

# KERROSTALON BETONIRUNKOTÖIDEN LAADUNVARMISTUS

Jaani Hakala  
Opinnäytetyö  
Kevät 2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU TIIVISTELMÄ

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikka	Insinööriyö	45	+	1
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Tuotantotekniikka	2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Rakennusliike Somero Oy	Hakala, Jaani Herman			
Työn nimi				
Kerrostalon betonirunkotöiden laadunvarmistaminen				
Avainsanat				
betonirunko, laadunvarmistaminen				

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata kerrostalon betonirunkotyön suoritusvaiheet niin, että se täyttää betonirungolle asetetut laatuvaatimukset. Työssä keskityttiin tutkimaan paikallavaletun betonirungon työmenetelmiä.

Betonirungon teoretiset tiedot koottiin rakennusalan kirjallisuudesta sekä voimassa olevista betoninormeista. Työssä tutustuttiin myös kahteen eri muottijärjestelmään ja niiden toimivuuteen kerrostalon rungon valuvaiheessa. Rungon toteutuksessa kuvattiin vaiheittain muottityö, raudoitustyö ja betonointi. Opinnäytetyössä käytiin läpi myös yrityksen oma laadunvarmistaminen runkotyövaiheessa.

Runko tehtiin siten, että se täytti rakennusmääräyksissä sille asetetut laatuvaatimukset. Talvi lisäsi haastetta rungon tekemiselle, mutta ongelmatilanteista selvittiin. Työ kuvaa yksityiskohtaisesti betonirunkotyön suorituksen ja laadunvarmistamisen työn aikana.

# SISÄLTÖ

SISÄLTÖ .....	3
1 JOHDANTO.....	5
2 BETONIRUNGON RAKENTAMINEN .....	6
2.1 Tehtävän aloitusedellykset .....	6
2.2 Betonirungon paikallavalun laatuvaatimukset .....	8
2.2.1 Alusta .....	8
2.2.2 Tarvikkeet .....	8
2.2.3 Muottityö .....	9
2.2.4 Raudoitustyö.....	10
2.2.5 Betonointi.....	11
2.2.6 Valmis työ .....	13
2.3 Työnaikainen ohjaus ja laadunvarmistus .....	14
2.3.1 Aloituspalaverit .....	14
2.3.2 Työkohteen vastaanottotarkastukset.....	14
2.3.3 Mallityö .....	14
2.3.4 Työntekijöiden oma tarkastus .....	15
2.3.5 Luovutustarkastukset.....	15
3 MUOTTIJÄRJESTELMÄN VALINTA.....	16
4 AS OY KANNUKSEN JOKIKARTANO.....	20
4.1 Kohteen keskeiset tunnusluvut.....	22
4.2 Projektin organisaatio .....	23
5 KERROSTALON BETONIRUNGON TOTEUTUS.....	25
5.1 Rungon alusta .....	26
5.2 Muottitekniikka .....	26
5.3 Muottityö .....	29
5.4 Raudoitustyö .....	33
5.5 Betonointi .....	35
5.6 Talven vaikutus betonirungon tekemiseen.....	36
5.7 Työnaikainen ohjaus ja laadunvarmistus .....	36
6 LAADUNVARMISTAMINEN YRITYKSESSÄ .....	38
6.1 Hankinnat.....	38
6.2 Kalusto- ja tukipalvelut.....	38

6.3 Tuotannon valmistelu .....	39
6.4 Tuotanto .....	40
7 POHDINTA .....	42
LÄHTEET .....	44

# 1 JOHDANTO

Kerrostalon betonirunkotöiden huolellinen suunnittelu ja valvonta on keskeinen asia rakennustyömaan toteutusvaiheen onnistumiselle. Opinnäytetyön tarkoituksena on varmistaa rakennustyömaan paikalla valettujen betonirunkotöiden onnistuminen. Tarkoituksena on myös varmistaa, että betonirunko täyttää sille asetetut laatuvaatimukset. Opinnäytetyön tilaaja on Rakennusliike Somero Oy, joka toimii As Oy Kannuksen Jokikartanon pääurakoitsijana. As Oy Kannuksen Jokikartano on rakennusliikkeen ensimmäinen omarahoitteinen kerrostalokohde.

Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata betonirungon valmistaminen sekä käydä läpi runkotöiden valvonta ja työmenetelmät kerrostalon betonirungolle. Valittua menetelmää sovelletaan As Oy Kannuksen Jokikartanon runkovaiheessa. As Oy Kannuksen Jokikartano sijaitsee Kannuksen keskustassa joen vieressä, jonne nousee tulevaisuudessa kaksi muuta kerrostaloa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on myös tutkia muottitekniikkaa ja valittujen muottien toimintaa kohteessa. Työssä kuvataan rauditusprosessi ja betonointi. Työn tarkoituksena on myös perehtyä mahdollisiin riskeihin rakennuksen runkovaiheessa ja siihen, miten sää vaikuttaa muottitekniikkaan ja betonointiin. Opinnäytetyössä seurataan myös runkovaiheelle asetettua aikataulua ja tutustaan runkotyön työturvallisuuteen.

## 2 BETONIRUNGON RAKENTAMINEN

### 2.1 Tehtävän aloitusedellykset

Betonirunkotöitä aloitettaessa kohteesta tulee löytyä **suunnitelmakatselmus** (YSE98 § 64). Kohteesta tulee löytyä kaikki suunnitelmapiirustukset eli rungon mittapiirustukset, leikkaus- ja detailjiirustukset sekä raudoituspiirustukset. Lisäksi on oltava rakennus- ja työselostukset, muotti- ja betonointisuunnitelma, työmaan aluesuunnitelma, yleisaikataulu, rakentamisvaihe aikataulu, kustannusten tavoitearvio, materiaalivalmistajien ohjeet ja työturvallisuussuunnitelma (liite 1.) (RATU 1201-S. 2002, 32.)

Suunnitelmien lisäksi kohteessa täytyy olla saatavilla kaikki tarvittavat **materiaalit ja kalusto**. Muottitavarat, joita ovat suurmuotit, muottisiteet, 10 mm:n pyöröteräkset, valuholkit, muottilukot, muottivälikkeet, terässoljet, muottiöljy, varaukset ja naulat. Raudoitusmateriaaleina käytetään sileitä- ja harjatankoja, teräsverkkoja, sidelankoja, välikkeitä ja tukia. Suojausmateriaaleina käytetään muoveja, suojapeitteitä, tukirakenteteita, lippusiimoja ja väliaikaisia aitoja. Runkotyössä tarvittavia koneita ja kalustoa ovat laser, nosto- ja siirtokalusto, raudoitteiden taivutus- ja katkaisuvälineet ja vibra. (RATU 1201-S. 2002, 32.)

Runkotyön **työryhmä** on 2 miestä. Mittaustyöryhmä voi tarvittaessa olla erillinen. Työntekijät tulee opastaa työkohteeseen, työmenetelmiin ja käytettävään kalustoon. Työntekijöille selvitetään työvaiheiden tarvittavat laatuvaatimukset ja laadunvarmistusmenetelmät sekä kohdekohtaiset työturvallisuustoimenpiteet. Työryhmällä tulee olla käytössään uusimmat hyväksytyt suunnitelma asiakirjat. Hitsaustöitä suorittavalla tulee olla riittävä pätevyys sekä voimassa oleva tulityökortti ja työmaan tulityövastaavan myöntämä tulityölupa. (RATU 1201-S. 2002, 33.)

**Työkohte** pitää rauhoittaa runkotyölle, tarvittaessa työskentelyalue eristetään muusta työmaa-alueesta lippusiimoilla tai väliaikaisilla aidoilla. Työkohteessa tulee olla siistiä ja siellä tulee olla riittävä valaistus ja turvalliset kulkureitit. Työkohteessa pitää olla käytettävissä sähkö ja vesi. Työkohteessa pitää olla toimiva jätehuolto, joka sisältää erilliset jätelavat kivelle, puulle, metallille ja sekajätteelle. Työmaateiden portilta materiaalien vastaanotto paikalle tulee olla kantavuudeltaan ja leveydeltään käytettävän kuljetuskaluston vaatimusten mukainen. Materiaalien varastoinnille varataan riittävän kokoinen tila, johon on järjestetty riittävä valaistus ja jolta siirrot kohteeseen on järjestetty turvallisesti. (RATU 1201-S. 2002, 33.)

