

Jonne Jalo

RATU - TIEDOSTON SOVELTUVUUS PK-  
RAKENNUSLIIKKEEN AIKATAULUSUUNNITTELUUN

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
2013

## RATU – TIEDOSTON SOVELTUVUUS PK – RAKENNUSLIIKKEEN AIKATAULUSUUNNITTELUUN

Jalo, Jonne  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Maaliskuu 2013  
Ohjaaja: Laurikainen, Markku  
Sivumäärä: 64  
Liitteitä: 6

Asiasanat: Ratu, aikataulusuunnittelu, tuotannosuunnittelu, yleisaikataulu

---

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia RATU – tiedoston soveltuvuutta PK – rakennusliikkeen aikataulusuunnitteluun. Tutkimuskohteena oli RS – Rakennus Oy:n oman tuotannon 4 – kerroksinen kerrostalo. Työn tilaajana oli RATU – projekti ja lähtökohtana RATU – projektin kiinnostus RATU – tiedostojen soveltuvuudesta PK – rakennusliikkeisiin. Työ rajattiin aikataulusuunnitteluun. Opinnäytetyön tarkoituksena oli määrittää eroja RATU – tiedoston mukaisen aikataulusuunnittelun ja tutkittavan työmaan aikataulusuunnittelun ja toimintamallien välillä. Tavoitteena oli määrittää, miten RATU – tiedostoa tulisi kehittää ja mitä RATU – tiedostoon tarvittaisiin lisää, jotta soveltuvuus PK – rakennusliikkeiden aikataulusuunnitteluun olisi parempi.

Opinnäytetyössä laadittiin kohteen aikataulut käyttäen RATU – tiedostoja ja työmaan vastaavan mestarin laatimaa yleisaikataulua. Työmaan ajallista edistymistä seurattiin runkovaiheen alusta alkaen työmaakäynneillä ja seurannan perusteella kohteesta laadittiin toteutuma – aikataulu. Aikataulusuunnitelmia ja toteutumaa verrattiin keskenään keston, työryhmiin ja työsisältöihin keskittyen.

RATU – tiedosto soveltui pääosin hyvin aliurakoitsijoilla toteutettaviin urakkamuotoisiin työtehtäviin. Yrityksen omilla työntekijöillä toteutettavista työtehtävistä osaan RATU – tiedosto soveltui sellaisenaan, mutta erot RATU – tiedoston ja toteutuksessa käytettävien tahdistavien työryhmien ja tahdistavan työsisältöjen välillä osoittautuivat merkittäviksi syiksi aikataulujen kestoeroihin. Aikataulujen kestoeroavaisuuksiin vaikuttivat myös muottikiertoriippuvuudet ja kalustoriippuvuudet, joihin RATU – tiedostossa ei juurikaan oteta kantaa.

## APPLICABILITY OF RATU – DATABASE IN SCHEDULING OF SMALL AND MEDIUM – SIZED CONSTRUCTION FIRMS

Jalo, Jonne  
Satakunta University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
March 2013  
Supervisor: Laurikainen, Markku  
Number of pages: 64  
Appendices: 6

Keywords: Ratu, scheduling, production scheduling, general schedule

---

The purpose of this thesis was to examine the applicability of RATU – database in scheduling of small and medium – sized construction firms. The examined construction site was a four story block of flats, property developing of Rauman RS – Rakennus PLC. The purpose of this thesis was to define differences between RATU – database based scheduling and operations model and construction sites scheduling and operations model. The objective was to define how RATU – database could be developed to make it more suitable for scheduling in small and medium – sized construction firms.

In this thesis schedules were planned based on RATU – database and general schedule planned by the general foreman of the construction site. The progress of the construction site was monitored from the beginning of frame phase by visits to construction site. A realization schedule was made based on these construction site visits. The duration, workgroups and working contents in each schedule were compared with each other.

RATU – database was suitable in mainly in works done piecework by subcontractors. RATU – database was suitable for some works done by main contractor employees but the main reason for the differences in realization and RATU – database schedules were the differences in workgroups and working contents. The differences between the durations of schedules were also depended on form work planning and equipment usage on construction site in which RATU – database doesn't take a stand on.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	AIKATAULUSUUNNITTELU RAKENNUSHANKKEESSA .....	8
2.1	Aikataulusuunnittelun tarkoitus .....	8
2.2	Aikataulusuunnittelun nimikkeistö .....	8
2.3	Tehtävien tahdistus .....	9
2.4	Yleisaikataulu .....	10
2.4.1	Alustava yleisaikataulu .....	11
2.4.2	Sopimusyleisaikataulu.....	12
2.4.3	Työaikataulu.....	12
2.5	Rakentamisvaiheaikataulu .....	13
2.6	Viikkosuunnittelu.....	14
3	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	15
4	YLEISAIKATAULUN LAADINTA RATU- TIEDOSTON AVULLA .....	15
4.1	RATU- aineisto yleisesti.....	15
4.2	RATU- tiedoston käyttö yleisaikataulun laadinnassa.....	17
4.3	Laitilan rakennushankkeen yleisaikataulun laadinta RATU- tiedoston avulla...	18
5	YLEISAIKATAULUJEN LAADINTA JA VERTAILU .....	19
5.1	Perustusvaiheen aikataulusuunnittelu .....	19
5.1.1	Kaivu .....	20
5.1.2	Anturat.....	21
5.1.3	Sokkelit.....	22
5.1.4	Alapohja .....	23
5.2	Runkovaiheen aikataulusuunnittelu .....	24
5.2.1	Väestönsuoja .....	26
5.2.2	1. – 4. kerroksen betoniseinät ja holvit.....	26
5.2.3	Vesikatto.....	29
5.2.4	Ikkunoiden asennus .....	30
5.2.5	Julkisivun villoitus .....	30
5.3	Sisävalmistusvaihe.....	31
5.3.1	Kevyet väliseinät .....	33
5.3.2	Tasoitetyö, kattojen roiskerappaus ja maalaus .....	33
5.3.3	Laatoitus .....	34
5.3.4	Saunat .....	35
5.3.5	Kalusteasennus .....	36
5.3.6	Parkettiasennus.....	37
5.3.7	Sisäovet ja listoitus.....	38

5.3.8	Varusteet ja laitteet.....	39
5.3.9	Julkisivun muuraus sekä parvekekaiteet ja lasit.....	39
6	RAUMAN RS- RAKENNUS OY:N MALLIN MUKAINEN AIKATAULUSUUNNITTELU.....	40
6.1	Rauman RS – Rakennuksen mallin mukaiset aikataulut .....	40
6.2	Aikataulusuunnittelu oman tuotannon kerrostalokohteessa .....	41
7	KÄYTÄNNÖN TYÖTEHTÄVIEN TOTEUTUMINEN.....	43
7.1	Aikataulujen työtehtävien seuranta.....	43
7.2	Aikataulusuunnitelmien ja toteutuneiden työtehtävien vertailu .....	43
7.2.1	Perustusvaihe.....	44
7.2.2	Runkovaihe.....	47
7.2.3	Sisävalmistusvaihe .....	51
8	TUTKIMUSTULOSTEN VERTAILU.....	56
8.1	Tehtävien kestojen erot yleisaikataulujen suunnitteluvaiheessa.....	56
8.1.1	Yleisaikataulujen perustusvaiheiden erot.....	56
8.1.2	Yleisaikataulujen runkovaiheiden eroavaisuudet.....	57
8.1.3	Yleisaikataulujen sisävaiheiden eroavaisuudet .....	58
8.2	RATU:n soveltuvuus kohteen toteutumaan verraten.....	59
9	RATU:N KEHITTÄMINEN PK – YRITYSTEN AIKATAULUSUUNNITTELUUN .....	62
10	YHTEENVETO .....	63
	LÄHTEET .....	64
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Rakennustyömaan tuotannonohjauksen eri tehtäviin on olemassa monia eri toimintatapoja. Nämä toimintatavat voivat perustua kokemukseen, aikaisemmin kerättyyn tietoon, yrityksen laatimiin ohjeisiin tai yleisiin ohjetiedostoihin, kuten RATU - tiedostoihin. Yksi tärkeä tuotannonohjauksen tehtävä on aikataulusuunnittelu. Rakennushankkeen tulee valmistua ajallaan. Kuten kaikessa tuotannonohjauksessa, myös aikataulusuunnittelussa toimintatavat riippuvat täysin laatijasta. Osa laatijoista suunnittelee aikataulut täysin omien kokemusten mukaan, kun taas toiset määrittelevät aikataulut ohjetiedostojen avulla. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan PK- rakennusliikkeen tapaa suunnitella aikatauluja, työtehtävien käytännössä kuluvaa aikaa ja verrataan näitä RATU – tiedoston mallin mukaan tehtäviin aikatauluihin. Tutkimuksella selvitetään, miten RATU – tiedoston mukainen aikataulusuunnittelu soveltuu PK – rakennusyrietyksille ja miten aikataulut vastaavat käytännössä toteutuneeseen rakennusaikaan. Opinnäytetyön tilaajana on RATU - projekti ja opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Rauman RS- Rakennus Oy:n kanssa, jonka omaa tuotantoa tutkittava rakennushanke on. Opinnäytetyö rajattiin aikataulusuunnitteluun ja toimeksianto syntyi RATU – projektin kiinnostuksesta RATU – tiedoston soveltuvuudesta PK - rakennusliikkeiden käyttöön.

