



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# ASUINKERROSTALON BETONIRUNGON TUOTANTOSUUNNITELMA

TEKIJÄ/T: Lauri Ryhänen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Lauri Ryhänen	
Työn nimi Asuinkerrostalon betonirungon tuotantosuunnitelma	
Päiväys 25.0.4.2014	Sivumäärä/Liitteet 27/21
Ohjaaja(t) Päätoiminen tuntiopettaja Kimmo Anttonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) NCC Rakennus Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia asuinkerrostalon betonirungon tuotantosuunnitelma. Työn tilaaja oli NCC Rakennus Oy ja työn kohde As. Oy. Kuopion Satamanpiha. Tuotantosuunnitelma käsittää tässä insinöörityössä määräepohjaisen aikataulun työmenekkeineen ja -menetelmineen. Aikataulu on tuotannon suunnittelun kannalta keskeinen työkalu ja esimerkiksi erilaisten hankintojen suunnittelu ja toteutus työmaalle ilman toimivaa aikataulua on mahdotonta. Tässä työssä laadittu aikataulu on tyypiltään vinoviiva-pohjainen paikka-aikakaavio, jonka etuna on tuotantonopeuden havainnollistaminen, paikkatiedon yhdistäminen aikatauluun ja näiden ominaisuuksien kautta töiden keskinäisen tahdistamisen mahdollisuus. Aikataulun laadintaan kuuluu työtehtävien määrittäminen, työjärjestyksen määrittäminen, tehtävien resurssien arvioiminen ja tehtävien keston arvioiminen.</p> <p>Aikataulun laatimiseen käytettiin Control2009-aikatauluohjelmaa. Määrälaskenta varten tarvittavat projektin asiakirjat, kuten rakenne- ja arkkitehtisuunnitelmat olivat saatavilla Haahtelan Pris-projektipankki-ohjelmassa. Kohteen tietomallin tarkasteluun ja tehtäväsuunnitelmien havainnollistamiseen käytettiin Solibri- ja ScetchUp-ohjelmia. Aikataulun laadintaa varten kohde jaettiin suorituspaikkoihin eli lohkoihin ja laadittiin tehtäväluettelo. Myös kohteen runko jaettiin eri rakennusosiin ja osille suoritettiin määrälaskenta sekä kohteen jälkilaskennan että aikataulun laatimisen kannalta vaadittavalla tavalla ja saadut määrät kirjattiin määräluetteloon. Seuraavaksi selvitettiin työtehtävien työmenekit, tehtäville arvioitiin vaadittavat resurssit ja niiden keskinäiset riippuvuudet selvitettiin, jolloin tehtäville saatiin työjärjestys. Tämän jälkeen tehtävät sijoitettiin aikatauluun ja käytettävissä olevat resurssit jaettiin tehtäville siten että niille saatiin aikatauluteknisesti optimaaliset kestot ja limitykset. Työhön kuului myös aikataulun seuranta ja erilaisten eroavaisuuksien pohdinta suunnitellun ja toteutuneen aikataulun välillä.</p> <p>Suurimmat erot työssä laaditun ja toteutuneen aikataulun välillä olivat kellarikerroksen töiden kestossa ja asuinkerrosten töiden limittymisessä. Erot kellarikerroksen töiden kestoilla selittyvät ainakin osittain resurssipuutteilla, ja kellarikerroksen viivästyminen vaikutti myös tarpeeseen limittää asuinkerrosten töitä alkuperäisestä suunnitelmasta poikkeavassa laajuudessa. Pääosin työssä laadittu aikataulu vastasi kuitenkin suhteellisen hyvin toteutunutta aikataulua, eikä kohteen määrälaskennan suhteen ilmennyt suuria virheitä.</p>	
Avainsanat Tuotantosuunnitelma, aikataulu, betonirunko, määrälaskenta	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Lauri Ryhänen			
Title of Thesis Production Plan for Concrete Frame of Residential Apartment Building			
Date	25 April 2014	Pages/Appendices	27/21
Supervisor(s) Mr Kimmo Anttonen, Lecturer			
Client Organisation /Partners NCC Construction Ltd.			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to create a production plan for the concrete frame of an apartment building. The work was made for NCC Construction Ltd and the site was As. Oy. Kuopion Satamanpiha. The production plan in this thesis meant creating a schedule for the concrete frame based on volumes. The aim of this type of schedule was also to illustrate the time and location information of the production.</p> <p>The schedule was created using the Control2009-scheduling program. At first the building was divided into different sections in order to define certain locations for certain tasks. Also the frame of the building was divided into different sections in order to carry out the volume calculations. The needed tasks to be done were defined and the order in which they would be performed was also considered. Then the tasks were set on the schedule and after solving the resource issues and considering all the possible restrictions the schedule was completed.</p> <p>The main differences between the planned schedule and the actual schedule were in the time used to complete the cellar floor and the overlapping of the tasks in the residential floors. One of the reasons for these defects was the lack of resources during the cellar floor which also affected to the working order in the residential floors. However the planned schedule and the volume calculations could be considered relatively accurate.</p>			
Keywords Production plan, schedule, concrete frame			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Tausta ja tavoitteet.....	5
1.2	NCC Rakennus Oy.....	5
2	VINOVIIVA-AIKATAULUN LAADINTA .....	6
3	AS. OY. KUOPION SATAMANPIHA.....	9
4	SATAMANPIHAN AIKATAULUN LAADINTA.....	10
4.1	Paaluanturat ja peruspilarit.....	11
4.2	Väestönsuoja .....	13
4.3	Seinät .....	15
4.4	Holvit .....	17
4.5	Elementit.....	18
4.6	Aikataulu .....	20
5	AIKATAULUN SEURANTA .....	21
6	AIKATAULUN MYÖHÄSTYMISEEN VAIKUTTANEET SYYT .....	24
7	YHTEENVETO .....	25
	LÄHTEET.....	26
	LIITTEET.....	27
	LIITE 1. Perustusten raudoitukset.....	27
	LIITE 2. Seinien raudoitukset .....	28
	LIITE 3. Väestönsuojan raudoitukset .....	35
	LIITE 4. Holvien raudoitukset .....	38
	LIITE 5. Elementit .....	40
	LIITE 6. Määräluettelo .....	48

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta ja tavoitteet

Tuotantosuunnitelma käsittää tässä insinööriyössä määräpohjaisen aikataulun työmenekkeineen ja -menetelmineen. Aikataulu on tuotannon suunnittelun ja toteutuksen kannalta kenties olennaisin työkalu. Esimerkiksi kustannusten, kaluston ja erilaisten hankintojen suunnittelu ja onnistuminen ilman toimivaa aikataulua on mahdotonta. Tämän insinööriyön aiheena on betonirungon tuotantosuunnitelma NCC Rakennus Oy:lle Satamanpihan työmaalle. Kyseisen rakennuksen runko koostuu pääosin kantavista paikallavalettavista sisäseinistä ja paikallavalettavista holveista sekä elementtirakenteisista ulkoseinistä. Myös perustukset tehdään paikallavaluna. Talo on kolmeen rappuun jaettu neljäkeroksinen asuinkerrostalo sisältäen liiketilaa ja autohallin sekä väestönsuojatilat.

Pääpaino työssä on rungon aikataulun suunnittelussa maatoiden lopusta vesikaton alkuun sisällyttämällä määrälaskennan, työmenetelmä- ja menekkitarkastelun aikataulun laatimisen kannalta vaadittavalla tavalla sekä aikataulun tuottamisen Control2009-aikatauluohjelmalla. Lähtötietoina määrälaskentaan ja aikataulun suunnitteluun ovat kohteen rakenne- ja arkkitehtisuunnitelmat. Lisäksi työhön sisältyy aikataulun toteutumisen seuranta ja mahdollisten eroavuuksien tarkastelu suunnitellun ja toteutuneen aikataulun välillä.

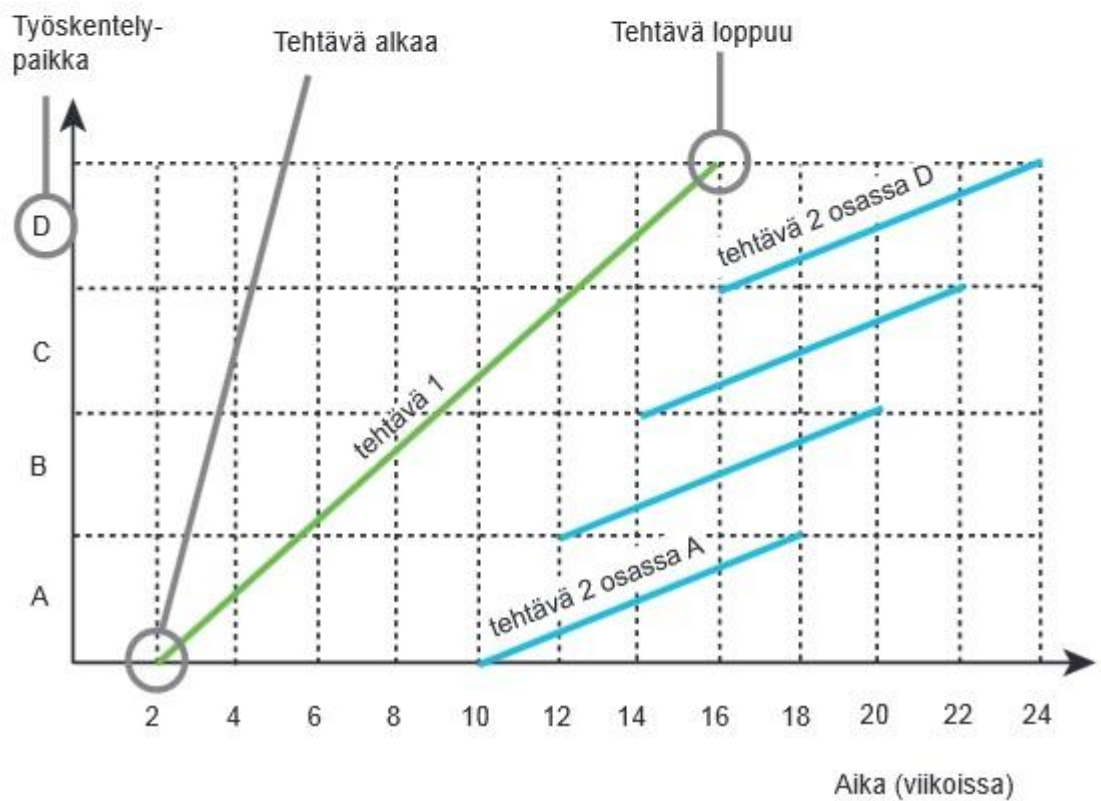
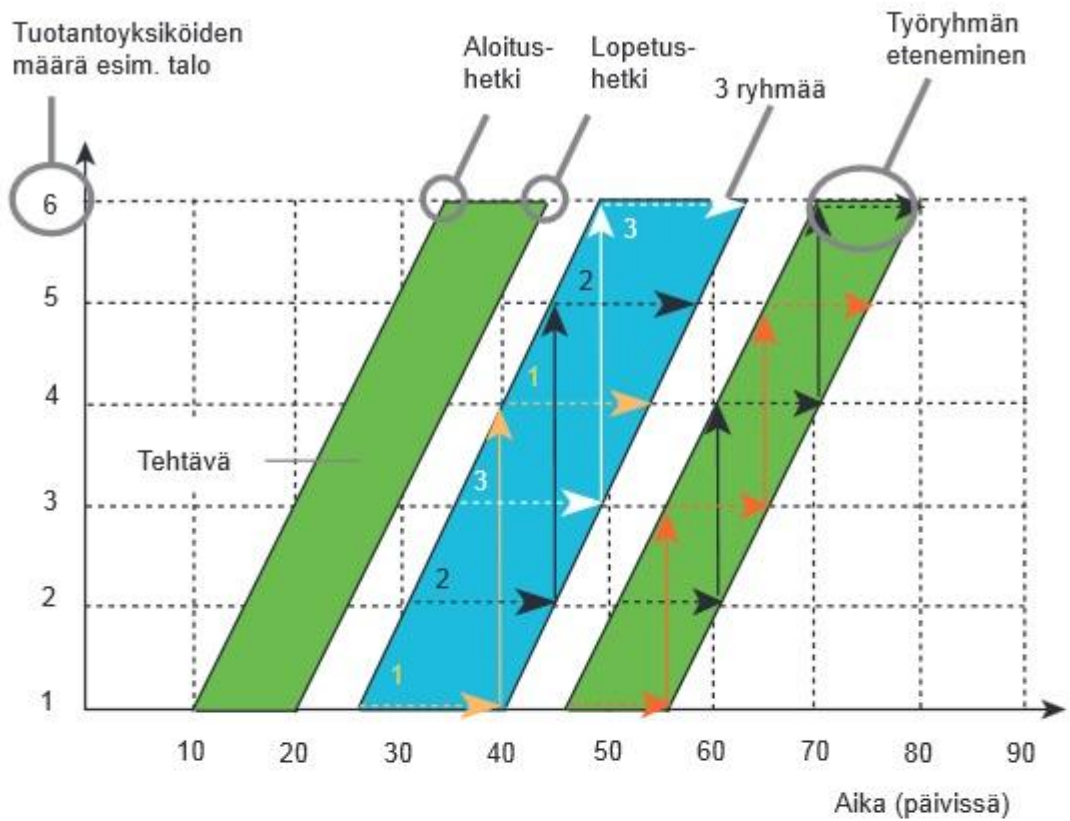
## 1.2 NCC Rakennus Oy

Työn tilaaja NCC Rakennus Oy on osa pohjoismaista NCC Ab konsernia. NCC Rakennus Oy:n toimialaan kuuluu pääasiassa asunto- ja talonrakentaminen Suomessa. NCC Rakennus Oy tuottaa myös saneeraus ja korjauspalveluja. NCC Rakennus Oy tekee sekä asiakkaiden toimeksiantoja, että omana tuotantona myyntiin rakennettavia asuntoja, kuten tähän opinnäytetyöhön liittyvä hanke. NCC Rakennus Oy:n pääkonttori sijaitsee Helsingissä ja Savon alueen toimintaa johtaa Kuopion aluetoimipiste. (NCC Rakennus Oy 2014, Kuopio.)