Työkohteen perustustyöt tulee olla tehty suunnitelmien edellyttämällä tavalla. Sääolosuhteiden vaikutuksesta runkotyöhön otetaan selvää ennen töiden aloittamista. Pakkaseen tulee olla varauduttu järjestämällä työkohteeseen tarvittava lämmitys- ja suojauskalusto sekä käyttämällä valuissa pakkasbetonia. Sateen varalle tulee olla suojapeitteitä, muoveja ja tarvittavia tukirakenteita. (RATU 1201-S. 2002, 33.)

**Työturvallisuuden** tulee olla kunnossa töiden alkaessa. Ennen materiaalien siirtoa tehdään nostolaitteiden käyttöönottotarkastus. Nostojen aikana nostoreittien alla liikkuminen on kielletty. Mikäli nosturin tai muun nostolaitteen kuljettaja ei pysty jatkuvasti valvomaan taakan liikkumista, kuljettajan apuna oltava merkinantaja. Nosturin kuljettajalla ja merkinantajalla täytyy olla koko ajan näkö- tai radioyhteys. Jokaisella rakennusmiehellä tulee olla kunnossa oma henkilökohtainen suojaruustus, kypärä, jalkineet, vaatetus, kuulosuojaimet ja suojalasit. Kipinöitä aiheuttavissa työvaiheissa noudatetaan tulityömääräyksiä ja ohjeita, työkohteessa tulee olla tällöin riittävä sammutuskalusto. (RATU 1201-S. 2002, 33.)

## **2.2 Betonirungon paikallavalun laatuvaatimukset**

### **2.2.1 Alusta**

Ennen runkotöiden aloittamista varmistetaan edeltävien työvaiheiden valmius ja suunnitelmien mukaisuus. Perustusten tulee olla valmiita, tarkastettuja ja hyväksytyjä. LVIS-töiden tulee olla siinä vaiheessa, että runkotyöt voidaan aloittaa. Työkohde rauhoitetaan runkotyölle. (RATU 1201-S. 2002, 36.)

Ryömintätilaisen kantavan alapohjan alusta siivotaan rakennusjätteistä ja muusta maatuvasta aineksesta. Kosteuden siirtyminen perustuksista runkorakenteisiin täytyy estää suunnitelmissa esitetyllä tavalla, yleensä veden eristeenä käytetään bitumisivelyä tai bitumikermiä. (RATU 1201-S. 2002, 36.)

### **2.2.2 Tarvikkeet**

Käytettävien raudotteiden paksuuksien ja laadun täytyy olla kohteen raudoitussuunnitelmien mukaisia. Raudoitteet eivät saa olla niin ruostuneita, että se heikentää teräksen lujuutta tai tartuntaa. Pintaruoste raudotteissa on sallittua. Raudotteiden pinnalla ei saa olla syöpymiä tai pintahilsettä. Valmiit raudoitteet pidetään nipussa ja merkitään tunnuslapuilla. Maanvaraisissa laatoissa voidaan käyttää myös teräskuituja. Teräskuiduilla tulee olla voimassa oleva käyttöseloste. Betonisten välikkeiden tulee vastata ympäröivää betonia. Muovivälikkeiden tulee olla tarkoitukseen sopivia. (RATU 1201-S. 2002, 36.)

Betonin lujuuden, säilyvyyden ja muitten ominaisuuksien tulee vastata suunnitelmia. Talviaikana voidaan tarvittaessa käyttää kuuma- tai pakkasbetonia. Betonin kelpoisuus ja lujuusominaisuudet on varmistettava työmaan laadunvarmistussuunnitelmien mukaisesti. Jos valmisbetoni tulee tarkastamattomalta betonitehtaalta tai tehdään työmaalla, tehdään tarvittavat koekappaleet työmaalla. (RATU 1201-S. 2002, 36.)



Betonoinnin yhteydessä käytettävien lämmöneristeiden tulee olla jäykkiä ja kokoonpuristumattomia siten, että rakenteen mitta ei muutu ja lämmöneristelevyt eivät vahingoitu betonoitaessa tai muotteja purettaessa. (RATU 1201-S. 2002, 36.)

### **2.2.3 Muottityö**

Muotti rakennetaan, kootaan ja tuetaan siten, että valu täyttää sille asetetun mittatarkkuuden ja sen täytyy kestää raudotteiden ja betonin aiheuttamat kuormitukset. Muottien paikat mitaan ja merkitään alle jääviin rakenteisiin. (RATU 1201-S. 2002, 37.)

Muotti tuetaan tukirakenteilla ympäröivään maahan tai rakenteisiin. Muotin liika kiristäminen estetään erillisillä muottivälikkeillä ja valun leviäminen erillisillä muottisiteillä ja riittävä koolauksilla. Muottien ristimita tulee olla tarkastettu. Sementtiliiman pursuamisen ja valetun rakenteen nurkkien vaurioiden estämiseksi voidaan muotteihin asentaa kolmiorimat tai nurkat voidaan tiivistää silikonilla. (RATU 1201-S. 2002, 37.)

Muotiniirrotusaineiden käytön tarve tulee tarkistaa muottimateriaalin mukaan. Öljyn pitää peittää koko muottipinta, mutta öljyä ei saa käyttää liikaa, sillä se voi heikentää valetun pinnan laatua. Öljyn ruiskuttamiseen käytetään yleensä paineruiskua ja öljy tulee ruiskuttaa noin 50 cm:n etäisyydeltä. Ylimääräinen öljy tulee pyyhkiä pois, varsinkin varausten kohdalta. Raudoitusta ei saa käsitellä öljyllä, sillä sen tarttuminen betoniin heikentyy. Muotteja öljytessä tulee varoa likaamasta muita rakenteita. (RATU 1201-S. 2002, 37.)

Ennen muottien tuplaamista ja betonointia tulee varmistaa, että kaikki suunnitelmien mukaiset varaukset, putkitukset, raudoitukset ja lämmitykset on asennettu oikein. Muottien pohjat tulee olla puhtaat, sulat ja lumettomat ennen betonointia. Talviolosuhteissa muotit ja muottien pohjat tulee suojata lumelta ja jäältä. Muottien sulattamiseen ja pudistamiseen tulee olla varauduttu esimerkiksi höyryllä. (RATU 1201-S. 2002, 37.)

Tuplauksen jälkeen tulee tarkistaa muotin suoruus, mittatarkkuus, tuenta ja tiiviys. Siteiden lukitus ja kireys tarkastetaan sekä asennettujen lämmityslankojen paloturvallisuus. Muottisiteiden ympärillä käytetään välikeputkia (valuholkkeja), jotta muottiside saadaan irroitettua valusta. (RATU 1201-S. 2002, 37.)

Muottirakenteen saa purkaa, jos betoni on saavuttanut vähintään 60 % nimellislujudestaan. Muottien ei-kantavat osat voidaan purkaa, kun betoni on saavuttanut 5 MN/m<sup>2</sup> keskimääräisen puristuslujuuden. Muotit tulee purkaa sellaisessa järjestyksessä, että rakenteelle ei aiheudu ylimääräistä kuormitusta. Muottien purkamisessa käytetään sellaisia työkaluja, jotta valettu rakenne ja muottimateriaali eivät vaurioidu. Valuun jäävät muottisiteet katkaistaan ja paikataan samaan tasoon pinnan kanssa. (RATU 1201-S. 2002, 37.)

Muottipinnat puhdistetaan heti purun jälkeen. Puhdistessa varotaan vaurioittamasta muottipintoja. Muotit varastoidaan ja tuetaan tasaiselle alueelle pystyyn. Jätteeksi menevän muotin osat tulee lajitella materiaalien mukaan jäteastioihin. (RATU 1201-S. 2002, 37.)

## **2.2.4 Raudoitustyö**

Työmaalle tulevien raudotteiden laatu tulee tarkistaa tankonippuihin kiinnitetyistä valmistetunnuslapuista. Kullekin raudotuskoolle varataan oma paikka raudoituspaikalla. Katkaisu listasta tarkistetaan tangon muoto, läpimitta, mahdolliset taivutusosien pituudet, taivutuskulma, tangon katkaisupituus ja tankojen määrä. Raudoitusjätteelle varataan raudoitupaikalle keräysastia. (RATU 1201-S. 2002, 37.)

Ennen raudoitusta on tarkistettava raudotteiden puhtaus ja se, että muotteihin on asennettu tarvittavat kotelot, läpimenot ja putkitukset. Raudoitteet asennetaan ja sidotaan suunnitelmien mukaisesti. Työn aikana seurataan raudoitusten suunnitelmien mukaisuutta, suoruutta mittatarkkuutta sekä riittävää jäykkyyttä siten, että raudoitus ei pääse liikkumaan betonoinnin ja tiivistyksen aikana. (RATU 1201-S. 2002, 37.)