Rauman RS- Rakennus Oy on Satakunnassa Rauman seudulla vuodesta 1982 toiminnut perheyritys. Yrityksen toiminta alkoi toiminimellä Rakennustoimisto Risto Simula ja vuonna 1984 nimi muuttui Rakennustoimisto Risto Simula Ky:ksi. 1980- luvulla yritys toteutti enimmäkseen omakoti- ja rivitalourakointeja. 1990- luvulla yritys toteutti ensimmäisiä liike- ja teollisuusrakennuksia ja vuonna 1995 perustettiin Rauman RS- Rakennus Oy. 1990- luvun lopulla ja 2000- luvulla yrityksen toiminta on keskittynyt lähinnä liikerakennuksiin ja erilaisiin saneerauskohteisiin. Tänä päivänä yritys on aloittamassa uutta aluevaltausta. Yrityksen toiminta keskittyy tällä hetkellä omana tuotantona tehtäviin uudisrakennuksiin. Uudiskohteet ovat kerrostalo- ja rivitalohankkeita. Tällä hetkellä yrityksellä on käynnissä yksi omana tuotantona toteutettava 4- kerroksinen kerrostalohanke Laitilaan.

Opinnäytetyön aiheena oleva aikataulusuunnittelu luo yritykselle mahdollisuuden saada tutkimustuloksia, joita voi hyödyntää oman aikataulusuunnittelun parantamiseksi tai uudistamiseksi. Aikataulusuunnittelun ja aikataulujen paikkansapitävyyden tutkiminen on asia, jonka tutkimiseen yrityksen omat resurssit eivät välttämättä riitä. Omana tuotantona toteutettavien uudisrakennusten lisääntyminen yrityksen tuotannossa luokin oivan mahdollisuuden luoda uusia toimintamalleja rakennushankkeiden ohjaukseen, kuten aikataulusuunnitteluun. Tutkimusprosessin aikana tutkin aikataulusuunnittelua teoreettisesti, laadin aikatauluja RATU – tiedoston, kustannuslaskelman ja yrityksen mallin mukaan, seuraan työmaan tapahtumia työmaakäyntien avulla ja vertaan tuloksia keskenään sekä analysoin mahdollisia eroavaisuuksia.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, miten RATU- tiedostojen mukaista aikataulusuunnittelua voidaan hyödyntää PK- rakennusliikkeen yleisaikataulujen suunnittelussa ja viikkosuunnittelussa. Tavoitteena on selvittää, millä tavoin yleisaikataulun laadinta saadaan vastaamaan mahdollisimman hyvin käytännössä toteutuvaa työtä ja miten RATU- tiedostoja voisi hyödyntää kyseisissä tehtävissä. Lisäksi tavoitteena on luoda yrityksen käyttöön viikkosuunnittelun malli, joka mahdollisesti tutkimustuloksista riippuen pohjautuisi RATU- tiedostoon.

## 2 AIKATAULUSUUNNITTELU RAKENNUSHANKKEESSA

### 2.1 Aikataulusuunnittelun tarkoitus

Aikataulusuunnittelun tarkoituksena on luoda pohja muulle tuotannonsuunnittelulle. Aikataulusuunnittelun avulla pystytään suunnittelemaan tarkasti eri työtehtävien toteutus hankkeen aikana. Aikataulusuunnittelulla pystytään luomaan realistiset tavoitteet hankkeen aloitus- ja lopetusajankohdille, yksittäisten työtehtävien aloitus- ja lopetusajankohdille sekä resurssien käytölle. Vertaamalla aikataulujen ja toteutuneiden työkohteiden ajallista toteutumaa pystytään tuotannon ohjausta ja aikataulusuunnittelua kehittämään mahdollisimman hyvin toisiaan vastaavaksi. /2,s.62./

Aikataulusuunnittelun lähtötiedoiksi tarvitaan hankkeeseen tehdyt suunnitelmat, tiedot hankkeen toteutustavoista, käytettävät työryhmät, hankkeeseen jo toteutetut aikataulut, tiedot hankkeessa käytettävistä resursseista, mahdolliset osakohteet ja tiedot työmenekistä tai työsaavutuksista. Aikataulun suunnittelu vaatii kunnollisen perehtymisen kohteeseen ja siinä käytettäviin suoritustapoihin, kuten aliurakkoina toteutettavat työt. Rakennushankkeen aikataulusuunnittelussa tulee myös huomioida, että koko rakennusaika ei ole käytettävissä tuotantoon esimerkiksi lomien, konerikkojen, huonon sään tai muiden keskeytysten takia. /1,s.27./

### 2.2 Aikataulusuunnittelun nimikkeistö

Työsaavutus ja työmenekki kuvaavat työn suorittamisen ja työn tekemisestä syntyvien yksiköiden suhdetta. Työsaavutus ilmaisee kuinka paljon työntekijä tai työryhmä saa työtä suoritettua tietyssä aikana. Esimerkiksi väliseinien levytyksen työsaavutus voisi olla 80 m<sup>2</sup>/työvuoro. Työsaavutusta pystytään muokkaamaan muuttamalla työryhmää. Jos väliseinien levytys toteutettaisiin kahden hengen työryhmissä ja työryhmien määrä kaksinkertaistettaisiin, saataisiin työsaavutus kaksinkertaiseksi. Työmenekki ilmaisee työtehtävän yhden yksikön tekemiseen kuluva aika. Esimerkiksi lattialaatoituksen työmenekki voisi olla 0,25 työntekijätuntia/m<sup>2</sup>. /1,s.9/



Rakennusalan tuotannosuunnittelussa resursseilla tarkoitetaan työntekijöitä, koneita, laitteita ja rakennusmateriaaleja. Aikataulusuunnittelussa resurssit ja rakennushankkeen kesto ovat tiukasti riippuvaisia toisistaan. Saatavilla olevilla resursseilla ja niiden määrällä on suuri vaikutus rakennushankkeen keston, kun taas ennalta määritelly rakennushankkeen kesto määrittelee resurssien tarpeen. /3,s.4./

Aikataulusuunnittelussa tulee pohtia eri tehtävien vaikutusta rakennusvaiheiden keston. Työtehtävät, joiden kestolla on suuri merkitys rakennusvaiheen keston, ovat tahdistavia työtehtäviä. Tahdistavan työtehtävän kesto on usein pidempi, kuin muiden työtehtävien. Aikataulutehtävään voi tahdistavan tehtävän ohella kuulua muita tehtäviä, jotka ovat lyhytkestoisia ja voidaan toteuttaa tahdistavan tehtävän ohella. Esimerkiksi betoniseinien muottityö on betoniseinien tahdistava työtehtävä. Betoniseinien työtehtäviin kuuluu myös raudoitus- ja sähkötyöt, jotka tehdään eri työryhmällä samanaikaisesti muottityön kanssa. Lisäksi betoniseinät – tehtävään kuuluu myös betonointi. /1,s.22-23./

Rakennushankkeen aikataulusuunnittelussa osakohteilla tarkoitetaan työkohteita ja lohkoja. Lohkoilla tarkoitetaan rakennushankkeen fyysisiä osia, jotka tehdään valmiiksi yhtenä kokonaisuutena. Usean rakennuksen kohteissa lohkoina voidaan käyttää rakennuksia tai tavanomaisemmissa kohteissa lohkojen rajoina voidaan käyttää liikunta- tai työsaumoja. Pienemmissä kohteissa lohkoina voidaan käyttää esimerkiksi kerroksia tai asuntoja. Työkohteella tarkoitetaan lohkon osaa, jossa pystytään toteuttamaan samanaikaisesti vain yhtä tiettyä tehtävää , joka sitoo työkohteen kokonaan./2,s.72-73./

### 2.3 Tehtävien tahdistus

Hyvin tahdistetussa yleisaikataulussa tehtävien kestot ovat lähellä toisiaan, tehtävät jatkuvat katkeamatta työkohteesta toiseen ja työryhmät ovat jatkuvasti työllistettyjä. Usein tahdistuksessa nouseekin ongelmakohdaksi eri työtehtävien pituuden vaihtelu. Etenkin pienen rakennusalan omaavat monikerroksiset rakennukset ovat hankalia tahdistaa varakohteiden puuttumisen takia. Näissä tilanteissa syntyy työn keskeytyk-

siä, kun työntekijät eivät pääse siirtymään seuraavaan kohteeseen, koska edellinen työvaihe on vielä käynnissä ko. kohteessa. /2,s.84-85./

Tehtävien tahdistuksen yleisin tapa on lisätä hitaan tehtävän työryhmiä. Työryhmien kasvattaminen ei kuitenkaan ole mahdollista loputtomiin. Työryhmiä lisättäessä on syytä varmistaa, että kaikki työryhmät pystyvät työskentelemään työkohteessa häiriöttä, eli kohteessa ei ole samanaikaisesti käynnissä muita työtehtäviä. Lisäksi pitää varmistaa riittävän kaluston ja koneiden saanti. Tahdistukseen voidaan myös käyttää työryhmän koon muutosta tai työtehtävän sisällön muuttamista. Hidasta tehtävää saadaan nopeutettua lisäämällä työryhmään työntekijöitä. Työntekijöiden lisäys pitää suunnitella huolella, jotta työntekijöitä ei lisätä ainoastaan muun työryhmän eteen. Nopeaa työtehtävää sen sijaan saadaan hidastettua lisäämällä työtehtävään sisältöä. Työtehtäviä tahdistettaessa pitää myös varmistaa, että mahdollisilla aliurakoitsijoilla on resurssit muutosten toteuttamiseen. /1,s.24-25./