## 2 VINOVIIVA-AIKATAULUN LAADINTA

"Projektin aikataulu on ohjekartta projektin läpiviemiselle. Aikataulu kertoo missä kohdassa pitää tehdä mitäkin, jotta projektin tavoitteet saavutetaan." (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus - Talonrakennusteollisuus Ry. KI-6021, 6.) Tässä työssä laadittava aikataulu on tyypiltään vinoviiva-aikataulu perusteinen paikka-aikakaavio, jota käytetään yleisesti esimerkiksi rakennusalan tuotannosuunnitteluun. Nykyisin Suomessa käytettäviä vinoviiva-aikataulutyyppisiä ovat tuotantokaavio ja paikka-aika kaavio. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus - Talonrakennusteollisuus Ry. KI-6021, 9–10.) "Paikka-aikakaavion etu on työn tuotantonopeuden havainnollistaminen, paikkatiedon yhdistäminen aikatauluun ja näiden ominaisuuksien kautta töiden keskinäisen tahdistamisen mahdollisuus. Paikka-aikakaavion avulla voidaan myös varmistaa, että osakohteet riittävät suunnitelmassa oleville töille." (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus - Talonrakennusteollisuus Ry. KI-6021, 26.)

Paikkaperusteisen vinoviiva-aikataulun kehittäminen ja käyttö alkoi 1940-luvulla Yhdysvalloissa Line of Balance -menetelmästä, jossa aikataulun vaakakselilla kuvataan aikaa ja pystyakselilla paikkaa. Vinoviiva-aikataulu kuvaa siis tuotannon nopeutta tuotannon määrän suhteen. Line of Balance -menetelmässä yhtä aikataulutehtävää kuvataan kahdella viivalla. 1970-luvulla Line of Balance -menetelmän pohjalta kehitetyssä Flowline-menetelmässä vastaavasti tehtävää kuvataan yhdellä viivalla kuten kuviossa 1 on esitetty. Flowline-menetelmä on siis yksinkertaistettu esitys tuotannon etenemisestä ja nykyisten, tässäkin työssä käytettyjen, vinoviiva-aikataulujen esitystapa pohjautuu kyseiseen esitystapaan. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus - Talonrakennusteollisuus Ry. KI-6021, 9–10.)



Kuvio 1. Line of Balance ja Flowline -menetelmien kuvaus. Kuvassa ylempänä Line of Balance -menetelmä ja alempana Flowline-menetelmä. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus - Talonrakennusteollisuus Ry. KI-6021, 28–29)

Paikka-aika kaaviota käytettäessä tuotanto sidotaan ajan lisäksi paikkaan. Aikataulua varten kohde jaetaan osakohteisiin ja niille valitaan suoritusjärjestys. Paikka-aika kaavion pystyakselilla esitettävien paikkojen laajuutta voidaan kuvata akselin jaottelun mukaan, kuten tässä työssä kuvassa 7 on esitetty. Tässä työssä osakohteista, eli työtehtävien suorituspaikoista, käytetään nimitystä lohko. Paikkojen lisäksi tuotanto jaetaan suoritettaviin osiin, joista käytetään tässä työssä nimitystä työtehtävä. Aikataulun laadintaan kuuluu työtehtävien määrittäminen, työjärjestyksen määrittäminen, tehtävien resurssien arvioiminen ja tehtävien keston arvioiminen. Tehtävien väliset riippuvuudet selvitetään ja tehtävien kestot ja resurssit arvioidaan jolloin saadaan tehtäville suoritusjärjestys. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus - Talonrakennusteollisuus Ry. KI-6021, 25.)

Työtehtävät määritetään niin että niistä saadaan järkeviä ajallisesti ja taloudellisesti hallittavia kokonaisuuksia. Työtehtäviin voi kuulua vain pääurakoitsijan työtä, pääurakoitsijan työn lisäksi aliurakoitsijan työtä tai työtehtävät voivat olla myös pelkästään aliurakoitsijan työtä sisältäviä. Työtehtävät voivat myös sisältää useita eri työvaiheita ja -lajeja. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus - Talonrakennusteollisuus Ry. KI-6021, 76.)

Työjärjestys määritetään kun työtehtävät on määritelty. Työtehtävät ovat usein riippuvaisia toisistaan mikä vaikuttaa osaltaan työjärjestykseen. Riippuvuuden lajeja ovat looginen riippuvuus, olosuhderiippuvuus, tekninen riippuvuus ja resurssiriippuvuus. Loogiset riippuvuudet, ovat ehdottomia riippuvuuksia jotka johtuvat siitä, että tietyt asiat pitää tehdä tietyssä järjestyksessä, esimerkiksi raudoitustyö on tehtävä ennen betonointia. Olosuhderiippuvuudet ovat työmaan olosuhteista johtuvia riippuvuuksia. Tekninen riippuvuus tarkoittaa tehtävän toteutuksessa käytetty tekniikka, joka vaikuttaa muihin tehtäviin, esimerkiksi seinien raudoituksessa muotin työpuoli pitää olla paikoillaan ennen kun raudoitus voidaan aloittaa, ja vastaavasti raudoituksen pitää olla valmis ennen kuin muotti voidaan tuplata. Resurssiriippuvuudet ovat erilaisista resursseista, esimerkiksi työvoimasta, johtuvia riippuvuuksia. Erilaiset riippuvuudet huomioiden tehtäville määritetään suoritusjärjestys. Riippuvuudet ohjaavat suoritusjärjestyksen lisäksi myös töiden tahdistusta, joka tarkoittaa sitä mille ajankohdille ja minkä kestoisina työt aikatauluun suunnitellaan. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus - Talonrakennusteollisuus Ry. KI-6021, 81–85.)

Työtehtävien kestot voidaan määrittää määrälaskentatietojen ja työmenekkien perusteella (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus - Talonrakennusteollisuus Ry. KI-6021, 25). Tässä työssä tehtävien kestot määritetään käyttäen työhön kuuluvasta määrälaskennasta saatavia määriä ja Rakennustieto-palvelusta saatavilla olevien Ratu-korttien työmenekkejä. Työmaan aikana käytettävissä olevat resurssit määrää tilaaja ja resurssien määrittäminen työtehtäville tehdään siten, että tehtäville saadaan keskinäiset riippuvuudet ja suoritusjärjestys huomioon ottaen optimaaliset kestot.



### 3 AS. OY. KUOPION SATAMANPIIHA

Tässä työssä laadittavan tuotantosuunnitelman kohteena on As. Oy. Kuopion Satamanpiha. Kohde sijaitsee Kuopiossa Satamakadun ja Lukkarinkadun risteyksessä. Kohde on NCC Rakennus Oy:n omana tuotantona rakennettava asuinkerrostalo. Eteläsivultaan kohde yhdistetään julkisivultaan aiemmin rakennettuun As. Oy. Kuopion Satamankulmaan kuten kuvassa 1 on esitetty. Kuvan 1 oikeassa reunassa As. Oy. Kuopion Satamanpiha, vihreä-valkoinen rakennus, ja vasemmassa reunassa As. Oy. Kuopion Satamankulma, keltainen rakennus. (NCC Rakennus Oy 2014, Kuopio.)

Kohde sisältää kolme rappua ja yhteensä 37 asuntoa. A-rapussa sijaitsee 15 asuntoa, B-rapussa 10 asuntoa ja C-rapussa 12 asuntoa. Rapuissa C ja B on kolme asuinkerrosta, kuvassa 1 kohteen vihreä osa. A-rapussa asuinkerroksia on neljä, kuvassa 1 kohteen valkoinen osa, jonka lisäksi ensimmäiseen asuinkerrokseen sisältyy noin 50 neliometriä liiketilaa. Kellarikerroksessa sijaitsee erilaisia taloteknisiä tiloja, väestönsuoja, varastotilat ja autohalli. (Arkkitehdit Oy Qvim. Satamanpihan arkkitehtisuunnitelmat, 2014.)

Kohteen perustukset, holvit, alapohja, väestönsuoja ja kantavat sisäseinät tehdään paikallavalettavina. Kellarikerroksessa ulkoseinien kantavat rakenteet ovat paikallavalettavia ja julkisivut kuorielementtirakenteiset. Asuinkerrosten ulkoseinät, autohallin holvi pihakannen osalta ja parvekkeet kokonaisuudessaan ovat elementtirakenteiset. Myös talotekniikkaa varten tarvittavat hormit ovat elementtirakenteiset. (Rakennesuunnittelutoimisto Nylund Oy. As. Oy Kuopion Satamanpihan Rakennepiirustukset 2014, Kuopio.)



Kuva 1. As. Oy. Kuopion Satamanpiha (Ncc.fi)

## 4 SATAMANPIIHAN AIKATAULUN LAADINTA

Paikka-aikakaavion laadintaa varten kohde jaetaan suorituspaikkoihin. Tässä työssä paikkajako käsittää kohteen jakamisen kerroksittain lohkoihin. Kellarikerroksen lohkoja ovat A, B ja C kohteen kerrosten rappujen mukaan sekä autohalli, kuten kuvassa 4 on esitetty. Ensimmäinen, toinen ja kolmas kerros on jaettu vastaavalla tavalla lohkoihin A, B ja C ja neljäs kerros sisältää ainoastaan lohkon A kuten kuvassa 7 on esitetty. Suoritusjärjestys etenee kerroksittain lohkosta C lohkoon A tilaajan ohjeistuksen mukaan.

Aikataulun laadinta varten rakennuksen runko jaetaan eri rakennusosiin, jotka tässä työssä ovat paaluanturat, peruspilarit, väestönsuoja, seinät, holvit ja elementit. Alapohja on rakenteeltaan kantava ja runkoaikataulun kannalta se ei aiheuta tässä kohteessa rajoituksia, vaan se voidaan tehdä muusta rungosta riippumattomana ajankohtana joten sitä ei tässä työssä ole raudoituksen määrälaskentaa lukuun ottamatta huomioitu. Eri rakennusosille suoritetaan määrälaskenta ja työmenekkitarkastelu tehtävänimikkeiden ja työvaiheiden mukaan aikataulun laatimiseen kannalta vaadittavalla tavalla ja tehtäville luodaan suoritusjärjestys. Määrälaskennan ja aikataulun suunnittelun lähtökohtina ovat kohteen rakenne- ja arkkitehtikuvat sekä rakenneselostus.

Aikataulu laaditaan käyttäen Ratu-korttien T3-työmenekkiaikoja, jotka eivät sisällä tunnin tai yli tunnin mittaisia keskeytyksiä. Myöskään erilaisten muuttujien, kuten sää- ja työmaaolosuhteiden, vaikutusta aikatauluun ei tilaajan ohjeistuksen mukaisesti ole huomioitu. Tavoitteena tällä ohjeistuksella oli saada mahdolliset väljyydet pois aikataulusta ja tuottaa optimaalista tilannetta vastaava, mutta kuitenkin toteutettavissa oleva aikataulu. (Ncc Rakennus Oy 2014, Kuopio.)

Aikataulun laadintaan käytetään Vico Softwaren Control2009-aikatauluohjelmaa. Ohjelmaan lisätään aluksi tiedot kohteen koostumuksesta eli tässä työssä kerros- ja lohkojako sekä niiden koot parhaiten soveltuvan yksikön mukaan, joka tässä työssä on neliometri. Tämän jälkeen ohjelmaan voidaan lisätä työtehtävien tiedot suoritusjärjestyksen mukaan.

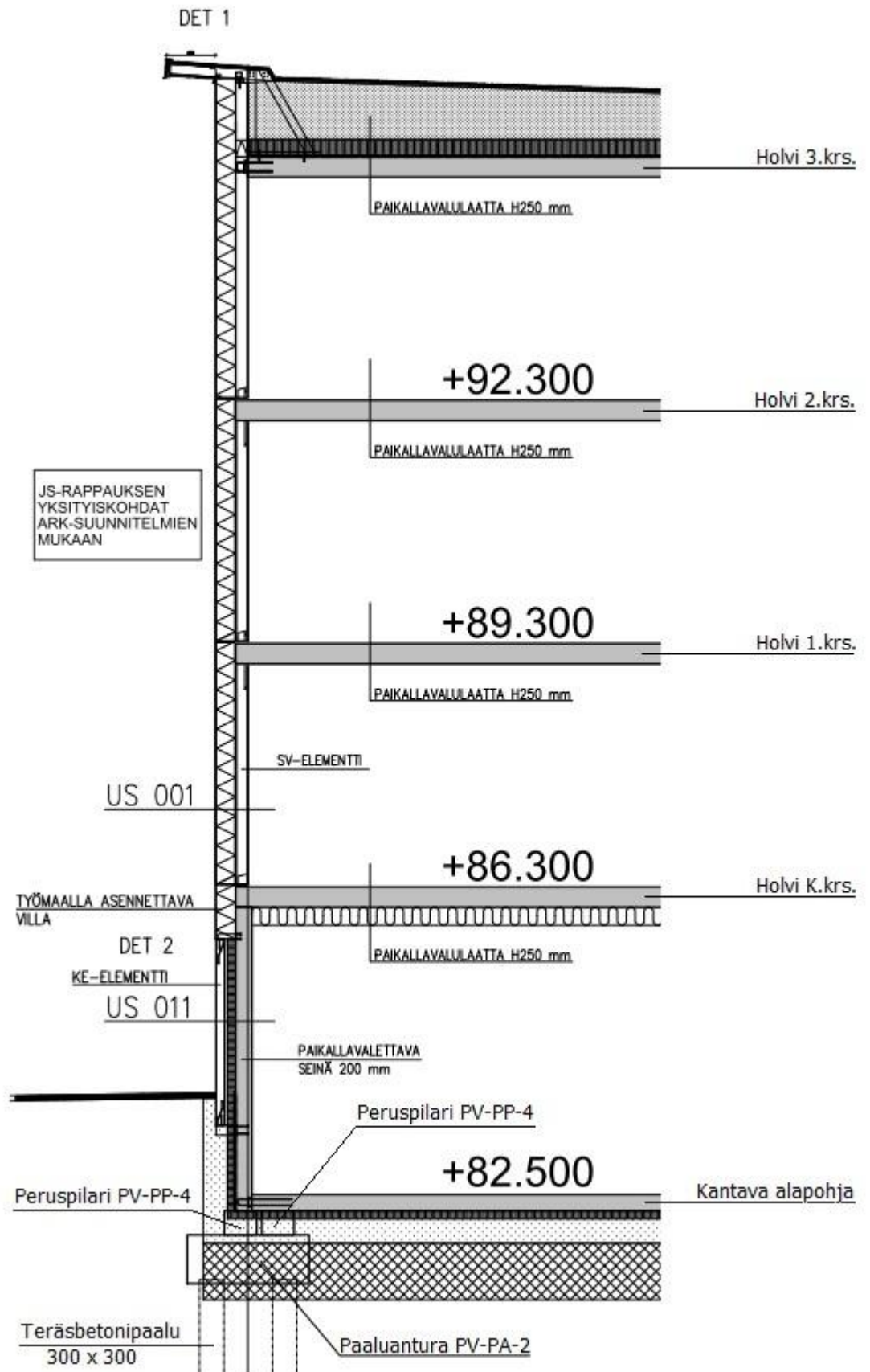
Control-ohjelman vaatimat tiedot työtehtävien kestojen määrittämiseen ovat tehtävänimike, työmenekki/yksikkö, työn määrä ja määrän yksikkö, esimerkiksi tehtävänimike: anturoiden muottityö, työmenekki: 0,5tth/yksikkö (tth=työntekijä tuntia, eli montako tuntia yhdeltä työntekijältä työn suorittamiseen kuluu), työn määrä: 190,8 ja yksikkö: muotti m<sup>2</sup> (Vico Software 2014). Tarvittavat nimikkeet koostuvat eri rakennusosien tekemiseen vaadittavien työvaiheiden perusteella, esimerkiksi anturoiden tekemiseen tässä kohteessa kuuluu tehtävänimikkeet muottityö, raudoitus ja betonointi. Seuraavissa luvuissa on käsitelty eri rakennusosat tehtävänimikkeineen.

