

Toni Pätsi

**AS. OY YLIVIESKAN KESKUSPUISTON OSAELEMENTTIRAKENTEISEN
ASUINKERROSTALON RUNKOTYÖVAIHEET JA LAADUNVARMISTUS
TYÖMAALLA**

**AS. OY YLIVIESKAN KESKUSPUISTON OSAELEMENTTIRAKENTEISEN
ASUINKERROSTALON RUNKOTYÖVAIHEET JA LAADUNVARMISTUS
TYÖMAALLA**

Toni Pätsi
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, Talonrakennus

Tekijä: Toni Pätsi

Opinnäytetyön nimi: As. Oy Ylivieskan Keskuspuiston osaelementtirakenteisen asuinkerrostalon runkotyövaiheet ja laadunvarmistus työmaalla

Työn ohjaaja: Antero Stenius

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015 Sivumäärä: 51 + 7 liitettä

Betonirunkotyövaihe on rakennuksen aikataulun kannalta hyvin kriittinen vaihe. Laadulliset virheet työssä lisäävät jälkityön määrää, mikä lisää rakentamiskustannuksia. Hyvällä työn suunnittelulla ja toteuttamisella voidaan saada lisää aikaa sisustustyövaiheelle, missä tehdään rakentamisen lopullinen laatu.

Työn tavoitteena oli perehtyä As. Oy Ylivieskan Keskuspuiston betonirunkotyövaiheessa käytettyihin työmenetelmiin. Tarkoituksena oli myös kehittää runkotyövaiheen laadunvarmistusta ja käsitellä työturvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Työssä selvitettiin, voidaanko laadunvarmistusta parantaa laadunmittauksilla työvaiheen aikana.

As. Oy Ylivieskan Keskuspuistossa suoritettiin laadunmittauksia runkotyövaiheen jälkeen, jolloin työmaalla oli menossa huoneistojen väliseinien valmistus. Laadunmittauksissa käytettiin kosteiden tilojen pohjatöille tarkoitettua laatumittaria, minkä jälkeen arvioitiin lomakkeiden sopivuutta runkotyövaiheelle. Kylpyhuoneen seinille tehdyissä laadunmittauksissa työmaalla huomattiin, että tämän hetkiset laadunmittauslomakkeet eivät ole sopivia betonirunkotyövaiheelle. Lomakkeet olivat liian pitkiä ja työläisiä täyttää, mistä johtuen opinnäytetyöhön tehtiin yksinkertaisempi versio laatumittarista, jossa tarkkaillaan runkotyövaiheen tärkeimpiä laatuun liittyviä tekijöitä.

Opinnäytetyössä laaditut työnaikaiset laatumittarit vaatisivat testauksia ja kehittämistä ennen kuin ne voitaisiin ottaa käyttöön työmaille. Mittauksien ja runkotyövaiheen jälkeen tulisi tarkastella jälkityön määrän tarvetta ja selvittää, onko laatumittarista saatu irti haluttua hyötyä.

Asiasanat: Paikallarakentaminen, Betonirakenteet, Elementtirakentaminen, Betonielementti

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, House Building

Author: Toni Päätsi

Title of thesis: Building Phases of Partly Prefabricated Framework and Quality Assurance in As. Oy Ylivieskan Keskuspuisto

Supervisor: Antero Stenius

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2015 Pages: 51 + 7 appendices

The building of framework is a very critical phase for construction work. The flaws in quality can raise the amount of rework which will raise the amount of building costs. Good forward planning and implementations makes it possible to get more time for the decoration phase where the final quality is made.

The objective of this work was to describe the framework phases of As. Oy Ylivieskan Keskuspuisto. Also the idea was to improve the quality assurance of the framework and manage the construction sites work safety.

On the construction sites there have been observations in which the currently used quality assurance forms are too oppressive to use in practice. Those forms were too arduous to fill and it was the reason to start improve a new assurance form.

Keywords: Cast-in-place structure, Concrete structure, prefabricated building, concrete element

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 BETONIRAKENTEISEN RUNGON PAIKALLAAN RAKENTAMINEN	8
2.1 Rungon toteutustavat	8
2.2 Runkojärjestelmä	8
2.3 Kantavanrungon seinät, laatat, pilarit ja palkit	9
2.4 Muottitekniikka ja muottityö	10
2.5 Seinämuotit ja muottijärjestelmän valinta	12
2.6 Raudoitustyö	12
2.7 Betonointi	14
2.7.1 Betonoinnin valmistelevat työt	14
2.7.2 Betonin siirrot	15
2.7.3 Betonin valu ja tiivistys	16
3 BETONIELEMENTTIRAKENTAMISEN TYÖSISÄLTÖ JA LAATU	17
4 RAKENTAMISEN LAATU	19
4 TYÖTURVALLISUUS	22
4.1 Työturvallisuustyön tavoitteet	22
4.2 Työsuojelulainsäädäntö ja –sopimukset	23
5 AS OY YLIVIESKAN KESKUSPUISTO	25
6 PAIKALLAAN RAKENTAMINEN YLIVIESKAN KESKUSPUISTOSSA	26
6.1 Runkotyövaiheen aloitusedellytykset	26
6.2 Runkotyö ja aikataulu	27
6.2.1 Muottityö	30
6.2.2 Raudoitus	32
6.2.3 Betonointi	33
7 BETONIELEMENTTIRAKENTAMINEN YLIVIESKAN KESKUSPUISTOSSA	36
7.1 Ontelolaatat ja työn valmistelu	36
7.1.1 Asennustyö	37

7.1.2 Välipohjan muottityö, raudoittaminen ja valaminen	39
7.2 Seinäelementit	42
8 LAADUNVARMISTUS JA MITTAUS TYÖMAALLA	44
9 YHTEENVETO	48
LÄHTEET	50
LIITTEET	51

1 JOHDANTO

Asuinkerrostalojen rungon rakentamisen laadulliset ongelmat juontuvat yleensä kiireellisestä aikataulusta, huonokuntoista kalustosta ja huolimattomuusvirheistä. Vaihtuvat työmenetelmät paikallaan rakentamisen ja elementtirakentamisen välillä tekevät laadun kokonaisuuden luomisesta haastavaa, ennen kuin työhön löydetään kestävä ja hyvin tuottava tahti. Rungon rakentamisen lopullinen laatu on monien eri tekijöiden summa, mutta suurimmat ongelmat syntyvät, jos runko ei ole suora tai se ei sijaitse mittatarkassa paikassa.

Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa tämän hetkisillä työmenetelmillä tuotettavaa runkotyön laatua. Työssä tarkastellaan vaadittavia laatukriteereitä, laadun varmistamiseen käytettäviä menetelmiä ja sitä, miten laatuun voitaisiin vaikuttaa työmaalla. Työn tavoitteena on myös miettiä ennalta ehkäiseviä ratkaisuja työmaalla syntyviin laaturiheisiin runkotyön aikana.

Opinnäytetyössä tarkastellaan myös rungon työnsuunnitteluvaihetta, johon kuuluvat mm. aikataulutusta ja muottikierto. Opinnäytetyössä selvitetään, miten näitä voitaisiin parantaa konkreettisesti niin, että työ saataisiin etenemään tehokkaasti. Runkotyövaiheen onnistuessa voidaan saada lisäaikaa sisätyövaiheelle. Opinnäytetyössä pohditaan myös työnlaadun kehittämiseen liittyviä asioita. Runkotyövaiheeseen liittyvät laadulliset virheet lisäävät jälkitöitä ja sitä kautta tuovat urakoitsijalle lisää kustannuksia.

2 BETONIRAKENTEISEN RUNGON PAIKALLAAN RAKENTAMINEN

Rakennuksen rungolla tarkoitetaan kantavien rakenteiden muodostamaa kokonaisuutta, jonka tehtävänä on siirtää rakennuksen omasta painosta tulevaa kuormaa sekä ulkopuolisista rasituksista syntyvää kuormitusta rakennuksessa alaspäin. Runkoon kohdistuvat kuormitukset siirtyvät seuraavaksi perustuksiin ja perustusten kautta maaperään. (Koski 2014, 61.)

Tärkeimpiä rungolle asetettavia vaatimuksia ovat sen riittävä lujuus ja jäykkyys sekä taloudellinen toteuttaminen. Lujuudella ja jäykkyydellä tarkoitetaan käytännössä rungon kykyä kestää syntyviä rasituksia ja säilyttää muotonsa. Rungon tulee myös kestää poikkeuksellisempia kuormitustilanteita, kuten esimerkiksi luonnonmullistuksia ja tulipaloja. (Koski 2014, 61.)

2.1 Rungon toteutustavat

Työmaateknillisen toteutuksen kannalta runko voidaan rakentaa monella eri tavalla ja monista eri materiaaleista. Toteutustapoja ovat paikalla rakentaminen, osaelementtirakentaminen ja täyselementtirakentaminen. Materiaaleja ovat betoni, puu ja teräs. Betoni on yksi käytetyimpiä rakennusmateriaaleja maailmassa. (Koski 2014, 61.)

2.2 Runkojärjestelmä

Staattisen toimintansa kannalta runko voidaan jakaa seuraaviin luokkiin:

- kantavat seinät-laatta
- pilari-palkki-laatta
- kantavat seinät-palkki-laatta
- kuorirakenteet
- pilari-laatta
- kaaret ja holvit
- riippukattorakenteet.

(Koski 2014, 61.)

2.3 Kantavanrunгон seinät, laatat, pilarit ja palkit

Teräsbetonirunkoisen rakennuksen rungon päärakenneosat ovat seinät, laatat, pilarit ja palkit (Koski 2014, 63). Teräsbetonirakenteissa yksinkertaistettuna teräkset ottavat vastaan vetorasituksia ja betoni puristusrasituksia. Suuresta ominaispainosta johtuen teräsbetonirakenteilla on hyvä lujuus-, jäykkyys-, palonkestävyys- ja ääneneristävyysominaisuudet. Teräsbetoniselle rakenteelle muita hyviä ominaisuuksia ovat:

- joustava suunnittelu ja monipuoliset valmistusteknilliset ominaisuudet
- muotoiltavuus
- hyvä kotimaisuusaste
- energiantarve valmistusvaiheessa
- korkea käyttöikä
- hyvä kierrätettävyyssaste.

(Honkavuori – Lampinen 2004, 191.)

Betonirakentaminen pitää sisällään paikallarakentamisen sekä betonielementtirakentamiseen liittyvät uudisrakennuskohteissa suoritettavat työlajit. Paikalla rakennettavan kohteen betonirakentamisen työlajeja ovat muotin pystytys ja purku, raudoittaminen sekä betonointi. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 114, 124.) Tärkeä betonointityöhön liittyvä tehtävä on työvaiheen laadunvalvonta, jossa tarkkaillaan käytettäviä materiaaleja, etenkin betonia sekä myös valmista betonipintaa (Koski 2014, 63).

Betonirakentamisen tehtäväsuunnittelussa pyritään ajallisesti yhtenäiseen, yhden työryhmän tekemään työkokonaisuuteen. Tehtäväsuunnitelma muodostuu työmaan laatusuunnitelman tehtävistä tai aikataulutuksen tehtävistä. Tehtäväsuunnittelun avulla käydään läpi tehtävälle asetetut vaatimukset ja tavoitteet, jotta tehtävän toteutus tapahtuu suunnitelma-asiakirjojen vaatimalla tavalla ja vaadittu laatu tavoitetaan. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 115.)

Seinät voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään:

- ulkoseinät (kantavat ja ei kantavat)
- kantavat seinät

- kevyet väliseinät.

Seinien tehtävä on rajata tiloja ja kantavat väliseinät myös siirtävät kuormia ja toimivat rungon osana. (Koski 2014, 62.)

Paikalla valetut betonilaatat voivat olla massiivisia betonilaattoja, ripalaattoja ja liittorakenteita. Laatat voidaan tehdä jännittämättöminä tai työmaalla jälkijännitettynä. Betoniset liittorakenteiset kuorilaatat voidaan esijännittää jo tehtaalla. (Koski 2014, 63.)

Laattatyypeistä tavallisin on massiivinen jännittämätön teräsbetonilaatta, joka valmistetaan esimerkiksi kasettimuotin tai pöytämuotin avulla. Kulmamuottia apuna käyttäen voidaan valaa alapuolinen seinärakenne samanaikaisesta massiivilaatan valun kanssa. Pilarien pääsääntöisenä tehtävänä on normaalikuormien siirtäminen alempiin rakenteisiin. Pilari voidaan valmistaa joko työmaalla tai elementtitehtaassa. (Koski 2014, 63.)

Osaelementtirakentaminen tarkoittaa sitä, että osa rungosta raudoitetaan ja valetaan muottikalustoa apuna käyttäen paikan päällä ja osa rungosta taas tuodaan työmaalle valmiina elementteinä elementtitehtaalta. (Koski 2014, 63.) Valmisosilla eli elementeillä rakentaessa etuja ovat rakennusajan lyheneminen ja hukkien väheneminen. Tämä tarkoittaa käytännössä materiaalitehokkuuden kasvua. Betonielementtien osuus kaikista runkorakenteista on noin 30 % ja julkisivuista noin 15 %. (Valmisosarakentaminen. 2008.)

Palkit tulevat rakennuksille nykyisin useimmiten elementtirakenteisina. Paikallaan rakentamisessa palkit valmistetaan lauta- ja levymuottitekniikalla tai niiden valuun tarkoitetuilla palkkimuoteilla, joilla saadaan saumaton liitos laattamuotin kanssa. (Koski 2014, 63.)