## 2.4 Yleisaikataulu

Yleisaikataulu kuvaa koko rakennushankkeen kulkua alusta loppuun. Yleisaikataulussa esitetään eri rakennusvaiheiden, kuten perustusten, maanrakennusvaiheen, runkovaiheen, sisävalmistusvaiheen ja vesikattotöiden kestot aikataulupohjalla. Yleisaikataulun pohjana toimii usein jana-aikataulu, jossa rakennusvaiheet ovat kuvattuna kalenteripohjalle sijoitettuina janoina. Janojen alkupisteet kuvaavat rakennusvaiheen aloitushetkeä, loppupisteet rakennusvaiheen lopetushetkeä ja janojen pituus kuvaa rakennusvaiheen kestoa. /1,s.27./

Yleisaikataulun laadinnan pohjatietoina toimivat tekniset suunnitelmat, määrälaskelmat, kustannuslaskelmat, käytettävissä olevat resurssit, kuten koneet, laitteet ja työvoima, sopimusasiakirjat, materiaalien hankinta- ja toimitusajankohdat sekä rakennuttajan laatima hankeaikataulu. Yleisaikataulu laaditaan aluksi rakennusteknisille töille ja talotekniikkaan liittyvät työt sovitetaan siihen. Yleisaikataulun tehtävät merkitään aikatauluun rakennusosina. Esimerkiksi väliseinien pystytys voidaan merkitä aikatauluun tehtävänä väliseinät. Kyseinen tehtävä kuitenkin pitää sisällään väli-

seinien rungon pystytyksen, eristeiden asennuksen, väliseiniin tehtävät LVI- ja sähköasennukset ja väliseiniä levytyksen. /1,s.27-28./

Yleisaikataulu on rakennuskohteen rakennuttajan ja päätoteuttajan näkökulmasta erittäin tärkeä tuotannonhallinnan väline. Päätoteuttajan laatima yleisaikataulu on työmaan tuotannon ohjauksen malli, joka määrittelee esimerkiksi tehtävien aloitusaikoja, lopetusaikoja, resursseja ja työryhmiä. Yleisaikataulu toimii myös pohjana tarkemman tason aikataulusuunnittelulle, kuten rakentamisvaiheaikataululle ja viikkosuunnitelmille. Yleisaikataulut esitetään yleisesti jana-aikatauluna tai paikka-aikakaaviona. /1,s.27-28./

Yleisaikataulut voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan riippuen sen laadinnan ajankohdasta, tarkkuustasosta ja käyttötarkoituksesta. Yleisaikataulut voidaan jakaa alustavaan yleisaikatauluun, sopimusyleisaikatauluun ja työaikatauluun. /2,s.43./

#### 2.4.1 Alustava yleisaikataulu

Alustavan yleisaikataulun laatii päätoteuttaja ennen urakkatarjousta. Alustava yleisaikataulu auttaa päätoteuttajaa havaitsemaan tarjouspyyntöasiakirjojen avulla tärkeitä tietoja urakkatarjoukseen liittyen. Alustava yleisaikataulu auttaa tarjouslaskijaa selvittämään rakennuttajan aikataulun ja välitavoitteiden kireyttä, edukkaimpia työmenetelmiä, materiaalitoimituksien kiireellisyyttä, vuodenaikoihin sidonnaisia työmaan käyttökustannuksia ja työmenetelmiä. Esimerkiksi talviajan aiheuttamat lisätyöt ja työsaavutusten hidastuminen on tärkeää saada selville ennen urakkatarjousta. /2,s.43./

Alustava yleisaikataulu laaditaan tarjouspyyntöasiakirjojen pohjalta. Lähtötietoina alustavalle yleisaikataululle ovat tarjouspyynnössä esitetyt tekniset asiakirjat, urakkaohjelma ja urakkarajaliite. Tarjouspyyntöasiakirjojen avulla valitaan aikatauluun 20- 40 tärkeintä työtehtävää, joille määritetään aloitus- ja lopetusajankohdat. Alustava yleisaikataulu esitetään jana-aikatauluna tai paikka-aikakaaviona ja se sisältää tehtävänimikkeet, määrät, yksiköt, resurssit ja työmenekit. Edellä mainittujen tietojen merkitseminen aikatauluun auttaa jatkossa aikataulun arviointia. /2,s.43-44./

### 2.4.2 Sopimusyleisaikataulu

Kun pääurakoitsija on saanut urakan, pitävät rakennuttaja ja pääurakoitsija sopimusneuvottelun. Sopimusneuvottelussa tarkennetaan pääurakoitsijan laatima alustava yleisaikataulu sopimusyleisaikatauluksi. Sopimuksen allekirjoittamisen jälkeen kaikki osapuolet sitoutuvat noudattamaan sopimusyleisaikataulua. /2,s.45./

Sopimusyleisaikataulussa tulee esittää kaikkien sopimusosapuolten kannalta tärkeät tavoitteet ja tapahtumat. Pääurakoitsijan kannalta tärkeitä asioita sopimusyleisaikataulussa ovat hankkeen aloitus- ja lopetusajankohdat, välitavoitteet ja materiaalien pitkän toimitusajan omaavien rakennusvaiheiden aloitusajankohdat. Rakennuttajan kannalta tärkeitä ajankohtia ovat rakennuttajan toteuttamien hankintojen ajankohdat. Sopimusyleisaikataulu toimii rakennuttajan valvonnan työkaluna. /2,s.45./

### 2.4.3 Työaikataulu

Työaikataulu on päätoteuttajan laatima aikataulu, joka ohjaa työmaan toimintaa hankkeen alusta loppuun. Työaikataulua kutsutaan yleisesti työmailla yleisaikatauluksi. Pääurakoitsija tarkoittaa sopimusyleisaikataulun työaikatauluksi. Työaikataulussa tehtävät suunnitellaan tarkemmin ja tehtäviin sidotaan usein myös paikka ja tehtävien väliset pelivarat merkitään näkyviin. Työaikataulusta tulee käydä ilmi jokaisen tehtävän kesto ja resurssit sekä työmaan keskeiset tapahtumat, kuten työmaan lämmityksen käynnistys. Työaikataulun tehtävät lasketaan työvuoroajoilla ja tehtävän loppuun jätetään riittävästi pelivaraa seuraavaan kohteessa tapahtuvaan työtehtävään. /2,s.45./

Työaikataulun laadinnan lähtötietoina toimivat alustava yleisaikataulu ja sopimusai-  
kataulu, valmistumispäivämäärät, piirustukset, työselosteet, määrälaskelmat ja kustannuslaskelma, olosuhde- ja resurssitiedot sekä työmenekit Ratun tai yrityksen oman järjestelmän mukaan. Työaikataulussa alustavan ja sopimusyleisaikataulun tehtävät pilkotaan pienempiin kokonaisuuksiin vastaamaan tuotannon kannalta tärkeitä työvaiheita. Esimerkiksi edellisissä yleisaikatauluissa runkotöiksi merkitty aikataulu-  
tehtävä voidaan työaikataulussa jakaa elementtiasennuksiin ja paikalla valettaviin

seiniin ja laattoihin. Työaikataulun laatijasta riippuen voidaan edellä mainitut tehtävät jakaa vielä esimerkiksi muotti-, raudoitus- ja betonointitöiksi tai elementtien asennus jakaa asennustyöhön ja saumavaluihin. Työaikataulussa tulee myös ottaa kantaa muihin kuin tehtävien välisiin riippuvuuksiin. Tällaisia riippuvuuksia ovat esimerkiksi betonin kuivumisen vaikutus tasoitetöihin tai rakennuksen lämmityksen kytkemisen edellyttäminen ennen väliseinämuurausta talviaikana. /2,s.46-47./

## 2.5 Rakentamisvaihe aikataulu

Rakentamisvaihe aikataulu on yleisaikataulua tarkemman tason aikataulu. Usein rakentamisvaihe aikataulu sisältää myös LVIS – työt rakennusteknisten töiden kanssa yhteen sovitettuna. Rakentamisvaihe aikataulut laaditaan 2 – 6 kuukauden ajanjaksoille tai eri rakentamisvaiheille. Tyypillisiä rakentamisvaihe aikataulutyypppejä ovat maanrakennus- ja perustusvaihe, runko- ja vesikattovaihe, sisävalmistusvaihe ja viimeistely- ja luovutusvaiheen aikataulut. Rakentamisvaihe aikataulun avulla varmistetaan vapaat työkohteet eri työvaiheille ja aliurakoitsijoille. Rakentamisvaihe aikatauluun otetaan mukaan enemmän tehtäviä, kuin yleisaikataulussa. Yleisaikataulun tehtävänimikkeitä tarkennetaan rakentamisvaihe aikatauluun ja tehtävien paikkajako suunnitellaan tarkemmin. /2,s.55-56./

Rakentamisvaihe aikataulun laatimisen lähtötietoina käytetään yleisaikatauluja, työmenekkitietoja, työmenetelmävalintoja ja teknisiä asiakirjoja. Rakentamisvaihe aikataulu laaditaan yhteistyössä sivu- ja aliurakoitsijoiden kanssa. Kaikkien urakoitsijoiden tulee sitoutua rakentamisvaihe aikataulussa esitettyihin valmistumisajankohtiin. Rakentamisvaihe aikataulussa tulee esittää tehtävät, joiden valmistumisella on riippuvuuksia seuraaviin työvaiheisiin. /2,s.56/

Teknisten riippuvuuksien vaikutus eri työtehtäviin on myös varmistettava, vaikka kaikkia teknisiä riippuvuuksia ei aikatauluun kuitenkaan merkitä. Esimerkiksi lämpöpäällä – tehtävä voidaan merkitä aikatauluun, jolloin putkiurakoitsija sitoutuu asentamaan lämpöputket ja patterit tiettyyn päivään mennessä. Rakentamisvaihe aikataulun tarkemman tason suunnittelun avulla pystytään suunnittelemaan työtehtävien liittymykset ja varaamaan eri urakoitsijoille riittävästi pelivaraa. Lisäksi työmaan resursitarve pystytään suunnittelemaan etukäteen.