Raudoitettaessa varmistetaan, että raudotteiden ympärille tulee riittävä betonipeite. Maan vastaisissa betonirakenteissa betonipeitteen tulee olla vähintään 50 mm. Raudotteiden tukemiseen muotissa tai valualustalla käytetään riittäviä ja suunnitelmien mukaisia välikkeitä ja maatukia. (RATU 1201-S. 2002, 38.)

Rauditus ei saa estää suunnitelmien mukaista betonivalua eikä estää tarvittavien läpimenojen ja varausten asentamista. Pystyrakenteiden yläosiin tulee jäädä raudoitukseen aukkoja 1 - 1,5 m:n välein betonipumpun letkua tai valusukkaa varten. (RATU 1201-S. 2002, 38.)

Asennettujen terästen päät tulee suojata kulkureittien läheisyydessä ja putoamisvaaran alaisissa rakenteissa tulpilla tai taivuttamalla ne alaspäin. Raudoitteet tulee hitsata tuulelta ja kosteudelta suojassa. (RATU 1201-S. 2002, 38.)

### **2.2.5 Betonointi**

Kutistuma- ja halkemisriskin vuoksi maksimiraekooksi on syytä valita 32 mm. Maksimiraekokoa 16 mm käytetään tiheästi raudoitetuissa kohdissa, esimerkiksi palkkikaistojen tai pilarien kohdalta. Sopiva valunotkeus on yleensä 2 – 3 sVB, tiheimmin raudoitetuissa laatoissa 1 – 2 sVB. (Kestävä kivitalo, paikkallavaletut betonipinnat, 1998, 52.)

Talvibetonoinnin yhteydessä on suositeltavaa käyttää nopeammin kovettuvaa sementtiä hitaamman sementin sijasta, koska rakenteen lämpötila ja lujuus kehittyvät silloin suotuisammin ensimmäisten, ratkaisevien vuorokausien aikana. Talvibetonointiin käytetään betonissa Rapidsementtiä, joka on nopeasti kovettuva sementti. (Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004, 57.)

Betonointi aloitetaan muotin uloimmasta nurkasta. Betoni otetaan muottiin jo valmiiksi valettua betonirintausta vasten. Betoni valetaan kerralla suunnitelmien mukaiseen liikunta- tai työsaumaan saakka. (RATU 1201-S. 2002, 38.)

Betonoidessa ei ylitetä suunniteltua betonointinopeutta, pudotuskorkeutta tai kerralla betonoitavan kerroksen paksuutta. Betonoinnin aikana täytyy tarkkailla muottien tiiveyttä ja kestävyyttä. Pudotuskorkeus saa olla enintään noin 1,0 m erottumisen välttämiseksi. Nostoastian kanssa käytetään tarvittaessa valusukkaa. Kerralla betonidaan noin 200 - 300 mm paksu kerros. Laatat, joiden vahvuus on alle 350 mm, valetaan yhtenä kerroksena. Paksummissa laatoissa uuden kerroksen betonointi aloitetaan, kun edellinen on edennyt 5 - 10 m aloituskohdasta. (RATU 1201-S. 2002, 38.)

Betonirakenteessa oleva lämmöneriste täytyy tukea hyvin muottirakenteeseen. Betonimassa tulee ottaa eristeen molemmin puolin vuoron perään, jotta muotissa oleva eriste ei painu muottia vasten. (RATU 1201-S. 2002, 38.)

Betoni tiivistetään joka kohdasta, myös varausten alapuolelta siten, ettei tiivistäminen aiheuta massan erottumista. Varausten alapuolella jätetään edeltäväbetoni massakerros 20 cm varauksen alapuolelle ja täytetään seuraavan valukerroksen yhteydessä paksummalla kerroksella, jolloin varauksen alapuolinen osa täyttyy. Raudoitteen ja varausten vahingoittamista täytyy varoa betonoinnin ja tiivistyksen aikana. (RATU 1201-S. 2002, 38.)

Täryttimen koko valitaan tiivistettävän rakenteen koon mukaan. Täryttimen on mahduttava raudoituksen läpi joka kohdassa. Täryttimen annetaan painua valuun omalla painollaan tiivistettävän kerroksen läpi alempaan kerrokseen vähintään 200 mm. Tärytintä ei saa käyttää massa siirtelyyn. Tärytys tehdään vaakarakenteissa 1,5 - 2 m:n ja pystyrakenteissa 1 - 1.5 m:n etäisyydellä valurintauksesta. Tärytin tulee pitää pystysuorassa tiivistyksen aikana. Tärytys ajan tulee olla riittävän pitkä, mutta ei liian pitkä. Esimerkiksi 250 mm:n laatalle tärytysaika on 10 s, pystyrakenteilla 15 - 20 s. Tärytin nostetaan tiivistettäessä kerroksesta tasaisella nopeudella noin 4 cm/s. Tiivistys tehdessä edetään järjestelmällisesti, esimerkiksi 40 cm:n välein. Tärytystä ei saa tehdä raudotteita tai varauksia vasten. Sauvan tulee olla 10 - 15 cm:n etäisyydellä muottipinnasta. (RATU 1201-S. 2002, 39.)

Rakenteisiin tehdään suunnitelmien mukaiset liikuntasaumat. Liikuntasaumassa kaikki raudoitteet katkaistaan. Vaakasaumat tehdään karhentaen, pystysaumat työsaumaverkkojen avulla. Valun yhteydessä tulee varmistaa tehtävien reikien, syvennysten, asennettavien laitteiden, rakennusosien tai tartuntojen suunnitelmien mukaisuus. Betonin kovettumisen jälkeen tehtävät reiät tai varaukset eivät saa katkaista raudoitusta tai heikentää ankkurointia. (RATU 1201-S. 2002, 39.)

Jos seinien tai pilarien kanssa valetaan samalla laattoja tai palkkeja, pystyrakenteiden valun annetaan painua kerroksen korkuisissa valuissa 1 - 2 tunnin ajan ennen vaakarakenteiden valamista. (RATU 1201-S. 2002, 39.)

Valun jälkeen tarkistetaan, että muotit eivät ole liikkuneet ja että ne ovat edelleen pystysuorassa. Laattojen ja palkkien betonipinnat hierretään oikeaan tasoon. Laattarakenteissa tasataan pinta oikolaudalla tai pitkävartisella hiertimellä työsaumapinnaksi tai hierretään suunnitelmien mukaiseen laatutasoon, kun betonipinta on himmennyt. Valuun asennetaan kaikki suunnitelmien mukaiset tartunnat, mikäli niitä ei ole asennettu raudoituksen yhteydessä. (RATU 1201-S. 2002, 39.)

Betonimassan toimitusten aikana varmistetaan, että suunnitelmien mukaiset koekappaleet tehdään. Betonoinnin jälkihoidosta huolehditaan myös lomien ja viikonloppujen aikana. Kesällä betonointi tulee suojata suoralta auringonpaisteelta ja sateelta sekä talvella jäätymiseltä. Jälkihoidossa käytetään muoveilla tai lämpösuojalaatikoilla suojaamista ja kesällä kastelua halkeilun estämiseksi. Jälkihoitoa jatketaan niin kauan, että betoni saavuttaa ympäristöluokassa Y3 60 %:n ja ympäristöluokassa Y2 70 %:n nimellislujuudestaan. (RATU 1201-S. 2002, 39.)

### **2.2.6 Valmis työ**

Paikallavaletun betonirungon on täytettävä sille asetetut mittatarkkuus- ja muut sopimusasiakirjojen vaatimukset. Paikallavaletuissa betonirakenteissa reikien suurin sallittu mittapoikkeama on 20 mm. (RATU 1201-S. 2002, 39.)

## **2.3 Työnaikainen ohjaus ja laadunvarmistus**

### **2.3.1 Aloituspalaverit**

Pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan työnjohdon välinen aloituspalaveri on pidettävä vähintään viikko ennen runkotyön aloittamista. Palaverissa tarkistetaan, että työn aloittamisen kannalta välttämättömät asiat ovat kunnossa ja työ päästään aloittamaan aikataulussa. (RATU 1201-S. 2002, 41.)

Aliurakoitsijan työnjohdon, työntekijöiden ja mahdollisesti muiden runkotyön aloittamiseen liittyvien osapuolten välinen aloituspalaveri pidetään työmaalla välittömästi ennen työn aloittamista. (RATU 1201-S. 2002, 41.)