2.4 Muottitekniikka ja muottityö

Muotilla tarkoitetaan väliaikaista rakennetta, joka kantaa, tukee sekä suojelee kovettumisreaktion ajan betonimassaa. Seuraavassa on lueteltu muotille asetettuja teknillisiä vaatimuksia:

- Muotti kestää massasta syntyvät kuormitukset.

- Muotti pitää betonin asetetuissa toleransseissa kovettumisen ajan.
 - Muotti, muottiöljyt ja muut käytettävät lisäaineet eivät saa heikentää loppulista betonin laatua.
 - Muottiin voidaan asentaa varauksia.
 - Muotteja voidaan käyttää turvallisesti.
- (Koski 2014, 64.)

Muotit voidaan ryhmitellä järjestelmämuotteihin, pieniin muottiyksiköihin, suuriin muottiyksiköihin sekä paikallaan tehtyihin kertakäyttömuotteihin. Pieniin muottiyksiköihin kuuluvat mm. kasetti- ja pilarimuotit. Pienet muottiyksiköt rakennetaan valmiista muottiosista suoraan valupaikalle tai kootaan kentällä suuremmaksi kokonaisuudeksi, josta se siirretään nosturilla valupaikalle. (Koski 2014, 64.)

Suuriin muottiyksiköihin voidaan luokitella mm. suurmuotit ja pöytämuotit. Niiden käyttö tapahtuu yleensä paljon toistuvissa työkohteissa ja niiden siirtoihin tarvitaan nostotyökone. (Koski 2014, 64.)

Paikallaan tehdyt kertakäyttömuotit rakennetaan sahatavarasta ja levyistä, kuten muottivanerista. Niiden käyttö tapahtuu yleisesti toistumattomissa tai pienissä valuissa. (Koski 2014, 64.)

Yleisiä ongelmia muottityössä syntyy mm. varomattomista muottien siirroista ja nostoista, vaurioituneista muoteista, mittatarkkuuksista, muottien tiiveydestä, betonin tarttumisesta muotteihin tai raudoitteiden liikkumisesta valutyön aikana. Jälkitöitä voivat aiheuttaa myös harvavalut eli ns. ”rotankolat” sekä värivirheet betonissa. Vaaratilanteita voi syntyä turvallisuutta laiminlyötäessä, kuten henkilökohtaisten suojainten käyttämättä jättämisellä tai epäsiisteillä työkohteilla. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 117.)

Muottityön laadunvarmistus voi tapahtua RATU–kirjan laadunvarmistuslomakkeella. (Liite 1.)

2.5 Seinämuotit ja muottijärjestelmän valinta

Yleisimpiä seinävaluun käytettyjä muotteja ovat suurmuotti, kasettimuotit, vaakiopalkit ja muottilevyt. Näiden apuna voidaan käyttää paikalla rakennettuja lauta- ja levymuotteja sekä kulma- ja tunnelimuotteja. (Koski 2014, 64.)

Suurmuotti on suorien seinien muotti, jonka tyypillisin käyttökohde on asuinkerrostalo. Muottien runko on terästä sekä ne ovat lämpöeristettyjä. Muottipinta lämpiää termostaatilla ohjatulla vastussauvalla tai vastuslangoilla. Hyvän eristyksen ja lämmityksensä ansiosta suurmuotit soveltuvat hyvin kohteisiin, joissa vaaditaan nopeaa muottikiertoa. (Muotit ja tuentakalusto, 17.)

Kasettimuotin suurimpia etuja ovat sen nopea kasaaminen sekä suorien, tiivien ja tukevien liitoksien varmistaminen. Muotin korkeus on helposti säädeltävissä erikorkuisilla muoteilla. Kasettimuotilla voidaan valaa myös kaarevia pintoja, jolloin kaarevuus on myös säädettävissä. (Muotit ja tuentakalusto, 17.)

Muottijärjestelmän valintaan työmaalle vaikuttavat muottikaluston saatavuus, betonipinnan laatuvaatimukset, rakentamisolosuhteet, nostokaluston käytettävyys, työvoimaresurssit, rakenneratkaisut sekä kohteen aikataulu. Mittojen ja rakenteiden toistaessa itseään on pyrittävä käyttämään suuria muottiyksiköitä. Paikallavalujen ollessa kuitenkin vähäisiä on kannattavampaa käyttää pieniä muottiyksiköitä tai lauta- ja levymuotteja, jotka ovat kertakäyttöisiä. (Koski 2014, 72.)

2.6 Raudoitustyö

Raudoitustyö pitää sisällään työvaiheina seuraavat asiat: teräksien asentaminen verkoin, irtoteräksin tai esivalmisteisin raudoittein. Raidoituksen työvaiheet alkavat katkaisupaikalta, etenevät taivutuspöydälle ja tästä asennuspaikalle si-dottaviksi. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 120.)

Työtä edeltävässä laadunvarmistuksessa tarkkaillaan resurssien saatavuutta. Työmaalle tulee varmistaa riittävä mittauskalusto, leikkurit, taivutuspöytä, taivuttimet, hitsauskalusto, sidontakoukut, pihdit, nosto- ja siirtokalusto, telineet, sää-

suojat ja jäteastiat. Tarvittavat raudoitusmateriaalit, kuten harjatangot, teräsverkot, sidelangat sekä välikkeet ja tuet, tulee ottaa työmaalle hyvissä ajoin ennen työn alkua. Harjatangot lajitellaan selvään järjestykseen katkaisupaikalle ja teräksien laatu tulee tarkistaa valmistetunnuslapuista aina kuorman tullessa työmaalle. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 120.)

Työn hyvä toteuttaminen varmistetaan tehokkain työryhmin, suunnitelmilla, valmiilla katkaisulistoilla sekä turvallisia laitteita ja henkilökohtaisia suojaimia apuna käyttäen. Katkaisulistoihin merkataan selvästi tangon muoto, läpimitta, taivutusosien pituudet, taivutuskulmat sekä tankojen lukumäärä. Hitsareiden luokka – pätevyudet tulee tarkistaa ja varmistaa suunnitelma-asiakirjoista, jotta kyseinen luokka oikeuttaa työntekijän hitsaamaan kohteessa. Hitsaustyöt tulee tehdä säältä suojassa. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 120.)

Raudoituksien laatua tarkkaillaan työnaikana sopimusasiakirjojen vaatimin toleranssein. Työstettävät teräkset eivät saa niin ruosteisia, että teräksen lujuus ja tartunta rupeavat heikentymään. Teräs ei saa olla syöpynyt ja pintahilseet tulee poistaa hyvän tartunnan aikaansaamiseksi. Pintaruoste ei kuitenkaan estä teräksen käyttöä. Teräksien jatkaminen tulee tehdä aina suunnitelmien mukaisesti. Valmiit teräsniiput niputetaan ja merkataan tunnistelapuilla. Nippujen nostaminen mestalle tulee suorittaa turvallisesti ketju- ja liukurakseja apuna käyttäen. Valmiit raudoituselementit ja häkit nostetaan suunnitellusti oikeista kohdista. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 120.)

Raudoitusta ennen tulee myös tarkistaa, että kotelot, läpimenot ja putkitukset ovat asennettuina. Raudoitteiden asennuksen alkaessa varmistetaan niiden puhtaus. Sidonta tulee tapahtua suunnitelmien mukaan ja sidontalangan päät tulee taittaa aina valun sisäpuolelle. Raudoitteiden betonipeitteen paksuus tulee vastata normivaatimuksia. Vaaraa aiheuttavat betonista sojottavat teräksien päät tulee suojata tulppaamalla tai taivuttamalla. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 120.)

Raudoitustyön laadunvarmistus voi tapahtua RATU-kirjan laadunvarmistuslomakkeella. (Liite 2.)

2.7 Betonointi

2.7.1 Betonoinnin valmistelevat työt

Ennen betonoinnin aloittamista varmistetaan, että betoniautolle on tukeva-alustainen purkupaikka. Varsinkin pumppuauto vaatii levitettävien tulijalkojen alle painumattoman alustan. Rakennukset valmiit pinnat tulee suojata valun ajaksi betoniroiskeilta. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 93.)

Betonin valmisteluvaiheessa tulee tutustua työmaan betonointisuunnitelmaan sekä ennen betonointityön alkua tulee täyttää betonointipöytäkirjan suunnitelmaosuus. Betonointityön edetessä täydennetään pöytäkirjaosuutta. (Honkavuori - Lampinen 2004, 210.)

Betonointisuunnitelmassa tulee käsitellä mm. seuraavia asioita:

- muottipintojen laatua ja muotin irrotusaineen käyttöä
- raudoitusta, varauksia ja jakoa betonointiosiin
- vaadittavia betonilaatuja ja valintaan vaikuttavia tekijöitä
- betonointimenetelmiä (pumppu-, kippo-, kouru- tai hihnavaluu), tiivistämistä ja työsaumojen tarvetta
- betonointinopeutta, muottien tiiviyyttä, kestävyyttä sekä tukirakenteiden tarvetta
- aikataulua, betonimenekkiä, tarvittavaa työnjohtoa ja resurssien vahvuutta
- työvuoroja, varautumista häiriöihin, kokeiden tarvetta (esim. betonin puristuslujuus koekappaleella)
- jälkihoitoa, lujuuden ja muiden ominaisuuksien seuranta sekä muotien purkua
- talvityöhön, lämpökäsittelyyn ja erityismenetelmiin liittyviä toimenpiteitä.

(Honkavuori - Lampinen 2004, 210.)

Betonoinnissa tulee varautua sääolosuhteiden vaihteluun ja pitää selvittää, miten se vaikuttaa betonointiin sekä voiko siitä aiheutua häiriöitä (Korpela - Palolahti, 20). Sienien betonointia ennen tulee tarkistaa, ettei muotin pohjalle ole

kertynyt roskaa tai rakennusjätettä, mikä voisi tehdä seinän alaosasta harvan (Koski 2014, 94). Betonointityössä valmisteltaviin töihin kuuluvat myös aloituspalaverin pitäminen ja kaluston valmistelu sekä sen koekäyttö (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 124).

Betonin tilauksessa valintaan liittyviä osatekijöitä ovat lujuusluokka, käyttöikä, rasitusluokka ja maksimiraekoko. Edellä mainitut tiedot löytyvät rakennussuunnitelmista, mutta näiden tietojen lisäksi täytyy ottaa huomioon betonointikohteen olosuhteet sekä betonoinnin siirtomenetelmä. Parhaiten betoninvalinta onnistuu suunnittelijoiden, työmaan työnjohdon ja betonin toimittajan yhteistyönä. (Rudus Oy: Betonin valinta.)

2.7.2 Betonin siirrot

Betonin siirtoihin työmaalla löytyy useita eri menetelmiä ja laitteita. Siirtomenetelmän valinta riippuu suuresti valukohteesta sekä sen sijainnista. Yleensä menetelmän valinta voi riippua myös käytettävissä olevasta kalustosta. Lisäksi on otettava huomioon seuraavat asiat:

- menetelmän vaikutus työmaahan ja käynnissä oleviin työvaiheisiin
- kohteen laajuus, muoto sekä etäisyydet ja korkeuserot
- aikataulu
- betonointinopeus
- betonimassan määrä.

(Suomen Betoniyhdistys Ry 2005, 309.)

Yleisiä betonin siirtoon käytettäviä menetelmiä runkotyövaiheessa ovat betonin nostoastialla valaminen (ns. betonikippo) sekä betonin pumppaus. Betonin siirto nostoastialla tapahtuu yleensä 250–1000 l:n suuruisilla kipoilla. Kippoa liikutellaan yleensä työmaalla olevalla torninosturilla, mutta joskus joudutaan turvautumaan ajoneuvonosturiin. Betonipumppaus on nykyisin tärkein siirtotapa työmaalla ja niillä päästään jopa 100 m³/h valunopeuteen. Suurimmat hydraulipumit ulottuvat vaakasuunnassa 38 metriin ja pystysuunnassa 42 metriin. (Honkavuori - Lampinen 2004, 315.)

2.7.3 Betonin valu ja tiivistys

Betonin siirto valumuottiin tulee tapahtua niin, että betoni pysyy mahdollisimman tasalaatuisena eikä massan erottumista tapahtuisi. Betonikerroksia levittäessä betonin tulee liittyä jo valettuun tuoreeseen betonimassaan saumattomasti. Betonikerrokset levitetään maksimissaan 0,3–0,5 metrin kerroksina riippuen massan notkeudesta, rakenteesta sekä raudoituksista ja betonille asetetuista vaatimuksista, esim. tiiveydestä. (Honkavuori - Lampinen 2004, 317.)

Betonimassan liikuttelua täryttimellä muotin sisällä tulee välttää ja massa tulee valaa suoraan lopulliselle paikalleen. Massan siirtely täryttimellä aiheuttaa hienoaineksen leviämisen sivuille, kun taas raskaampi karkea aines jää paikoilleen. Erottuminen aiheuttaa heikomman lopputuloksen ja betoniin voi jäädä huokosia. (Honkavuori - Lampinen 2004, 317.)

Betonoinnin laadunvarmistus voi tapahtua RATU–kirjan laadunvarmistuslomakkeella. (Liite 3.)