## 2.6 Viikkosuunnittelu

Viikkosuunnittelulla ohjataan työmaata ottaen myös työryhmät mukaan suunnitelmiin laatimiseen. Viikkosuunnitelmat toimivat ohjenuorina työryhmille. Viikkosuunnitelmien avulla työryhmät saavat tiedot työntekopaikoista, tavoitteista ja odotetusta työmenekistä. Viikkoaikataulun pohjana toimivat yleisaikataulu ja rakentamisvaihe- aikataulu tavoitteineen. Viikkoaikataulussa esitetään myös ali- ja sivu-urakoitsijoiden tavoitteet ja viikkoaikataululla ohjataan myös ali- ja sivu-urakoitsijoiden työvaiheita. Eräs viikkosuunnittelun tapa on hankkia työryhmien etumiehiltä sekä sivu- ja aliurakoitsijoilta omat viikkosuunnitelmansa, jonka jälkeen työmaan yleisjohto sitoo saamansa viikkosuunnitelmat yhteiseksi viikkoaikatauluksi. /1,s.31./

Viikkoaikatauluilla varmistetaan lyhyen aikavälin tavoitteiden toteutuminen, resursien riittävyys ja menekkitietojen oikeellisuus. Edellisten viikkoaikataulujen seurannalla saadaan kartoitettua suunniteltua hitaammin etenevät työvaiheet ja ongelma- kohtiin pystytään puuttumaan ajoissa esimerkiksi lisäämällä työtehtävän resursseja tai muuttamalla sen sisältöä. Lisäksi vapaiden työkohteiden suunnittelu helpottuu, kun yhdellä aikataululla on näkyvissä kaikki työmaalla samanaikaisesti tapahtuvat työtehtävät. Viikkoaikatauluista käy ilmi myös työryhmien omat tavoitteet. Esimerkiksi viikkoaikatauluun merkitty holvin valu kertoo raudoittajien tavoitteen, joka on holvin raudoituksen valmistuminen viimeistään valua edeltävänä päivänä. Viikkoai- kataulut suunnitellaan 1-3 viikoksi eteenpäin, joten työryhmien tavoitteet ja mahdol- liset myöhästymiset tulevat esille ajoissa. /1,s.31-33./

Viikkoaikataulun laadinnassa lähdetään liikkeelle työaikataulun ja rakentamisvaihe- aikataulun määrittämistä tavoitteista. Viikkoaikataulu suunnitellaan siten, että edellä mainitut tavoitteet pystytään toteuttamaan. Viikkoaikataulussa esitetyn tehtävän to- teutumisen kannalta on tärkeää, että käytettävissä on tarvittava kalusto ja materiaalit, resurssit työn tekemiseen, vapaa työkohte, suunnitelmat ja riittävä aika. Jos jokin näistä edellytyksistä puuttuu, on todennäköistä, että työtehtävä ei valmistu ajallaan. /2,s.59./

Työtehtävän esiintyessä viikkoaikataulussa ensimmäisen kerran käytetään usein työmenekkitietona edellisistä hankkeista hankittua työmenekkiä tai muita tuotanto-

tiedostoja, kuten RATU – tiedostoa. Työtehtävien menekeissä kannattaa kuitenkin käyttää samasta työkohteesta saatua työmenekkiä eli edellisten viikkoaikataulujen seurannasta saatuja työmenekkejä. Mikäli työkohde tai muu olosuhde muuttuu, on syytä pohtia työkohteen vaihtumisen merkitystä työryhmän työsaavutukseen. Viikkoaikataulu laaditaan usein jana-aikataulupohjalle, jossa esitetään tehtävän nimike, työryhmän vahvuus, työsaavutustavoite, työkohde ja tehtävän kesto. /2,s.59-60./

### 3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia RATU – tiedoston mukaisen aikataulusuunnittelun soveltuvuutta PK – rakennusliikkeen aikataulusuunnitteluun. Tutkimus tehdään vertaamalla Rauman RS – Rakennus Oy:n oman tuotannon kerrostalokohteen suunniteltuja aikatauluja ja toteutuneita töiden kestoja RATU – tiedoston vastaaviin. Tutkimuksessa vertaillaan RATU – tiedoston ja yrityksen toiminnan mukaisia aikataulusuunnitelmia ja aikataulujen suunnittelumenetelmiä keskenään. Lisäksi vertailun kohteena ovat käytettävät työryhmät, työmenetelmät ja työsisällön tahdistavuus.

Tutkimuksen tavoitteena on tutkia, miten RATU – tiedostoa voitaisiin kehittää, jotta se soveltuisi paremmin PK – rakennusliikkeiden aikataulusuunnitteluun. Tavoitteena on selvittää RATU – tiedoston ja Rauman RS – Rakennus Oy:n toimintamallien eroavaisuuksia ja niiden perusteella kehitysideoita RATU – tiedoston käyttöön pk – rakennusliikkeissä.

### 4 YLEISAIKATAULUN LAADINTA RATU- TIEDOSTON AVULLA

#### 4.1 RATU- aineisto yleisesti

RATU – tiedostot eli RATU Net on Internet-sivusto, johon on koottu tietoja rakennustyömaan tuotannosuunnitteluun. RATU Net tarjoaa ohjekortteja, käsikirjoja, apuvälineitä sekä tietoja työmaan koneista, laitteista, tarvikkeista ja palveluista.

RATU Net sisältää RATU – kortiston, johon on koottu ohjekortteja ja käsikirjoja työmaan työmenetelmistä, menekeistä, kalustosta, tuotannosuunnittelusta ja työturvallisuudesta.

RATU – kortisto on jaoteltu Talo – Ratuun, Korjaus – Ratuun, Kone – Ratuun, työnsuunnitteluun, tehtäväsuunnitteluun ja käsikirjoihin. Lisäksi omina asiakokonaisuuksinaan löytyvät työturvallisuutta koskevat kortit ja hanketehtävien mukainen jaottelu. Talo – Ratuun on koottu kortteja uudisrakentamiseen liittyvien töiden menetelmäohjeista ja työmenekeistä. Kortit on jaoteltu työlajeittain ja hankeosittain. Korjaus - Ratu on Talo – Ratun kaltainen korjausrakentamiseen keskittynyt kortiston osio. Korjausrakentamisen työmenetelmät ja -menekit on jaoteltu korjausrakentamisen työlajien ja hankeosien mukaan. Kone – Ratusta löytyy tietoa rakennustyömaan kalustosta. Kone – Ratun kortit sisältävät ohjeita kaluston käyttöön, kalustoon liittyviä suunnitteluohjeita ja kaluston teknistä tietoa. Työnsuunnittelun osio sisältää työmaan tuotannonohjaukseen tarkoitettua tietoa muun muassa tuottavuudesta, hukista, sopimuksista, työturvallisuudesta ja pätevyyksistä. Tehtäväsuunnittelu-osiossa on ohjeita alurakan ja työkaupan hallintaan tehtäväsuunnittelun avulla. Lisäksi osiosta löytyy tehtäväsuunnittelun pohjia ja esimerkkejä sekä tietoa Klara Net-ohjelmasta. Käsikirjat ovat koosteita työmaan tuotannonohjaukseen. Käsikirjojen aiheina ovat aikataulusuunnittelu, menekit, rakennustöiden laatu, työturvallisuus ja perehdyttäminen.

Rakennusalan työturvallisuus-osio on laajin hakupalvelu, joka esittelee työturvallisuuteen liittyviä asioita. Osioista löytyy muun muassa ajantasaisia tiedotteita ja määräyksiä työturvallisuuteen liittyen. Lisäksi osiosta löytyy ohjeita työturvallisuussuunnitteluun eri työlajeihin liittyen, toimintaohjeita työtapaturmatilanteessa ja ohjeita erikoistöiden, kuten asbesti- ja tulitöiden työturvallisuuteen liittyen.

