä täydentävät pystyrakenteet ovat asennettuina. Alemman kerroksen kierreporraselmentin asennustyö tehdään seuraavaksi. Alemman kerroksen holvimuotti toimii alustana porrashuoneen seinämuuttityölle, joten muotin purkaminen on mahdollista vasta kun viimeiset seinämuotit on betonoitu. Tämän vuoksi kulku kerroksiin järjestetään runkotyön edetessä rakennettavan porrastornin kautta. Seuraavaksi asennetaan hissikuilun seinäelementit, parvekkeen pilari-, ja pieliementit ja viimeisenä parvekelaattaelementit. (kuva 6.)



Kuva 6. Elementtien asennusjärjestys (Ovaskainen 2016-06-06)

3.2.3 Tehtäväsuunnitelma elementtiasennustyöhön

Elementtiasennustyöhön tarvittavia resursseja suunniteltiin kaksi kirvesmiestä. Avustavissa töissä rakennusmies toimii elementtien kiinnilaittajana varastointipaikalla ja asennusmassan valmistajana. Asennusmassa valmistetaan betonimyllyllä kuivabetonista työmaalla ja nostetaan betonikärryssä torninosturilla asennuspisteeseen. Elementit asennetaan mittamiehen antamien pisteiden mukaisesti paikalleen torninosturin nostamana. Kiinnitykseen käytettävät materiaalit ja tarvikkeet selvitetään elementtidetaljipiirustuksista. (kuva 7.)



- 1 Valuankkuri M16 RST keskeisesti + kierretappi M16 RST, tappi ulos elementin alareunasta 100mm
- 2 Reikä \varnothing 100 parvekelaatassa
- 3 Neopreenikumi, 20x20 nauha (SHORE60), asennetaan työmaalla, etäisyys elementin reunasta 10mm + elastinen kittaus
- 4 Ruostumaton reikärouta RRPr 2 tai RRPr 4, elementistä 100mm ulokkeena (maksimi pilarin paino pystyyn nostossa RRPr 2: 350kg ja RRPr 4: 1000kg)
- 5 Umpihaat, teräsosan ylä- ja alapäähän elementtipiirustuksen mukaan
- 6 Juotosbetoni Rudus 600/3, rasitusluokka XC4, XF3
- 7 Elastinen, säänkestävä saumausmassa

Kuva 7. Esimerkki elementtidetaljista (Sweco)

Tehtäväsuunnitelman mukaan elementtiasennustyöstä järjestetään aloituspalaveri, johon osallistuvat asennusryhmä, avustava työntekijä sekä pääurakoitsijan elementtiasennustyönjohtaja. Palaverin tarkoituksena on selvittää työryhmälle työhön liittyviä vaatimuksia ja ohjeita. Lisäksi palaverissa voidaan varmistua siitä, että käytettäväksi suunnitellut työmenetelmät ovat tekijöille tuttuja. Palaverissa käydään läpi asialista johon sisältyy työkohteen vastaanotto, tehtäväsisältö, laatuvaatimukset, työturvallisuusvaatimukset sekä käytettävät työmenetelmät ja materiaalit.

Työkohteen vastaanotto:

- Työympäristö on sellaisessa tilassa, että työ voidaan aloittaa ilman ylimääräisiä haittoja ja turvallisuusriskejä.
- Työhön tarvittavat koneet ja välineet ovat tarkoituksenmukaisia ja kunnossa.
- Elementteille on suunnitelman mukaiset nostoelimet(vaijerinostolenkit).

Tehtävän sisältö:

- elementtien vastaanottaminen ja varastointi suunnitelmien mukaan
- puurunkoelementtien suojaus varastointivaiheessa

- parvekelaattaelementtien kääntäminen ennen asennusta
- elementtien tartuntatappien asentaminen
- elpo-elementtien putkien, tiivisteiden ja ohjaustappien asentaminen
- korkolappujen asentaminen
- asennusmassan laittaminen
- elementtien asentaminen suunnitellussa järjestyksessä mittamiehen osoittamaan asemaan
- pystysuoruuden varmistaminen
- elementtien sivuttaistuennan varmistaminen
- puurunkoelementtien suojaus asentamistyön jälkeen

Laatuvaatimukset:

- pystysuoruusvaatimukset
- malliasennus jokaisesta eri elementtilajista

Työturvallisuusvaatimukset:

- Työmaa-alueella on käytettävä henkilökohtaisia suojaimia.
- Melua aiheuttavissa töissä on käytettävä kuulosuojaimia.
- Elementtiasennustyössä on käytettävä henkilökohtaisia putomissuojaimia (valjaita).
- Pölyä aiheuttavissa töissä on käytettävä hengityssuojaimia.
- Putoamisvaaralliselle alueelle on estettävä pääsy. Esimerkiksi silloin kun joudutaan purkamaan kaiteita.
- Turvallisuuspuutteista on ilmoitettava.
- Tulitöiden suorittajalla on oltava tulityökortti ja tulityölupa.
- Ylimääräiset rakennusmateriaalit ja jätteet on vietävä niille osoitetuille paikoille.