### **2.3.2 Työkohteen vastaanottotarkastukset**

Kohde jaetaan toteutusjärjestyksen mukaisiin osakohteisiin, jotka on tarkastettava ennen runkotöiden aloittamista. Osakohteen vastaanottotarkastuksessa tarkastetaan, että työkohde ja edeltävät rakenteet täyttävät niille asetetut aloitusedellytykset. Tarkastuksista laaditaan pöytäkirja, johon kirjataan tarkastukseen osallistujat, tarkastetut osakohteet, tarkastuksissa havaitut puutteet sekä päivämäärä, johon mennessä puutteet pitää olla korjattu. (RATU 1201-S. 2002, 41.)

Osakohteiden vastaanottotarkastuksissa ovat läsnä runkotyöryhmä, työnjohto, pääurakoitsijan edustaja sekä tarvittaessa perustustöiden työntekijät tai työnjohto. (RATU 1201-S. 2002, 41.)

### **2.3.3 Mallityö**

Mallityö tehdään sopimusasiakirjoissa mainittavista osakohteista ja töistä. Yleensä mallityö tehdään ensimmäisestä valmistuvasta osakohteesta. Mallityö voidaan tehdä erikseen muotti-, raudoitus- ja betonointityövaiheista. Mallityön tekee sama työryhmä samoilla menetelmillä, välineillä ja materiaaleilla, joilla varsinainen työ tehdään, ja se tehdään niin laajaksi, että

työmenetelmä vastaa varsinaista työtä. Mallissa tulee tehdä suunnitelmien mukaiset laadunvarmistuskokeet sekä tarkistetaan työmenetelmän, materiaalien ja kaluston soveltuvuus kohteeseen. Työn tulee täyttää runkotyön mittatarkkuus- ja muut vaatimukset. (RATU 1201-S. 2002, 41.)

Rakennuttajan edustaja, suunnittelija, työntekijät ja työnjohto tarkastavat mallityön. Mahdolliset muutokset ja korjaukset on tehtävä ja hyväksyttävä ennen työn jatkamista. Mallitöiden tarkastamisesta tehdään muistio, joka liitetään työmaa-asiakirjoihin. Hyväksytty mallityö toimii vertailukohtana seuraaville valmistuvilla osakohteilla. (RATU 1201-S. 2002, 41.)

### **2.3.4 Työntekijöiden oma tarkastus**

Työntekijöille laaditaan lista asioista, jotka on tarkistettava työn aikana, kuten talvibetonoinnin erityisvaatimukset sekä työn mittatarkkuusvaatimukset. Työntekijät seuraavat työnsä laatua jatkuvasti työn edetessä. Tarkistuslista toimii myös laatudokumenttina, jos siihen on liitetty työntekijöiden kuittaus tehdystä työstä. (RATU 1201-S. 2002, 42.)

### **2.3.5 Luovutustarkastukset**

Luovutustarkastuksia on pidettävä työn edetessä osakohteiden valmistumisen mukaisessa järjestyksessä tai pienessä kohteessa voidaan luovuttaa koko kohde kerralla. Tarkastuksiin osallistuvat sopimusasiakirjoissa mainittavat osapuolet, yleensä työstä vastaava työnjohtaja, rakennuttajan ja urakoitsijan edustajat sekä tarvittaessa seuraavan työryhmän edustajat. (RATU 1201-S. 2002, 42.)

Runkotyön ja valmiin rakenteen tulee täyttää hyväksytyt mallityön, sopimusasiakirjojen sekä laatuvaatimusten ja hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset. Tarkastuksessa havaitut puutteet ja virheet on kirjattava tarkastuspöytäkirjaan ja korjattava tarkastuksessa sovitun aikataulun mukaisesti. Korjaustöiden jälkeen on pidettävä jälkitarkastus. (RATU 1201-S. 2002, 42.)

### 3 MUOTTIJÄRJESTELMÄN VALINTA

Betonimuotteja valittaessa pitää kiinnittää huomiota muottien tekniseen soveltuvuuteen kohteessa.

Muottijärjestelmän valinta voidaan jakaa kuuteen eri vaiheeseen, joita ovat

1. työmaan lähtötietojen selvittäminen
2. muottityypin alustava valinta
3. muottitarpeen määrittäminen
4. muottikustannusten määrittäminen
5. muottikaluston valinta
6. muottien käytön suunnittelu. (Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004, 235.)

Lähtötietojen tarkalla selvittämisellä luodaan edellytykset valintaprosessin onnistumiselle. Piirustuksista, urakka-asiakirjoista ja suunnittelijoilta hankitaan tiedot laatuvaatimuksista, paikallavalumääristä, aikatauluista, tekojärjestyksistä, työsaumoista ja mahdollisista vaihtoehtoisista tekotavoista. (Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004, 235.)

Muottikaluston alustavassa valinnassa selvitetään muottikalustojen tekninen soveltuvuus työmaan lähtötietojen perusteella. Silloin karsitaan teknisesti soveltumattomat muottikalustot pois. Mahdollisesti kyseeseen tulevat vaihtoehdot selvitetään ja näistä tehdään tarkempi tekninen soveltuvuusselvitys ja kustannusvertailu. (Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004, 236.)



Runkoaikataulun ja mahdollisten välitavoitteiden perusteella lasketaan päivittäinen muottityön tarve seuraavasti:

- Piirustuksista ja määräluetteloista lasketaan muotitettavien rakenteiden määrät.
- Aikataulusta selvitetään rakenteen tekemiseen varattu aika.
- Muottityöhön käytettävissä oleva aika lasketaan.
- Keskimääräinen ja päivittäinen muottityön määrä lasketaan.

Runkoaikataulun ja mahdollisten välitavoitteiden jälkeen selvitetään muottikaluston mahdollinen kiertoaika ottaen huomioon muun muassa

- toteutusajankohta
- muottiyö, työporukan ammattitaito ja harjaantuneisuus
- raudoitus ja varaukset
- betonointi ja betonin kovettuminen
- muottien purku, puhdistus ja siirto.

Kohteessa otetaan huomioon liikuntasauvojen ja muiden seikkojen vaikutus muottikaluston maksimimäärään. Näiden tietojen perusteella voidaan laskea työmaan muottimäärät ja käyttöaika. Optimaalinen muottimäärä selviää vasta muottikiertosuunnitelmasta. (Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004, 236.)

Kun vuokratustannuksia aloitetaan selvittämään tarjouspyyntömenettelyllä, tarjouskyselystä tulisi selvittää seuraavat tiedot: rakennesuunnittelijan mittapiirrustukset, runkovaiheen aikataulu, rakentamisjärjestys, alustava muottikierto, mahdolliset vaihtoehtoiset rakenneratkaisut, työsaumat,

laatuvaatimukset, mittatarkkuusvaatimukset, nosturikapasiteetti.  
(Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004, 236.)

Kalustokustannuksia vertaillessa olisi hyvä tarkistaa seuraavia asioita: onko muottimäärät laskettu oikein, mitä vuokrahinta sisältää, mikä on rakenteeseen kiinnijäävien osien kustannus sekä mitä maksaa työmaalla rikkoutunut ja kadonnut kalusto. Lisäksi on selvitettävä lisäkaluston saatavuus ja hinta, muottitoimittajan resurssit, muottisuunnitelmat ja käytön opastus. (Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004, 237.)

Muottityön kustannuksia selvitettäessä on syytä ottaa huomioon muottityön tahdistuminen runkotyökokonaisuuteen. Työkustannuksista on otettava huomioon varsinainen asennustyö, purkutyö ja siirrot, muottien kasaus- ja muutostyöt, kunnossapito, puhdistus, öljyäminen, muottityön keskeytykset ja odotusajat. Työmenekkien määräyksessä voidaan käyttää aikaisempia kokemuksia, jälkilaskentatietoja sekä Ratu-kortistoa. (Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004, 237.)

Kokonaiskustannuksissa on tärkeää ottaa huomioon työ- ja materiaalikustannukset, joita tarjoukset eivät kata. Vertailussa olevien kalustojen ominaisuuksista voi tulla myös kustannuseroja, jotka on syytä ottaa huomioon. Näitä tekijöitä ovat sidepulttien aiheuttamien jälkitöiden määrä ja hinta, muottien esikasauksen tarve ja kustannus, suunnitelmien tehtävien muutosten aiheuttamat kustannukset, nostokapasiteetin lisäystarve, kaluston edellyttymät lämmityskustannukset, jälkityötarve ja kalustohävikki. (Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004, 237.)