Hanketehtävät – osiossa on koottu RATU – tiedostoja tiettyyn asiakokonaisuuteen liittyen. Hanketehtävät – osio auttaa tiettyyn aihepiiriin liittyvien tiedostojen löytämisessä. Hanketehtävissä kuvattuja aihepiirejä ovat esimerkiksi työmaan perustaminen, työturvallisuus, laadunvarmistus ja ympäristö. Tämä osio opastaa myös omien tiedostojen kokoamiseen RATU – tiedostoista.

RT Tarviketieto Net on tietokanta, josta voi helposti hakea rakennustyöhön tarkoitettuja tuotteita ja palveluja. Tuotteet ja palvelut on koottu selkeästi rakennusosittain ja



rakennustarvikkeiden toimittajat löytyvät tietokannan kautta. RT Tarviketieto Net tietokannassa on mukana 2600 yritystä ja tietokannasta löytyy myös RT tuotekortit. RATU Net-tietokannasta löytyy myös menekkitiedostoja ja viitetiedostoja aikataulusuunnitteluun, työkaluja menekkien ja kustannusten laskentaan ja valmiita piirrosmerkkejä aluesuunnitteluun.

#### 4.2 RATU- tiedoston käyttö yleisaikataulun laadinnassa

RATU – tiedostosta löytyy ohjeita ja menekkejä aikataulusuunnittelun eri vaiheisiin. Yleisaikataulun, rakennusvaiheaikataulun, viikkosuunnittelun ja tehtäväsuunnittelun toteuttaminen on ohjeistettu eri käsikirjoissa ja ohjekorteissa. Yleisaikataulun rakennusvaiheaikataulun ja viikkosuunnittelun työmenekit on ilmoitettu käsikirjoissa ja eri tehtävien tehtäväsuunnittelusta on tehty esimerkkikortteja, ohjekortteja pohjia tehtäväsuunnitteluun. Myös käsikirjojen avulla voidaan selvittää tehtäväsuunnittelun työmenekkejä.

RATU – käsikirjoista aikataulusuunnittelua käsittelevät Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, Aikataulukirja 2008 ja Rakennustöiden menekit 2010. Käsikirjoja päivitetään aika ajoin, joten on syytä käyttää ajantasaisinta käsikirjaa. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus on tarkoitettu aikataulujen suunnittelijoille teoreettiseksi pohjaksi RATU – mallin mukaisesta aikataulusuunnittelusta. Kirja soveltuu myös opetuskäyttöön niin kouluissa, kuin yrityksissä. Kirja sisältää myös laskentaesimerkkejä. Aikataulukirja 2008 on ajallisen suunnittelun ohjekirja ja työkalu. Kirjasta löytyy tietoa eritasoisesta aikataulusuunnittelusta ja tarvittavat lähtötiedot aikataulun laatimiseen. Kirja sisältää työsaavutukset ja työmenekit, tehtävien väliset riippuvuudet, tahdistavat työryhmät, kokonaistyöryhmät, tiedot tehtävän eri työvaiheista ja työtehtävän aloitusolosuhteet jaoteltuna eritasoisten aikataulusuunnitelmien mukaan. Aikataulukirja 2008 on ajallisen suunnittelun tietopankki, jonka avulla pystyy suunnittelemaan rakennushankkeen aikataulut. Rakennustöiden menekit 2010 sisältää edellä mainittuja kirjoja tarkemmat tiedot rakennustöiden menekeistä. Kirjassa on kuvattu hyvin työaikojen lajit ja niiden käyttö eritasoisissa aikatauluissa. Rakennustöiden menekit 2010 soveltuu erittäin hyvin viikko- ja tehtäväsuunnittelun lisäksi yleisaikataulun ja rakentamisvaiheaikataulun tehtävien tarkennuksiin. Tilanteissa, jossa Aikataulukirja 2008:ssa ilmoitettu tahdistava työnosa tai työmenetelmä

ei kuvaa tuotannossa käytettävää menetelmää, voidaan tehtävää täsmentää Rakennustöiden menekit 2010 kirjan avulla.

RATU – tiedostossa on tarjolla käsikirjojen lisäksi ohjekortteja ajalliseen suunnitteluun. Ohjekortteja löytyy muun muassa talvitöiden vaikutuksesta aikatauluun, työryhmistä ja ammattityön osuuksista ja tehtäväsuunnittelusta. RATU – korteissa on kuvattu työmenetelmät ja menekit käsikirjoja tarkemmalla tasolla. Lisäksi ohjekorteissa on tiedot laatuvaatimuksista, työtehtävän liittymisestä muihin töihin ja luettelo työmenekkiin vaikuttavista muuttujista ja niiden vaikutusasteesta.

Opinnäytetyön yleisaikatauluosiota laatiessani käytän aikataulusuunnitteluun enimmäkseen Aikataulukirja 2008 ja Rakennustöiden menekit 2010 kirjoja. Lisäksi käytän olosuhteista riippuvaisiin asioihin ohjekortteja ja Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus-kirjaa. Viikkosuunnitelmien laatimiseen käytän edellä mainittujen teosten lisäksi mahdollisesti ohjekortteja käsiteltävien työtehtävien menekeistä ja menetelmistä. Välttämättä kaikki käyttämäni menetelmät eivät ole täysin RATU – ohjeiden mukaisia, joten selostan eroavaisuudet erikseen.

#### 4.3 Laitilan rakennushankkeen yleisaikataulun laadinta RATU- tiedoston avulla

Aikataulukirja 2008 sisältää työlajipohjaisen luettelon rakennushankkeen tahdistavista työmenekeistä, työsaavutuksista ja työryhmistä. Laadin yleisaikataulun As Oy Laitilan Antinkartanon työmaalle käyttäen pohjatietoina Jussi Jokelan laatimaa hankkeen yleisaikataulua, Aikataulukirja 2008 mukaisia tietoja ja osittain Rakennustöiden menekit 2010-kirjan tarkempia työmenekkejä. Käytin suunnilleen samoja tehtävänimikkeitä, kuin Jokela laatimassaan aikataulussa. Tällä tavoin aikataulujen keskinäinen vertailu helpottuu. Lisäsin kuitenkin aikatauluun tehtäviä, jotka mielestäni kuuluisi suunnitella työtä ohjaavaan yleisaikatauluun. Tätä aikataulua suunnitellessani käytin Aikataulukirja 2008 mukaisia tehtävien välisiä riippuvuuksia. Sisävalmistusvaiheessa periaatteena oli, että kahta rakennusteknistä tahdistavaa työtehtävää ei voi suorittaa samassa kerroksessa. LVIS- töitä en suunnitellut aikatauluun, vaan ne toteutetaan rakennusteknisten töiden ohella. Raportissa mainitsen kuitenkin työtehtävät, joissa on syytä ottaa myös LVIS- työt huomioon. Vertailtaessa Rauman RS- Rakennus Oy:n mallin mukaista, Jussi Jokelan laatimaa yleisaikataulua ja laatimaani

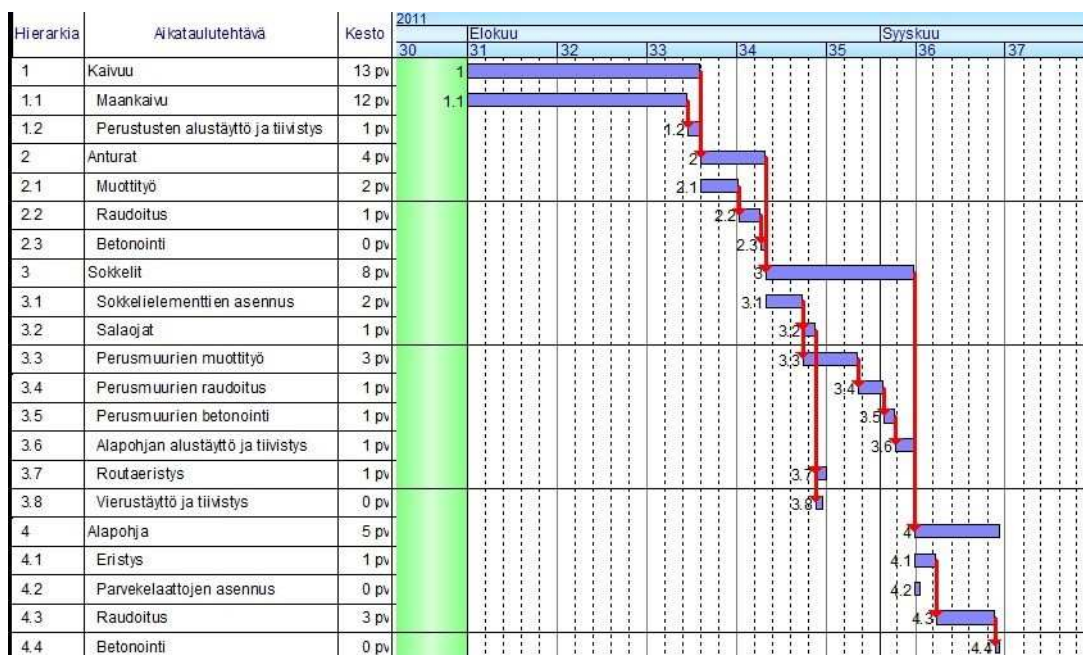
Aikataulukirja 2008:n mukaista aikataulua, löytyy eroja niin riippuvuuksissa kuin tehtävien kestoissakin. Suurin ero kuitenkin on projektin läpimenoaika, joka RATU-aikatauluun lisäämistäni tehtävistä huolimatta on lähes kaksi kuukautta lyhyempi, kuin Jussi Jokelan laatimassa aikataulussa.