Käytettävät työmenetelmät ja materiaalit:

- nostokalusto ja nostoapuvälineet
- elementtiasennustyöhön liittyvät rakennusmateriaalit
- elementtiasennustyöhön liittyvät koneet ja välineet

3.3 Holvimuottityösuunnitelma

Holvimuottityö suunniteltiin alkamaan aikatulun mukaan osittain samaan aikaan elementtiasennustyön kanssa. Holvimuottityö tehdään suunnitelman mukaan Dokaflex-holvimuottijärjestelmällä, jonka pääurakoitsija tilaa kohdetyömaalle. Muottikaluston toimittaja tekee asennussuunnitelman työpiirustusten pohjalta, joten työmaan suunnitteluvastuu rajoittuu tehtäväsuunnittelun tasolle.

Tehtäväsuunnitelmassa holvimuottityön resurssiksi suunniteltiin kaksi työntekijää. Tässä kohteessa raudoitustyöryhmä suorittaa holvimuottityön tekemisen. Tämä resurssien suunnitteluratkaisu tehtiin, jotta saatiin tasainen resurssijakauma koko runkovaiheen ajalle. Tehtäväsuunnitelman mukaan holvimuottityöstä järjestetään aloituspalaveri, johon osallistuvat asennusryhmä sekä pääurakoitsijan

työnjohtaja. Palaverin tarkoituksena on selvittää työryhmälle työhön liittyviä vaatimuksia ja ohjeita. Lisäksi palaverissa voidaan varmistua siitä, että käytettäväksi suunnitellut työmenetelmät ovat tekijöille tuttuja. Palaverissa käydään läpi asialista johon sisältyy työkohteen vastaanotto, tehtäväsisältö, työturvallisuusvaatimukset sekä käytettävät työmenetelmät ja materiaalit. Lisäksi palaverissa käydään läpi kalustotoimittajan tekemä asennussuunnitelma.

Työkohteen vastaanotto:

- Työympäristö on sellaisessa tilassa, että työ voidaan aloittaa ilman ylimääräisiä haittoja ja turvallisuusriskejä
- Holvimuottikalusto on työmaalla ja sen määrä on tilausta vastaava
- Työhön tarvittavat koneet ja välineet ovat tarkoituksenmukaisia ja kunnossa

Seinämuottityön tehtäväsisältö:

- kolmijalkojen asentaminen suunnitelman mukaan
- holvitukien asentaminen
- haarukkapäiden asentaminen
- niskapalkkien asentaminen
- koolauspalkkien asentaminen
- muottilevyjen asentaminen
- muottipinnan oikean korkeuden varmistaminen
- lisäholvitukien ja kiertopäiden asentaminen

Työturvallisuusvaatimukset:

- Työmaa-alueella on käytettävä henkilökohtaisia suojaimia.
- Melua aiheuttavissa töissä on käytettävä kuulosuojaimia.
- Holvimuottityössä on käytettävä henkilökohtaisia putoamissuojaimia(valjaita)
- Pölyä aiheuttavissa töissä on käytettävä hengityssuojaimia.
- Putoamisvaaralliselle alueelle on estettävä pääsy. Esimerkiksi silloin holvimuottien kaidetyö on kesken.
- Turvallisuuspuutteista on ilmoitettava.
- Tulitöiden suorittajalla on oltava tulityökortti ja tulityölupa.
- Ylimääräiset rakennusmateriaalit ja jätteet on vietävä niille osoitetuille paikoille.

Käytettävät työmenetelmät ja materiaalit:

- Dokaflex-holvimuottikalusto
- holvimuottityöhön liittyvät rakennusmateriaalit
- nostokalustona torninosturi

3.4 Potentiaalisten ongelmien analyysit

POA:a, eli potentiaalisten ongelmien analyysia, käytetään rakennushankkeissa tuotannon vaiheessa eteentulevien ongelmakohtien ratkaisemiseksi ennalta. Kohdetyömaan pääurakoitsijan kokemuksen mukaan seinämuottityössä ja kierreportaan asennutöissä kyseisen analyysin tekemistä pidettiin perusteltuna. (taulukko 4.)