#### 4.1 Paaluanturat ja peruspilarit

Rakennus perustetaan teräsbetonisten 300 x 300 neliömillimetrinen tukipaalujen välityksellä kallion tai pohjamaan varaan. Tässä työssä paalutusta tai maarakennustöitä ei käsitellä. Kellarikerroksen pilarit ja seinät on paaluanturoidenvaraisiin peruspilareihin tuettu, kuten kuvassa 2 on esitetty. Paaluanturat ovat 600 millimetriä korkeita lukuun ottamatta hissikuilujen pohjia, joiden korkeus on 300 millimetriä. Paalutuksen jälkeen rakennetaan paaluanturoiden muotit ja suoritetaan paikalleen mittaustyöt, jonka jälkeen muotit raudoitetaan ja betonoidaan. Tämän jälkeen tehdään vastaavat toimenpiteet peruspilareille, jonka jälkeen pohja voidaan täyttää alapohjan eristeen alapinnan tasoon. Paaluanturat ja peruspilarit tehdään paikallavalettavina. (Rakennesuunnittelutoimisto Nylund Oy. As. Oy Kuopion Satamanpihan Rakennepiirustukset 2014, Kuopio.)

Aikataulua varten laskettiin paaluanturoiden ja peruspilarien muottineliöt, betonikuutiot ja teräskilot. Lisäksi teräsmäärät eriteltiin terästen tyyppiin ja koon mukaan, jotta laskettuja määriä voitaisiin hyödyntää aikataulun lisäksi jälkilaskennassa ja terästen hankinnassa. Lasketut määrät taulukoitiin Control-ohjelman määräluetteloon (liite 6) ja työvaiheille määritettiin työmenekit Ratu-korttien työmenekkitietoja käyttäen. Myös työmenekkitiedot lisättiin määräluetteloon. Seuraavaksi ohjelmaan lisättiin työryhmän tiedot ja näin tehtäville saatiin kestot kuten kuvassa 7. Paaluanturoiden aikataulunimikkeitä ovat paaluanturoiden muottityö, paaluanturoiden raudoitus ja paaluanturoiden betonointi. Peruspilareille on aikataulussa, kuva 7, vastaavat nimikkeet. (Lautamuottityö. Ratu 21-0397 2012, 4.)

Paaluanturoiden ja peruspilarien muottien tekemiseen käytetään työryhmää, johon kuuluu kaksi kirvesmiestä. Heidän tehtävänä on lautamuottien valmistus ja pystytys. Mittamies mittaa ja merkitsee muottien sijainnit ja valukorot. Raudoittajat raudoittavat muotit ja muottityöryhmän kirvesmiehet betonoivat muotit sekä valun jälkeen purkavat muotit.



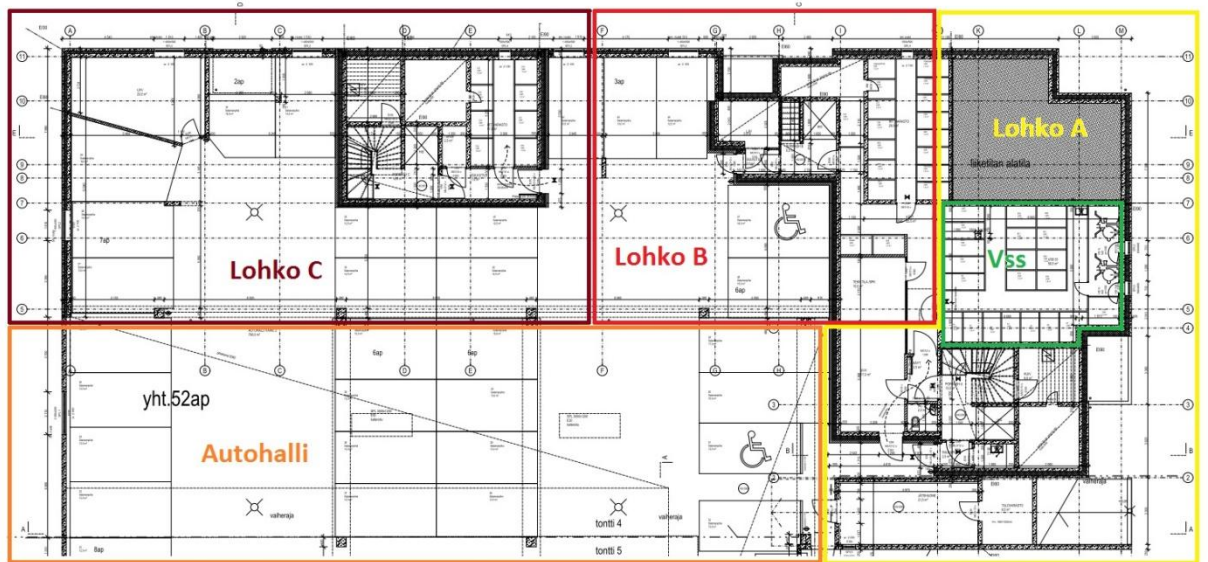
Kuva 2. Rakennuksen pystyleikkaus lohkon C päädyistä. Paaluantura-peruspilarirakenne sekä holvit havainnollistettuna. Lohkoissa C ja B on kolme asuinkerrosta, lohkoissa A neljä. (Rakennesuunniteluotoimisto Nylund Oy. As. Oy Kuopion Satamanpihan Rakennepiirustukset, R024 Leikkaus E-E, 2014 Kuopio. Piirustukseen lisätty rakennusosien nimiä, Ryhänen 2014.)

## 4.2 Väestönsuoja

Väestönsuoja on tässä työssä käsitelty omana kokonaisuutenaan, eikä esimerkiksi seinä ja holvitöiden yhteydessä, sillä väestönsuoja rakennetaan betonirunkonsa osalta alusta loppuun kerralla, koska seinien ja katon tiiviysvaatimukset saadaan parhaiten täytettyä kun ne valetaan samaan aikaan. Alapohja voidaan kuitenkin valaa etukäteen kun siihen jätetään tiiveyden takia seiiniä kiertävä ponttiliitos. Väestönsuoja sijaitsee lohkon A kellarikerroksessa, kuten kuvassa 3 on esitetty. Väestönsuojan alapohja on ensimmäisenä tehtävä väestönsuojan osa. Alapohjan pinta-ala on noin 57 neliometriä ja laatan paksuus 200 millimetriä. (Rakennesuunnittelutoimisto Nylund Oy. As. Oy Kuopion Satamanpihan Rakennepiirustukset 2014 Kuopio.) Väestönsuojan alapohjan työt kestävät yhteensä vain noin 2 työvuorota, joten niiden työvaiheita ei aikataulussa erikseen eritellä vaan ne merkitään määräluetteloon yhtenä eränä, jonka työmenekki on 16 työntekijätuntia (liite 6). Alapohjan työvaiheita ovat lautamuottityö, raudoitus ja betonointi.

Seinät valetaan yhtä aikaa katon eli holvin kanssa, jotta väestönsuojan tiiviysvaatimukset saataisiin täytetyksi. Alapohjan jälkeen tehdään seinien sisäpintojen levymuotit, sen jälkeen holvimuotti, jonka aikana seinät voidaan raudoittaa, seuraavaksi tehdään seinien ulkopintojen muotit, jonka aikana holvi raudoitetaan. Lopuksi seinät ja holvi betonoidaan. Määrälaskennassa laskettiin aikataulua varten väestönsuojan muottineliöt, betonikuutiot ja teräskilot ja lasketuille määrille tehtiin vastaavat toimenpiteet kuten paaluanturoille ja peruspilareille. Väestönsuojan aikataulunimikkeet ovat väestönsuojan alapohja, väestönsuojan seinien ja holvin muottityöt ja väestönsuojan seinien ja holvin betonointi.

Väestönsuojan tekemiseen käytettävään työryhmään kuuluu kaksi kirvesmiestä, joiden tehtäviin kuuluu lauta- ja levymuottien valmistus ja pystytys sekä niihin tulevien varausten ja topparien asennukset sekä holvimuotin pystytys. Mittamies mittaa ja merkitsee muottien sijainnit, niihin tulevien varausten paikat ja valukorot. Raudoittajat raudoittavat muotit ja muottityöryhmän kirvesmiehet betonoivat muotit sekä valun jälkeen purkavat muotit.



Kuva 3. Kellarikerroksen lohkojako ja väestönsuoja. (Arkitehdit Oy Qvim. Satamanpihan arkkitehtisuunnitelmat, ARK T-201 Kellari, 2014. Piirustusta muokattu, Ryhänen 2014.)

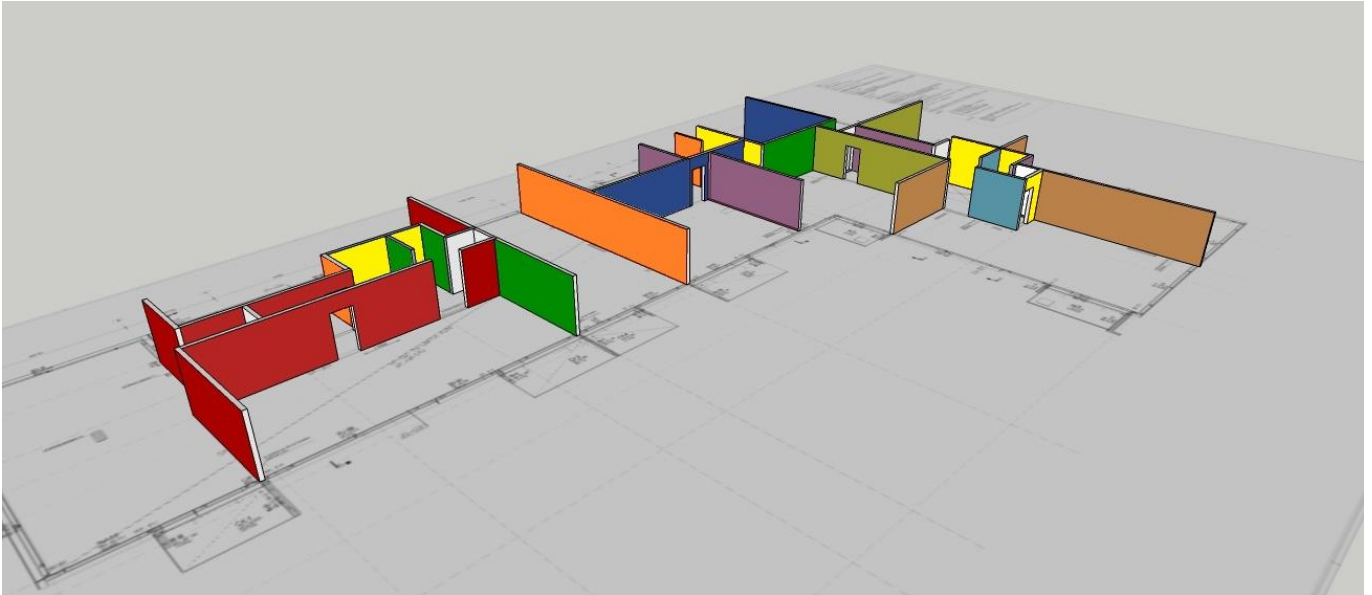
### 4.3 Seinät

Kohteen kantavat seinät ovat paikallavalettavat ja muottikalustona käytetään pääosin suurmuotteja. Kellarikerroksessa, jossa seinien korkeus ylittää 3 metriä, suurmuotit korotetaan järjestelmämuotteilla. Lisäksi muottikierron nopeuttamiseksi osa seinistä tehdään työmaalla valmistettavia levymuotteja käyttäen. Perustusten ja täyttötöiden jälkeen voidaan aloittaa kellarikerroksen seinien tekeminen suurmuottien paikalleen mittauksella ja työpuolien pystytyksellä. Tämän jälkeen muotit raudoitetaan ja lisätään mahdolliset varaukset, läpivienti-, oviaukko- ja mahdolliset muut topparit. Sen jälkeen muotit tuplataan ja betonoidaan. (Suur- ja erikoismuottityö. Ratu 21-0401 2012, 8–9.)

Aikataulua laadittaessa seinätyön kestossa huomioitiin myös raudoituksen aiheuttamat rajoitukset siten, että kaksi raudoittajaa pystyy raudoittamaan muottikierron mukaisesti työvuoron aikana valettavat seinät. Seinien raudoitus koostuu kahdesta 12-millisestä ylä- ja alaraudasta ja seinien reunoja kiertävistä 8-millisistä 200-millin jaolla olevista hakasista. Lisäksi kellarikerroksen kaikkiin paikallavalettaviin seiiniin ja ylemmissä kerroksissa seinämäisiin palkkeihin tulee molempiin pintoihin 8-millin vahvuiset 200-millin silmällä olevat verkot. Seinien aukkojen kohdille, kuten ovet, savunpoistoluukut ja ikkunat, tulee ylä- ja alareunaan kaksi 12-millistä terästä siten että terästen päät ylettyvät molemmilta puolilta metrin aukon reunan yli, sen lisäksi myös aukkojen sivuja kiertää 8-milliset 200-millin jaolla olevat hakaset. (Rakennesuunnittelutoimisto Nylund Oy. As. Oy Kuopion Satamanpihan Rakennepiirustukset, 2014 Kuopio.) Seinien verkkoraudoitteet on laskettu suoraan neliöpainon mukaan olettaen, että 2 350 x 5 000 neliömillimetriä kokoisen verkon käyttöpinta-ala on 1 750 x 4 600 neliömillimetriä. Tällöin verkkojen määrissä on pyritty huomioimaan limitykset ja hukat.