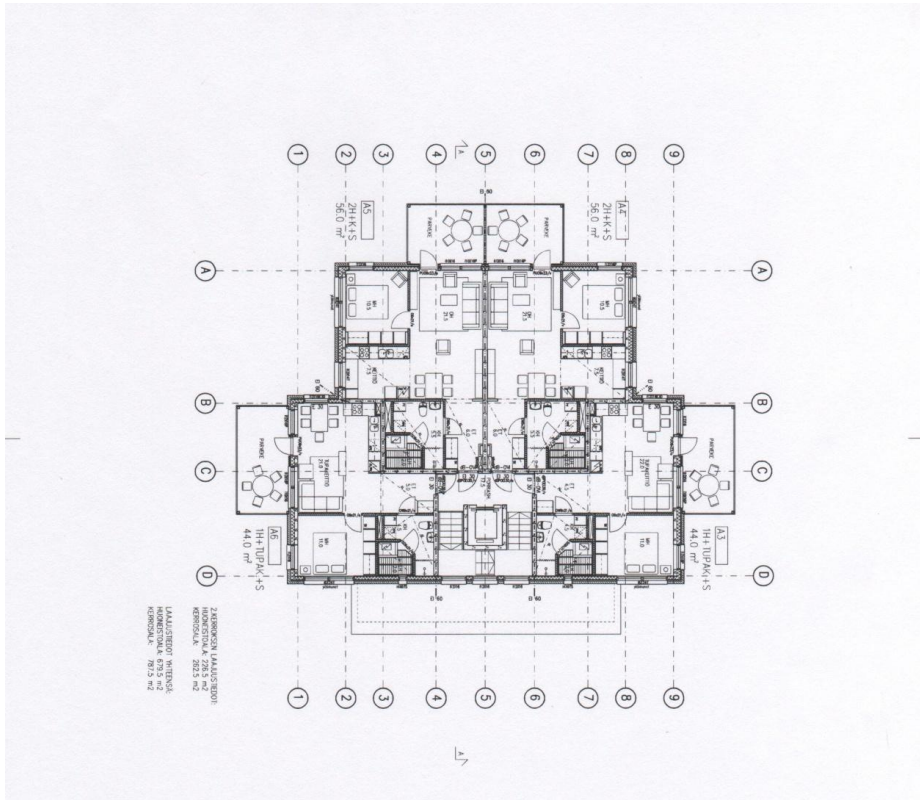
Muottikaluston valinnassa käytetään kalustovaihtoehtojen kustannusvertailun tuloksia. Ennen lopullista valintaa on oltava varma siitä, että valittava kalusto täyttää muoteille ja niiden tukirakenteille asetetut vaatimukset. (Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004, 238.)

Valituille muottikalustoille tehdään muottisuunnitelma. Siinä selvitetään muottityön eteneminen ja muottikierto siten, että saadaan optimoitua

kalustomäärät oikeiksi. Muottisuunnitelmassa otetaan huomioon työryhmät ja niiden määrät sekä työporukoiden opastustarve. Lisäksi selvitetään muottien varastointi, nosto- ja siirtomenetelmät, asennusjärjestys, lämmitys- ja suojausmenetelmät sekä jälkituentakaluston tarve. (Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004, 238.)

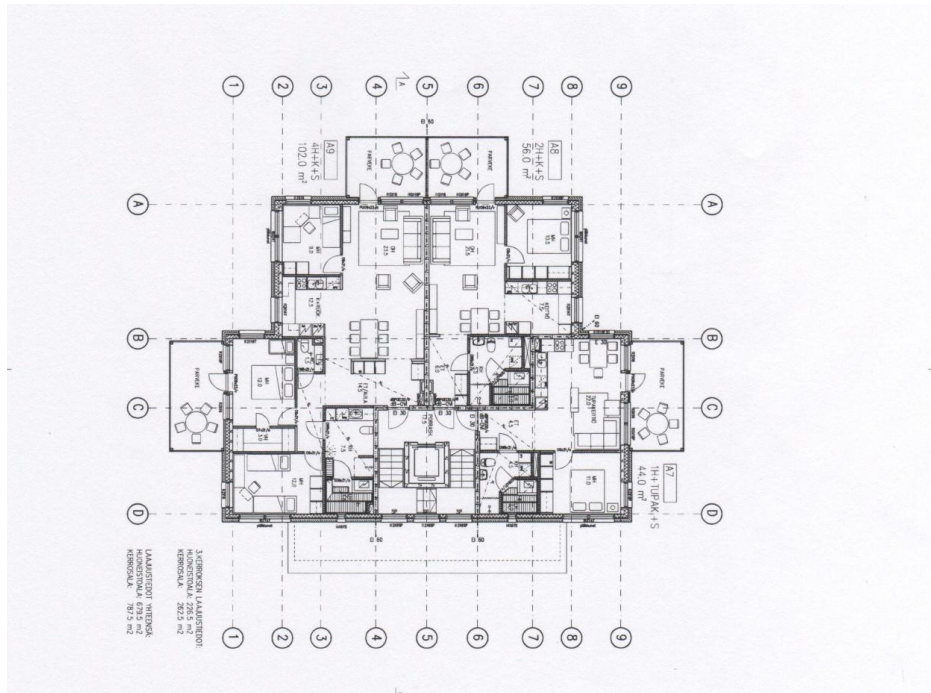


Toisessa kerroksessa on neljä asuntoa, kaksi yksiötä ja kaksi kaksiota. (Kuva 2.)



KUVA 2. Toisen kerroksen pohjakuva

Kolmannessa kerroksessa on kolme asuntoa, yksiö, kaksio ja kolmio. (Kuva 3.)



KUVA 3. Kolmannen kerroksen pohjakuva

#### 4.1 Kohteen keskeiset tunnusluvut

As Oy Kannuksen Jokikartanoon tulee yhteensä 9 asuinhuoneistoa 3 kerroksessa (kuva 4). As Oy Kannuksen Jokikartanon huoneistoala on yhteensä 680 m<sup>2</sup> ja tilavuus 2 547 m<sup>3</sup>. Kohteen kustannusarvio on noin 1,4 milj. €. Asuinhuoneistot kohteessa ovat 44 m<sup>2</sup>:n yksiöstä 102 m<sup>2</sup>:n kattohuoneistoon. Jokaisesta huoneistosta löytyy oma sauna. (As oy Jokikartano, arkkitehtipiirrustukset. 2010.)



KUVA 4. Kerrostalon julkisivut

As Oy kannuksen Jokikartanon seinät valetaan paikallavaluna. Elementteinä tulevat hissikuilu, parvekkeet ja välipohjat ontelolaatoista. Betonia kohteen rungon seiniin on laskettu menevän noin 107 m<sup>3</sup>. Muottityötä tulee olemaan noin 535 m<sup>2</sup>. Raudotteita seiniin menee arviolta 5 000 kg. (As oy Jokikartano, rakennepiirrustukset. 2010.)

## 4.2 Projektin organisaatio

As Oy Kannuksen Jokikartanon pääurakoitsijana toimii Rakennusliike Somero Oy Sievistä. Somero Oy:lla on jo 50 vuoden kokemus alalta. As Oy Kannuksen Jokikartano on rakennusliikkeen omaa asuntotuotantoa. (As oy Jokikartano, urakkarajaliite. 2010.)

Kohteen on suunnitellut Arkkitehtitoimisto Jorma Paloranta Oy. Rakennesuunnittelusta vastaa Suunnittelu Laukka Oy ja LVI- ja sähkösuunnittelusta vastaa Hannu Marjakangas. (As oy Jokikartano, urakkarajaliite. 2010.)

Kohteen tärkeimpiä aliurakoitsijoita on muun muassa Pointel Oy, joka vastaa sähkö- ja putkiurakasta. Rajaville Oy toimittaa työmaalle ontelolaatat ja Lujabetoni Oy parveke- ja hissikuiluelementit. (As oy Jokikartano, urakkarajaliite. 2010.)

Työmaalla toimii täysipäiväisesti yksi työnjohtaja. Työmaalle on myös nimetty oma työpäällikkö, joka hoitaa myös hankinnat. Tällä hetkellä työmaalla työskentelee edellä mainittujen lisäksi kuusi Somero Oy:n rakennusmiestä. Aliurakoitsijat käyvät tällä hetkellä työmaalla vain tarvittaessa.