Taulukko 4. Potentiaalisten ongelmien analyysi (Ovaskainen 2016-08-08)

Potentiaalisten ongelmien analyysi			
Seinämuottityö			
Ongelma	Riskit	Varautuminen	Vastuu
Aikataulu on liian kireä	Runkoaikataulu venyy	Ylitöihin varautuminen	Runkourakoitsija
Seinien pystysuoruus poikkeama	Kalliita jälkitöitä	Tarkemittauksia lisätään	Pääurakoitsija/mittamies
Kapeiden seinämuottien betonointi	Muotti ei täyty betonista	Käytetään notkeampaa betonia	Pääurakoitsija/työnjohto
Pilareiden betonointityön putoamissuojaus	Putoamisvaara	Muotitus suurmuoteilla	Työn suunnittelija
Kierreportaan asennustyö			
Ongelma	Riskit	Varautuminen	Vastuu
Asennusvarat todella pienet	portaan asentaminen hidastuu	Lisätään asennusvaroja	Runkourakoitsija/mittamies

Taulukon vasemmassa sarakkeessa on yksilöity työtehtään ongelmia, joita voi olla luvassa, mikäli niihin ei varauuta, Toisessa sarakkeessa esitetään ongelman seuraus, kolmannessa se, kuinka ongelmaa ennakoidaan, sekä lopuksi neljännessä sarakkeessa toimija, jonka vastuualueeseen ongelman ratkaiseminen kuuluu.

4 SUUNNITELMIEN TOTEUTUMINEN

Aikataulun mukaisesta työmenekistä laskettiin työn teoreettinen hinta paikallavalettaville betoniseinille neliometriä kohden. Raudoitustyötä kustannuksissa ei huomioitu, koska raudoitumääristä ei ollut työn laskentavaiheessa saatavilla tarkkoja materiaalmääriä. Hinnoitteluun käytettiin Rakennusalan työehtosopimus urakkahinnoitteluineen –opasta. 2016–2017, josta saatiin neliöhinnat seinien muottityölle ja betonointityölle. Työmenekki saatiin toteutuneen aikataulun työtuntimääristä. Vertailua tehtiin Ratu: aikataulukirjan työmenekkiin (Taulukko 5.)

Taulukko 5. Paikallavalettujen seinien työn kustannusvertailu (Ovaskainen 2016-08-08)

Paikallavalettujen seinien työn kustannusvertailu						
As. Oy Aria Nivea						
		määrä	yksikkö		Teoreettiset laskelmat	
	Paikalla valetut seinät	1331,1	m2		Muottityön kokonaishinta	9743,09 euroa
	Muottimäärä	3542,94	m2		Betonointityön kokonaishinta	1261,75 euroa
	Betonointimäärä	175	m3		Hinta yht.	<u>11004,84</u> euroa
	Muottityön kesto	360	tth			
	Betonointityön kesto	120	tuntia		Runkotyön keskituntiansio	<u>22,93</u> euroa
	Muottityön teoreettinen urakkahinta(Raktes)	2,75	e/m2			
	Betonointityön teoreettinen urakkahinta	7,21	e/m3			
	Ratun työmenekki suurmuottityö	0,15	tth/m2		Toteutunut työmenekki muottityö	<u>0,10</u> tth/m2
	Ratun työmenekki betonointityö	0,41	tth/m2		Toteutunut työmenekki betonointi	<u>0,69</u> tth/m3

Teoreettisesta laskelmasta voidaan päätellä, että toteutunut työmenekki muottityön osalta alitti selvästi Ratu:n aikataulun vertailuarvon. Betonointityön osalta työmenekki oli päinvastainen. Muottityön kokonaistyömenekki oli noin 50 prosenttia pienempi kuin vertailuarvo. Betonointityön osalta työmenekki oli päinvastoin puolitoista kertaa suurempi. Kun arvioidaan teoreettista keskituntiansiota työntekijöille, voidaan todeta sen olevan normaali runkourakkatyöstä maksettavaan palkkaan yleisesti. Tämän laskelman perusteella voidaan todeta, että Ratu-aikataulukirjan työmenekit eivät yksittäisten työtehtävien kohdalla olleet todellisia toteutuneeseen työmenekkiin, mutta kokonaisuutena ne olivat varsin lähellä toteutunutta työmenekkiä. Näiden laskelmien perusteella voidaan arvioida seuraavissa samankaltaisissa kohteissa työn hintaa ja painotuksia. Kerrostalojen runkorakentamisessa on kuitenkin paljon ulkoisia muuttujia, joten laskelmien ei voida olettaa olevan eksakteja.