Muottikierron suunnittelun lähtökohtana oli, että kolmihenkinen työryhmä pystyy pystyttämään maksimissaan viisi muottiparia työvuoron aikana. (Suur- ja erikoismuottityö. Ratu 21-0401 2012, 4.) Koska kellarikerroksessa muotit joudutaan korottamaan, päätettiin kellarikerroksen muottikiertosuunnitelmassa käyttää lähtökohtana maksimissaan neljää muottiparia työvuorossa. Lisäksi huomioitiin kohteen asettamat vaatimukset, esimerkiksi hissikuilujen seinät ja kellarikerroksessa myös ulkoseinät tehdään paikallavalettavina, jolloin päädyttiin käyttämään kellarikerroksessa kahta 2,4 metriä pitkää muottia, yhtä 4,8 metriä pitkää muottia ja yhtä 7,2 metriä pitkää muottia. Muissa kerroksissa käytettiin 7,2 metrin muotin tilalla 6 metriä pitkää muottia ja lisäksi 3,6 metriä pitkää muottia, muut muotit olivat samat kuin kellarissa. Kuvassa 4 on havainnollistettu kolmannen kerroksen muottikiertosuunnitelma ScetchUp-mallinnusohjelmaa käyttäen, lisäksi taulukkoon 1 on merkitty eri työpäivinä valettavat seinät, käytettävä muottikalusto ja raudoitustyötunnit. Valkoisella värillä merkityt seinät tehdään levymuotteja käyttäen.

Seinät on nimetty tässä työssä kohteen rakennekuvien moduulilinjojen mukaisesti. Väestönsuoja sijaitsee kellarikerroksessa lohossa A ja sen seinät on käsitelty erikseen sillä niiden tekemiseen käytetään suurmuottien sijasta levymuotteja. Muottikiertosuunnitelmien perusteella saadut kestot työvuoroina seinien tekemiseen kerroksittain on syötetty Control-ohjelmaan aikataulun laadintaa varten kuten kuvassa 7.



Kuva 4. 3. kerroksen muottikiertosuunnitelma (Ryhänen 2014)

Taulukko 1. 3. kerroksen muottikiertosuunnitelma

**Muottikiertosuunnitelma 3. kerros**

**Muotit 6m 2x2,4m 4,8m, 3,6m**

Päivä	Seinät	Muotit	Seinäpituus	Raudoitus tth
Päivä 1	B10-9 & B7-5 & E11-9 & 7D-E	3,6 & 6 & 2,4 + 4,8 & 2,4	16080	8,3
Päivä 2	7B-D & 9B-C	6 + 4,8 & 3,6 + 2,4 + 2,4	17000	8,8
Päivä 3	C10-9 & F11-5 & H10-9	2,4 & 6 + 2,4 + 4,8 & 3,6	16825	6,7
Päivä 4	10C-D & I10-7 & L4-2 & 2J-K	4,8 & 6 & 3,6 + 2,4 & 2,4	16330	2,0
Päivä 5	D10-9 & E10-9 & E7-5 & 7I-K	2,4 & 2,4 & 6 & 3,6 + 4,8	16485	3,7
Päivä 6	8F-G & 8H-I & K11-7	6 + 3,6 (+ lautamuotti) & 2,4 + 4,8	18365	8,8
Päivä 7	G10-8 & H8-5 & K6-4 & K2	3,6 & 4,8 + 2,4 & 6 & 2,4	17600	4,3
Päivä 8	J2-3 & 3K	3,6 & 2,4	4910	0,6
Päivä 9	6J-M & J7-3	6 + 3,6 & 4,8 + 2,4 + 2,4	17930	5,5
Päivä 10	3I-J & K2-1 & 3L	6 & 4,8 + 2,4 + 2,4 & 3,6	16345	4,9

Seinätyöryhmään kuuluu kolme kirvesmiestä, joiden tehtäviin kuuluu muottien pystytykset ja topparien ja varausten asennukset. Mittamies mittaa ja merkitsee seinien sijainnit, pituudet, valukorot ja niihin tulevien varausten paikat. Raudoittajat raudoittavat seinät ja muottityöryhmän kirvesmiehet betonoivat muotit.



#### 4.4 Holvit

Kohteen holvit tehdään Doka holvimuottikalustoa käyttäen, kuten kuvassa 5 on esitetty. Määrälaskennassa laskettiin aikataulua varten holvien muottineliöt, betonikuutiot ja teräskilot. Lasketut määrät taulukoitiin Control-ohjelman määräluetteloon (liite 6) ja työvaiheille määritettiin työmenekit Ratu-korttien työmenekkitietoja käyttäen. Myös työmenekkitiedot lisättiin määräluetteloon. Holvien aikataulunimikkeet kerroksittain ovat holvin muottityö, holvin raudoitus ja holvin betonointi.

Holvin raudoitustyöt aloitetaan noin yhden työvuoron viiveellä holvin muottityön aloituksesta, sillä määrälaskenta- ja työmenekkitietojen perusteella viisi kirvesmiestä rakentaa holvimuottia yhtä nopeasti kuin kaksi raudoittajaa raudoittaa holvia. Tällöin holvin muottityö pysyy koko ajan yhden työvuoron raudoitusta edellä, eikä raudoitukseen tule keskeytyksiä ja holvin valmistumisen kokonaisaika on mahdollisimman lyhyt. Holvin purkua ei ole aikataulussa huomioitu, koska se ei ole rungon etenemisessä tahdistava tekijä. Runkotyöryhmän kuudesta käytettävissä olevasta kirvesmiehestä yksi tekee päätoimisesti holvimuottien purkamisen sekä muottitavaran lajittelun ja siirtelyn. Tarpeen vaatiessa purkutyössä voidaan käyttää lisäresursseina rakennusmiehiä (NCC Rakennus Oy, 2014 Kuopio).

Holvityöryhmään kuuluu kuusi kirvesmiestä, joiden tehtäviin kuuluu holvimuotin pystytys ja purku, muottitavaran lajittelu ja siirrot sekä muotin korkoon mittaus mittamiehen antamien korkopisteiden avulla sekä topparien ja varausten asennus. Viisi kirvesmiestä pystyttää muotin ja kuudes tekee purkamisen ja lajittelun. Raudoittajat raudoittavat holvit ja betonilattiatöihin erikoistunut aliurakoitsija betonoi holvin ja tasoittaa betonipinnan.



Kuva 5. Valmis holvimuotti alapuolelta kuvattuna (Doka.com)

## 4.5 Elementit

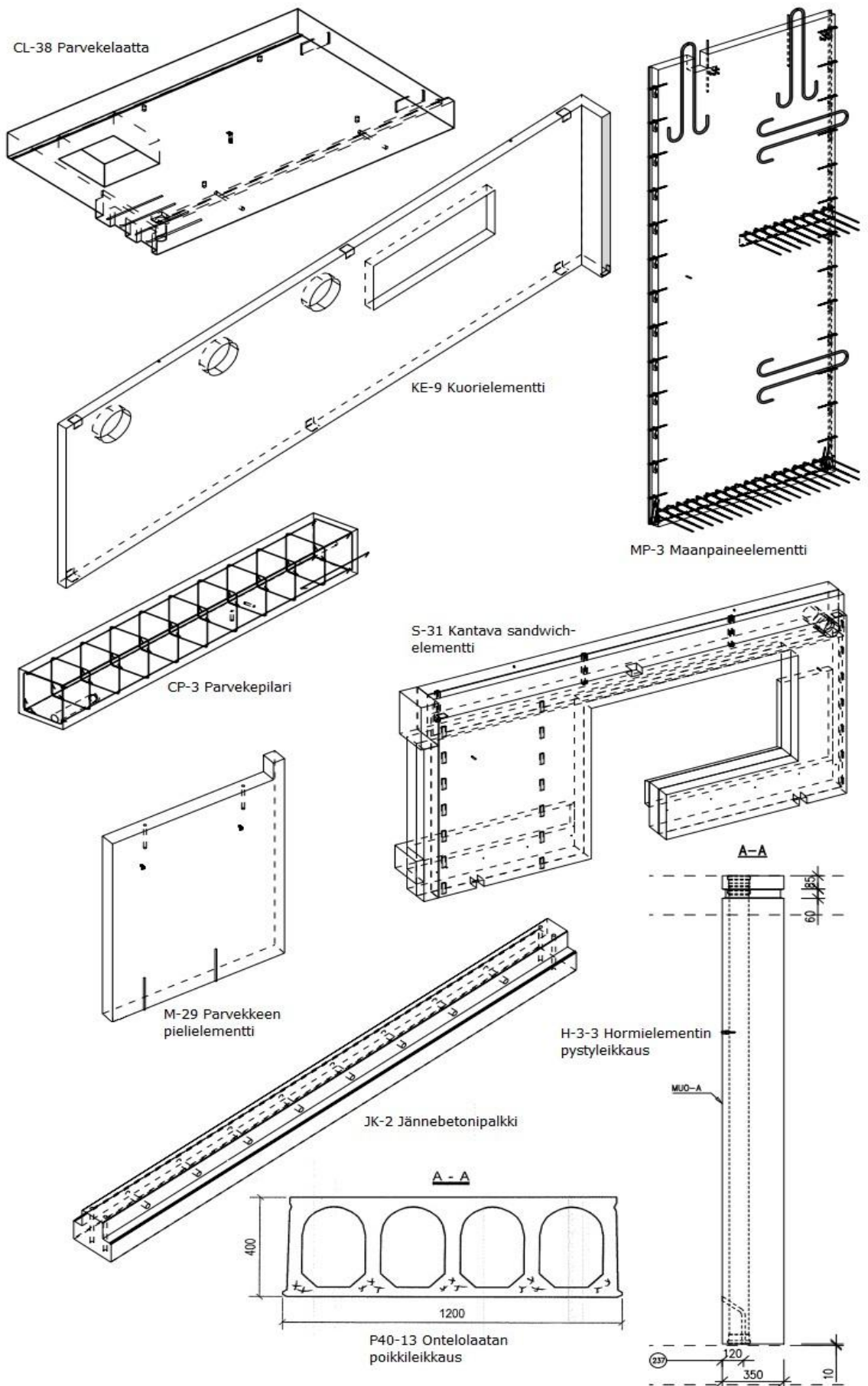
Elementit pyritään asentamaan nostokaluston käyttökapasiteetista riippuen suunnilleen samaa tahtia suurmuottiseinien etenemisen kanssa, jolloin elementtiasennus ei olisi rungon etenemisnopeutta rajoittava tekijä. Kohteeseen sisältyy kuori- ja maanpaine-elementtejä, ontelolaattoja, hormielementtejä, erilaisia palkki- ja pilarielementtejä, parvekelaatta- ja parvekepielielementtejä sekä sandwich-elementtejä, kuten kuvassa 6. on esitetty.

Elementtien asennukset on käsitelty Ratu-korttien asennusmenekkejä käyttäen elementtityypeittäin. Elementtien vastaanottoa ja välivarastointia ei ole huomioitu työmenekissä. Maanpaine- ja sandwich-elementtien menekit on laskettu ulkoseinäelementtityön menekkien perusteella.

Pihakannen ja autohallin välinen holvi koostuu kaikkiaan 27 ontelolaatasta, mutta tontin ahtaudesta johtuen työmaan torninosturi pystytetään suunnilleen pihakannen keskelle, jolloin ontelolaatat pihakannella moduulilinjojen D ja E välillä voidaan asentaa vasta torninosturin purkamisen jälkeen rungon loppuksi, kuten kuvassa 7 on esitetty. Ensimmäisessä vaiheessa asennettavat 18 laattaa ovat noin 14 metriä pitkiä ja painavat noin 7 000 kilogrammaa kappale, rungon loppuvaiheessa asennettavat 9 ontelolaattaa ovat noin 9 metriä pitkiä ja painavat noin 4 700 kilogrammaa kappale. Ontelolaattatyötä käsittelevässä Ratu-kortissa on annettu menekit keskikooltaan 7 tai 14 metriä pitkille laatoille, joten työmenekki 9 metriä pitkille laatoille arvioidaan pituuden mukaan. Laattojen saumaus-työstä on saatavana menekit joko neliömäärien tai kappalemäärien mukaan. Koska tässä tapauksessa saumattavat laattakentät ovat pinta-alaltaan suhteellisen pieniä ja ne joudutaan valamaan eri kerroilla, päädyttiin käyttämään kappalemääräisesti annettuja menekkejä. (Ontelo- ja TT-laattaelementtityö. Ratu 25-0389 2012, 4.)

Kerroksen erilaisten elementtien määrät ja työmenekit elementtityypeittäin on laskettu yhteen ja selkeyden vuoksi elementtityöt on merkitty aikataulussa kerroksittain yhdeksi tehtäväksi. Koska määrä- ja työmenekkitietojen mukaan elementtityö kahden kirvesmiehen tekemänä etenee kerroksittain suunnilleen samaa tahtia kuin kyseisen kohteen suurmuottityö ei kumpikaan työvaihe jarruta rungon valmistumisen edistymistä.