## 5 YLEISAIKATAULUJEN LAADINTA JA VERTAILU

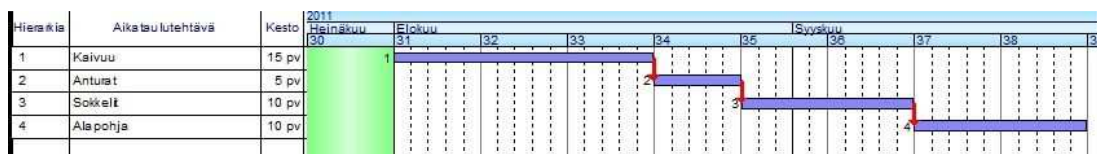
### 5.1 Perustusvaiheen aikataulusuunnittelu

Työmaan perustusvaiheen työt ovat olosuhteiden perusteella helpot. Maaperä tontilla on karkeaa hiekkaa. Näin ollen perustusvaiheessa ei tarvittu louhintaa eikä paalutusta. Kustannussyistä rakennukseen ei myöskään tehty kellarikerrosta, vaan väestönsuoja, lämmönjakohuone, sähköpääkeskus ja yhteisvarastot sijoitettiin 1. kerrokseen. Rakennuksen perustuksina toimivat kantavien seinien alle sijoitetut palkkianturat. Sokkelit toteutetaan ulkokuorielementteinä, joihin on kiinnitetty sisäpuolinen lämmöneriste. Sokkelin sisäkuori ja väliseinien alle tulevat kantavat sokkelit valetaan työmaalla. Kaivutöihin sisältyy maankaivu rakennuksen oikeaan perustamiskorkeuteen, alapohjan ja perustusten alustäytöt ja tiivistykset sekä sokkelien vierustäytöt. Aikataulun laadinnassa sijoitin sokkelien vierustäytön ja alapohjan alustäytön ja tiivistyksen sokkelit – tehtävän alatehtäviksi, jolloin tehtävät sijoittuvat oikeaan toteuttamisaikaan. Anturoiden muottityöt tehdään lautamuottina. Alapohja toteutetaan maanvaraisena laattana.

## RATU – mallin mukaisen yleisaikataulun perustusvaihe



## RS – Rakennuksen mallin mukaisen yleisaikataulun perustusvaihe



### 5.1.1 Kaivu

Perustusvaiheen kaivu – tehtävä kuvaa kaivutöitä, jotka täytyy suorittaa ennen anturiden muottityön aloittamista. Tehtävä ei siis sisällä kaikkia perustusvaiheen kaivutöitä. Kaivu – tehtävän alatehtävät ovat maankaivu sekä perustusten alustäyttö ja tiivistys. Työryhmänä näissä tehtävissä käytin kahden ammattimiehen ryhmää, joista toinen toimii kaivinkoneen kuljettajana ja toinen kuorma-auton kuljettajana. Perustusten alustäyttöön siirryttäessä kuorma-auton kuljettaja pystyy toimimaan myös tiivistystehtävissä. Molemmista tehtävissä tahdistavana työnä toimii kaivinkoneen tekemä työ. Tehtävän työryhminä ja työmenekkeinä käytin Aikataulukirja 2008 työläjipohjaisen yleisaikataulun tahdistavia työryhmiä ja työmenekkejä. Tehtävä on riippuvainen käytettävistä resursseista, jolloin seuraava alatehtävä voidaan aloittaa edellisen alatehtävän päätyttyä.

Kun vertaillaan keskenään laatimaani RATU- mallin mukaista yleisaikataulua ja Jokelan laatimaa yrityksen mallin mukaista aikataulua, on tehtävien kestolla eroa kaksi päivää. Jokelan laatimassa aikataulussa kaivutyöt kestävät kolme viikkoa eli viisi-toista päivää, kun taas RATU:n mukaisessa aikataulussa tehtävän kesto on kolme-toista päivää. Tosin yrityksen käyttämä Excel – pohjainen aikataulusuunnittelutyökalu ilmoittaa tehtävien kestot täysinä viikkoina, kun taas käyttämäni Planet +6.2 ilmoittaa tehtävien keston päivinä. Näitä aikatauluja verratessa erot tehtävän kestossa ovat kuitenkin melko pienet.

### 5.1.2 Anturat

Anturat – tehtävään sisällytin anturoiden muottityön, raudoituksen ja betonoinnin. Anturat – tehtävä on riippuvainen resursseista ja kaivutöiden valmistumisesta. Tehtävässä käytetään yrityksen omaa työvoimaa tuntityönä, jolloin työntekijät voivat suorittaa kaikki alatehtävät. Näin ollen seuraava alatehtävä päästään aloittamaan aina edellisen päätyttyä. Anturoiden työryhmät ja työmenekit ovat Aikataulukirja 2008:n mukaisia lukuun ottamatta anturoiden muottityön työryhmää, jonka kaksinkertaistin koko tehtävän resurssien tasaamiseksi.

RATU:n mukaista yleisaikataulua laatiessani käytin työmenekkeinä enimmäkseen Aikataulukirja 2008:n työlajipohjaisia tahdistavia työmenekkejä. Anturoiden muottityö tehdään siivumuoteista, jotka kuitenkin valmistetaan työmaalla. Anturoiden muottityön työmenekkinä käytin Aikataulukirja 2008:n mukaista tahdistavaa työmenekkiä ja kaksinkertaistin tahdistavan työryhmän vastaamaan todellisuudessa käytettäviä resursseja. Anturoiden pääteräkset tehdään työmaalla pitkästä tavarasta. Anturoiden pääteräksinä on joka nurkassa läpimenevä 16 mm harjateräs. Lisäksi anturoiden raudoitukseen kuuluu 10 mm harjateräksestä väännetyt U – lenkit 125 mm:n jaolla. U – teräkset toimitetaan työmaalle valmiina väännettyinä. Anturoiden raudoitustiheydeksi saadaan 11,81 kg/jm. Keskirauta on lähempänä 12 kuin 16 mm, joten työmenekkinä käytin Rakennustöiden Menekit 2010 – kirjan työsaavutusta 12 mm keskiraudalla. Työsaavutuksessa on otettu huomioon terästen katkaisu ja asennus sekä TL3 – kertoimena 1,2. Anturoiden betonointi suoritetaan kolmen ammattimiehen työryhmällä. Betonointiin kuuluu betonointi pumpulla, tiivistys sauvatäryttimellä, betonipinnan tasaaminen ja ylöspäin tulevien tartuntarautojen asentaminen.

Kun verrataan laatimaani RATU:n mukaista yleisaikataulua ja yrityksen mallin mukaista aikataulua, on anturoiden valmistuminen RATU:n mukaisessa aikataulussa kaksi päivää edellä. Alatehtävien kestoja tutkiessani esiin nousi raudoituksen kesto, joka on alle 1 päivä. Mielestäni tämä aika on aivan liian tiukka paikalla tehtävälle raudoitukselle. Tähän työsaavutukseen päästäisiin, jos raudoitteet toimitettaisiin työmaalle hakeina, joissa U – lenkit olisivat valmiina kiinnitettynä pääteräksiin. Omien kokemusteni mukaan suurin osa ajasta kuluu U – lenkkien kiinnitykseen anturan raudoitustyössä. Mielestäni raudoitustöiden kestoja suunniteltaessa pitäisi kiinnittää enemmän huomiota raudoitteiden tyyppiin kuin kokonaismäärään.

### 5.1.3 Sokkelit

Sokkelit – tehtävään sisällytin tehtävät, joilla mielestäni on riippuvuus sokkeleiden valmistumisen kannalta. Alapohjan alustäyttö ja tiivistys kuuluu varsinaisesti alapohja – tehtävän alle, mutta sijoitin sen sokkeleihin resurssiriippuvuuden takia. Sokkelielementtien asennuksen ja salaojien asennuksen tekee yksi kahden miehen työryhmä. Samanaikaisesti pystytään toteuttamaan alapohjan alustäyttöä ja tiivistystä sekä sokkelien routaeristystä kahden miehen voimin. Alatehtäviä olisi voinut limittää enemmän, kuin tein laatimassani yleisaikataulussa. Pienen pelivaran ja ajallisen säästön takia käytin kuitenkin tehtävien loppu – alkuriippuvuuksia. Sokkelit – tehtävän työryhmät ja työmenekit ovat Aikataulukirja 2008:n mukaiset. Routaeristyksessä käytin piha-alueen routaeristuksen menekkiä, koska eristeitä ei kiinnitetä sokkelielementtien pintaan vaan ladotaan sokkelielementtien viereen.