## 5 KERROSTALON BETONIRUNGON TOTEUTUS

As Oy Kannuksen Jokikartano toteutettiin paikallaan valurakenteisena. Ainoastaan välipohjat, parvekkeet ja hissikuilu tulivat elementteinä. Portaiden oli tarkoitus tulla elementteinä, mutta niiden toimitusajat olivat niin pitkiä, että portaat valettiin paikallavaluna. Välipohjana toimii ontelolaatta, jonka paksuus on 265 mm, ja sen päälle tulee 60 mm paksu pintalaatta. Huoneistojen väliset seinät ovat paikallaan valettua teräsbetonia, jonka vahvuus on 150 mm tai 180 mm. Valut oli tarkoitus aloittaa viikolla 39, mutta ne aloitettiin viikolla 41. Valut suoritettiin määrätyssä ajassa, eikä runkovaihe aiheuttanut lisää myöhästymistä. Rungon kriittisimmät kohteet olivat ulkoseinät, koska muottien tuenta oikeaan korkoon konsolien avulla vaati enemmän työtä.

Aloitettaessa kohteesta löytyivät kaikki YSE98 § 64:n mukaiset suunnitelmat, joten edellytykset työn onnistumiselle olivat suunnitelmien puolesta olemassa. Asianmukaisten suunnitelmien ansiosta työ oli helppo suorittaa laadukkaasti, turvallisesti ja aikataulussa.

Materiaalit ja kalusto olivat saapuneet kohteeseen ajoissa. Materiaalien ja asianmukaisen kaluston ansiosta kohteen runko saatiin toteutettua mittatarkasti, ja valut onnistuivat valujen lämmityksen ja suojauksen ansiosta. Tarvittavat suojakaiteet olivat jatkuvasti käytettävissä valujen edistyessä.

Runkotyön alkaessa kohteessa oli sähkö- ja vesiliittymä. Työmaan jätehuolto oli kunnossa, työmaalle oli tuotu vaihtolavoja eri rakennusjätteille. Autonosturille oli varattu erillinen paikka. Kohteen valmiudessa ei ollut puutteita.

Työturvallisuudesta huolehdittiin koko runkovaiheen ajan, suurin vaara runkovaiheessa on putoaminen. Työmaalla olivat käytössä tarvittavat turvakaiteet, jotka asennettiin aina paikoilleen holville. Työpisteet pidettiin mahdollisimman siisteinä. Runko vaiheessa ei suoritettu TR-mittausta, joka olisi tullut suorittaa, koska aikaa mittaus ei vie paljon. Mittauksen avulla olisi

nähty, missä kohti työturvallisuutta pitäisi parantaa ja mikä on työmaan työturvallisuusprosentti. Työmaalla oli kuitenkin työturvallisuussuunnitelma. Runkovaiheesta selvittiin ilman työtapaturmia.

## **5.1 Rungon alusta**

Kun runkotyöt aloitettiin, oli perustusten lisäksi valettu myös ensimmäisen kerroksen lattia, jotta muoteille ei tarvitsisi tehdä erillisiä petejä myös sisäpuolelle. Perustukset oli tehty suunnitelmien mukaisesti, joten mittaukset onnistuivat hyvin. Jokainen seinän paikka mitattiin erikseen moduulilinjoista. Perustuksia tehdessä oli sokkeliin ja väliseinänturoihin asennettu valun yhteydessä tartunnat betoniseiniä ja lattiaa varten rakennesuunnitelmien mukaisesti. Osaan tartunnoista hitsattiin kulmaraudat toppreiksi muoteille, jotta muotit olisi helppo asentaa oikeaan linjaan sitten, kun valutyöt aloitettaisiin.

## **5.2 Muottitekniikka**

Kohde toteutettiin kahdella suurmuottiparilla 4,8 m:n ja 7 m:n muoteilla. Ensimmäisessä kerroksessa jouduttiin myös käyttämään järjestelmämuottia väestönsuojan viimeisessä seinässä, koska suurmuotit olivat liian pitkiä tähän tarkoitukseen (kuva 5). Seinävalujen jouduttamiseksi valettiin järjestelmämuotilla myös kaksi lyhyempää seinää ensimmäiseen kerrokseen.



*KUVA 5. Järjestelmämuotti asennettuna*

Molemmat suurmuotit olivat lämmitettäviä, toinen pari oli vuokralla ja toinen yrityksen oma muottipari. Yrityksen omien muottien levypinnat olivat niin huonossa kunnossa, että muottien levyt päätettiin vaihtaa uusiin. Muotin vaakapuita vaihdettiin uusiin (kuva 6). Muottien lämmitystä testattaessa huomattiin, että yrityksen omien muottien lämmitys ei pelannutkaan ja lämmitysten korjaaminen olisi tullut kalliiksi ja vienyt paljon aikaa. Siksi betonin lämmitys päätettiin hoitaa yrityksen muottien kohdalla valuun asennettavilla vastuslangoilla betonin jäätyksen estämiseksi.



*KUVA 6. Suurmuotin korjaus*

Molempiin suurmuotteihin asennettiin myös asianmukaiset turvakaiteet putoamistapaturmien välttämiseksi (kuva 7).

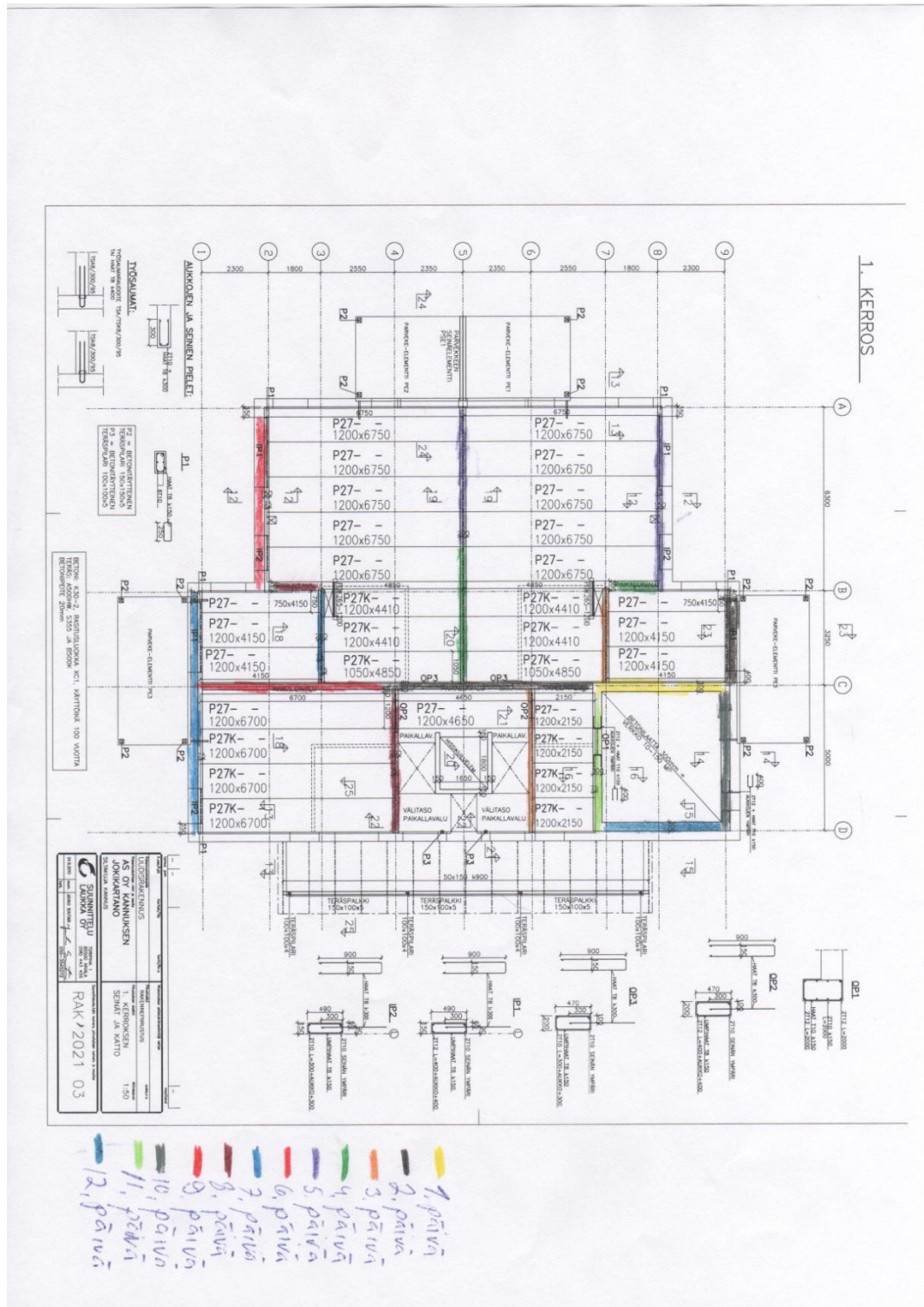


*KUVA 7. Suurmuotti asianmukaisin turvakaitein*

Muottiryhmään kuului neljä miestä eli kaksi kummallekin muottiparille. Erillistä mittausryhmää ei käytetty. Kaksi miestä muottiparille on riittävä miehitys, jotta työtä ei tarvitse suorittaa kiireellä ja työn laatu säilyy hyvänä. Väliseiniä valettaessa olisi muottipareja saanut olla enemmänkin, koska aikaa olisi ollut.