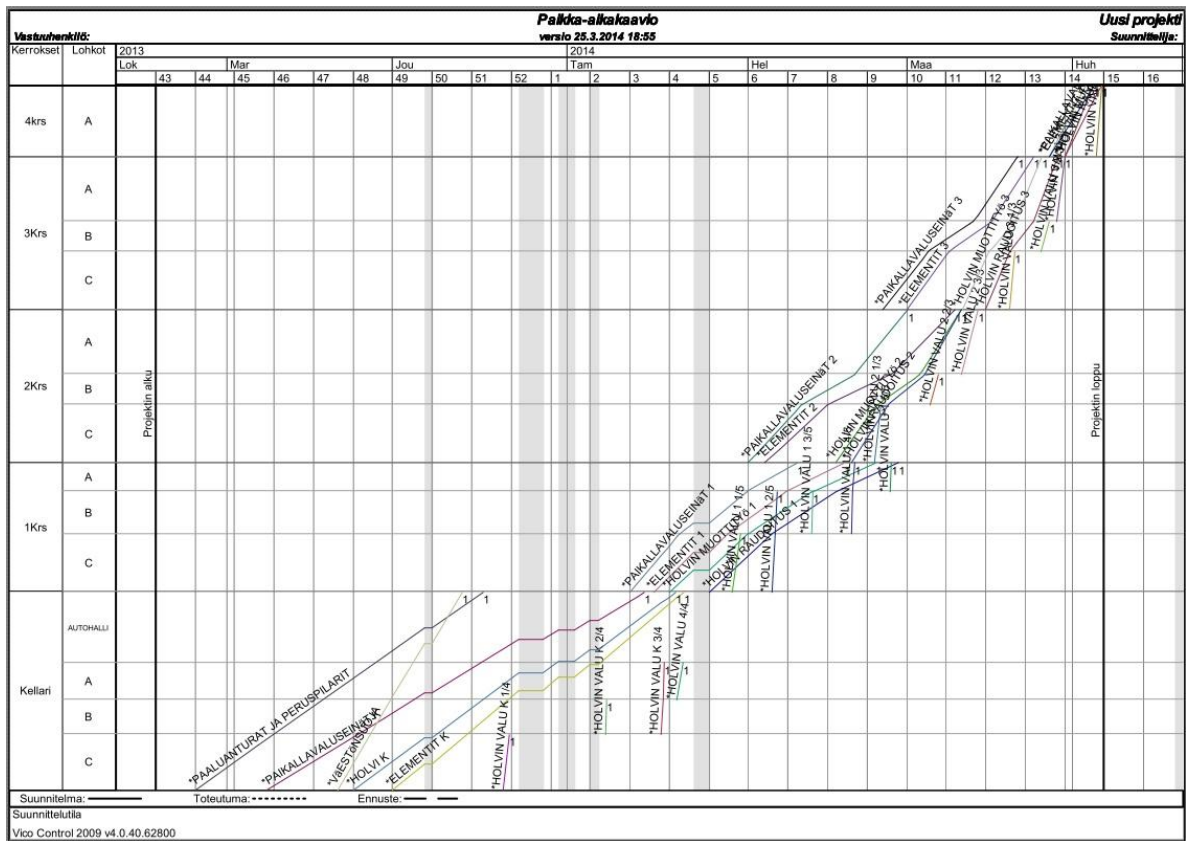
Elementtityöryhmään kuuluu kaksi kirvesmiestä, joiden tehtäviin kuuluu elementtien paikoilleen asentamiset, kiinnitykset elementistä riippuen hitsaus-, pultti- tai tappiliitoksin, juotosvalut ja ontelolaatoissa lisäksi tukelaudoitukset ja saumavalut. Seinäelementtien pystysaumavalut tehdään aliurakana. Mittamies mittaa ja merkitsee elementtien sijainnit.



Kuva 6. Kohteessa käytettäviä elementtityyppejä (Rakennesuunnittelutoimisto Nylund Oy. As. Oy Kuopion Satamanpihan Rakennepiirustukset 2014, Kuopio. Useista piirustuksista koostettu, Ryhänen 2014.)



5 AIKATAULUN SEURANTA



Kuva 8. Toteutunut aikataulu (Ryhänen 2014)

Kohteen runkovaihetta seurattiin alusta loppuun saakka ja työvaiheiden aloitus- ja lopetusajankohdat tallennettiin Control-ohjelmaan. Alkuperäisen aikataulun mukaan rungon rakennusaika olisi ollut lokakuun viikon 43 alusta maaliskuun viikon 11 loppuun ottaen huomioon pyhäpäivät ja muut vapaapäivät. Runkotöiden aloitus viivästyi noin viikolla. Työt alkoivat lokakuussa viikon 44 alussa ja päättyivät huhtikuussa viikon 14 lopulla. Aikataulun kokonaiskesto venyi siis noin kahdella viikolla, tosin kahdesta pakkaspäivästä johtuen eroa alkuperäiseen aikatauluun jäi vain noin kahdeksan työpäivää.

Kuvia 7 ja 8 vertaillen näkyy, että suurin ero aikataulujen välillä oli kellarikerroksen töiden kesto. Alkuperäisen suunnitelman mukaan kellarikerroksen työvaiheisiin kului noin seitsemän viikkoa, kun taas toteutuneessa aikataulussa aikaa meni noin kymmenen viikkoa. Muita suuria eroja olivat työvaiheiden limitykset. Alkuperäisessä aikataulussa kerroksen valmistumiseen kuluva kokonaisaika on enimmillään jopa lähes kolme viikkoa lyhyempi kuin toteutuneessa aikataulussa. Seuraavan kerroksen työt pystyttiin kuitenkin aloittamaan jo edellisen kerroksen kyseisen lohkon valmistuttua, kuten kuvassa 8 on esitetty. Tällöin rakennusaika asuinkerroksille toteutuneessa aikataulussa oli loppujen lopuksi yhtä pitkä kuin alkuperäisessä aikataulussa, molemmissa noin 11,5 viikkoa. Esimerkiksi kun 2. kerroksen C-lohkon holvi oli valettu, kuvassa 9 kuvan oikeassa reunassa, pystyttiin 3. kerroksen C-lohkon seinä- ja elementtityöt jo aloittamaan.





Kuva 9. Satamanpihan rakennustyömaa (Ryhänen 2014)

Paaluanturoiden ja peruspilarien työt alkoivat viikon 44 alussa viikon alkuperäisestä aikataulusta jäljessä. Töiden suunniteltu kesto oli noin kolme viikkoa ja toteutunut kesto noin 7,5 viikkoa. Paaluanturoiden ja paikallavaluseinien tekemiseen oli alkuvaiheessa käytettävissä vain yksi raudoittaja suunnitellun kahden raudoittajan sijaan, joka osaltaan hidasti perustusten ja kellarikerroksen seinien tekemistä.

Väestönsuojan työt alkoivat viikon 47 puolivälissä ja päättyivät viikon 50 loppupuolella. Töiden kesto oli siis noin kolme viikkoa. Alkuperäisen suunnitelman mukaan väestönsuojan töiden piti alkaa viikon 46 alussa ja päättyä viikon 48 puolivälissä. Väestönsuojan töiden aloittaminen myöhästyi siis noin 1,5 viikkoa ja kesto oli kolme työvuorua suunniteltua pidempi.

Kellarikerroksen paikallavaluseinien tekeminen alkoi viikon 45 lopulla suunnitellun aikataulun mukaisesti, mutta viimeiset seinät valmistuivat vasta viikon kolme puolivälissä, noin viisi viikkoa alkuperäisestä aikataulusta jäljessä. Myös elementtiasennukset alkoivat lähes suunnitellun aikataulun mukaisesti, mutta päättyivät vasta viikon neljä puolivälissä noin kuusi viikkoa myöhässä. Tosin sekä kellarikerroksen paikallavaluseinien, että elementtiasennusten kestoan vaikuttivat ajankohdalle sattuneet kahdeksan arkipyhäpäivää, jotka alkuperäisen suunnitelman mukaan olisivat sattuneet vasta ensimmäisen asuinkerroksen töiden kohdalle. Todellinen viivästyminen molemmissa työvaiheissa oli siis noin 4,5 viikkoa.

Holvin tekeminen alkoi viikon 48 alussa, noin 1,5 viikkoa alkuperäisestä suunnitelmasta jäljessä, ja päättyi viikon 4 alussa, noin kuusi viikkoa myöhässä. Tosin ottaen huomioon pyhäpäivät, myös holvin todellinen viivästyminen oli noin 4,5 viikkoa.

Osaltaan aikatauluun vaikutti myös alkuperäisestä suunnitelmasta poikkeava runkotyöryhmän koostumus. Aikataulu suunnitelmassa kolme kirvesmiestä tekee paikallavaluseinät samaan aikaan kun kaksi muuta kirvesmiestä tekee elementtiasennukset. Tämän jälkeen kaikki viisi kirvesmiestä pystytävät holvimuotin. Kuudes kirvesmies tarvitaan holvimuottien purkamiseen, muottitavaran lajitteluun ja siirtelyyn. Runkotyöryhmä koostuisi näin ollen kuudesta kirvesmiehestä.

Toteutuneessa aikataulussa kirvesmiehiä oli myös kuusi, mutta seinämuottiryhmässä kirvesmiehiä oli kolmen asemasta kaksi ja kolmas heistä vastasi pääasiassa elementtien hitsausliitosten tekemisestä. Pääpiirteissään työnjako oli muuten sama, mutta varsinkin tuntityönä tehdyssä kellarikerroksessa kirvesmiesten työtehtävät vaihtelivat työvaiheiden tarpeiden niin vaatiessa. Esimerkiksi työvaiheiden limityksistä johtuen varsinkin seinätyöryhmän jäsenet joutuivat vuorottelemaan holvi- ja seinämuottityön välillä, jotta töiden edistyminen ei katkeaisi. Lisäksi suunnitelmassa holvimuotin purkuun varattu kirvesmies osallistui myös muotin pystytykseen ja vastaavasti seinätyöryhmän kirvesmiehet osallistuivat tarvittaessa myös holvimuotin purkuun varsinkin yhteisurakkana tehtyjen asuinkerrosten osalla.

Alkuperäisen aikataulun mukaan ensimmäisen asuinkerroksen rakentaminen kestäisi noin kolme viikkoa kun kestosta vähennetään ajankohdalle sattuneet arkipyhät, sekä toisen että kolmannen kerroksen rakentaminen kestäisi noin 3,5 viikkoa ja neljännen kerroksen 1,5 viikkoa. Toteutuneessa aikataulussa ensimmäisen asuinkerroksen tekemiseen kului aikaa yhteensä noin 6,5 viikkoa, kun kestosta vähennetään ajankohdalle sattuneet pakkaspäivät. Toisen kerroksen rakentamiseen aikaa kului noin kuusi viikkoa, kolmannen noin 4,5 viikkoa ja neljännen 1,5 viikkoa. Yksittäisten kerrosten toteutunut kesto yhteenlaskettuna on siis 18,5 viikkoa. Kerrosten työvaiheita limittämällä asuinkerrosten rakennusaika oli kuitenkin toteutuneessa aikataulussa yhtä pitkä kuin suunnitellussakin, kuten kuvissa 7 ja 8 esitetään. Ensimmäisen ja toisen kerroksen työt ovat yhtä aikaa käynnissä lähes neljä viikkoa, toisen ja kolmannen kerroksen noin 2,5 viikkoa sekä kolmannen ja neljännen kerroksen työt noin 0,5 viikkoa. Kun vähennetään yksittäisten kerrosten yhteenlasketusta ajasta kerrosten limitykset, yhteensä noin seitsemän viikkoa, jää asuinkerrosten rakennusajaksi alkuperäisen suunnitelman mukaisesti noin 11,5 viikkoa.

## 6 AIKATAULUN MYÖHÄSTYMISEEN VAIKUTTANEET SYYT

Kellarikerroksen töiden aloitus siirtyi noin viikolla eteenpäin ja sen töiden kesto oli noin kolme viikkoa suunniteltua pidempi. Viivästymiseen vaikutti osaltaan alkuperäisestä suunnitelmasta poikkeavat resurssit. Esimerkiksi raudoittajia ja kirvesmiehiä oli kellarikerroksen rakentamisen alkuvaiheessa suunniteltua vähemmän, mikä vaikutti kaikkiin kellarikerroksen työvaiheisiin. Eroa kellari- ja asuin-kerrosten välillä oli todennäköisesti myös työskentelytehoissa. Yleisesti ottaen urakkatyö, jolla asuin-kerrosten runko tehtiin, on tuntityötä huomattavasti tehokkaampaa. Lisäksi suunnitelmien puutteet vaikuttivat osaltaan varsinkin kellarikerroksen etenemiseen ja aiheuttivat ylimääräistä kuormitusta mittamiehelle ja työnjohdolle. Esimerkiksi peruspilareiden korkeusasemissa oli epäselvyyksiä ja ensimmäisissä rakennekuvasarjoissa jopa kokonaisia seiniä puuttui. Lisäksi kellarikerroksessa oli useita rakenneratkaisuja, jotka johtivat lauta- ja levymuottien käyttöön suur- tai järjestelmämuottien sijasta ja näin hidastivat töiden etenemistä.

Rungon osalta holvien valujen etenemisessä rajoittavana tekijänä olivat sähkötyöt. Tästä johtuen muottikiertosuunnitelmiin jouduttiin tekemään muutoksia, mistä johtuen kerroksen valmistumisen kokonaisaika kasvoi. Mikäli sähkötyöiden tekemiseen olisi ollut aliurakoitsijalta saatavilla enemmän resursseja, holvit olisi voitu tehdä vähemmällä valukerroilla ja näin ollen holvit olisivat valmistuneet nopeammin ja seinä- ja elementtityöt olisivat mahdollisesti edenneet tehokkaammin.

Elementtistöiden etenemiseen vaikutti myös ongelmat elementtien toimituksissa. Elementtitoimitukset eivät aina saapuneet ajallaan ja toimituksista saattoi puuttua tarvittavia elementtejä. Kun asiasta reklamoitiin ja puuttuvat elementit tilattiin työmaalle, tuli kuormassa myös seuraavan toimituksen elementtejä. Tämä puolestaan aiheutti sen, että varastointitilaa tarvittiin suunniteltua enemmän ja elementtejä jouduttiin varastoimaan päällekkäin joka johti siihen, että elementtien nostomatkat pitivät ja nostokerrat lisääntyivät, joka puolestaan hidasti elementtistöiden etenemistä entisestään.

Yleisesti ottaenkin tontin ahtaus aiheutti huomattavia logistisia haasteita ja esimerkiksi jätehuolto vaati tavallista enemmän nostokaluston käyttöaikaa. Vaikka sääolosuhteet olivat ajankohtaan nähden suhteellisen suotuisat, esimerkiksi lumenluonti, suojaustyöt ja lämmityslaitteiden sekä niiden polttoaineiden siirrot kuormittivat osaltaan nostokalustoa ja vaikuttivat näin töiden etenemiseen, vaikka ne eivät runkotyöryhmän tehtäviin kuuluneetkaan. Suurmuottityö, elementtiasennus ja betoninostoastialla tehtävät valut vaativat myös nostokaluston käyttöä ja näin ollen nostotöitä jouduttiin tekemään torninosturin lisäksi esimerkiksi autonostureilla, joiden käyttäminen on huomattavasti torninosturia hitaampaa. Täten myös nostokaluston suuri kuormitus ja käyttötarve vaikuttivat osaltaan aikataulun venymiseen.