3 BETONIELEMENTTIRAKENTAMISEN TYÖSISÄLTÖ JA LAATU

Betonelementtirakentaminen käsittää betonisten ja teräsbetonisten elementtien asennuksen, kiinnityksen, juotostukkeiden asennuksen sekä juotoksen. Tämän lisäksi elementtirakentaminen sisältää suoritettavien mittausten sekä avustavien töiden, kuten vastaanoton ja varastoinnin työsuoritukset. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 128.)

Työn laadun tulee täyttää kaikilta osin sopimusasiakirjoissa esitetyt laatuvaatimukset. Näitä laatuvaatimuksia ovat nostotyö, elementtien laatu, juotokset ja kiinnitykset, asennus ja tuenta, asennuksen mittatarkkuus sekä hitsaus. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 128.)

Työtä edeltävässä laadunvarmistuksessa käydään läpi elementtien asennussuunnitelma. Asennussuunnitelmasta tulee löytyä ainakin seuraavat asiat: asennusjärjestykset, vähimmäistukipinnat, elementtien kiinnitykset, erityistoimia edellyttävät elementit, mittausjärjestelmä ja toleranssit, asennuksen aikainen tuenta sekä kiinnityshitsaukset materiaaleineen. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 128.)

Tärkeää elementtirakentamisen työtä edeltävässä laadunvarmistuksessa on itse elementtien toimitusten ajoittaminen siten, että varastointi työmaalla on mahdollisimman vähäistä. Elementtien saapuessa työmaalle tulee niiden laatu ja kunto tarkistaa silmämääräisesti. Vaurioista ja laaturvirheistä tulee tehdä kirjallinen merkintä rahtikirjaan. Elementtien siirroissa ja varastoinnissa tulee aina ottaa huomioon niiden paino ja koko. Nosto- ja tuentakalusto tulee tarkistaa ennen elementtien käsittelyä. Elementtien asennusalustan on täytettävä sille määrätty laatuvaatimukset sen tasaisuuden, ristimittojen, korkojen ja tukipintojen leveyden osalta. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 128.)

Tulityöt tulee tehdä turvallisesti ja hitsareiden pätevyudet tarkistetaan aina ennen työn aloittamista. Tulityötä suorittavalle työntekijälle kirjoitetaan aina kirjallinen tulityölupa. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 128.)

Työnaikainen laadunvarmistus lähtee siitä, että työryhmällä on oltava asianmukaiset työskentelyvälineet ja asennuskaavio elementeistä. Työnaikana seurataan tehtäviä nostoja ja varmistetaan, että työryhmä käsittelee elementtejä suunnitelmien mukaan. Nostojen tulee tapahtua suunnitelmien osoittamalla tavalla. Työryhmän ja nosturikuljettajan välillä tulee olla näkö- tai radioyhteys, eikä nostojen alla ei tule työskennellä. Tuulen nopeuden noustessa yli 10 m/s on nostoissa ruvettava noudattamaan varovaisuutta ja sen noustessa yli 15 m/s on nostotyöt keskeytettävä kokonaan. Työryhmän tulee käyttää henkilökohtaisia suojaimia sekä työskenneltäessä putoamissuojaamattomalla työpisteellä on heidän käytettävä turvavaljaita. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 129.)

Työnaikaisessa laadunvarmistuksessa tarkistetaan elementtien oikea sijainti, asennuksien mittatarkkuudet, linjaukset, liitokset, riittävät tukipinnat, oikeat korot ja riittävät asennusaikaiset tuennat. Asennuksen aikana seinien suoruudet varmistetaan säätämällä asennusaikaisia elementtitukia. Ennen saumojen valua tulee tarkastaa saumaraudoitteiden määrät, koot ja sijainnit sekä hitsaus- ja pulttiliitokset. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 129.)

Jälkivalettavan vaakasauman paksuus tulee olla vähintään 20 millimetriä. Saumavalussa ylipursuamat poistetaan ennen betonin kovettumista. Elementtituet saa poistaa vasta, kun juotosbetoni on tarpeeksi kovettunut. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 129.)

Juotoksien jälkihoitoa tehdään olosuhteiden niin vaatiessa sekä saumojen tiiveys voidaan tarkastaa porausnäyttein. Juotosbetonista voidaan valaa myös koekappale, jos suunnitelmat niin vaativat. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 129.)

Betonielementtirakentamisen laadunvarmistus voi tapahtua RATU-kirjan laadunvarmistuslomakkeella. (Liite 4.)

4 RAKENTAMISEN LAATU

Rakentamisen laatu on monista erilaisista tekijöistä ja näkökulmista syntyvä käsite. Laatu voi rakentamisessa merkata toiselle sitä, että onnistutaan tekemisessä kerralla kunnolla, kun taas toiselle se voi merkata luvatuista asioista kiinnipitämistä. Laatua tuottavalle tekijälleen se taas voi merkata virheistä oppimista ja yhteisien ajatusvaihdosten kautta saatua kokemusta, joita käydään pulmatilanteita ratkottaessa. Laadun käsite rakentamisessa voidaan jakaa neljään eri ryhmään: suunnittelun laatuun, tuotannon laatuun, ympäristön laatuun ja asiakkaan laatuun. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 11.)

Suunnittelun laadussa tärkeää on, että rakennushankkeen suunnitelmat ovat tilaajan tarpeiden ja toivomusten mukaisia. Suunnitelmien tulee täyttää viranomaisten asettamat vaatimukset ja rakentaminen tulee tehdä suunnittelupöydältä aina rakennuksen luovutukseen saakka hyvien rakennustapojen mukaisesti. Laadukkaat suunnitelmat ovat työmaalla toteutuskelpoisia ja ristiriidattomia sekä niiden tarkkuus on oltava riittävä toteutusta ajatellen. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 11.)

Tuotannon laatu sisältää rakennustyön etenemisen aikataulussa ja kustannustavoitteessa. Tuotannon laatuun kuuluvat myös laatutavoitteiden ja vaatimusten toteutuminen sekä työn suorittaminen turvallisesti. Työmenetelmien valinnassa tulee huomioida olosuhteiden ja materiaalien vaatimukset, jotta työ voidaan toteuttaa ilman ongelmia. Rakennustyön turvallinen suorittaminen sisältää työntekijöiden, rakennuksen käyttäjien sekä rakennustyön vaikutuspiirissä olevien turvallisuuden. Rakennustyönturvallisuudessa tulee huomioida myös ympäristö, joka ei saa pilaantua rakentamisesta johtuvista syistä. Laadullisen lopputuloksen vastaanottamisen lisäksi asiakas arvioi asunnonhankinnan aikana syntyvän yhteistyön toimivuutta ja asiakaslähtöisyyttä. Lisä- ja muutostöiden hallinta sekä toteutus ovat tärkeää asiakkaan kokemaa laatua. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 11.)

Lopputuotteen teknistä ja näkyvää laatua on helpompi arvioida, kuin rakennushankkeen toiminnallista laatua. Lopputuotteen tulee vastata suunnitteluasiakirjojen ratkaisuja ja laatuvaatimuksia sekä hyväksytyä mallityötä. Laatuvaatimukset tulee olla määritelty yksiselitteisesti ja ne tulee olla saavutettavissa suunnitelmien mukaisilla työmenetelmillä. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 11.)

Eri perspektiiveistä katsottuna laadun mittaus voi tapahtua tarkastelemalla mm. työnaikaisia laatueroja ja virheitä sekä korjaustoimien määrää, palaute- ja asiakastytytyväisyyksmittauksia, lopputarkastuksen virheiden määrää sekä takuukustannusseurantaa. Lisäksi kokonaislaatuun voivat vaikuttaa työmaakohtaiset laatumittaukset sekä työturvallisuuden osalta TR-mittaukset, ympäristö ja työmaa siisteyden- ja järjestysvaatimusten osalta YTR-mittaukset. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 11.)

Rakentamisen laatusuunnittelulla pyritään varmistamaan tehokas, kerralla sopimuksen mukaisesti asiakkaalle tehtävä tuote. Onnistuneen laatusuunnittelun tulos näkyy hyvänä etenemisenä, virheiden vähäisyydellä, kustannusten pienemisenä, työmaan eri osapuolten tiedonkulun paranemisena sekä vastuiden selkeytymisenä. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 12.)

Yrityksen laadukkaan, tehokkaan ja suunnitelmallisen työskentelyn pohjana on toimintajärjestelmä, josta selviävät toimintaohjeet, vastuut ja asiakirjat, joilla syntyy hyvä toiminnan laatu. Yrityksen toimintajärjestelmää hyödynnetään kohteesta toiseen ja sieltä löytyvistä toimintaohjeista voidaan selvittää, miten työvaiheissa tulee toimia, jotta virheitä vältetään. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 12.)

Rakennustuotannon tavoitteena on toteuttaa hanke sopimusasiakirjoissa määritellyllä tavalla. Rakennustuotannon laatu tarkoittaa hankkeen toteuttamista aikataulussa ja kustannustavoitteessa, työn turvallisuutta ja suunnitelmien mukaisuutta sekä lopullisen tuotteen mittatarkkuuden, pintojen laadun, ulkonäön ja toiminnallisuuden toteuttamista sopimusasiakirjojen vaatimalla tavalla. Rakennustuotannon laatua voidaan parantaa tuotannon hyvällä suunnittelulla. Tuotan-

nonsuunnittelun alussa käydään läpi rakennuksen suunnitelmat rakennettavuuden näkökulmasta ja tämän avulla suunnitelmia voidaan vielä tarkentaa. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 13.)

Tuotantosuunnitelman avulla työvaiheet sovitetaan yhteen ja samalla rakentamista aikataulutetaan. Lisäksi tuotantosuunnitelmassa tulee miettiä työmaa-alueen käyttöä ja logistiikkaa työvaiheiden aikana sekä hankintojen aikataulua. Kustannusten tulee pysyä tavoitekustannuksissa ja työntekijäresurssien tulee olla riittäviä. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 13.)

Työ- ja ympäristöturvallisuus tulee huomioida rakennustuotantoa suunniteltaessa, sillä ne voidaan arvioida laaduntuoton yhtenä osana. Turvallisuuden suunnittelu alkaa heti projektin alkuvaiheilta ja se tulee ottaa huomioon jokaista työvaihetta suunniteltaessa. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 13.)

Projektin lähestyessä loppuaan alkaa rakentamisen viimeistely- ja luovutusvaihe. Luovutusvaihe sisältää paljon laadun kannalta tärkeitä tehtäviä, joilla päästään parempaan lopputulokseen. Työmaan kannalta tärkeitä laadunvarmistustoimia ovat luovutusvalmiuden toteaminen, toimintakokeet ja säädöt, käytön opastus, rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeiden viimeistely sekä muun luovutusaineiston kokoaminen. Itselle luovutuksella urakoitsija voi ennalta ehkäistä jälkikorjausten määrää ja helpottaa luovutusprosessia. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 13.)

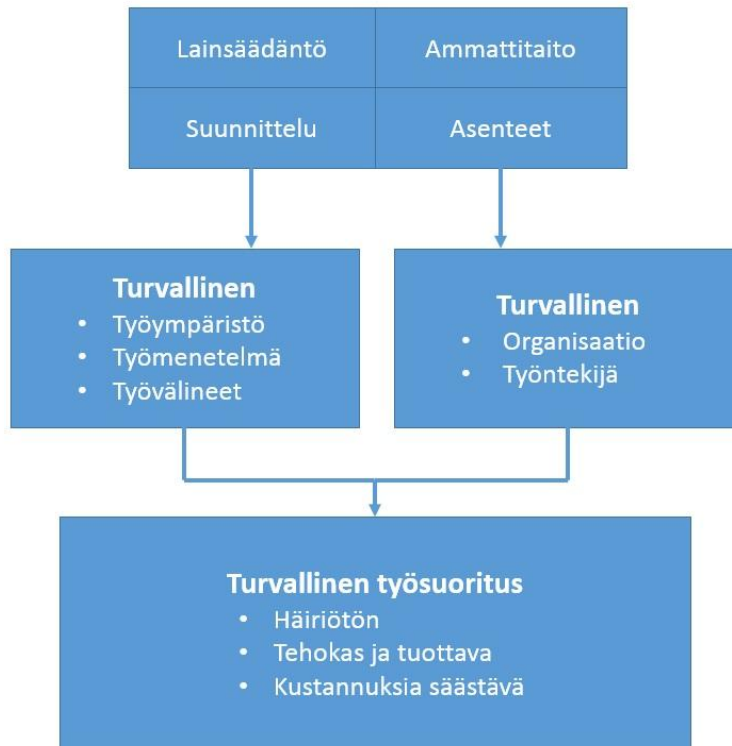
4 TYÖTURVALLISUUS

Rakennustyömaalla on havaittavissa joka päivä paljon erilaisia ja eriasteisia työsuojeluriskejä. Tapaturmatilastojen mukaan Suomessa ilmoitettiin vuonna 2008 vakuutusyhtiöille 150 605 työvahinkoa, joista työpaikoilla sattui 123 839. Rakentamisen piirissä 2008-2009 tapahtui yhteensä 17 633 työvahinkoa. (Markkanen 2011, 9.)

4.1 Työturvallisuustyön tavoitteet

Turvallisuuden parantamisen tavoitteena on vähentää ja poistaa riskitekijöitä, jotka häiritsevät rakentamisen tuotantoa. Tavoitteena on saada riskittömiä ja tehokkaita työsuorituksia. Nämä tavoitteet edellyttävät, että työmaan ympäristö on turvallinen ja siellä on käytettävät työmenetelmät sekä työvälineet ovat turvallisia. Tavoitteisiin voidaan vaikuttaa yleisesti lainsäädännön avulla, mutta myös työmaakohtaisella suunnittelulla. (Markkanen 2011, 9.)