### **5.3 Muottityö**

Valutyöt aloitettiin 11.10.2010 valamalla ensimmäisenä väestönsuojanseinä. Ensimmäisen kerroksen seinät oli tarkoitus valaa 13 päivässä (kuva 8), mutta tavoitteesta meinattiin myöhästyä, koska toinen muottipari oli vielä kunnostuksen alla. Valut saatiin suoritettua 13 päivässä, kun apuna käytettiin vielä järjestelmämuottia.



KUVA 8. 1. kerroksen valujärjestys

2. kerroksen valut suoritettiin 8 päivässä ja 3. kerroksen 7 päivässä.

Muotti asennettiin tartuntoihin hitsattujen toppareiden linjaan. Asennuksen jälkeen muotit katsottiin pystyyn vatupassilla. Toisen- ja kolmannen

kerroksen ulkoseinissä muottien tuentaan käytettiin konsoleita, joissa oli asianmukaiset turvakaiteet (kuva 9).



*KUVA 9. Muotti tuettuna konsoleihin*

Muottiin ajettiin oikea korko laservaaituskoneella, korko ajettiin 2 cm alle ontelolaattojen alapinnan. Muottiin mitattiin päihin toppareiden paikat, myös tarvittavat ovi- ja ikkuna varaukset mitattiin. Mittaustöiden jälkeen muotit öljyttiin ja aloitettiin raudoittamaan. Jokaisen seinän kohdalla sähkö- ja putkiurakoitsija kävivät laittamassa omat varauksensa sähköille ja putkille (kuva 10).



*KUVA 10. Muotit tuplausta vaille valmiit*

Ennen tuplausta muottisiteiden kohdalle asennettiin valuholkit estämään muottien kasaan painumisen lukkoja kiristäessä. Väestönsuojanseinissä käytettiin kaasutiiviitä välikelaita, jottei muottisiteistä jäisi reikää seinään (kuva 11). Tuplauksen jälkeen muottien suoruus tarkistettiin ja muottien päihin asennettiin turvakaiteet betonoinnin ajaksi.



*KUVA 11. Väestönsuojan kaasutiivis välikelaita*



Muottityö vei yleensä noin 1 - 2 tuntia. Työ sisälsi muotin purun, puhdistuksen, asennuksen, toppareiden asennuksen, varausten asennuksen ja tuplauksen.

Muottityössä ongelmia tuotti toinen muottipari, jonka yläpuolen lukitus ei ollut kunnollinen. Yläpuolella lukitus oli hoidettu lattarautoilla ja kiiloilla. Valettaessa kiilat eivät meinanneet pysyä kiinni. Ongelma ratkaistiin naulaamalla kiilat kiinni muotin yläosaan.

## **5.4 Raudoitustyö**

Seinien raudoitukset suoritettiin aina rakennesuunnitelmien mukaisesti. Kohteessa ei seiiniin tullut paljon raudoituksia. Väli- ja ulkoseinissä seinissä kiersivät vain 10 mm:n rengasteräkset ja seinien päässä oli 8 mm:n hakaset 300 mm:n jaolla. Ikkuna ja ovien ylityksiin raudoitettiin palkit, osaan seinistä raudoitettiin pilarit rakennesuunnitelmien mukaisesti. Rengasteräkset ja hakaset asennettiin myös ovi- ja ikkunauukkojen ympärille (kuva 12). Tarvittaviin seiiniin asennettiin myös niin sanotut karvaraudat tartunnoiksi liittyville seinille. Raudoituksia asennettaessa käytettiin aina korppuja, jotta suojaava betonipeite olisi aina riittävä. Raudoitustyö vei seinästä riippuen yleensä 1 - 2 tuntia aikaa.



*KUVA 12. Seinä raudoitettuna suunnitelmien mukaisesti*

Joillakin seinillä ongelmia tuottivat alustan tartuntaraudat, jotka eivät olleet asennettu täysin oikealle kohdalle. Osa tartunnoista jouduttiin katkaisemaan ja poraamaan uudet tartunnat tilalle.

Väestönsuojanseinissä kummallakin puolella oli 10 mm:n verkko. 10 mm:n hakaset asennettiin 150 mm:n jaolla. (Kuva 13.)



*KUVA 13. Väestönsuojanseinä tuplausta vaille valmis*

## **5.5 Betonointi**

Betonina käytettiin aina suunnitelmien mukaisen lujuusluokan betonia, jotta runko täyttäisi sille asetetut lujuusvaatimukset.

Betonointi suoritettiin aina useassa kerroksessa noin 5 - 6 kerroksessa ja jokainen kerros vibrattiin erikseen niin, että vibrasauva kävi myös edellisessä valukerroksessa, jotta saatiin mahdollisimman yhtenäinen valu. Valukerroksia vibrattiin aina usesta kohtaa noin 15 - 20 sekunnin ajan erottumisen välttämiseksi. Raekokona käytettiin yleensä 16 mm:n kiveä.

Ongelmia tuottivat seinät, joissa oli ikkunavarauksia. Silloin jouduttiin käyttämään kahta vibraa. Betonia vibrattiin varauksen molemmilta puolilta ja betoni laskettiin vain toiselta puolelta varausta, jotta ikkunan alle ei jäisi ilmakuplaa ja mahdollisia paikkausvaluja ei tarvitsi tehdä. Yhden seinän kohdalla jouduttiin tekemään paikkausvalu.

Betonoinnin jälkeen tarkistettiin muottien pystysuoruus. Betoninpinta hierrettiin oikeaan tasoon ja sen jälkeen asennettiin tarvittavat tartunnat. Valujen lämmitys ja suojaus aloitettiin välittömästi valun jälkeen.

## **5.6 Talven vaikutus betonirungon tekemiseen**

Lämpötilan laskiessa pakkaselle alettiin betonina käyttää rapidsementistä tehtyä betonia, jotta voitiin olla varmoja siitä, että muotit voidaan aamulla purkaa. Betoni tilattiin aina kuumabetonina. Koska valut olivat aina loppupäivästä ei betoniasema pystynyt toimittamaan aina kuumabetonia, koska lämmin vesi ei riittänyt aina koko päiväksi. Betonoinnit sujuivat hyvin ilman mitään lisäaineita.

Ontelosaumojen ja reunojen valuissa käytettiin aina pakkasbetonia, koska betonin lämmitys saumavaluissa on vaikeaa. Reunoille asennettiin aina vastuslangat ja onteloiden alapuoli huputettiin ja laitettiin lämmittimet puhaltamaan lämpöä ontelolaattojen alapuolelta.

Muottien purkulujuus testattiin aina aamuisin yksinkertaisesti tökkimällä harjateräksellä tai jollakin terävällä valupintaa muotin päältä. Tämä osoittautui riittävän hyväksi tavaksi seurata muottien purkulujuutta.

## **5.7 Työnaikainen ohjaus ja laadunvarmistus**

Aloituspalaveri käytiin suullisesti ennen runkotöiden aloittamista. Palaverissa todettiin työn kannalta välttämättömien asioiden olevan kunnossa.

Työkohteen vastaanottotarkastuksessa suoritettiin tarkemittaus, jolla varmistettiin perustusten mittatarkkuus. Tarkastuksesta ei laadittu erillistä pöytäkirjaa.

Erillistä mallityötä ei tehty. Työntekijät seurasivat koko ajan rungon edetessä rungon laatua ja mittatarkkuutta. Runko saatiin toteutettua näin täyttäen täysin sille asetetut laatuvaatimukset.

Rungolle ei tehty erillistä luovutustarkastusta vaan kohde luovutettiin valmiina kesän aikana.

Runko täytti sille asetetut mittatarkkuusvaatimukset ja muut sopimusasiakirjojen vaatimukset.

## **6 LAADUNVARMISTAMINEN YRITYKSESSÄ**

Rakennushankkeessa laatu syntyy hyvin pitkällä aikavälillä. Se alkaa jo hankkeen tuotannon valmistelussa ja jatkuu koko hankkeen ajan luovutukseen asti. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 2.)

Rakennusliike Somero Oy:n laatujärjestelmä täyttää SFS-ISO 9001:2008 standardin vaatimukset. Tällä varmistetaan koko yrityksen toiminnan ja tuotteiden laatu. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 2.)