Tämän insinööriyön tavoitteena oli laatia As. Oy. Kuopion Satamanpihan betonirungon tuotanto-suunnitelma. Tuotannonhallinnan tärkeimmät osa-alueet ovat aika, kustannukset, laatu ja työturvallisuus. Näiden alueiden hallinta edellyttää huolellista ja järjestelmällistä suunnittelua. Tämän työn pääpaino oli ajankäytön suunnittelussa, joka epäonnistuessaan vaikuttaa kaikkiin muihinkin alueisiin. Aikataulutuksen epäonnistuminen johtaa väistämättä kustannusten nousuun ja voi alentaa kynnystä tinkiä laadusta ja työturvallisuudesta, joka yleensä kasvattaa kustannuksia entisestään. Onnistunut aikataulutus sen sijaan tarjoa tuotantototeutukselle hyvät lähtökohdat ja edellytykset onnistumiseen kaikilla tuotannonhallinnan alueilla.

Kokonaisuutena arvioiden rungon suunniteltu aikataulu vastasi kohtuullisen hyvin toteutunutta aikataulua. Suurimmat erot olivat kellarikerroksen töiden kestossa ja töiden limittymisessä. Koska varsinkin kellarikerroksen osalta käytetyt resurssit poikkesivat suunnitellussa aikataulussa käytetyistä resursseista, eroavaisuudet eivät samoilla resursseilla olisi olleet läheskään yhtä suuret. Merkittävien onnistuminen aikataulussa oli asuinkerrosten valmistuminen lähes päivälleen samaan aikaan kuin alkuperäisessä suunnitelmassa, vaikkakin toteutus eteni hieman suunnitellusta poiketen. Aikataulun osalta työtä voidaan pitää onnistuneena.

Tuotantosuunnitelmaan sisältynyt määrälaskenta vastasi kohtuullisen hyvin työmaan vastaavaa laskentaa, eikä suurempia virheitä tullut esille. Myöskään yksittäisissä työvaiheissa suunnittelun ja toteutuneen aikataulun välillä ei löytynyt suuria poikkeuksia, jotka olisivat aiheutuneet laskennan virheistä. Määrälaskennasta saatuja teräsmääriä pystyttiin runkotyön aikana hyödyntämään terästilausten määrien ja ajankohtien suunnittelussa ja mahdollisesti myös jälkilaskenta hyötyy saaduista määristä. Näin ollen myös laskentaa voidaan pitää onnistuneena.

Lisäksi tämän työn tekeminen tarjosi arvokasta tietoa aikataulun laadinnasta, vähintäänkin perusteet Control-, Solibri- ja ScetchUp-ohjelmien sekä Pris-projektipankin käytöstä ja kattavan kokonaiskuvan paikallavalurungon työvaiheista ja tuotannon suunnittelusta.

## LÄHTEET

ARKKITEHDIT OY QVIM. As. Oy Kuopion Satamanpihan Arkkitehtiyrustukset 2014. Kuopio

Doka.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-04-14] Saatavissa

<http://www.doka.com/web/products/system-groups/doka-floor-systems/timber-beam-floor-formwork/dokaflex-30-tec/index.fi.php>

LAUTAMUOTTITYÖ. RATU 21-0397. 2012. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2014-04-11]

NCC RAKENNUS OY. 2014. Kuopio

Ncc.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-04-23] Saatavissa

<http://www.ncc.fi/fi/Asunnot/Asuntohaku/Savo/Kuopio/Satamanpiha/>

ONTELO- JA TT-LAATTAELEMENTTITYÖ. RATU 25-0389. 2012. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2014-04-11]

RAKENNESUUNNITTELUUTOIMISTO NYLUND OY. As. Oy Kuopion Satamanpihan Rakennepiirustukset 2014. Kuopio

RAKENNUSHANKKEEN AJALLINEN SUUNNITTELU JA OHJAUS - TALONRAKENNUSTEOLLISUUS RY. KI-6021. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2014-04-11]

RYHÄNEN, Lauri 2014. Satamanpiha [digikuva], Aikataulu, Muottikierto, Seuranta [pdf]

SUUR- JA ERIKOISMUOTTITYÖ. RATU 21-0401. 2012. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2014-04-11]

VICO SOFTWARE. Control2009. 2014.

# LIITTEET

## LIITE 1. Perustusten raudoitukset

Paaluanturat												
Tyyppi	Pituus	Leveys	Korkeus	Muotti m2	Tilavuus m3	Kpl	Yhteensä m2	Yhteensä m3	T8 kg	T10 kg	T12 kg	T20 kg
PV-PA-2	600	1500	600	2,5	0,5	49	123,5	26,5	0,0	0,0	584,6	1029,0
PV-PA-3	1600	1600	600	3,8	1,5	15	57,6	23,0	0,0	0,0	270,2	944,9
PV-PA-4	2700	2700	300	3,2	2,2	3	9,7	6,6	66,4	269,5	0,0	0,0
Yhteensä:						67	190,8	56,1	66,4	269,5	854,7	1973,9

Peruspilarit											
Tyyppi	Pituus	Leveys	Korkeus	Muotti m2	Tilavuus m3	Kpl	Yhteensä m2	Yhteensä m3	Raud. T8 kg	Raud. T16 kg	
PV-PP-1	500	500	250	0,5	0,1	1	0,5	0,1	3,1	3,5	
PV-PP-2	600	500	300	0,7	0,1	2	1,3	0,2	7,6	7,6	
PV-PP-3	700	500	250	0,6	0,1	1	0,6	0,1	3,6	5,2	
PV-PP-4	500	500	300	0,6	0,1	31	18,6	2,3	108,7	117,6	
PV-PP-5	400	400	300	0,5	0,0	27	13,0	1,3	77,6	102,4	
PV-PP-6	900	900	300	1,1	0,2	4	4,3	1,0	24,1	22,8	
PV-PP-7	1200	900	300	1,3	0,3	2	2,5	0,6	14,0	11,4	
PV-PP-8	600	600	300	0,7	0,1	4	2,9	0,4	16,6	15,2	
PV-PP-9	1500	900	300	1,4	0,4	2	2,9	0,8	15,9	11,4	
PV-PP-10	500	700	300	0,7	0,1	5	3,6	0,5	20,7	28,4	
PV-PP-11	500	400	1350	2,4	0,3	1	2,4	0,3	11,6	10,4	
PV-PP-12	400	400	1900	3,0	0,3	5	15,2	1,5	71,9	69,5	
PV-PP-13	400	400	850	1,4	0,1	2	2,7	0,3	13,7	14,5	
PV-PP-14	900	500	300	0,8	0,1	1	0,8	0,1	4,8	5,7	
PV-PP-15	400	400	400	0,6	0,1	2	1,3	0,1	7,2	8,8	
PV-PP-16	900	600	1350	4,1	0,7	1	4,1	0,7	18,4	15,6	
PV-PP-18	1500	500	300	1,2	0,2	2	2,4	0,5	13,3	11,4	
PV-PP-19	400	400	1350	2,2	0,2	2	4,3	0,4	20,8	31,3	
PV-PP-21	600	700	1350	3,5	0,6	2	7,0	1,1	32,3	31,3	
PV-PP-22	700	500	1350	3,2	0,5	1	3,2	0,5	15,0	15,6	
PV-K-2	600	7800	700	11,8	3,3	2	23,5	6,6			
PV-PP-4(?)	500	500	1350	2,7	0,3	1	2,7	0,3	12,7	10,4	
PV-PP-4(?)	500	500	1200	2,4	0,3	1	2,4	0,3	11,4	9,5	
Yhteensä:						102	122,3	20,1	525,1	559,5	

LIITE 2. Seinien raudoitukset

**Kellari**

**Lohkon C seinien raudoitukset**

Sijainti	Pituus mm	Ylä- ja alaraudat 2T12 kg	Hakaset T8 K200 kg	Verkot 8-200 kg
A11-5	13150	59,1	24,7	582,4
B11-9	3975	14,1	20,4	176,0
C11-7	7200	25,6	20,4	318,9
11A-C	13575	73,1	29,0	601,2
11D-E	9450	42,8	24,7	418,5
D11-10	3300	11,7	20,4	146,1
D10-9	2100	7,5	19,8	93,0
10C-D	2700	14,9	32,8	119,6
10D-E	3050	10,8	20,4	135,1
D8-10	2400	8,5	20,4	106,3
E11-9	5400	19,2	20,4	239,2
E11-7	7200	31,3	32,8	318,9
7D-E	9450	33,6	20,4	418,5
<b>Yhteensä:</b>		T12	T8	T8-200#
<b>Kg</b>	4332,5	352,2	306,7	3673,7

**Lohkon B seinien raudoitukset**

Sijainti	Pituus mm	Ylä- ja alaraudat 2T12 kg	Hakaset T8 K200 kg	Verkot 8-200 kg
11F-G	9000	56,8	29,0	398,6
G11-10	2350	8,3	20,4	104,1
G10-9	2200	7,8	20,4	97,4
9G-H	1300	4,6	20,4	57,6
G7-8	1600	11,0	32,8	70,9
7H-I	4950	17,6	20,4	219,2
10G-I	7150	25,4	20,4	316,7
H10-9	2100	7,5	19,8	93,0
I10-9	2100	7,5	19,8	93,0
H11-10	1300	4,6	20,4	57,6
11H-I	3000	10,7	20,4	132,9
I11	300	1,1	19,8	13,3
11I-J	5700	29,5	24,7	252,4
I8-3	13000	46,2	20,4	575,7
3I-J	4850	22,9	32,8	214,8
<b>Yhteensä:</b>		T12	T8	T8-200#
<b>Kg</b>	3300,6	261,4	342,0	2697,1

## Lohkon A seinien raudoitukset

Sijainti	Pituus mm	Ylä- ja alaraudat 2T12 kg	Hakaset T8 K200 kg	Verkot 8-200 kg
J11-7	7000	24,9	20,4	310,0
7I-J	3450	17,6	32,8	152,8
J4-3	4125	14,7	20,4	182,7
J3-2	1950	12,6	31,8	86,4
3K	2100	7,5	19,8	93,0
2K	2100	7,5	20,4	93,0
3K-L	3100	11,0	20,4	137,3
K3-2	3050	10,8	20,4	135,1
K4-3	2700	14,9	32,8	119,6
L4-2	5925	21,0	20,4	262,4
<b>Yhteensä:</b>		T12	T8	T8-200#
<b>Kg</b>	1954,3	142,4	239,6	1572,2

Hakaset		T8	888,3	Kg
Pukit 1/4m2		T10	210,3	Kg
Reunateräkset		T12	756,0	Kg
Verkot		T8-200#	7943,0	Kg
Tartunnat k200		T8	708,4	Kg
Työteräkset		T8	577,6	Kg
<b>Yhteensä:</b>			11083,7	Kg

**1 Krs****Lohkon C seinien raudoitukset**

Sijainti	Pituus mm	Ylä- ja alaraudat 2T12 kg	Hakaset T8 K200 kg	Verkot 8-200 kg
B10-9	3300	11,7	14,8	107,7
B7-5	5560	19,7	14,8	181,4
9B-C	6820	29,6	27,4	222,6
C10-9	2110	7,5	15,0	0,0
7B-D	10130	41,3	27,0	330,6
D7-5	5420	19,3	15,0	176,9
10C-D	2680	9,5	15,0	0,0
D11-10	3410	12,1	15,0	0,0
D10-9	2110	7,5	14,5	0,0
E10-9	2310	8,2	15,0	0,0
E11-5	12380	49,3	27,4	404,0
<b>Yhteensä:</b>		T12	T8	T8-200#
<b>Kg</b>		215,7	201,1	1423,1

**Lohkon B seinien raudoitukset**

Sijainti	Pituus mm	Ylä- ja alaraudat 2T12 kg	Hakaset T8 K200 kg	Verkot 8-200 kg
F11-5	12605	44,8	14,8	411,3
8F-G	6670	23,7	14,8	217,7
G10-5	10240	47,0	39,2	334,2
H8-5	6660	23,7	15,0	0,0
H10-9	2310	8,2	14,5	0,0
I10-9	2310	8,2	14,6	0,0
8H-I	2840	15,4	27,4	0,0
<b>Yhteensä:</b>		T12	T8	T8-200#
<b>Kg</b>		171,0	140,3	963,2

## Lohkon A seinien raudoitukset

Sijainti	Pituus mm	Ylä- ja alaraudat 2T12 kg	Hakaset T8 K200 kg	Verkot 8-200 kg
I11-7	7165	30,8	27,4	0,0
J11-7	6965	24,7	15,0	0,0
7I-M	11375	40,4	15,0	0,0
J7-4	6930	24,6	14,8	0,0
J4-3	2800	9,9	15,0	0,0
4J-K	3260	16,9	27,4	0,0
K4-3	2880	10,2	15,0	0,0
K3	2110	7,5	14,5	0,0
K2	2310	8,2	15,0	0,0
3K-L	3190	11,3	15,0	0,0
L3-2	3250	11,5	14,5	0,0
<b>Yhteensä:</b>		T12	T8	T8-200#
<b>Kg</b>		196,2	188,8	0,0

Hakaset		T8	530,3	Kg
Pukit 1/4m2		T10	131,4	Kg
Reunateräkset		T12	582,9	Kg
Verkot		T8-200#	2386,3	Kg
Tartunnat k200		T8	600,8	Kg
Työteräkset		T8	324,8	Kg
<b>Yhteensä:</b>			4556,5	Kg

**2 &3 Krs** (sama pohja)**Lohkon C seinien raudoitukset**

Sijainti	Pituus mm	Ylä- ja alaraudat 2T12 kg	Hakaset T8 K200 kg	Verkot 8-200 kg
B10-9	3300	11,7	14,8	107,7
B7-5	5560	19,7	14,8	181,4
9B-C	6820	29,6	27,0	222,6
C10-9	2110	7,5	15,0	0,0
7B-D	10180	41,5	27,4	332,2
7D-E	1900	6,7	15,0	62,0
E7-5	5385	19,1	14,8	175,7
10C-D	4530	16,1	15,0	0,0
D10-9	2110	7,5	14,5	0,0
E10-9	2110	7,5	15,0	0,0
9D-E	1600	5,7	15,0	0,0
E11-9	5320	18,9	15,0	173,6
<b>Yhteensä:</b>		T12	T8	T8-200#
<b>Kg</b>		191,5	203,6	1255,2

**Lohkon B seinien raudoitukset**

Sijainti	Pituus mm	Ylä- ja alaraudat 2T12 kg	Hakaset T8 K200 kg	Verkot 8-200 kg
F11-5	12605	44,8	14,8	411,3
8F-G	6870	24,4	14,8	224,2
8H-I	3180	16,6	27,4	103,8
G10-8	3600	18,1	27,4	0,0
H8-5	6460	22,9	14,8	0,0
H10-9	2110	7,5	14,5	0,0
I10-7	5070	23,3	27,4	0,0
<b>Yhteensä:</b>		T12	T8	T8-200#
<b>Kg</b>		157,7	141,1	739,3