Kun verrataan yrityksen mallin mukaista yleisaikataulua RATU – mallin mukaiseen aikatauluun, on sokkelit – tehtävän kesto kaksi päivää pidempi yrityksen mallin mukaisessa yleisaikataulussa. Omien kokemusteni mukaan RATU – aikataulun mukaiset täyttö- ja tiivistystehtävien kestot ovat liian lyhyitä. Etenkin, jos käytetään tiivistykseen tärylevyä. Lisäksi RATU – yleisaikataulussa raudoituksen kesto on vain 1 päivä. Sokkelien raudoituksessa raudoitustiheys on melko pieni, joten raudoituksen paino on vain 2500 kg. Raudoitetyyppi on kuitenkin palkkirauδοite, jossa on 4 pääterästä ja hakaset n. 200 mm:n välein. Raudoitetyyppi on työläs ja omien kokemuksieni mukaan 2 miehen työryhmä ei saa päivässä tehtyä 200 metriä palkkirauδοitetta.

#### 5.1.4 Alapohja

Alapohja – tehtävään kuuluu alapohjan eristyslevyjen ladonta, alapohjaan kiinnittyvien parvekelaattojen asennus, alapohjan raudoitus ja alapohjan betonointi. Tehtävistä alapohjan eristys ja parvekelaattojen asennus voidaan aloittaa samanaikaisesti. Tehtävät eivät ole riippuvaisia työryhmistä, sillä työt toteutetaan omana tuntityönä ja projektin alussa on aina työmaan aloittavia töitä, kuten konttien pohjien tekemistä, konttien asennusta, työmaan vesi- ja sähköliittymien perustamista, työmaan aitausta, jne. Alapohjan raudoitus toteutetaan omana työnä sen yksinkertaisuuden takia. Raudoituksena alapohjassa on 10 mm harjateräsverkko 150 mm:n silmäkoolla keskeisesti asennettuna. Tämän takia suunnittelin raudoitustöiden aloittamisen vasta eristystöiden jälkeen, enkä lähtenyt limittämään tehtäviä. Lisäksi näin varmistetaan putkimiehelle riittävästi aikaa viemärien asentamiseen.

RATU – mallin mukaista aikataulua laatiessani käytin Aikataulukirja 2008:n mukaisia yleisaikataulun laadintaan tarkoitettuja työmenekkejä ja työryhmiä. Tehtävät kuitenkin eroavat hieman todellisuudessa käytettyihin työmenetelmiin. Alapohjan eristystöissä käytin piha – alueen routaeristyksen työmenekkiä ja kaksinkertaistin työryhmän vastaamaan usein käytännössä käytettyä työryhmää. Alapohjan eristys tosin on hieman vaativampi, kuin piha – alueen eristystyöt, sillä alapohjan eristeiden pitää olla oikeaan korkoon asennettuna. Näin ollen pohjien tasaaminen tasolaseria apuna käyttäen onkin vakiintunut menetelmä eristeiden asennuksen yhteydessä. Raudoitustöissä käytetty työmenekki on Aikataulukirja 2008:n mukainen työmenekki laatan raudoitukselle, jossa verkko on 6 mm:n terästä 150 mm:n jaolla. Työmenekki on tosin muutettu muotoon tth/kg kirjan ilmoittaman tth/1000 kg sijaan, jotta aikataulusuunnitteluohjelman laskenta menee oikein.

Tehtävälle laskemani kolmen päivän kesto vastaa todellisuutta mielestäni hyvin, mutta tässäkin raudoitustapauksessa kiinnittäisin enemmän huomiota raudoituksen tyyppiin, kuin kokonaismäärään. Työmenekille ilmoitettu teräksen halkaisija on pienempi, kuin kokemusteni mukaan alapohjassa käytettävät teräkset, jotka usein ovat halkaisijaltaan 10 tai 12 mm:n harjaterästä.

Verrattaessa RATU – mallin mukaista aikataulua (Liite 1) ja RS – Rakennuksen mallin mukaista aikataulua (Liite 2) keskenään on alapohja – tehtävään varattu aika kak-

si kertaa pidempi yrityksen mallin mukaisessa aikataulussa. Työn kestoissa suurin ero on alapohjan eristyksen kesto, joka RATU – mallin mukaisessa aikataulussa on 1 päivä. Mielestäni tämä kesto on liian lyhyt tehtävään, joka usein toteutetaan omana tuntityönä, kuten tässäkin tapauksessa. Lisäksi tehtävien suunnitelluissa alatehtävissä voi olla eroavaisuuksia, koska suunnittelin RATU – mallin mukaiseen aikatauluun alapohjan täytön ja tiivistyksen sokkelit – tehtävän alatehtäväksi.

## 5.2 Runkovaiheen aikataulusuunnittelu

Kohteen runkovaiheen tehtävät nimesin Rauman RS – Rakennus Oy:n mallin mukaisesti, suunnitellessani RATU – mallin mukaista aikataulua. Ainoana erona tehtävissä oli elementtiasennuksen laatiminen aikatauluun omana tehtävänä RATU – mallin mukaiseen aikatauluun. Runkovaiheen betonirakenteet on jaettu tehtäviin eritellen kerroksittain seiniin ja holveihin. Lisäksi omiksi tehtävikseen on suunniteltu väestönsuoja ja vesikatto. Runkovaihe toteutetaan omana työnä tavoiteurakkana, koska työryhmällä ei ollut merkittävää määrää työkokemusta suurmuotti- ja elementtiasennustöistä. Ainoat aliurakkana toteutetut työvaiheet ovat väestönsuojan ja holvien raudoistustyöt.

Yrityksen tavan mukaan runkovaiheessa toimi 3 erillistä 2 hengen työryhmää. Karkeasti ajateltuna työryhmistä yksi toteuttaa seinien ja holvien muottitöitä, toinen raudoitus- ja betonointityöt ja kolmas elementtiasennuksen ja osittain holvien muottitöitä. Käytettäessä omia miehiä yhtenä tavoitteeseen sidottuna työryhmänä saadaan reagoitua välittömästi työvaiheen mahdolliseen viivästymiseen ja siirtämällä resursseja työvaiheesta toiseen pidettyä viivästynyt työvaihe muiden työvaiheiden mukana. Lisäksi päivittäinen työnjohto helpottuu verrattaessa yrityksen edellisen pienkerrostalokohteen runkovaiheen malliin, jossa muottityöt ja raudoitus tehtiin erillisinä urakkoina ja betonointi toteutettiin omana tuntityönä. Edellä mainitussa mallissa usean eri urakkaporukan toimiminen samanaikaisesti on hankala tahdistaa ja päällekkäisyyksien aiheuttamat työryhmien odotusajat aiheuttavat turhia kustannuksia.

Neljännän kerroksen eli ylimmän holvin valmistuttua runkotyöryhmästä kolme timpuria siirtyy tekemään vesikattoa ja kaksi siirtyy paikkaamaan elementtien liitosten ja putkivemojen koloja sekä oikaisemaan ikkuna- ja oviaukkoja. Vesikaton alkupe-





### 5.2.1 Väestönsuoja

RATU:n mukaista yleisaikataulua laatiessani käytin Aikataulukirja 2008:n mukaisia rakennusosakohtaisia työmenekkejä ja työryhmiä /1,s.71/. VSS – tehtävän eri alatehtävillä on loppu – alkuriippuvuus pois lukien seinien raudoituksella, jonka limitin 50 prosenttia seinien muottityön kanssa. Seinä- ja holvimuotit toteutetaan levymuotteina ja seinät sekä holvi valetaan yhtenä valuna. Riippuvuudet ovat resurssiriippuvuuksia, koska sama työryhmä toteuttaa muottityöt ja betonoinnin. Raudoitus toteutetaan aliurakkana. Mielestäni tässä tapauksessa väestönsuojan muotti-, raudoitus- ja betonointityöt ovat kaikki aikataulullisesti tahdistavia, koska pinta – ala on pieni ja osatyövaiheilla on selkeä loppu – alkuriippuvuus.

Verrattaessa RATU – mallin mukaista yleisaikataulua (LIITE 1) ja yrityksen mallin mukaista yleisaikataulua (LIITE 2) keskenään ei väestönsuoja - tehtävän kestossa ole eroa kuin yksi päivä. Ero voi johtua myös aikataulusuunnittelutyökaluista, koska yrityksen käyttämä ohjelma ilmoittaa kestot täysinä viikkoina.

### 5.2.2 1. – 4. kerroksen betoniseinät ja holvit

Suunnitellessani RATU:n mukaiseen yleisaikatauluun kantavien väliseinien tekoa, elementtiasennusta ja holvin tekoa käytin Aikataulukirja 2008:n mukaisia työlajikohtaisia tahdistavia työmenekkejä /1,s.55 - 56/. Riippuvuuksien kannalta töiden esittäminen yleisaikataulussa on hankalaa, sillä paikalla valettavia seiniiä, elementtiasennusta ja holvin muottityötä tehdään päivän aikana osittain samanaikaisesti. Yksinkertaistin limitykset RATU:n mukaiseen yleisaikatauluun siirtämällä elementtiasennuksen ja holvin muottityön alkamaan, kun puolet paikalla valettavia seinistä on tehty. 2. – 4. kerroksessa kyseessä on myös materiaaliriippuvuus, sillä holvien täytyy kuivua n. 1 viikko ennen kuin levymuotit voidaan purkaa. Holvimuottien purkua en sisällyttänyt yleisaikatauluun, sillä muottien purkamisen teki aliurakoitsijan rakennusmiesryhmä.