Turvalliset työsuoritukset edellyttävät myös turvallista työntekijää organisaation jokaisella tasolla. (Kuva 1.) Ammattitaitoinen ja turvallinen työntekijä tuntee työhönsä liittyvät vaaratekijät ja hän toimii aktiivisesti niiden ehkäisemiseksi. Turvallisen työntekijän asenne on positiivinen ja hän on yleensä myös tehokas työntekijä. (Markkanen 2011, 9.)

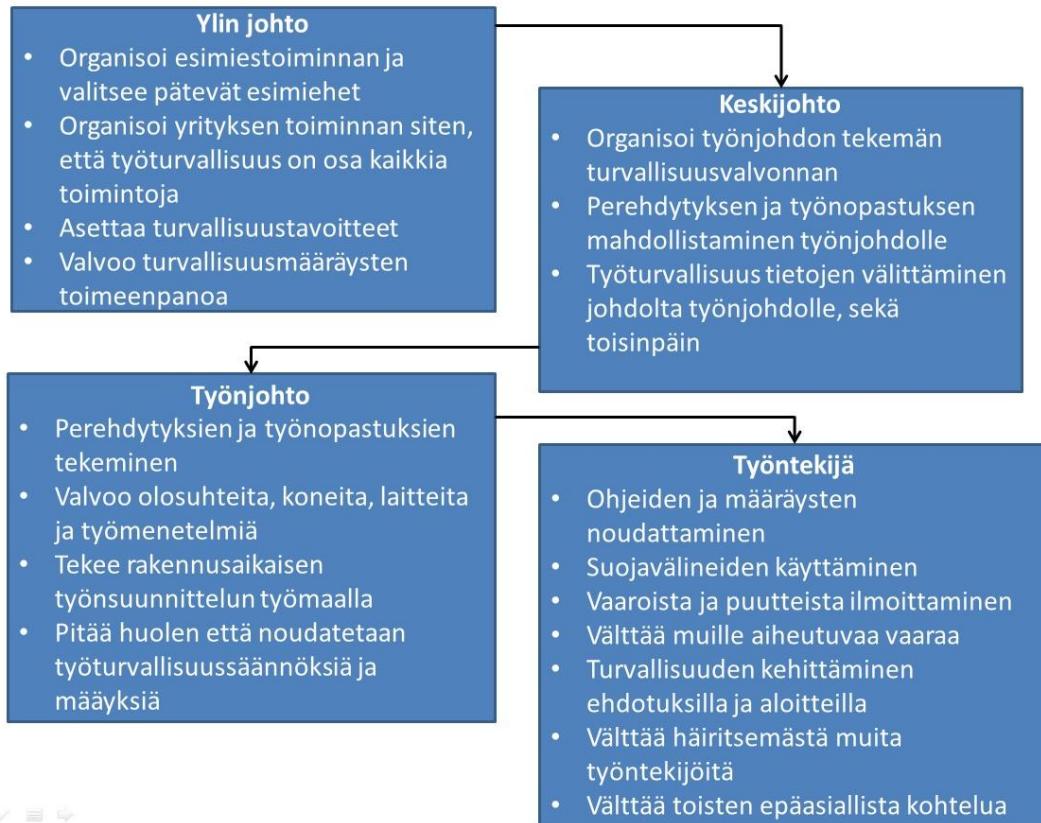


KUVA 1. Turvallisen työsuorituksen edellytykset (Markkanen, 2011, 9)

4.2 Työsuojelulainsäädäntö ja –sopimukset

Rakennustyömaiden turvallisuutta koskevia säännöksiä, määräyksiä, sopimuksia, ohjeita ja standardeja on paljon ja ne löytyvät eri lähteistä. Määräyksien ja ohjeiden velvoittavuus ei ole välttämättä aina lukijalleen selvillä, koska ohjeistuksetkin voivat viitata määräyksiin, jotka eivät ole velvoittavia. Ohjeistuksia noudattamalla päästään kuitenkin yleensä myös lainsäädännön vaatimalle työsuojelutasolle. (Markkanen 2011, 10-11.)

Työmaan työnjohton tai turvallisuudesta vastaavan on tunnettava ainakin ne työsuojelumääräykset, jotka koskevat hänen valvomaansa työtä. Kokemattomuus, tietämättömyys tai muu vastaava asia ei vähennä vastuuta tapaturman sattuessa. (Kuva 2.) (Markkanen 2011, 11.)



KUVA 2. Organisaation eri portaiden turvallisuustehtäviä ja velvollisuuksia (Markkanen 2011, 13)

5 AS OY YLIVIESKAN KESKUSPUISTO

As Oy Ylivieskan keskuspuisto on 7-kerroksinen asuinkerrostalo, joka sijaitsee Ylivieskan ydinkeskustassa. Hanke on YIT Rakennus Oy:n omaperustaista asuntotuotantoa. Kerrostalon rakentaminen alkoi maaliskuussa 2014 ja se valmistuu kesäkuussa 2015. (Stenius 2014.)

Tontille rakennetaan myös autokatos, johon tulee 12 autopaikkaa. Autokatoksen päätyyn rakennetaan roskakatos. Tontille tulee 39 lämmitystolpalla varustettua autopaikkaa sekä 5 vieraspaikkaa. (Stenius 2014.)

Kerrostalon on pohjaltaan yksinkertainen, sillä vain pohjakerros eroaa muiden kerrosten pohjasta. Kerroksessa 1, eli pohjakerroksessa, on 3 asuntoa sekä asukkaille tarkoitettua varastot. Kerrokset 2-7 ovat pohjaltaan samanlaisia ja jokaisessa niistä on 6 huoneistoa. Kaikkiaan huoneistoja on 39 kappaletta. Suurimmat huoneistot ovat kolmioita, joissa on 72 m² ja pienimmissä yksiöissä 34 m². Pohja-alaltaan rakennus on 410 m² sekä huoneistoalaa on 2 062 m². Rakennuksen tilavuus on 8 670 m³. Tontin pinta-ala on noin 2 421 m². Pohjakerroksessa sijaitsevat 3 asunnon lisäksi kerrostalon tekniset tilat, jonne sijoitetaan lämmönjakokeskukset ja sähköpääkeskus. Edellä mainittujen lisäksi pohjakerroksessa sijaitsee myös rakennuksen väestönsuoja. Kerrostalossa on hissi sekä pakollisena hätäpoistumistienä toimivat portaat. (Stenius 2014.)

Rakennuksen julkisivun päärakennusmateriaali on tiili, jonka suunnitteli arkkitehtitoimisto Linja Arkkitehdit Oy. Julkisivuun tulee myös hieman erikoisempia sävyjä oransseista pelti- ja levytyksosista. Rakennesuunnitelmat tulivat Finnmap Consultingilta. Rakennuksen elementtirakenteet toimitti työmaalle Lujabetoni Oy sekä ontelolaattojen toimituksesta vastas Rajaville Oy. Sähköurakan kohteessa toteutti Vihannin sähkö ja radio Oy sekä LVI-urakan Vihannin vesi ja lämpö Oy. (Stenius 2014.)

Rakennuksen yhteen kerrokseen tuli teräsbetoniseinää noin 100 metriä, joista noin 70 metriä valettiin paikan päällä ja 30 metriä tuli elementteinä. Rakennus toteutettiin osaelementtirakenteisena, koska se mahdollisti turvallisemman työympäristön. (Stenius 2014.)

6 PAIKALLAAN RAKENTAMINEN YLIVIESKAN KESKUSPUISTOSSA

Paikallaan rakentaminen sisältää betonirakenteisen kerrostalon rungon paikallaan valetut osat. Paikallaan rakentamisen suurimmat hyödyt elementtirakentamiseen verrattuna ovat hyvä rakenteiden ääneneristävyys, kustannustehokkuus sekä työnaikaisien muutoksien mahdollisuus. (Stenius 2014.)

6.1 Runkotyövaiheen aloitusedellytykset

Runkotyövaihe voitiin aloittaa, kun rakennuksen maanvarainen laatta oli valettu. Laatan valun jälkeen tulee tarkastaa, että valettavien seinien tartuntarudoitukset ovat suunnitelmien mukaiset. Keskuspuiston tartuntojen asennus tapahtui perustuksien rudoitusten yhteydessä. (Kuva 3.)



KUVA 3. Maanvaraisen laatan valu ja seinän tartunnat

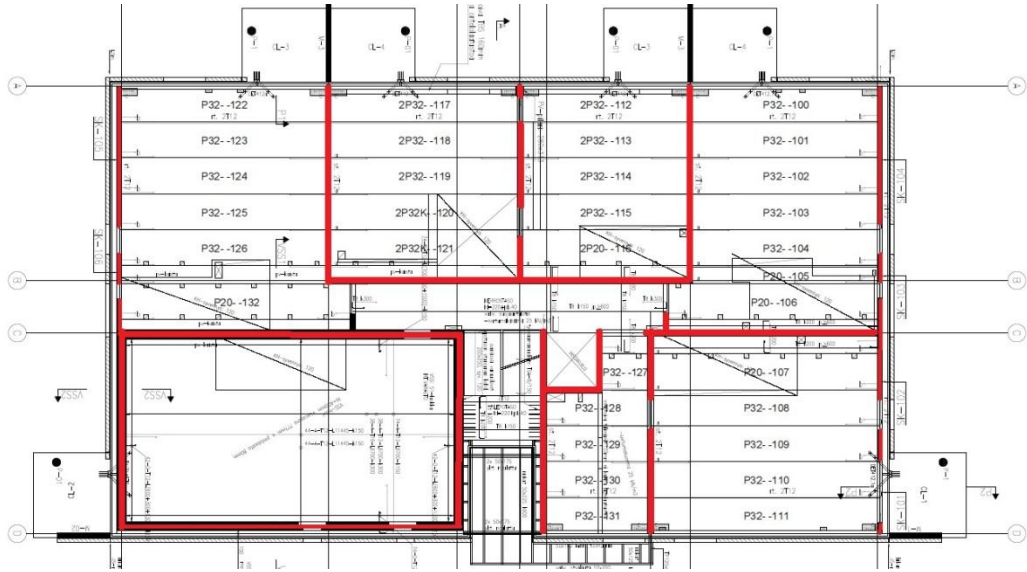
Laatan valun jälkeen merkattiin seinälinjat. Keskuspuiston mittaustyöt suoritti Mittaviiva Oy:n mittausteknikko.

6.2 Runkotyö ja aikataulu

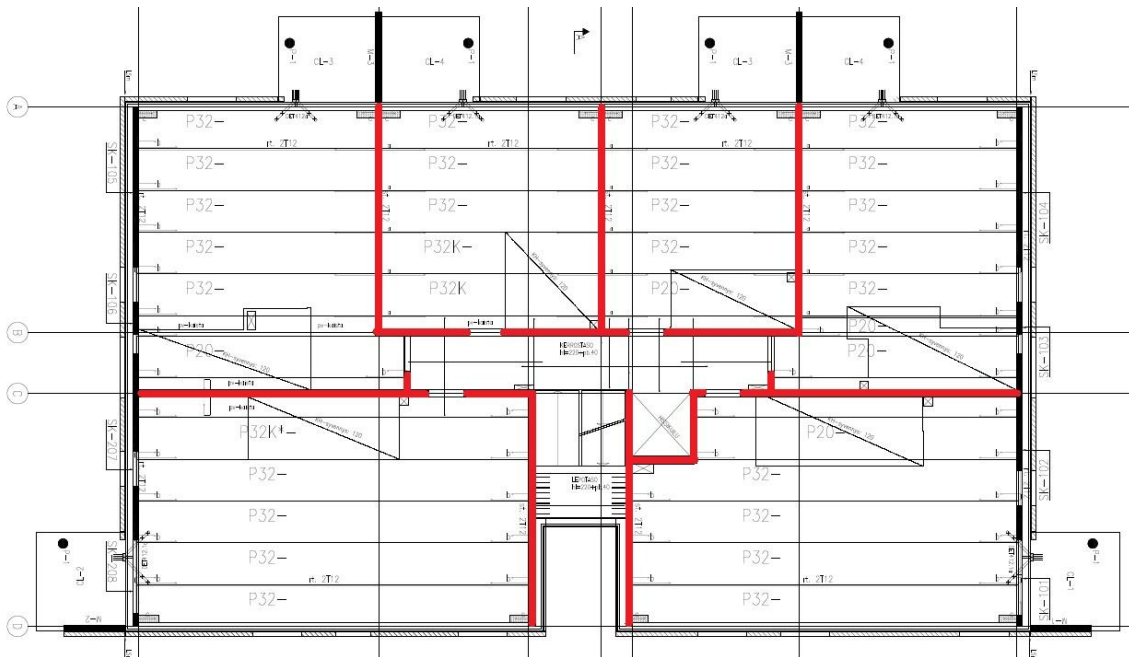
Runkotyövaiheessa on tärkeää, että työntekijöiden kanssa käydään työvaiheen aloituspalaveri. Aloituspalaverissa laatuun voidaan vaikuttaa käymällä läpi betonointisuunnitelmassa esiintyviä laatukriteereitä ja asioita. (Stenius 2014.)