## Lohkon A seinien raudoitukset

Sijainti	Pituus mm	Ylä- ja alaraudat 2T12 kg	Hakaset T8 K200 kg	Verkot 8-200 kg
K11-7	6965	24,7	14,8	227,3
7I-K	5230	18,6	15,0	0,0
J7-3	8960	37,2	27,4	0,0
6J-M	8970	37,2	27,4	292,7
K6-4	5230	23,9	27,4	170,7
4K	1560	5,5	15,0	0,0
3I-J	4935	17,5	14,8	0,0
J2-3	2800	9,9	15,0	0,0
L4-2	4730	16,8	15,0	0,0
3L	2960	10,5	14,8	0,0
3K	2110	7,5	14,5	0,0
K2	2310	8,2	15,0	0,0
K3-2	1150	9,4	27,4	37,5
K2-1	8450	30,0	14,8	275,7
2J-K	2000	12,4	27,4	0,0
<b>Yhteensä:</b>		T12	T8	T8-200#
<b>Kg</b>		269,5	286,0	1004,0

Hakaset	T8	630,7	Kg
Pukit 1/4m2	T10	137,5	Kg
Reunateräkset	T12	618,7	Kg
Verkot	T8-200#	2998,5	Kg
Tartunnat k200	T8	628,8	Kg
Työteräkset	T8	380,8	Kg
<b>Yhteensä:</b>		5395,0	Kg

#### 4 Krs

Sijainti	Pituus mm	Ylä- ja alaraudat 2T12 kg	Hakaset T8 K200 kg	Verkot 8-200 kg
7I-J	2570	9,1	14,8	0,0
J7-5	4380	15,6	14,8	142,9
J5-3	5960	26,5	27,4	194,5
2I-J	5115	23,5	27,0	166,9
6K-M	7270	25,8	14,8	237,2
K6-5	2700	9,6	14,8	88,1
K5-4	2730	15,0	27,4	89,1
K4	1310	4,7	15,0	0,0
K4-3	2900	10,3	15,0	0,0
3K	2110	7,5	14,5	0,0
3L	3160	11,2	14,8	0,0
2J-K	3810	13,5	15,0	0,0
L3-2	1850	6,6	15,0	0,0
J3-2	3100	11,0	14,8	101,2
5J-K	1500	10,7	27,4	0,0

Hakaset	T8	272,8	Kg
Pukit 1/4m <sup>2</sup>	T10	43,6	Kg
Reunateräkset	T12	200,6	Kg
Verkot	T8-200#	1019,9	Kg
Tartunnat k200	T8	199,3	Kg
Työteräkset	T8	168	Kg
<b>Yhteensä:</b>		1904,2	Kg

LIITE 3. Väestönsuojan raudoitukset

**Seinät**

Lukumäärä	Halkaisija mm	Pituus mm	Paino yht. kg
25	8	1020	10,1
38	10	9190	215,6
10	10	7250	44,8
13	10	1720	13,9
13	10	4550	36,6
27	10	1600	26,7
15	10	4430	41
38	10	7070	166
38	10	1070	25,3
38	10	2340	55
26	10	6400	102,8
7	10	1840	8
7	10	1050	4,6
7	10	1620	7
5	10	1970	6,1
5	10	1320	4,1
5	10	1750	5,4
226	10	3400	475
164	10	3380	342,7
8	10	980	4,9
6	10	1080	4
12	10	750	5,6
8	10	1680	8,3
8	10	830	4,1
5	10	1930	6
5	10	1940	6
7	10	2440	10,6
8	10	940	4,7
7	10	940	4,1
290	10	1550	278
65	10	1460	58,9
198	10	1580	193,5
12	12	1960	20,9
8	12	2420	17,2
202	12	2770	496,9

8	16	2570	32,6
8	16	2650	33,6
4	16	3720	23,6
4	16	3820	24,2
24	16	3300	125,3
4	16	4670	29,5
4	16	4400	27,8
4	16	2950	18,7
4	16	2700	17,1
6	16	9190	87,2
3	16	6400	30,4
4	16	2340	14,8
4	16	1070	6,8
6	16	7070	67,1
4	16	7250	45,9
3	16	7260	34,4
2	16	1380	4,4
2	16	2640	8,4
2	16	6410	20,3
8	20	3270	64,7
Yhteensä:			3431,2

#### Katto

Lukumäärä	Halkaisija mm	Pituus mm	Paino yht. kg
30	10	2340	43,5
57	10	2300	81,2
65	12	9830	567,5
8	12	7710	54,8
53	12	2330	109,9
6	12	2290	12,2
25	12	3930	87,2
11	12	3720	36,6
13	12	1930	22,3
5	12	2780	12,3
26	16	9830	403,9
3	16	7710	36,6
23	16	7040	256,1
76	16	7890	948,3
3	16	9190	43,6
4	16	6400	40,5
3	16	7070	33,6
2	16	7260	23
3	16	1710	8,1
3	16	2980	14,1
Yhteensä:			2835,3

**Lattia**

Lukumäärä	Halkaisija mm	Pituus mm	Paino yht. kg
37	8	8590	125,6
2	8	6750	5,3
2	8	1480	1,2
6	8	6470	15,4
14	8	5810	32,1
43	8	6660	113,1
1	8	1270	0,5
1	8	5030	2
93	8	1670	61,4
117	8	1690	78,2
11	8	2930	12,7
1	10	6750	4,2
1	10	1480	0,9
4	10	6470	16
11	10	5810	39,4
30	10	6660	123,3
2	10	1270	1,6
2	10	5030	6,2
29	10	8590	153,8
47	12	2930	122,3
4	12	1430	5,1
4	12	2030	7,2
5	12	1180	5,2
Yhteensä:			932,7

T8 yht. kg			457,6
------------	--	--	-------

T10 yht. kg			2639,4
-------------	--	--	--------

T12 yht. kg			1577,6
-------------	--	--	--------

T16 yht. kg			2459,9
-------------	--	--	--------

T20 yht. kg			64,7
-------------	--	--	------

Yhteensä:			7199,2
-----------	--	--	--------

LIITE 4. Holvien raudoitukset

Alapohja	1100	m2			Yhteensä:
	määrä	yksikkö	määrä	yksikkö	Kg
Verkot	179	kpl	8830,1	kg	8830,1
T8	8227	jm	3249,7	kg	3249,7
T10	1167	jm	720,0	kg	720,0
T12	1211	jm	1075,4	kg	1075,4
Pukit T10	1/4m2	2m/kpl			339,4
Raudoitus:	12,9	kg/m2	64,6	kg/m3	14214,5

Kellari	580	m2			Yhteensä:
	määrä	yksikkö	määrä	yksikkö	Kg
Verkot	113	kpl	5574,3	kg	5574,3
T8	850	jm	335,8	kg	335,8
T10	561	jm	346,1	kg	346,1
T12	554	jm	492,0	kg	492,0
Pukit T10	1/4m2	2m/kpl			178,9
Raudoitus:	11,9	kg/m2	47,8	kg/m3	6927,1

1Krs	785	m2			Yhteensä:
	määrä	yksikkö	määrä	yksikkö	Kg
Verkot	160	kpl	7892,8	kg	7892,8
T8	1600	jm	632,0	kg	632,0
T10	920	jm	567,6	kg	567,6
T12	900	jm	799,2	kg	799,2
T20	120	jm	296,4	kg	296,4
Pukit T10	1/4m2	2m/kpl			242,2
Raudoitus:	13,3	kg/m2	53,1	kg/m3	10430,2

2Krs	780	m2			Yhteensä:
	määrä	yksikkö	määrä	yksikkö	Kg
Verkot	160	kpl	7892,8	kg	7892,8
T8	1400	jm	553,0	kg	553,0
T10	920	jm	567,6	kg	567,6
T12	880	jm	781,4	kg	781,4
Pukit T10	1/4m2	2m/kpl			240,6
Raudoitus:	12,9	kg/m2	51,5	kg/m3	10035,5

3Krs	780	m2			Yhteensä:
	määrä	yksikkö	määrä	yksikkö	Kg
Verkot	160	kpl	7892,8	kg	7892,8
T8	1600	jm	632,0	kg	632,0
T10	920	jm	567,6	kg	567,6
T12	1400	jm	1243,2	kg	1243,2
Pukit T10	1/4m2	2m/kpl			240,6
Raudoitus:	13,6	kg/m2	54,2	kg/m3	10576,3

4Krs	370	m2			Yhteensä:
	määrä	yksikkö	määrä	yksikkö	Kg
Verkot	72	kpl	3551,8	kg	3551,8
T8	920	jm	363,4	kg	363,4
T10	380	jm	234,5	kg	234,5
T12	450	jm	399,6	kg	399,6
Pukit T10	1/4m2	2m/kpl			114,1
Rauditus:	12,3	kg/m2	49,2	kg/m3	4549,2

LIITE 5. Elementit

**Kellarikerroksen elementit**

Tyyppi	Nimi	Lohko	Lukumäärä	Paino kg
Pilari	P-11	Autohalli	3	1572
Pilari	P-12	Autohalli	4	1716
Pilari	P-1	Lohko C	1	2100
Pilari	P-2	Lohko C	1	799
Pilari	P-3	Lohko B	1	1995
Jännebetonipalkki	JK-1	Lohko C	2	17135
Jännebetonipalkki	JK-2	Lohko C	1	16917
Maanpaine elementti	MP-3	Lohko A	1	6916
Maanpaine elementti	MP-4	Lohko A	1	10325
Kantava sandwich	S-33	Lohko A	1	13807
Kuori elementti	KE-3	Lohko C	1	3797
Kuori elementti	KE-4	Lohko C	1	3790
Kuori elementti	KE-5	Lohko C	1	4079
Kuori elementti	KE-6	Lohko C	1	1645
Kuori elementti	KE-7	Lohko C	1	3750
Kuori elementti	KE-8	Lohko C	1	4341
Kuori elementti	KE-9	Lohko B	1	3746
Kuori elementti	KE-10	Lohko B	1	2072
Kuori elementti	KE-17	Lohko B	1	5112
Parvekelaatta	CL-7	Lohko B	1	3450
Parvekelaatta	CL-12	Lohko B	1	4466
Parvekelaatta	CL-14	Lohko A	1	4421
Parvekelaatta	CL-16	Lohko C	1	4624
Parvekelaatta	CL-17	Lohko C	1	3560
Parvekelaatta	CL-20	Lohko C	1	4624
Parvekelaatta	CL-21	Lohko C	1	5692
Maanpaine elementti	MP-2	Lohko c	1	6085
Ontelolaatta	P-40-13-1	Autohalli	1	< 7123
Ontelolaatta	P-40-13-2	Autohalli	3	< 7123
Ontelolaatta	P-40-13-3	Autohalli	1	< 7123
Ontelolaatta	P-40-13-4	Autohalli	1	< 7123
Ontelolaatta	P-40-13-10	Autohalli	6	< 7123
Ontelolaatta	P-40-13-11	Autohalli	1	< 7123
Ontelolaatta	P-40-13-12	Autohalli	1	< 7123
Ontelolaatta	P-40-13-13	Autohalli	1	< 7123
Ontelolaatta	P-40-13-14	Autohalli	3	< 7123



## 1.kerroksen elementit

Tyyppi	Nimi	Lohko	Lukumäärä	Paino kg
Kuori elementti	SV-19	Lohko C	1	4766
Kuori elementti	SV-16	Lohko C	1	3281
Kuori elementti	SV-10	Lohko C	1	4960
Kuori elementti	SV-90	Lohko C	1	3571
Kuori elementti	SV-1	Lohko C	1	5644
Kuori elementti	SV-2	Lohko C	1	6465
Kuori elementti	SV-4	Lohko C	1	5707
Kuori elementti	SV-92	Lohko C	1	2236
Kuori elementti	SV-9	Lohko C	1	2396
Kuori elementti	SV-12	Lohko C	1	1671
Kuori elementti	SV-94	Lohko C	1	4526
Kuori elementti	SV-18	Lohko C	1	2303
Kuori elementti	SV-20	Lohko C	1	5192
Kuori elementti	SV-95	Lohko B	1	3954
Kuori elementti	SV-26	Lohko B	1	1601
Kuori elementti	SV-28	Lohko B	1	2888
Kuori elementti	SV-32	Lohko B	1	1398
Kuori elementti	SV-47	Lohko A	1	1699
Kuori elementti	SV-44	Lohko A	1	2626
Kuori elementti	SV-42	Lohko A	1	958
Kuori elementti	SV-39	Lohko A	1	4793
Kuori elementti	SV-34	Lohko A	1	3896
Kuori elementti	SV-31	Lohko A	1	3199
Kuori elementti	SV-25	Lohko B	1	4192
Kantava sandwich	S-31	Lohko A	1	6525
Kantava sandwich	S-36	Lohko A	1	9101
Kantava sandwich	S-42	Lohko A	1	8902
Kantava sandwich	S-49	Lohko A	1	5264
Kantava sandwich	S-50	Lohko A	1	7514
Kuori elementti	KE-1	Autohalli	1	4324
Kuori elementti	KE-2	Autohalli	1	2459
Kuori elementti	KE-11	Lohko A	1	4116
Kuori elementti	KE-12	Lohko A	1	3908
Kuori elementti	KE-13	Lohko A	1	4013
Kuori elementti	KE-14	Lohko A	1	2367
Kuori elementti	KE-15	Lohko A	1	5690
Kuori elementti	KE-16	Lohko A	1	4343
Parvekepielielementti	M-25	Lohko C	1	1172
Parvekepielielementti	M-13	Lohko C	1	2891
Parvekelaatta	CL-33	Lohko C	1	4223
Parvekepielielementti	M-11	Lohko C	1	2891
Parvekepielielementti	M-21	Lohko C	1	1172
Parvekelaatta	CL-19	Lohko C	1	5251
Parvekepielielementti	M-10	Lohko C	1	2970
Parvekepielielementti	M-3	Lohko C	1	1172

Parvekelaatta	CL-1	Lohko C	1	4454
Parvekelaatta	CL-32	Lohko C	1	3968
Parvekelaatta	CL-43	Lohko B	1	7312
Parvekepieliementti	C-10	Lohko B	1	875
Parvekelaatta	CL-31	Lohko A	1	4731
Parvekepieliementti	C-16	Lohko A	1	584
Parvekepieliementti	C-23	Lohko A	1	332
Sisäkuorielementti	SK-1	Lohko A	1	6746
Parvekepieliementti	C-21	Lohko A	1	1071
Parvekelaatta	CL-29	Lohko A	1	8962
Parvekelaatta	CL-11	Lohko A	1	5011
Parvekelaatta	CL-26	Lohko A	1	4158
Parvekepieliementti	M-2	Lohko B	1	1172
Parvekepieliementti	M-27	Lohko B	1	2970
Parvekelaatta	CL-34	Lohko B	1	5278
Hormielementti			14	