5 POHDINTA JA KEHITTÄMISEHDOTUKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia toteuttamiskelpoinen työsuunnitelma betonirunkoisen kerrostalon työsuunnitelmista. Lisäksi seinämuottityön osalta piti vertailla työn kustannuksia urakkatyön ja toteutuneen aikataulun suhteen. Tämä onnistui suunnitelluti. Työ toteutettiin siten, että opinnäytetyöntekijä toimi suunnitelmien tekemisen lisäksi runkotyökunnan etumiehenä kohdetyömaalla. Tämä mahdollisti sen, että työn toteuttamista voitiin ohjata suunnitelmien pohjalta helposti ja poikkemiin pystyttiin puuttumaan käytännössä reaaliaikaisesti. Esimerkiksi alkuperäinen työjärjestys suunniteltiin siten, että hissikulujen seinäelementit asennetaan ennen porrashuoneen takaseinän muottityötä ja betonointia. Tämä todettiin kuitenkin heti alkuvaiheessa työteknisesti hitaaksi ja haastavaksi, joten tehtäväjärjestystä muutettiin siten, että porrashuoneen takaseinän muottityö ja betonointi tehtiin ennen hissikulujen elementtien asennusta. Tällä voitiin estää valupaineen aiheuttama elementtien liikkuminen porrashuoneen seinän valun yhteydessä.

Jo heti työsuunnitelmien tekemien alkuvaiheessa todettiin, että suunnittelu ei voi rajoittua ainoastaan työtehtävien suoraan suunnitteluun. Muiden yleisten ja alustavien suunnitelmien merkitys on suuressa roolissa tehtäväsuunnittelussa. Työturvallisuuden, logistiikan ja laadunhallinnan suunnitelmat luovat perustan toteuttamiskelpoisten suunnitelmien tekemiseen. Näiden yleisten suunnitelmien lähtötaso oli pääurakoitsijalla korkealla tasolla työturvallisuussuunnittelun ja laadunhallintasuunnittelun osalta. Tämän vuoksi suurin painoarvo tehtäväsuunnittelun ulkopuolisessa suunnittelussa oli logistiikan suunnittelussa. Työtehokkuutta ja sen myötä runkoaikataulun pitävyyttä varmistettaessa logistiikan suunnittelu on tärkeää, koska silloin materiaali- ja työvoimainiökset häiritsevät tuotantoa mahdollisimman vähän.

Rakentamisen suunnittelussa mainittujen laadun, aikataulun, työturvallisuuden, sekä ympäristöasioiden suhteen kohdetyömaa onnistui tavoitteissaan odotetusti. Häiriöitä tuotantoon oli minimaalisesti ja lopputulos oli pääurakoitsijan vaatima. Potentiaalisten ongelmien analyysin todettiin olevan ajan tasalla, joten uusia kehittämissuunnitelmia ei löytynyt. Tosin kehittämissuunnitelmien kyseiseen asiaan usein tulevat epäonnistuneista suunnitelmista tai työmenetelmistä. Niitä ei tässä rakennushankkeessa ilmennyt. Tulevissa samankaltaisissa urakoissa olisi mahdollista kehittää suunnittelua. Se kuitenkin vaatisi laajempaa mahdollisuutta ennakkosuunnitteluun. Siinä olisikin mahdollisuus tämän opinnäytetyön laajentamiseen.

Kokemuksena tämän opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoinen projekti, koska olin suunnittelun lisäksi mukana myös tuotannossa, joten näin suunnitelmien toteutumisen myös käytännössä. Sain paljon kokemusta kerrostalon runkotyön suunnittelusta ja sen ongelmakohtien ratkaisemisesta. Kokonaisuutena sekä opinnäytetyön tilaaja, että pääurakoitsija olivat tyytyväisiä työn lopputulokseen.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

HAARANEN Hannu 2016. Talonrakennushankkeen tuotannonohjaus. Ajankäytön suunnittelu. Savonia-ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikka. Luentomateriaali.

HARTIKAINEN Niku, KEMPPAINEN Jani, KOKKONEN Tommi, LAMBERG Kari, LAHTINEN Raija, LEINIKKA Niina, MARJASALO Anita, PAUKKU Sari, SOILA Jukka-Pekka, TALO Antti ja UTRIAINEN Markku 2017. Rakennustöidenlaatu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustyö Salminen Oy pähkinänkuoressa. [Rakennustyö Salminen Oy Verkkosivu]. [viitattu2016-10-10.] Saatavissa: [http://\(www.rakennustyo.net/\)](http://(www.rakennustyo.net/))

Ratu 0401. Suur- ja erikoissuurmuottityö 2012. Helsinki: Rakennustieto.

SUOMEN BETONIYHDISTYS 2004. Betonitekniikan oppikirja 2004 by 201. 5. uudistettu painos. Helsinki: Suomen Betonitieto.

SUOMEN BETONIYHDISTYS 2014. Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja 2014 osa 2. by 211 Helsinki: BY-koulutus Oy

VALTIOEUVOSTON ASETUS RAKENNUSTYÖN TURVALLISUUDESTA 2009/205. Finlex.

Lainsäädäntö. [Viitattu 2016-12-07]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=rakennusty%C3%B6n>