### **6.1 Hankinnat**

Rakennusliike Somero Oy:llä on ylläpidetty lista hyväksytyistä materiaali- ja rakennusosatoimittajista. Hyväksyntä perustuu arviointiin, jossa otetaan huomioon toimittajan laadunvarmistuksen taso, toimitusvarmuus, tuotteen laatu, työn laatu, joustavuus ja hinta. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 11.)

Rakennusliike tekee sopimuksia ainoastaan arvionnissa hyväksytyjen sekä asiakkaan hyväksymien aliurakoitsijoiden tai tavarantoimittajien kanssa. Arvioinnit tekee toimitusjohtaja. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 11.)

### **6.2 Kalusto- ja tukipalvelut**

Yrityksessä on erillinen kalustovastaava, joka vastaa siitä, että työmaan käyttöön toimitettavat, koneet, laitteet ja muu kalusto ovat toimintakunnossa ja ne täyttävät käyttöturvallisuudelle asetetut vaatimukset. Kalustovastaava vastaa myös rakenteiden valmistuksessa käytetyn kaluston esimerkiksi muottikaluston kunnosta, jotta voidaan saavuttaa rakenteille asetetut toleranssit ja muut vaatimukset. Kalustovastaava vastaa myös mittalaitteiden kalibroinneista, josta pidetään listaa. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 12.)

## 6.3 Tuotannon valmistelu

Rakennusliikkeen kaikissa hankeissa laaditaan työmaan laatusuunnitelma, jossa esitetään työmaakohtainen laadunvarmistus ja yrityksen laatujärjestelmän soveltaminen. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 12.)

Rakennusliikkeen projektien toteutus suunnitellaan ennakolta. Tuotannon suunnittelulla varmistetaan, että edellytykset työn virheettömään toteutukseen ovat olemassa ja että aika- ja kustannustavoitteet saavutetaan. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 13.)

Kaikista yli 200 000 euron projekteista tehdään seuraavat laadunvarmistussuunnitelmat:

- työmaan laatusuunnitelma
- yleisaikataulu ja resurssit
- tavoitearvio (ei omassa tuotannossa)
- työmaan aluesuunnitelma
- hankintasuunnitelma ja –aikataulu
- työturvallisuussuunnitelma
- kosteudenhallintasuunnitelma
- kalustolista.

(Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 13.)

## 6.4 Tuotanto

Rakennustyön laadunohjaus on osa työmaan avaintehtävien johtamista ja valvontaa. Avaintehtäviä ovat työvaiheet, joiden vaikutus tuotelaatuun on merkittävä. Niiden kesto, kustannukset tai riskit edellyttävät tarkennettua suunnittelua ja ohjausta. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 14.)

Tehdyistä laadunvarmistustoimenpiteistä laitetaan merkintä työmaapäiväkirjaan tai laadunvarmistuslomakkeisiin. Laadunvarmistuslomakkeet ovat osa työmaan laatutiedostoja. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 14.)

Aliurakoitsijoiden työnohjauksessa noudatetaan vastaavia menettelyjä kuin omien työvaiheiden ohjauksessa. Aliurakoitsijat osallistuvat työmaalla järjestettäviin urakoitsijakokouksiin ja yhteiseen työsuunnitteluun. Työmaan vastaava ohjaa aliurakoitsijoiden toimintaa työmaalla. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 14.)

Ennen rakentamisen aloittamista ja rakentamisen aikana varmistetaan osapuolten välinen tiedonvaihto kokouksilla, joita ovat työmaakokous, urakoitsijakokous, suunnittelukokous ja sisäinen viikkopalaveri. Laatusuunnitelmassa määritellään työmaan kokouskäytäntö, osapuolet ja järjestysvastuut sekä pöytäkirjojen pito. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 15.)

Projekteissa järjestetään asiakkaan vaatimat katselmuksset ja tarkastukset, rakennusliikkeen sisäiset laatutarkastukset sekä viranomaisten tarkastukset. Työmaalla tehtävät tarkastukset määritellään työmaan laatusuunnitelmassa. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 15.)

Mahdolliset virheet ja poikkeamat tarkastuksissa korjataan ja sovitaan uusintatarkastus. Tarkastusten järjestämisestä vastaa työmaan vastaava työnjohtaja. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 15.)



Kaikki projektin laadunvarmistuksen suunnittelussa ja laadun todentamisessa syntyvät dokumentit kootaan työmaan laatukansioon, joka arkistoidaan projektin valmistuttua. Laatukansio on osa Rakennusliike Somero Oy:n laatutiedostoja. (Rakennusliike Somero. Laatukäsikirja. 2010, 15.)

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata mahdollisimman hyvin laadukkaan betonirunkotyön työsuoritus. Valoimme paikallavaluna kerrostalon betonirungon As Oy Kannuksen Jokikartanoon. Työn tilaaja oli Rakennusliike Somero Oy Sievistä.

Runkotyön onnistumisen, laadun ja mittatarkkuuden osalta on tärkeää, että yrityksessä on asianmukainen kalusto, materiaalit ja osaava henkilökunta. Opinnäytetyön kohdetyömaalla oli käytössä suurmuotit, joilla pystyttiin saavuttamaan vaatimusten mukainen betonipinta. Myös seinät saatiin valettua mittatarkasti.

Onnistuimme mielestäni hyvin tavoitteissamme, vaikka rungon valutyöt myöhästyivät vähän toisen muottiparin ollessa vielä korjauksen alla. Toinen muottipari aiheutti myös myöhästymistä lämmityksen virhearvioiden vuoksi, koska alussa ei betoniin laitettu vastuslankoja. Betonin täytyi kuivua kaksi päivää ennen muotin purkua. Myöhästymiset saatiin kiinni, kun käytössä oli järjestelmämuotti, jolla valettiin kolme seinää. Kerrokset saatiin valettua niille asetetuissa aikatauluissa eikä runkovaihe aiheuttanut lisää myöhästymistä.

Muottitekniikka toimi kohteessa hyvin, koska kohteen rakenne oli yksinkertainen; lähes kaikki seinät olivat yksisuuntaisesti. Lämmitettävä suurmuotti on tähän erinomainen valinta. Väestönsuojan kohdalla muoteilla oli mahdotonta valaa viimeistä seinää, koska muotit olivat liian pitkiä. Järjestelmämuotti oli tässä vaiheessa helpoin vaihtoehto.

Pakkanen vaikeuttaa aina valutöitä ja vaatii betonin lämmitystä. Kohteessa käytetty lämmitettävä suurmuotti toimi hyvin. Toisen muotin kohdalla jouduttiin käyttämään vastuslankoja, eikä betoni päässyt missään vaiheessa jäätymään. Pakkanen vaati myös valujen parempaa suojausta, mikä vei

aikaa. Myös betonin pumppaaminen kovilla pakkasilla voi aiheuttaa ongelmia, siksi olisi hyvä, että betoni olisi tehty kuumaan veteen. Pumppu pääsi jäätymään kerran, mutta tukos saatiin avattua ja valu suoritettua. Betoniasemat pitävät yleensä jotain pakkasrajaa betonin toimitukselle.

Ontelolaattojen asennuksessa sattui mittavirhe, joka aiheutti lisävaluja onteloiden reunoille. Virhe saatiin korjattua puurunkojen teon yhteydessä, jolloin onteloiden reunoihin tehtiin muotit ja valettiin reunoihin 5 cm:n kaista ääneneristämisen ja paloturvallisuuden varmistamiseksi.

Lisäksi työssä kuvattiin runkotyön työturvallisuusriskit, joista suurin on putoaminen. Työssä kerrotaan, mitä putoamisen estäminen vaatii muottikalustolta ja miten ylöspäin mentäessä putoaminen tulisi estää. Työturvallisuutta ei erikseen mitattu työmaan aikana, joten työmaan yleistä työturvallisuutta oli vaikea arvioida.

## LÄHTEET

Betonitekniikan oppikirja by 201. 2004. Jyväskylä: Suomen Betoniyhdistys ry.

Rakennusliike Somero. 2010. Laatukäsikirja.

Kestävä kivitalo. Paikallavaletut betonipinnat, suunnittelu ja toteutus 1998.  
Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Ratu 1201-S Runkorakenteet. Paikalla rakennettavat 2002. Helsinki:  
Rakennusteollisuus RT ry.

As oy Jokikartano. 2010. arkkitehti piirrustukset.

As oy Jokikartano. 2010. rakennepiirrustukset.

As oy Jokikartano. 2010. urakkarajaliite.