Betonointityösuunnitelma sisältää esimerkiksi muottipintojen laatuun, irrotusaineeseen, raudoituksiin, varauksiin, betonointiosiin jakoon, betonin valintaan ja betonointimenetelmiin, betonin pumppaukseen, betonin siirtoon, tiivistämiseen ja betonimenekkeihin liittyviä asioita. Näiden lisäksi betonointityösuunnitelma käsittelee työnjohtoon, henkilövahvuuteen, työvuoroihin, häiriöihin varautumiseen, kokeiden vaatimiin toimenpiteisiin, jälkihoitoon, lujuuden ja muiden ominaisuuksien kehityksen seurantaan, muottien ja tukirakenteiden purkamiseen, talvityöhön, lämmittämiseen ja muihin erityismenetelmiin liittyviä tekijöitä. (Hartikainen – Hämäläinen 2014, 124.) Hyvällä betonointityösuunnitelmalla saavutetaan laadullisesti, työturvallisesti ja taloudellisesti hyvä lopputulos. (Stenius 2014.)

Ylivieskan keskuspuiston paikallaan valetut seinät näkyvät rakennekuvissa punaisella värillä (kuvat 4 ja 5). Kerrostalon kaikki paikallaan valetut seinät tehtiin suurmuoteilla lukuun ottamatta väestönsuojan seiiniä ja lyhyitä valupätkiä käytävän päissä. Ne valettiin PERI-muottikalustoa käyttäen.



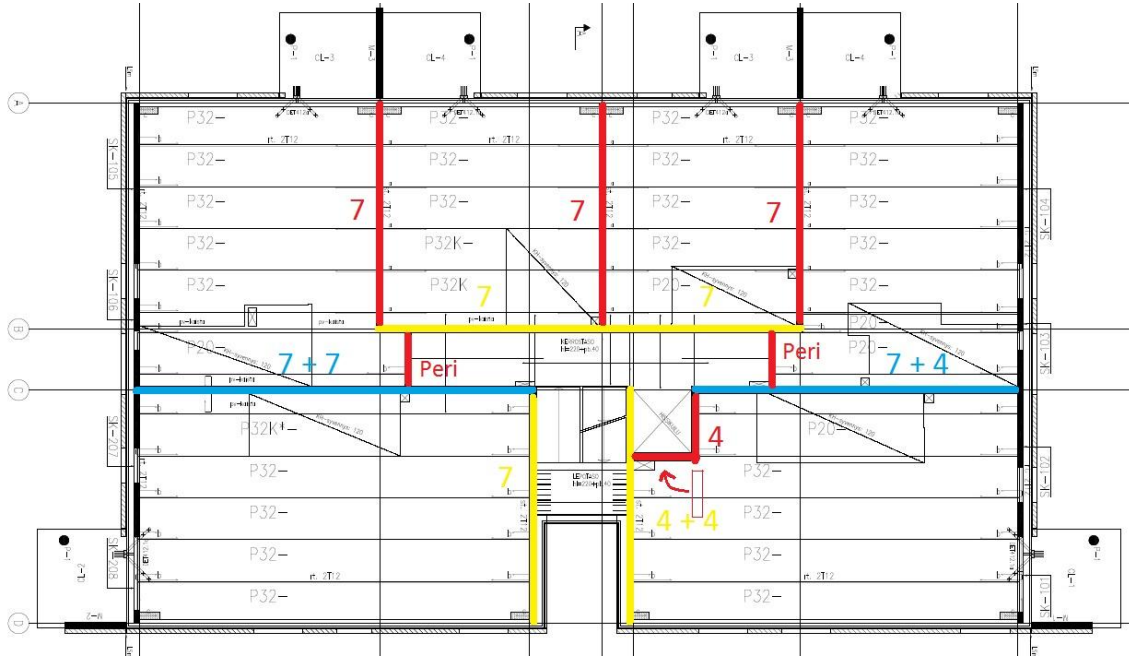
KUVA 4. 1. kerroksen rakennekuva



KUVA 5. 2-7. kerrosten rakennekuva

Runkovaihetta aloitettaessa valittiin tilattavien suurmuottien koot ja määrät. Samalla runkovaiheelle tehdään muotinkiertosuunnitelma, jossa suunnitellaan muottien kierrätysjärjestys. Rakennuksen runko jaetaan valettavaksi eri osiin, koska kaikkia seiniä ei voida valaa kerrallaan. Tämä johtuu suurmuottien asennusnopeudesta ja siitä, että suurmuotit eivät sovellu kulmavaluihin, vaan niillä valetaan yhteen suuntaan kerrallaan. Yksi työpari kasaa 4-8 suurmuottiparia

päivässä, riippuen hieman kohteen vaativuudesta. (Stenius 2014.) Hissikuilun peräseinä valettiin lyhyen sivuseinän kanssa samassa valussa elementtinä, minkä jälkeen se nostettiin paikalleen ja juotettiin kiinni. (Kuva 6.)



KUVA 6. Muotinkiertosuunnitelma

Runkotyövaiheessa suurmuoteille tulee työmaa-alueelta varata oma alue muotien varastointiin ja huoltoon. Alueen pohjan tulee olla kantava ja tasattu, koska pohjan pettäminen voi aiheuttaa turvallisuusriskin. (Stenius 2014.)

Runkovaiheeseen tehdään yleisaikataulun lisäksi tarkennettu runkoaikataulu (Liite 5.), jossa käsitellään rakennuksen kantavan runkorakenteen nousu perustamistasolta lähtien aina siihen pisteeseen, että vesikatto on rakennettu. Kerrostalon runkoaikataulun olennaista on kerroskohtainen eteneminen ja aikataulun jakaminen sopiviin osiin. Jos aikataulusta tehdään tarkka, voidaan esim. kantavien seinien eri valupäivät ja elementtien asennukset jakaa omiin osiin. (Stenius 2014.)

Aikataulun tekemisessä tärkeää on rytmittää ja tahdistaa työ etenemään oikein. Työmaalla käytettävät resurssit sekä työtehtävien väliset riippuvuudet tulee ottaa huomioon aikataulua tehdessä. Työvaiheiden aikataulutuksessa tulee huomioida häiriöistä, esim. säästä johtuvat työn keskeytykset. (Stenius 2014.)

Työmaalla tehtävien aikataulujen tulee olla aina kohderyhmälle riittävän tarkkoja. Työnjohtajat tarvitsevat tarkempia ja yksityiskohtaisempia aikatauluja kuin ostajat. Aikataulumuotoja löytyy monenlaisia, kuitenkin yleisimpiä ovat jana-aikataulut ja paikka-aikakaaviot. (Stenius 2014.)

6.2.1 Muottityö

Ylivieskan keskuspuiston ensimmäisen kerroksen seinien muottityö aloitettiin väestönsuojan seinistä. Väestönsuojan seinät valettiin PERI TRIO –kasettimuoteilla. Peri teki väestönsuojan valua varten muottisuunnitelman, joka helpottaa työmaan johtoa. Suunnitelmasta nähdään käytettävät muotit, siteet ja tuennat. Tarkkojen suunnitelmien myötä riski muottien pettämisestä vähenee sekä muotin kokoaminen nopeutuu. (Stenius 2014.)

Ensimmäinen työvaihe PERI TRIO –kasettimuottikalustoa käytettäessä oli asentaa työmuotit. Keskuspuiston työmaalla rakennettiin muoteista suurempia kokonaisuuksia ensin maassa, minkä jälkeen muotit nostettiin paikoilleen torninosturilla. Noston jälkeen muotit tuettiin muottikalustoon kuuluvilla revoilla ja tämän jälkeen seinää pystytettiin muotittamaan eteenpäin. Muotteihin merkattiin valukorko ns. räpsylangalla, eli jauhemaalilla jättävällä merkkaukslangalla. Kun työmuotit olivat paikoillaan ja niihin oli merkattu korot, voitiin suorittaa varauksien ja raudoitteiden asennus.

Normaalista seinävalusta poiketen väestönsuojissa asennettiin raskaita teräsovia ja ilmanvaihtojärjestelmien vaatimia varauksia sekä hätäpoistumislukkuja. Varauksien ja raudoitteiden jälkeen suoritettiin tarkastukset ja varmistettiin, että rakenteesta ei puutu mitään. Ennen muotin tuplaamista raudoitukset ja rakenteet kuvattiin, koska kuvat toimivat hyvänä arkistointivälineenä. Tämän jälkeen suoritettiin tuplaus, jossa lisättiin työmuotille vastakappaleet, jolloin muotista tulee umpinainen. Tuplattava muottipari sidottiin kierretangoin ja lukoin. Kierretanko suojattiin asentamalla valun sisälle välikeputket. Valmiisiin muotteihin asennettiin tämän jälkeen vielä valutasanteet kulkua varten sekä turvakaihteet ennen valua.

Seinänlinjojen merkkauksen jälkeen kiinnitettiin suurmuottien valussa käytettävät alavälikkeet. Alavälিকে estää muottiparin välin eli valettavan seinän paksuuden pienentymästä, kun suoritettiin muotin tuplaustyö. Ensimmäinen muotti, eli ns. työmuotti asetettiin kiinni välikkeeseen, minkä jälkeen asennettiin muotin päätystopparit sekä tehtiin raudoitus-, putkitus- ja varaustyöt. Suurmuotteja asennettaessa piti aina muistaa kiinnittää tuuliketjut, jotta muotti ei päässyt kaatumaan tuulenpuuskan takia. Kun seinän varaukset ja raudoitteet olivat asennettuina, voitiin suorittaa tuplaus. (Kuva 7.) Tuplauksessa suurmuotit kiristettiin toisiinsa kierretankoja ja lukkoja apuna käyttäen sekä muotin yläreunasta lattaiteella. Suurmuottien väliin asennettiin muoviset välikeputket, jotka estivät kierretankojen jäämisen betonin sisään.

Seinän muottityössä oli tärkeää, että muotit asennettiin suoraan heti alku vaiheilla. Seinän ja laatan liitoskohta puhdistettiin ennen tuplausta hyvin, koska tuplauksen jälkeen putsaus olisi ollut vaikeaa. Myös varauksien ja raudoitusten tarkastus suoritetaan ennen tuplausta, sillä varauksien pois jääminen runkovaiheessa lisää jälkityötä sekä nostaa runkovaiheen kustannuksia (Stenius 2014).



KUVA 7. Tuplausta vaille valmis oleva muotti

6.2.2 Raudoitus

Ylivieskan keskuspuiston työmaalla raudoitustyöt otettiin alihankintana. Raudoitustyöt teki oululainen raudoitusalan yritys, joka tarjosi osaavat työmiehet, mikä helpotti myös nuoren työnjohtajan työskentelyä.

Seinien raudoitus tehtiin suunnitelmien mukaisesti harjaterästangoilla ja ainoastaan väestönsuojanseinissä käytettiin verkkoraudoitusta. Kaikki harjateräkset katkottiin ja taivuteltiin valmiiksi maanpäälle tehdyllä pedillä, minkä jälkeen ne nosteltiin torninosturilla kerroksiin. Näin raudoittajalla tarvitsee työskennellä vain teräksien sidonnan ajan holvilla, jolloin työturvallisuusriskit vähenevät. Harjaterästen varastointi-, katkonta- ja taivuttelualue kannattaa suunnitella siten, että teräksiä siirrellään käsin mahdollisimman lyhyitä matkoja. (Stenius 2014.)

Raudoituksissa on tärkeää, että suojaetäisyydet betonin ulkopinnasta teräksen reunaan täyttyvät ja että raudoituksien kiinnitys tehdään huolellisesti. Jos raudoitteet on huonosti sidottuina valun aikana, on vaarana, että ne lähtevät liikkeelle valun sisällä ja päätyvät rakenteellisesti väärään kohtaan seinässä. Suojaetäisyydet varmistetaan käyttämällä raudoituskorokkeita, eli ns. korppuja, joita löytyy 15 mm:stä ylöspäin. Myös käytettävien teräksien tulee olla suunnitelmien mukaisia, eikä niissä saa esiintyä korroosiota. Raudoitteen pintaruoste ei vaikuta sen toimivuuteen, mutta hilseily voi heikentää betonin ja teräksen välistä tartuntaa. Raudoitteita tilattaessa tulee valita oikeat teräslaadut ja ne tulee vielä varmistaa kuorman tullessa työmaalle. (Stenius 2014.)

Seinien jatkaminen eri valupäivänä tapahtuu niin, että jatkettavaan seinään upotetaan tartuntaraudoitus. Keskuspuistossa käytettiin Semtun valmistamia vaarنالenkkejä seinän jatkoksiin, mitkä olivat nopeita asentaa. Jatkoksia tehtiin myös harjateräksistä taivuttaen, mutta tämä tekniikka vie enemmän aikaa, koska harjateräkset pitää ensin katkoa, taivutella ja tämän jälkeen vielä sitoa lautaan kiinni. Näitä työmaalla valmistettuja seinätartuntoja kutsutaan karvalaudoiksi. Raudat väännettiin muotipurun jälkeen valetusta seinästä suoraksi, minkä voitiin aloittaa taas uuden seinän raudoittaminen.

Yleiset ongelmatilanteet raudoitusten kanssa syntyivät mm. seuraavissa tilanteissa: eri paksuiset teräkset sekoittuvat varastoinnissa tai asennuksessa, nostot ovat varomattomia, raudoitteet likaantuvat tai ruostuvat ja tartunta heikkenee sekä huolimattomuudesta johtuvista virheistä, kuten tartuntateräksien asentamatta jättämisestä. Yleinen jälkityötä teettävä ongelma on myös teräksien liikkuminen betonoinnin aikana, jolloin suojaetäisyys voi alittua tai raudoitus liikkuu suunnittelulta paikaltaan. Hitsaaminen huonossa säässä voi tuottaa huonon liitoksen. Työntekijän terveyttä ajatellen ongelmatilanteita syntyy yleensä, kun turvallisuusohjeita laiminlyödään. (Stenius 2014.)