## 2.kerroksen elementit

Tyyppi	Nimi	Lohko	Lukumäärä	Paino kg
Kuori elementti	SV-21	Lohko C	1	3605
Kuori elementti	SV-17	Lohko C	1	4264
Kuori elementti	SV-11	Lohko C	1	4960
Kuori elementti	SV-3	Lohko C	1	3571
Kuori elementti	SV-1	Lohko C	1	5644
Kuori elementti	SV-2	Lohko C	1	6465
Kuori elementti	SV-91	Lohko C	1	5689
Kuori elementti	SV-92	Lohko C	1	2236
Kuori elementti	SV-8	Lohko C	1	3281
Kuori elementti	SV-13	Lohko C	1	1422
Kuori elementti	SV-15	Lohko C	1	6775
Kuori elementti	SV-22	Lohko C	1	5174
Kuori elementti	SV-23	Lohko B	1	3954
Kuori elementti	SV-27	Lohko B	1	1601
Kuori elementti	SV-29	Lohko B	1	6060
Kuori elementti	SV-35	Lohko B	1	1354
Kuori elementti	SV-40	Lohko B	1	4923
Kuori elementti	SV-43	Lohko A	1	3144
Kuori elementti	SV-7	Lohko A	1	1979
Kuori elementti	SV-46	Lohko A	1	1911
Kuori elementti	SV-52	Lohko A	1	4820
Kuori elementti	SV-51	Lohko A	1	3761
Kuori elementti	SV-48	Lohko A	1	1348
Kuori elementti	SV-6	Lohko A	1	5458
Kuori elementti	SV-49	Lohko A	1	1348
Kuori elementti	SV-50	Lohko A	1	5947
Kuori elementti	V-12	Lohko A	1	7305
Kuori elementti	V-15	Lohko A	1	7204
Kuori elementti	SV-37	Lohko A	1	4275
Kuori elementti	SV-38	Lohko A	1	4346
Kuori elementti	SV-36	Lohko A	1	1642
Kuori elementti	SV-30	Lohko A	1	4172
Kuori elementti	SV-24	Lohko B	1	3525
Parvekepielielementti	M-26	Lohko C	2	1169
Parvekepielielementti	M-24	Lohko C	1	2888
Parvekelaatta	CL-33	Lohko C	1	4223
Parvekepielielementti	M-1	Lohko C	2	1169
Parvekelaatta	CL-18	Lohko C	1	5264
Parvekepielielementti	M-22	Lohko C	1	2891
Parvekelaatta	CL-1	Lohko C	1	5251
Parvekelaatta	CL-32	Lohko C	1	3968
Parvekepielielementti	C-9	Lohko B	1	384
Parvekelaatta	CL-8	Lohko B	1	3678
Parvekelaatta	CL-10	Lohko B	1	3594
Parvekepielielementti	M-29	Lohko B	1	2706

Parvekepilariielementti	CP-1	Lohko A	1	1048
Parvekelaatta	CL-41	Lohko A	1	4723
Parvekepieliielementti	M-32	Lohko A	1	2880
Parvekelaatta	CL-40	Lohko A	1	4453
Parvekelaatta	CL-39	Lohko A	1	4455
Parvekepieliielementti	C-26	Lohko A	1	384
Parvekepieliielementti	M-30	Lohko A	1	3451
Parvekepieliielementti	M-21	Lohko A	1	1172
Parvekelaatta	CL-25	Lohko A	1	4841
Parvekelaatta	CL-38	Lohko A	1	4106
Parvekepieliielementti	M-25	Lohko A	1	1172
Parvekelaatta	CL-34	Lohko B	1	5278
Parvekepieliielementti	M-16	Lohko B	1	2966
Hormielementti			15	

### 3.kerroksen elementit

Tyyppi	Nimi	Lohko	Lukumäärä	Paino kg
Kuori elementti	SV-62	Lohko C	1	5786
Kuori elementti	SV-61	Lohko C	1	6564
Kuori elementti	SV-58	Lohko C	1	7166
Kuori elementti	SV-55	Lohko C	1	5699
Kuori elementti	SV-53	Lohko C	1	7709
Kuori elementti	SV-54	Lohko C	1	8625
Kuori elementti	SV-5	Lohko C	1	8105
Kuori elementti	SV-100	Lohko C	1	2238
Kuori elementti	SV-101	Lohko C	1	3277
Kuori elementti	SV-93	Lohko C	1	1424
Kuori elementti	SV-60	Lohko C	1	9984
Kuori elementti	SV-63	Lohko C	1	7449
Kuori elementti	SV-64	Lohko B	1	5851
Kuori elementti	SV-66	Lohko B	1	2455
Kuori elementti	SV-67	Lohko B	1	8053
Kuori elementti	SV-70	Lohko B	1	1357
Kuori elementti	SV-40	Lohko B	1	4923
Kuori elementti	SV-43	Lohko A	1	3144
Kuori elementti	SV-105	Lohko A	1	1979
Kuori elementti	SV-107	Lohko A	1	1910
Kuori elementti	SV-97	Lohko A	1	4832
Kuori elementti	SV-112	Lohko A	1	3761
Kuori elementti	SV-109	Lohko A	1	1354
Kuori elementti	SV-45	Lohko A	1	5458
Kuori elementti	SV-108	Lohko A	1	1347
Kuori elementti	SV-111	Lohko A	1	5947
Kuori elementti	V-11	Lohko A	1	7305
Kuori elementti	V-14	Lohko A	1	7204
Kuori elementti	SV-96	Lohko A	1	4275
Kuori elementti	SV-102	Lohko A	1	4345
Kuori elementti	SV-69	Lohko A	1	1662
Kuori elementti	SV-68	Lohko A	1	5997
Kuori elementti	SV-65	Lohko B	1	5552
Parvekepielielementti	M-15	Lohko C	2	1121
Parvekepielielementti	M-5	Lohko C	1	2838
Parvekelaatta	CX-4	Lohko C	1	4902
Parvekepielielementti	M-8	Lohko C	2	1121
Parvekelaatta	CX-3	Lohko C	1	5989
Parvekepielielementti	M-9	Lohko C	1	2838
Parvekelaatta	CX-1	Lohko C	1	5031
Parvekelaatta	CX-2	Lohko C	1	2986
Parvekepielielementti	C-7	Lohko B	1	377
Parvekelaatta	CL-29	Lohko B	1	8962
Parvekepielielementti	M-29	Lohko B	1	2706
Parvekepilarielielementti	CP-2	Lohko A	1	1027

Parvekelaatta	CL-41	Lohko A	1	4723
Parvekepieliementti	M-33	Lohko A	1	2874
Parvekelaatta	CL-40	Lohko A	1	4453
Parvekelaatta	CL-39	Lohko A	1	4455
Parvekepieliementti	C-12	Lohko A	1	377
Parvekepieliementti	M-4	Lohko A	1	3447
Parvekepieliementti	M-1	Lohko A	1	1169
Parvekelaatta	CL-25	Lohko A	1	4841
Parvekelaatta	CL-38	Lohko A	1	4106
Parvekepieliementti	M-26	Lohko A	1	1169
Parvekelaatta	CX-5	Lohko B	1	6146
Parvekepieliementti	M-28	Lohko B	1	2838
Hormielementti			16	

#### 4.kerroksen elementit

Tyyppi	Nimi	Lohko	Lukumäärä	Paino kg
Kuori elementti	SV-74	Lohko A	1	6029
Kuori elementti	SV-73	Lohko A	1	6248
Kuori elementti	SV-72	Lohko A	1	9947
Kuori elementti	SV-75	Lohko A	1	8640
Kuori elementti	SV-76	Lohko A	1	2562
Kuori elementti	SV-77	Lohko A	1	7399
Kuori elementti	SV-78	Lohko A	1	1098
Kuori elementti	SV-81	Lohko A	1	3334
Kuori elementti	SV-86	Lohko A	1	7125
Kuori elementti	SV-85	Lohko A	1	5450
Kuori elementti	SV-110	Lohko A	1	1348
Kuori elementti	SV-79	Lohko A	1	6000
Kuori elementti	SV-82	Lohko A	1	1352
Kuori elementti	SV-84	Lohko A	1	8802
Kuori elementti	V-10	Lohko A	1	9104
Kuori elementti	V-13	Lohko A	1	10196
Parvekepielielementti	M-17	Lohko A	1	3310
Parvekepielielementti	M-20	Lohko A	1	1131
Parvekelaatta	CX-7	Lohko A	1	6714
Parvekepielielementti	M-34	Lohko A	1	1131
Parvekelaatta	CX-8	Lohko A	1	5731
Parvekepielielementti	M-18	Lohko A	1	1508
Parvekepielielementti	C-8	Lohko A	1	417
Parvekelaatta	CX-6	Lohko A	1	6596
Parvekepielielementti	C-11	Lohko A	1	1636
Parvekepilarielielementti	CP-3	Lohko A	1	1087
Parvekepielielementti	C-15	Lohko A	1	855
Parvekepielielementti	C-22	Lohko A	1	493
Parvekelaatta	CX-9	Lohko A	1	3581
Parvekepielielementti	C-20	Lohko A	1	2009
Parvekepielielementti	C-25	Lohko A	1	417
Parvekepielielementti	M-6	Lohko A	1	3202
Parvekelaatta	CX-10	Lohko A	1	6695
Hormielementti			7	

LIITE 6. Määräluettelo

Määräluettelo		<b>Kellari</b>						
Suorite	menekki tth/yks	C	B	A	Autohalli	yks.	yht.	
Paaluanturoiden muottityö	0,500	47,7	47,7	47,7	47,7	m2	190,8	
Paaluanturoiden raudoitus	0,013	791,1	791,1	791,1	791,1	kg	3164,5	
Paaluanturoiden betonointi	0,250	14,0	14,0	14,0	14,0	m3	56,1	
Peruspilareiden muottityö	0,700	30,6	30,6	30,6	30,6	m2	122,3	
Peruspilareiden raudoitus	0,015	271,1	271,1	271,1	271,1	kg	1084,6	
Peruspilareiden betonointi	0,450	5,0	5,0	5,0	5,0	m3	20,1	
Paikallavaluseinät C & B	13tv	630,4	462,8			muotti m2	1093,3	
Paikallavaluseinät A	4tv			269,8		muotti m2	269,8	
Pilariementit	2,300	2,0	1,0		7,0	kpl	10,0	
Jännebetonipalkit	1,950				3,0	kpl	3,0	
Maanpaine- ja kuorielementit	1,920	7,0	3,0	3,0		kpl	13,0	
Parvekelaattaelementit	1,650	4,0	2,0	1,0		kpl	7,0	
Ontelolaatat (ensimmäiset 18)	0,890				18,0	kpl	18,0	
Ontelolaatat (lopun 9)	0,830				9,0	kpl	9,0	
Väestönsuojan lattia	16tth			1,0		erä	1,0	
VSS seinät & katto - muottityöt	144tth			1,0		erä	1,0	
VSS seinät & katto - raudoitus	57,6tth			1,0		erä	1,0	
VSS seinät & katto - betonointi	15,2tth			1,0		erä	1,0	
Holvin muottityö	0,245	310,3	169,5	99,8		muotti m2	579,6	
Holvin raudoitus	0,008	2691,5	1829,2	1968,53		kg	6759,2	
Holvin betonointi	0,210	80,9	44,8	26,4		m3	152,1	
Määräluettelo		<b>1krs</b>						
Suorite	menekki tth/yks	C	B	A		yks.	yht.	
Paikallavaluseinät	10tv					muotti m2		
Kuorielementit	1,920	15	5,0	18,0		kpl	38	
Parvekelaattaelementit	1,650	4	2,0	4,0		kpl	10	
Parvekepieliementit	2,050	6	3,0	3,0		kpl	12	
hormielementit	1,500	7	2,0	5,0		kpl	14	
Holvin muottityö	0,245	300,8	216,6	266,8		muotti m2	784,24	
Holvin raudoitus	0,008	3907,684	2814,4	3466,0		kg	10188,04	
Holvin betonointi	0,210	81,4	55,1	68,9		m3	205,44	



Määräluettelo		<b>2krs</b>				
Suorite	menekki tth/yks	C	B	A	yks.	yht.
Paikallavaluseinät	10tv				muotti m2	
Kuorielementit	1,920	15,0	5,0	18,0	kpl	38,0
Parvekelaattaelementit	1,650	4,0	2,0	4,0	kpl	10,0
Parvekepieliementit	2,050	6,0	3,0	3,0	kpl	12,0
hormielementit	1,500	7,0	2,0	5,0	kpl	14,0
Holvin muottityö	0,245	300,8	216,6	266,8	muotti m2	784,2
Holvin raudoitus	0,008	3907,7	2814,4	3466,0	kg	10188,0
Holvin betonointi	0,210	81,4	55,1	68,9	m3	205,4
Määräluettelo		<b>3krs</b>				
Suorite	menekki tth/yks	C	B	A	yks.	yht.
Paikallavaluseinät	10tv				muotti m2	
Kuorielementit	1,920	12,0	6,0	15,0	kpl	33,0
Pilariementit	2,300			1,0	kpl	1,0
Parvekelaattaelementit	1,650	4,0	2,0	5,0	kpl	12,0
Parvekepieliementit	2,050	6,0	3,0	5,0	kpl	14,0
hormielementit	1,500	7,0	3,0	6,0	kpl	15,0
Holvin muottityö	0,245	300,8	144,5	327,5	muotti m2	772,8
Holvin raudoitus	0,008	4023,0	1932,6	4380,1	kg	9794,9
Holvin betonointi	0,210	81,41	38,34	88,64	m3	208,39
Määräluettelo		<b>4krs</b>				
Suorite	menekki tth/yks	A			yks.	yht.
Paikallavaluseinät	4tv				muotti m2	
Kuorielementit	1,920	16			kpl	16,0
Pilariementit	2,300	1			kpl	1,0
Parvekelaattaelementit	1,650	6			kpl	6,0
Parvekepieliementit	2,050	11			kpl	11,0
hormielementit	1,500	7			kpl	7,0
Holvin muottityö	0,245	368,9			muotti m2	368,9
Holvin raudoitus	0,008	4549,22			kg	4549,2
Holvin betonointi	0,210	92,23			m3	92,2