6.2.3 Betonointi

Betonointia ennen tulee työmaalla tehdä kirjallinen betonointityösuunnitelma, jota tulee noudattaa betonointityövaiheissa. Betonointityösuunnitelman lisäksi jokaisesta betonoinnista on tehtävä betonointipöytäkirja. Betonointipöytäkirjaa täytetään valun aikana ja sen jälkeen. Pöytäkirjasta sisältää betonoinnin kannalta kaikki oleelliset tiedot, kuten betonin määrät, ominaisuudet, työmenetelmät, siirtotavat, betonin toimittajan yhteistiedot, betonin jälkihoitotoimenpiteet ja betonin toimitukseen liittyvät asiat. Betonointipöytäkirjaan voidaan liittää betoniautonkuljettajalta saatava kuormakirja, johon on merkattuna betonoinnin aloitus- ja lopetusajat sekä betonoinnin kesto. Kuormakirjasta löytyvät myös betonin teknilliset ominaisuudet, kuten lujuus, notkeus, maksimi raekoko sekä käytetyt sementit ja lisäaineet. (Stenius 2014.)

Betoni valitaan työmaalle suunnitelmien mukaisten lujuuksien pohjalta. Maksimiraekoko ei saa olla niin suuri, että kiviaines jäisi raudoitukseen kiinni muotin sisällä. Betonin työstettävyyteen vaikuttaa suuresti sen notkeusluokka. Keskuspuiston työmaalla käytettiin seinävaluissa notkeusluokkaa S2 sekä maksimiraekoa 16 mm. Ontelolaattojen saumavaluissa notkeusluokka oli S4 ja maksimiraekoa 8 mm. Välipohjan paikallavalukaistat valettiin saumavalujen ylijäämällä sekä tilaamalla lisäksi S2 notkeusluokan betonia 16 mm:n raekoolla. Betoninlujuus näissä valuissa oli C25/30. (Stenius 2014.)

Runkotyövaiheen toistuvan rytmin vuoksi kannattaa betoniauton varaukset tehdä aina viikoksi eteenpäin, jolloin massan saanti ajallaan työmaalle on varmempaa. Kun autot on varattu viikoksi eteenpäin, jää työnjohdolle enää tehtäväksi ilmoittaa massan määrät ja ominaisuudet betonitehtaalle valua edeltävänä päivänä tai valupäivän aamuna. (Stenius 2014.)

Betonointityötä aloitettaessa on raudoitusten ja muottityön oltava valmiita sekä tarkastettuja. Mesta valmistellaan tulevaa valua varten laittamalla sauvatäryttimet valmiiksi ja kokeillaan laitteiden toimivuus. Seuraaville kerroksille tulevat seinätartunnat nostellaan valmiiksi holville, jotta raudoittaja voi asentaa teräkset heti valun jälkeen. Jos aikaa jää ennen massan saapumista, voidaan mesta siivota puhtaaksi. (Stenius 2014.)

Massan saapumista varten on suunniteltava sen purkupaikka. Jos valu suoritetaan pumppauksena, on tällöin varmistettava maaperän riittävä kantavuus. (Stenius 2014.) Keskuspuiston työmaalla kippovaluja varten kaivettiin purkupaikalle pieni syvennys, jolloin betoniauton perä jäi hieman korkeammalle kippon ja purku autosta kippon helpottui. Betonikippon voideltiin muottiöljyllä ennen valua, jolloin kippon puhdistus helpottui. Vuokrattu kippo jouduttiin vaihtamaan työmaalla kesän aikana, koska ontelolaattojen saumavaluissa massa oli niin löysää, että väljaluukkuinen kippo ei pystynyt pitämään massaa sisällään.

Keskuspuiston betonointitöiden työryhmän suuruus oli 2 rakennusammattimiestä. Betonivalu tulee suorittaa sopivissa, noin 300 mm:n kerroksissa, eikä betonia tule pudottaa muottiin liian korkealta, koska se lisää betonin erottumisen riskiä. Seinän valukorkeuden ollessa 2,65 metriä ja valutekniikan ollessa kippovalu tulisi massan laskuun käyttää apuna valusukkaa. Betonivalut pyritään tekemään tasalaatuisiksi valamalla ne aina samansuuntaisesti ja saumattomasti. Betonipinnan laatuun vaikuttaa oleellisesti sen tiivistäminen ja sen takia tärytys pitää tehdä huolellisesti. (Stenius 2014.)

Tärytinsauvan tulee betonia tiivistäessä ulottua aina edelliseen valukerrokseen, eikä sauvaa saa nostaa liian nopeasti ylös, koska tällöin tärysauvan tekemä aukko voi jättää betoniin ilmataskun. Betonin tiivistämisessä tulee ottaa huomi-

oon, että massaa ei saa täryttää liian pitkään, koska massa voi erottua. Kuitenkin liian vähäisen massan tiivistämisen seurauksena valmiiseen betonipintaan voi jäädä huokosia. Massaa ei saa myöskään siirrellä muotissa täryttämällä, vaan se pyritään tiputtamaan muottiin sille tarkoitetulle sijalleen. Valunopeuden kasvamisen seurauksena voi betonin tiivistyksen tapahtua huolimattomasti, josta seuraa huokoiseksi jäänyt valupinta. (Stenius 2014.) YIT Rakennus Oy:llä on käytössä oma betonointipöytäkirja. (Liite 6.)

7 BETONIELEMENTTIRAKENTAMINEN YLIVIESKAN KESKUS- PUISTOSSA

Betonielementtirakentaminen sisältää kerrostalon rungon betonirakenteisten osien asennustyön. Kohteessa elementtirakenteisina osina tulivat osa teräsbetoniseinistä sekä välipohjan ontelolaatat. Elementtirakentaminen on paikallaan rakentamista nopeampi ja yleensä myös turvallisempi työmenetelmä. (Stenius 2014.)

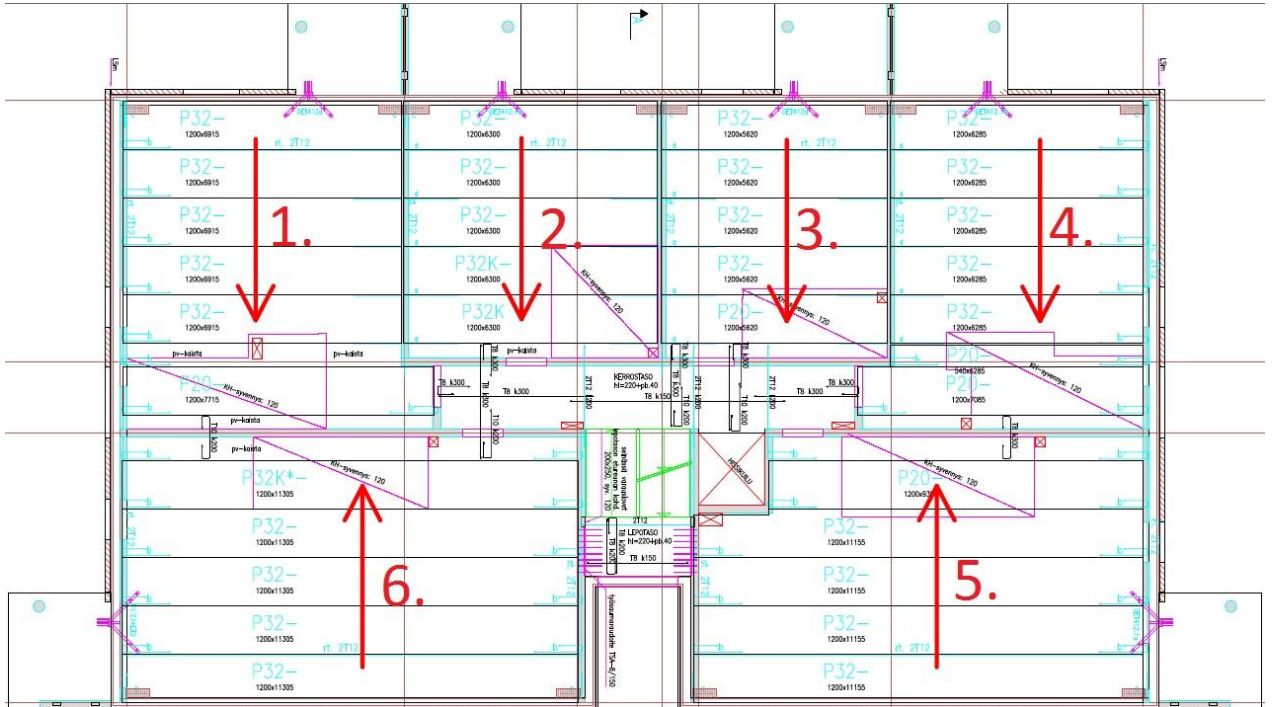
7.1 Ontelolaatat ja työn valmistelu

Ontelolaattojen asennustyön valmistelemissä töissä perehdytään elementtien asennussuunnitelmaan sekä käydään elementtien asennus läpi teoriassa ennen todellista työn suorittamista. Asennussuunnitelmassa käsitellään mm. elementtien asennusjärjestystä, vähimmäistukipintoja, elementtien kiinnittämistä, mittausjärjestelmää ja toleransseja, asennuksen aikaista tuentaa, kiinnityshit-sausta sekä erityistoimia edellyttäviä elementtejä. (Stenius 2014.)

Työn toteutuksen kannalta on erittäin tärkeää, että elementit tulevat oikeassa järjestyksessä tehtaalta. Keskuspuistossa runkovaiheen aikana tontilla oli paljon tavaraa, joka sulki pois elementtien varastoinen työmaalle. Ontelolaatat asennettiin suoraan rekan lavalta ja perävaunusta paikoilleen kerrostaloon. Kuormaajärjestys oli tällöin käännetty asennusjärjestys. Jos asennusjärjestys suunnitellaan väärin, on lopputuloksena hitaampi asennusnopeus ja riskialttiimpi työympäristö. (Stenius 2014.)

Ylivieskan Keskuspuiston työmaan ontelolaattojen asennus oli suunniteltu hyvin, mutta hieman parannettavaa olisi ollut. Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu elementtien asennusjärjestys. (Kuva 8.) Kohdissa 5 ja 6 asennusjärjestykset olisivat voineet olla eri suuntiin, koska käytetty asennusjärjestys lisää työ-turvallisuusriskejä sekä hidastaa asennusnopeutta. Kyseisellä järjestyksellä asennettavat elementit piti aina kierrättää siten, etteivät ne menneet työmiehien päältä, koska elementit nostettiin kuvassa katsottuna vasemmalta alakulmasta.

Onteloiden uudelleen järjestäminen ei kuitenkaan ole kannattavaa, jos elementtitehdas on tehnyt ja kuormannut ontelolaatat valmiiksi paketeiksi. (Stenius 2014.)



KUVA 8. Ontelolaattojen asennusjärjestys

Asennusta valmisteltaessa on tärkeää miettiä työturvallisuusasiat etukäteen. Ontelolaattojen asentajat joutuvat olemaan koko ajan kaiteettomassa työympäristössä, joten turvalaajat ja vaijerikelat ovat välttämättömiä. Työssä tarvitaan myös tikkaita ja pukkeja, jotka tulisi olla mahdollisimman turvallisia ja tukevia turvallisuusriskien minimoimiseksi. Ontelolaattojen asennuksessa radiopuhelimet ovat todella hyvä apuväline apumiehen, elementtiasentajien ja torninosturikuskin välille. Ylivieskassa työnjohto varmisti, että työntekijöillä oli mahdollisimman hyvät varusteet työn turvallisen ja laadullisen toteuttamisen kannalta. (Stenius 2014.)

7.1.1 Asennustyö

Ontelolaattojen asennustyö tapahtui Ylivieskan Keskuspuiston työmaalla torninosturilla. Laatat nostettiin kantavien seinärakenteiden päälle nostopuomia ja nostoraksia apuna käyttäen.

Kerrostalon yhden välipohjan ontelolaatat tulivat 3:ssa rekkakuormassa ja asennukseen kului aikaa noin 6 tuntia. Asennusporukkaan kuuluivat torninosturikuski, rekkakuskin apuna työskentelevä rakennusapumies sekä 2 rakennusammattimiestä asentamassa elementtiä kerrostaloon. Samaan aikaan 2 rakennusammattimiestä valmisteli välipohjanvalua asentamalla lautoja ontelolaattojen alle valustoppareiksi sekä muotittamalla paikallavalukaistoja. Valustoppareiden asennus on helpompaa tehdä ennen ontelolaattojen asennusta, koska onteloiden asennuksen jälkeen katonrajassa työskentely on vaikeampaa.

Ontelolaattojen asennuksessa on tärkeää, että ensimmäinen laatta asennetaan mittatarkasti oikeaan paikkaan. Tämä on helpointa toteuttaa merkkaamalla onteloiden paikat ennen onteloiden asennusta. Ontelolaatat asennetaan muutama senttimetrin korkuisten korkolappujen varaan, jotta välipohjan valussa laattojen alla on kyllin suuri väli massaa varten. Jos ontelolaatan alla oleva väli on liian pieni, voi valuun syntyä ns. rotankoloja. Ontelolaattoja asennettaessa tulee varmistua riittävästä tukipinnasta eli ontelolaatan tulee ylettyä riittävästi kantavien välisienien päälle. (Kuva 9.) (Stenius 2014.)



KUVA 9. Ontelolaattojen asennus ja valustoppareiksi asennetut laudat

Ontelolaatan nostotyö aloitetaan säätämällä nostopuomi oikean pituiseksi nostettaville ontelolaatoille. Nostossa käytetään nostorakseja, jotka kiinnitetään noin 200 mm:n etäisyydelle ontelolaatan päistä. Ontelolaatan reunoissa ja urissa ei saa esiintyä halkeilua, koska tämä voi aiheuttaa vaaratilanteita laatan murtuessa noston aikana. Elementtien nostotyössä on myös käytettävä varmuuskettinkettä, jotka pyöräytetään laatan alle nostoa aloitettaessa. Varmuuskettingit voivat estää laatan putoamisen maahan asti, jos laatan nosto muuten epäonnistuu. Mikäli ontelolaatoista löytyy nostolenkit, niin nosto tapahtuu niistä. Yleensä nostolenkit on asennettuna kavennettuihin laattoihin, joiden nostoa ei voida suorittaa nostoraksilla. Ontelolaatta voi myös olla kavennettu pelkästään toisesta päästä lyhyesti, jolloin nosto suoritetaan 200 mm:n päästä ennen kavennuksen alkua. (Stenius 2014.)

Ontelolaattojen asennuksen jälkeen suoritetaan loppuun välipohjan paikallavalukaistojen muottityöt sekä raudoitus. Ennen valutyötä asennettiin myös huoneistoihin tulevat sähkösyöttöjen varaukset, koska niitä ei voida asentaa pinta-valuun sen vähäisen betonipaksuuden vuoksi. Holvilla työskenneltäessä syntyy rakennusjätettä, joka ajautuu helposti ontelolaattojen saumoihin ja paikallavalukaistojen muottien päälle. Kevyiden jätteiden sekä sahanpurun puhdistamiseen paras mahdollinen työväline on lehtipuhallin.

7.1.2 Välipohjan muottityö, raudoittaminen ja valaminen

Työturvallisuuden kannalta on tärkeää, että holvilla työskenneltäessä olisi putoamissuojaus kunnossa. Keskuspuiston työmaalla putoamissuojaus holvin reunoilta hoidettiin YIT Kaluston verkkokaiteilla, jotka ovat nopeasti pultattavia ja käteviä käyttää. Kaiteet toimivat pulttaamalla ensin 1,5 metrin välein runkotolppia, joihin teräsrunkoiset verkkokaiteet asennetaan. Kulkutienä käytettiin telineistä koottua tornia, jota nostettiin ylöspäin aina rakennuksen noustessa.

Välipohjan muottityö aloitettiin heti, kun ontelolaatat oli asennettu ja holvin putoamissuojaus oli kunnossa. Muottityö aloitettiin talon päädystä, koska sinne tuli muottiin asennettavat kaiteet. Välipohjan päätyvaluissa käytettiin ontelolaattojen

valuun tarkoitettuja muotteja, jotka pultattiin kiinni ontelolaattoihin ja tämän jälkeen kiristettiin tiiviiksi alemman kerroksen seiniä vasten. Valumuotteihin asennettiin kaidetolpat, joihin asennettiin lankuista kaiteet.

Paikallavalukaistat muotitettiin alemmasta kerroksesta ontelolaattoja vasten vanerilevyillä. Välipohjissa valupaine kasvaa suureksi, mistä johtuu, että valu tuettiin ns. tyllillä eli tukitolpilla, jotka tunkattiin kahden lankkukerroksen avulla vaneria vasten. (Kuva 10.) Valu tuettiin tiheästi, koska muuten valusta voi tulla kiero muotin vääntyessä valupaineesta tai pahimmassa tapauksessa huonosti tuettu muotti voi pettää kokonaan.

Välipohjan paikallavalukaistat raudoitettiin suunnitelmien mukaisesti. Myös ontelolaattojen saumoihin oli suunniteltu raudotteita, minkä vuoksi oli tärkeää tarkistaa jokaisen kerroksen raudotteet ennen valua. Ensimmäistä välipohjaa raudoitettaessa asennettiin elementtien kiinnitystä varten raudotteet, joista seinäelementtien alareuna hitsattiin kiinni. Seuraavissa kerroksissa nämä raudat oli asennettu valmiiksi elementtitehtaalla seiniin.



KUVA 10. Välipohjan valun tuenta tukitopilla

Ontelolaatan saumavalu voidaan aloittaa, kun välipohjan paikallavalukaistan muottityö ja raudoitustyö on tehty. Holvi tulee tällöin olla puhdistettuna roskista sekä muista työvälineistä, joita itse valutyössä ei käytetä. (Stenius 2014.) Keskuspuiston työmaalla massan saavuttua työmaalle aloitettiin valutyö kastelemalla ontelolaatat vesiletkulla. Kastelu tehtiin, koska kesällä lämpötila oli korkea ja kuivat ontelolaatat imevät kosteuden valumassasta, jolloin betonin lujuudenkehitys kärsii (Stenius 2014).

Ontelolaatan saumat valettiin kippovaluna. Kippoa liikuteltiin ontelolaattojen saumoja pitkin ja samalla valutettiin juoksevaa saumamassaa. Keskuspuiston työmaalla kippoa liikuteltiin ripeästi edellä ja kipun perässä kulkivat lapion sekä sauvatäryttimen kanssa työmiehet. Massaa valutettiin reilusti onteloiden päälle, minkä jälkeen se lapioitiin saumoihin. Tämän jälkeen yksi työmies kulki pienen saumavaluihin tarkoitetun sauvatäryttimen kanssa tiivistämässä betonin. (Kuva 11.)



KUVA 11. Holvin valutyö, ontelolaatan saumavalu tehty ja paikallavalukaistat loppuillaan

Välipohjan valun yhteydessä valettiin myös alemman kerroksen päätyseinien elementtien saumat umpeen. Seinien pystysaumojen valussa tuli alussa ongelmia, koska betoni piti saada tiivistettyä 2,7 metrin pituiseen ohueen elementtien saumaan. Tämä tehtiin muutamassa kerroksessa liian nopealla tahdilla, mistä seurasi vajaatäyttö, eli sauma ei täytynyt kokonaan betonilla. Sauma piti valaa loppuun jälkeenpäin ja seuraavissa kerroksissa saumat valettiin huolellisemmin umpeen, tällöin saatiin tiiviimpi lopputulos.

7.2 Seinäelementit

Kerrostalon päätyseinien kantavat seinät tulivat elementteinä, jotta päätyjä tehdessä työturvallisuus paranee. Tämä johtuu siitä, että suurmuoteilla valaessa joudutaan asentelemaan konsoleita ja työskentelemään korkealla rakennuksen pohjan ulkopuolella. Elementtirakentaminen on yleisesti ottaen myös nopeampaa kuin paikallaan rakentaminen. (Stenius 2014.) Kerrostalon yhteen kerrokseen tuli 8 seinäelementtiä, joiden asennukseen kului 1 työpäivä.

Seinäelementit varastoitiin väliaikaisesti työmaalla elementtipukille eli ns. elementtifakkiin. Elementtifakin maapohjan kantavuus varmistettiin ja maanpinta tasattiin sepelillä. Elementtifakin toiselle puolelle asennettiin vastapainot betonista, koska fakkia ei saa kuormittaa pelkästään toiselta puolelta.

Elementtienasennus aloitettiin merkkamalla elementtien paikat sekä asentamalla metalliset korkolaput. Elementtien ollessa fakissa niihin kiinnitettiin saumavalua varten vanerilevyt valmiiksi, jotta niitä ei tarvitse asentaa jälkeenpäin henkilönostimista. Elementtien nosto tapahtui elementtitehtaalla asennetuista nostolenkeistä ja kesän aikana tapahtuvien nostojen tekniikkaa seurattiin tarkasti runkovaiheessa.

Elementtien varastointityyli varmistettiin tehtaalta ja suunnitelmista, koska väärä varastointi voi vaurioittaa elementtejä. Yleisesti ottaen seinäelementit varastoidaan pystyasentoon, eikä niitä saa kaataa maahan, koska nostolenkit voivat murtua taivuttelusta. (Stenius 2014.) Ennen seinäelementin asennusta saumojen tartuntavaijerit taivuteltiin esille elementtien liitoksia varten. Elementtejä asentaessa elementin alapuoli juotettiin kiinni levittämällä asennuskohdalle muurauslaastia, minkä jälkeen elementti laskettiin paikoilleen.

Seinät tuettiin asennuksen aikana elementtitiilla ennen nostolenkkien irrottamista elementistä. Jokainen elementti tuettiin vähintään kahdella tuella suunnitelmien mukaisesti. Seinäelementteihin oli jätetty valmistaessa asennusvaraukset, joista seinät hitsattiin työmaalla kiinni välipohjasta tuleviin raudoituksiin. Hitsaus tehtiin seinän tuennan jälkeen, jotta seinän suoruutta voitiin korjata vielä ennen lopullisia kiinnityksiä. Elementtien tuentaa varten suunnitelmissa oli määrätty, että niitä ei saa poistaa ennen kuin 2 kerrosta runkoa on edennyt ylöspäin. Tuenta tulee olla sen takia, että kerrostalon betonirunko kerkeää kerätä riittävästi lujutta, jolloin raudoitukset rupeavat toimimaan suunnittelulla tavalla.

(Kuva 12.)



KUVA 12. Elementeistä pystytetty seinä valmiina ontelolaattoja varten

Asennuksen jälkeen seinäelementtien alareunan kiinnitysvaraukset valettiin umpeen muurauslaastilla.

8 LAADUNVARMISTUS JA MITTAUS TYÖMAALLA

Laadunvarmistus työmaalla lähtee aina käyntiin heti työvaiheita suunniteltaessa. Hyvän asennoitumisen, ennakoinnin ja riskinarvioinnin avulla voidaan minimoida työvaiheelle haitallisia häiriöitä. Laadunvarmistuksessa työnjohtajalla on tärkeä rooli laadunvalvonnassa. Yksinkertaistettuna työnjohtaja valvoo, että työ etenee taloudellisesti ja laadukkaasti hyvin työvaiheen alusta aina siihen pisteeseen asti, että työmesta luovutetaan seuraavalle työryhmälle, jolloin he voivat aloittaa työnsä häiriöttä. Tämä jatkuu niin kauan, että viimeinen työryhmä, eli loppusiivoajat käyvät tekemässä työnsä ja kohde luovutetaan. (Stenius 2014.)

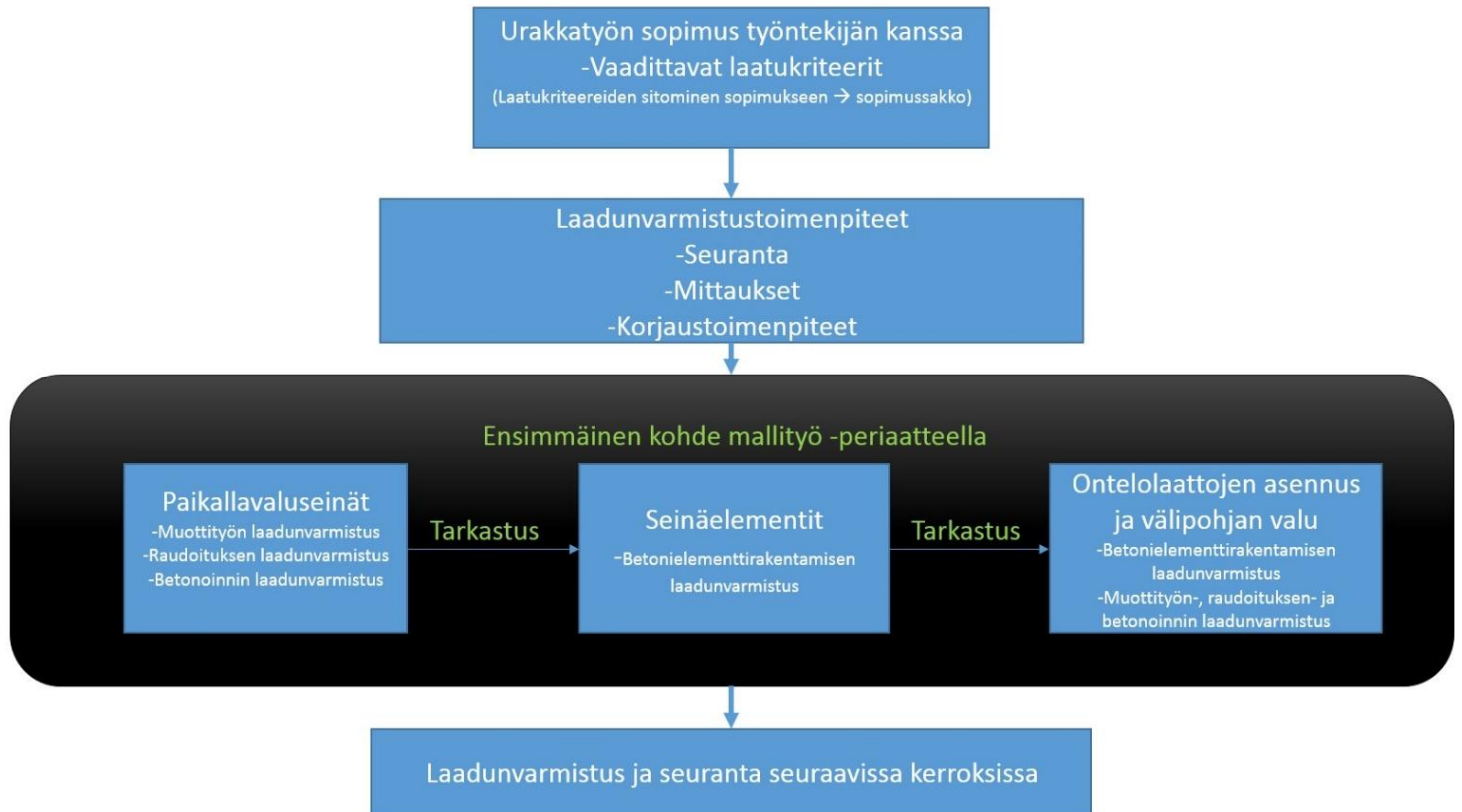
Hyvän työvaihesuunnittelun lisäksi tarvitaan ammattimainen työporukka, jolla on oikeanlainen asenne työn tekemiseen. Työntekijän asenne pitäisi olla ns. kerralla kunnolla -mallinen, jolloin työtä ei tarvitse korjailta. Asenteeseen voidaan vaikuttaa monelta tavalla ja yksi suuri tekijä on työmaan työilmapiiri. Hyvässä työilmapiirissä asenteet ovat parempia ja työtekeminen on mielekkäämpää. Työilmapiiriä voidaan parantaa monella eri tavalla, kuten uusilla työkaluilla, välineillä, ns. porkkanoilla eli palkitsemisella, liikuntaeduilla, ruokailuilla tai illanistujaisilla. (Stenius 2014.)

Työryhmän jokaisen työntekijän tulee olla tietoinen toteutettavan laadun kriteereistä ja kriteerit tulee kertoa heille heti työvaiheen aloituspalaverissa. Jos työvaihe on useasti toistuva, kuten kerrostalon runkotyövaihe, voidaan tällöin ensimmäinen kerros toteuttaa mallityönä. Mallityötä tarkastaessa on tärkeää, että työporukka on mukana tarkastuskierroksella, jolloin työntekijältä itseltään voidaan kysyä arviota tehdystä laadusta. Jos työntekijät tekevät työtä urakkapalkalla, on laaduntarkkailu tehtävä entistä huolellisemmin työnjohdon puolelta, koska urakkaporukassa työvauhti voi kasvaa ja tehtävän laadun taso puolestaan heikentyä.

Urakaluontoisessa palkkausjärjestelmässä tulisi miettiä sopimussakkoa, jolla saadaan laatu sidottua urakkasopimukseen, jolloin huonosti suoritetusta työstä voitaisiin vähentää jälkitöihin kuluvia kustannuksia. (Kuva 13.) Sopimussakko

olisi hyvä pelote ja se parantaisi runkotyön laadullista toteutusta. Sen tarkoituksena ei olisi laskea runkotyövaiheen kustannuksia urakkapalkoista vähentämällä.

Runkotyövaiheen laadunvarmistus



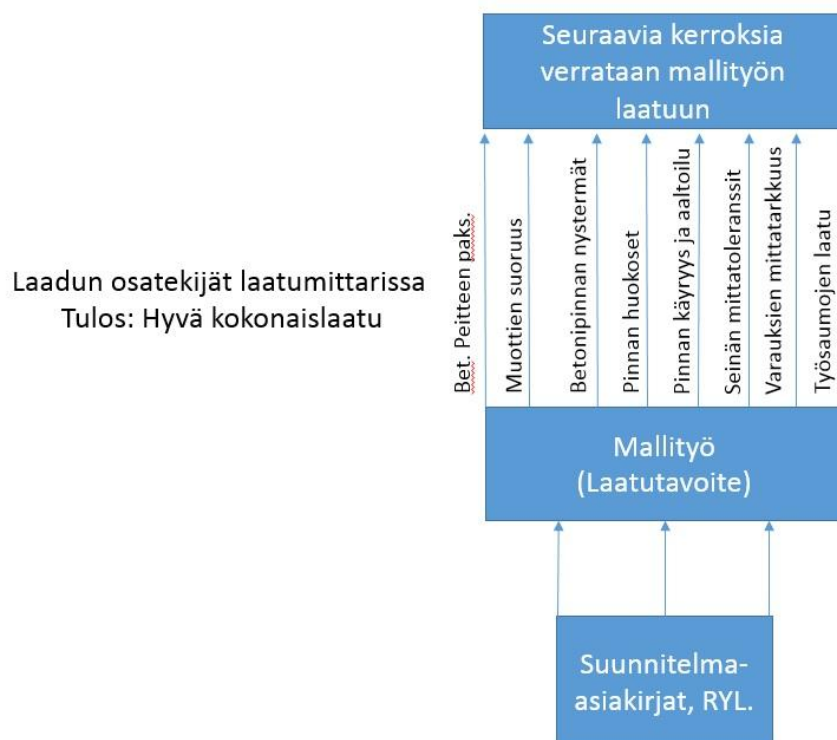
KUVA 13. Runkotyövaiheen laadunvarmistustoimenpiteet

Aina ennen suoritettavaa työvaihetta tulisi tehdä työvaiheen riskienarviointi. Riskienarvioinnissa käydään läpi työvaihe ja käytettävät työmenetelmät sekä mahdollisia riskitekijöitä, jotka voivat aiheuttaa häiriöitä työn aikana. Arvioinnissa tulee ottaa huomioon mm. käytettävät materiaalit ja niiden varastointi, kalusto ja varakalusto, työturvallisuus, nostotyöt, kulkureitit, siirrot, jätteiden käsittelyt, sääsuojaus- ja jälkihoidon tarve. (Stenius 2014.)

Runkotyövaiheeseen käytettävät yleisesti saatavilla olevat laadunvarmistuslomakkeet ovat liian raskaita työmaiden käytettäväksi. RATU-kirjasta löytyvillä muottityön, raudoituksen, betonoinnin ja betonielementtien laadunvarmistuslomakkeilla laadunvalvonta olisi epäkäytännöllistä, koska ne ovat liian työläitä täyttää ja ne ovat sisällöltään epäkäytännöllisiä. Opinnäytetyössä laadittiin YIT-

rakennus Oyj:n tietokannan pohjalta kevyempi runkovaiheen laadunmittauslomake. (Liite 7.)

Laadunmittauslomakkeessa tarkastellaan tärkeitä seikkoja pitämällä samalla mittaus kevyenä, jolloin sitä olisi helpompi käyttää työmaalla. (Kuva 14.) Laatumittari käsittelee raudoituksien betonipeitteen paksuuksia, raudoituksen maksimi välimatkoja, muottien pystysuoruutta valun jälkeen, valmiin betonipinnan nystermiä, pinnan huokosia, pinnan käyryyttä ja aaltoilua, seinän mittatoleransseja korkeuden, paksuuden ja pituuden suhteen, varauksien mittatarkkuutta ja työsaumojen laatua. Lisäksi varmistetaan, että piiloon jäävät rakenteet kuvataan ennen valua, mikä helpottaa jälkeensä syntyvien ongelmien ratkaisua. Laatumittari ei käsittele työturvallisuutta ja siisteyttä, koska näitä asioita tarkastellaan työmailla joka viikko TR-mittauksissa.



KUVA 14. Laatumittarin osatekijät osana kokonaislaatua

Laatumittarin tarkoituksena on vähentää runkovaiheen aikana syntyviä virheitä, jotka johtuvat yleensä kiireestä ja huolimattomuudesta. Laatumittarilla pyritään

saamaan aikaan tarkempia työnaikaisia mittauksia esimerkiksi seinien suorudesta ja mittatarkkuuksista. Laatua ei voida kehittää suoraan kokonaisuutena, vaan sitä pitää lähteä kehittämään osatekijöiden kautta. Sen jälkeen kun laatu on vaadittua tasoa, on tärkeää ruveta ylläpitämään sitä. Tämä onnistuu vain työnjohdon työpanoksella, eli valvonnalla.

Toimintajärjestelmä osana työmaan laadunvarmistusta

Julkaisuversiosta poistettu YIT Rakennus Oy:n salassa pidettävän materiaalin pohjalta kirjoitettua tietoa.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvailla As. Oy Ylivieskan keskuspuiston osaelementtirakenteisen runkotyön vaiheet sekä selvittää, miten sen laadunvarmistusta voitaisiin kehittää. Opinnäytetyössä kuvailtiin ensin Ylivieskan keskuspuiston työmaalla paikallaan valetuissa rakenteissa käytetyt työmenetelmät. Tämän jälkeen kuvailtiin betonielementtirakentamisessa käytetyt työmenetelmät.

Työssä käsiteltiin myös rakentamisen yleistä työturvallisuutta sekä työmenetelmien työturvallisuutta, minkä jälkeen kuvailtiin rakentamisen laadunvarmistustoimenpiteitä.

Betonirakenteisen asuinkerrostalon runkotyövaiheen työmenetelmiin ja tekniikoihin perehtyminen lisäsi omaa ymmärrystäni kyseisestä työvaiheesta. Työ laittoi miettimään, mitä runkotyövaiheessa tulee ottaa huomioon, jotta työmaan edetessä tulevissa työvaiheissa ei syntyisi ongelmia. Oikeisiin asioihin painottaessa jälkityöntarve vähenee, jolloin päästään kustannustehokkaampaan lopputulokseen.

Runkotyövaiheen eteneminen aikataulullisesti, laadullisesti, turvallisesti ja kustannustehokkaasti hyvin vaatii työnjohdon hyvän panostuksen. Työnjohtajan tulisi suunnitella työvaiheet etukäteen hyvin ja olla aina työssä askeleen edellä, jotta työssä ei syntyisi odottelua. Työmenetelmien vaatimien välineiden saatavuus tulee tarkastaa aina hyvissä ajoin ja materiaalien toimitukset tulee ajoittaa oikein.

Runkotyövaiheen aikana syntyvät mittaepätarkkuudet ja toleranssivirheet voivat tuoda merkittäviä lisäkustannuksia työmaalle, jos työtä joudutaan korjailemaan jälkikäteen. Näitä virheitä voitaisiin koittaa vähentää työnaikana täytettävillä laadunmittauslomakkeilla. Yleisesti saatavilla olevat laatumittarit ovat raskaita ja epäkäytännöllisiä käyttää työmaalla, mistä johtuen lähdin tekemään hieman kevyempää lomaketta, jolla käsitellään runkotyövaiheelle tärkeitä laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tehdyn laatumittarin tarkoituksena on se, että sitä voisivat käyttää niin työnjohtajat kuin työntekijätkin.

Laatumittarin toimivuutta ei voida todeta ilman, että sitä testataan työmaalla käytännössä. Uudet mittausmenetelmät vaativat aina testauksen, jossa nähdään, saadaanko tuotteesta tavoiteltua hyötyä irti vai lisääkö se vain työnjohdon työtä. Laatumittarin testauksen jälkeen tulisi arvioida, toimiiko laatumittari halutulla tavalla ja väheneekö jälkityön määrä.

LÄHTEET

Betonikoulu osa3: Betonin valintaan vaikuttavat valettava rakenne ja sille asetetut tekniset ominaisuudet. Rudus Oy. Saatavissa: <http://www.rudus.fi/aineistot/rudus-koulut/betonikoulu/osa-3-betonin-valinta/>. Hakupäivä 14.4.2015.

Hartikainen, Niku – Hämäläinen, Matti – Kokkonen, Tommi – Lamberg, Kari – Lahtinen, Raija – Lehtinen, Reijo S – Lönnström, Dennis – Soila, Jukka-Pekka – Utriainen, Markku 2014. Rakennustöiden Laatu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Honkavuori, Raimo - Lampinen, Lasse 2004. Betonitekniikan oppikirja, Helsinki: Suomen Betoniyhdistys Ry.

Korpela, Jenni - Palolahti, Tuomas. Puhdasvaluohje, Helsinki: Betoniteollisuus Ry.

Koski, Hannu 2014. Rakentamisen Tuotantotekniikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Laadunvarmistusjärjestelmä 2014. YIT Rakennus Oy. YIT Rakennus Oy:n hallussa.

Markkanen, Jussi 2001. Rakennustyömaan turvallisuussuunnittelu, Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Muotit ja tuentakalusto. Ramirent Oy. Esite. Saatavissa: http://www.ramirent.fi/files/attachments/ramirent_fi/tuote-esitteet/turva- ja_muottitekniikka/rami_muotit_yleisesite_2008_2_.pdf. Hakupäivä 27.11.2015.

Paikallavaluseinän laatukortti 2014. YIT Rakennus Oy. YIT Rakennus Oy:n hallussa.

Stenius, Niko 2014. Työnjohtaja, YIT Rakennus Oy. Haastattelu 25.11.2014.

Valmisosarakentaminen 2008. Betoniteollisuus Ry. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/talonrakentaminen/>. Hakupäivä 14.4.2015.

LIITTEET

Liite 1 Muotityön laadunvarmistus

Liite 2 Raudoituksen laadunvarmistus

Liite 3 Betonoinnin laadunvarmistus

Liite 4 Betonielementtirakentamisen laadunvarmistus

Liite 5 Runkoaikataulu

Liite 6 Betonointipöytäkirja

Liite 7 Laatumittari runkotyövaiheelle

Liitteet poistettu julkaisuversiosta.