Runkovaiheessa tavoitteena oli, että joka päivä tulisi seiniiä valuuun. Siksi työryhmät siirtyivät usein tehtävästä toiseen päivän aikana useampaankin kertaan. Toinen syy tällaiseen järjestelyyn oli torninosturin käyttö; elementtiasennusta ja suurmuottien

asennusta ei voi tehdä samanaikaisesti, koska molemmissa töissä tarvitaan jatkuvasti torninosturia. Työpäivät täytyy siis suunnitella sopimaan nosturin käytön kannalta tehokkaaseen malliin, jossa aamulla kaikki työryhmät keskittyvät suurmuottien irrotukseen ja asennukseen. Kun muottikierron mukaisten seinien ensimmäisen puolen muotit on asennettu, siirtyy torninosturi elementtiasennukseen tai holvimuottimateriaalien nostoihin yhden työryhmän mukana. Kun seinien raudoitus ja sähköputkitukset on saatu valmiiksi, siirtyy torninosturi seinien tuplaukseen ja sen jälkeen nostoas-tiabetonointiin. Betonoinnin aikana yksi työryhmä pystyy tekemään loppupäivän holvimuotteja tai valmistelemaan seuraavan päivän elementtiasennusta. Työpäivän kulkua kuvaa mallipäivä – taulukko, jossa on listattu työntekijöiden tehtävät tunnin välein (LIITE 3).

Väliseinien valujen ja sisäkuoriseinäelementtien asennuksen jälkeen elementtiasennustyöryhmä siirtyy asentamaan parvekepilari- ja parveke – elementtejä, kun taas väliseinätyöryhmä siirtyy tekemään holvimuotteja. Putkimiehet pääsevät tekemään viemäreitä holvimuottien valmistumista edeltävänä päivänä. Holvin raudoitus toteutetaan aliurakkana ja aloitetaan samana päivänä, kun holvimuotit saadaan valmiiksi. Näin raudoitus sujuu joutuisasti ja koko alapinnan raudoitus saadaan tehtyä kerralla valmiiksi ja vasta sen jälkeen raudoistustyöryhmä siirtyy yläpinnan ja holvin reunojen raudoitukseen. Lisäksi sähkömiehille jää aikaa putkituksiin alapintaraudoituksen jälkeen heti raudoittajien perään. Holvin raudoituksen ja sähköputkituksen aikana vapaana työkohteena yrityksen omille työntekijöille toimii autokatos. Raudoituksen valmistuttua holvien valut toteutetaan samalla yrityksen omien työntekijöiden ryhmällä. Holvien valu toteutetaan kahdella eri betonilla. 170 mm:n pohjakerros valetaan betonipumpulla käyttäen tavallista rakennebetonia ja 100 mm:n pintakerros itsellään tiivistyvällä ”laavabetonilla”. Holvien valuun tarvitaan siis kaksi kahden miehen valutyöryhmää ja yksi työntekijä tekemään kylpyhuoneiden kallistuksia. Tällä metodilla holvivalu saadaan toteutettua yhden päivän aikana, koska ”laavabetonia” ei tarvitse hiertää eikä liipata vaan se tasataan valun yhteydessä erikoistyökalulla.

Verrattaessa Rauman RS – Rakennus Oy:n yleisaikataulua (LIITE 2) ja RATU:n mukaista aikataulua (LIITE 1) yhden kerroksen seinien ja holvin tekoon kuluva aika on 5 päivää lyhyempi RATU:n mukaisessa yleisaikataulussa. Muottikierto on tässä aikataulutetävässä olennainen osa. Teoreettisesti kohteen muottikierrossa kerroksen

väliseinät on mahdollista tehdä neljässä päivässä. Kaikkia sisäkuorielementtejä ei voida asentaa ennen kuin tietyt väliseinät on valettu, koska suurmuotit tulevat osittain holvin reunojen yli. Väliseinien jälkeen tulisi siis jättää vielä yksi päivä aikaa seinäelementtien asennukseen, vaikka elementtiasennus aloitettaisiin samaan aikaan paikalla valettavien seinien tekemisen kanssa. RATU:n mukaisessa aikataulussa holvimuottien tekemiseen kuluu kahden rakennusammattimiehen tahdistavalla työryhmällä 6 päivää, raudoitukseen kuluu 3 päivää ja valuun 1 päivä. Jos työt limitettäisiin niin paljon kuin mahdollista ja resursseja olisi riittävästi paikalla valettavien seinien, elementtiasennuksen ja holvimuottien tekoa varten, saataisiin kerros valmiiksi teoreettisesti 12 päivässä.

Kun vertaillaan tarkemmin tehtävien kestoa yrityksen mallin mukaisen aikataulun seinät – tehtävä on viisi päivää pidempi, kuin RATU – mallin mukaisen aikataulun paikallavaluseinät- ja elementtiasennus – tehtävien kestot. Holvi – tehtävien kestossa yrityksen mallin mukaisessa aikataulussa kesto on 1 päivää pidempi, kuin RATU – mallin mukaisessa aikataulussa. Betoniseinissä ja holveissa RATU:n mukaisen yleis-aikataulun 14 päivän muottikierto on mahdollinen riittävillä resursseilla, mutta tässä kyseisessä kohteessa liian tiukka. Aikataulukirja 2008:n mukaan kokonaistyöryhmäksi saadaan 6 rakennusammattimiestä ja 5 rakennusmiestä, kun lasketaan yhteen suurmuottiseinien, levymuottiholvin ja ulkoseinäelementtien asennuksen kokonaistyöryhmät /1,s.55 - 56/. Osasyynä tehtävien keston eroon saattaa olla resurssien ero, koska työmaan 5 rakennusammattimiehen ja 1 rakennusmiehen vahvuus on pienempi ja rakennusammattimiehet tekevät siis osittain myös rakennusmiesten työt. Omien kokemusten mukaan myös holvin raudoituksessa käytetty painon mukaan laskettu työmenekki saattaa olla hieman tiukka kyseessä olevassa kohteessa. Tässä tapauksessa tehtävän kesto on mielestäni hyvin todellisuutta vastaava, mutta ajallisesti verkon sitominen vie noin 1/3 raudoitukselle varatusta ajasta, josta loput 2/3 kuluu palautuksien sitomiseen reuna – alueille, yläpintaraudoituksiin tukien kohdalla ja näiden pukittamiseen. Kyseisten töiden teräsmäärä on pieni, mutta työhön kuluva aika on pääosa raudoituksen kestosta. Siis tapauksissa, joissa raudoituksessa on tavanomaista enemmän pienen teräsmäärän omaavia raudoitustyyppin vuoksi työläitä raudoitteita, on syytä tarkistaa tehtävän kesto.

### 5.2.3 Vesikatto

Vesikatto – tehtävän suunnittelin RATU – yleisaikataulussa aikataulukirja 2008:n mukaisilla työmenekeillä ja työryhmällä /1,s.59/. Työlajina on vesikaton puurunko-työ ja harvalaudoitus, tahdistava työryhmä on kaksi rakennusammattimiestä ja työmenekki 0,4 tth/m<sup>2</sup>. Kokonaistyöryhmänä tehtävässä on 2 rakennusammattimiestä ja 1 rakennusmies. Työlaji ei välttämättä tässä tapauksessa ole oikea, vaan vaatisi tarkemman tason tarkastelun. Katealustana kohteessa on raakaponttilaudoitus ja sama työryhmä tekee kaikki vesikaton puutyöt, kuten räystäiden teko, otsalaudat, ilmanvaihtohormit ja tuulenohjainten asennuksen. Mielestäni työmenekki on liian pieni tähän työkokonaisuuteen ja työläjien määrittely tulisi olla tarkempi. Vesikaton puurunkotyön sisältö jää kyseenalaiseksi tässä tapauksessa. Vaikka kyseessä onkin yleisaikataulu, olisi mielestäni syytä tarkistaa työmenekit vesikaton rakenneratkaisun mukaan. Katemateriaalina kohteessa käytetään kumibitumikermiä kauttaaltaan hitsaten. Tässä tehtävässä käytin Aikataulukirja 2008:n työmenekkiä 0,1 tth/m<sup>2</sup> /1,s.62/, mutta kolminkertaistin työryhmän vastaamaan yleisesti käytettyä työryhmää.

Yleisaikataulujen vertailussa tehtävien kestoissa on merkittävä ero. RATU:n mukaan laaditun yleisaikataulun mukaan vesikatto – tehtävän kesto on 13 päivää lyhyempi, kuin RS – Rakennuksen yleisaikataulussa. Kestojen ero johtuu vesikaton puutöistä, koska omien kokemusteni mukaan kohteen katon katteen asennuksessa menee 1 päivä pohjakerman asennukseen ja 1 päivä pintakermin asennukseen. Syynä vesikaton puutöiden kestojen eroon voi olla RS – Rakennuksen yleisaikataulussa selkeä tehtävän keston ylimitoitus tai RATU:n mukaisessa aikataulussa puutöiden tahdistavien osatöiden määrä. Jos tutkitaan viikkosuunnittelun tehtävien tasolla vesikaton puurunkotöitä, saadaan Aikataulukirja 2008:n mukaiseksi T4 – työmenekiksi /1,s.184/ :

$1,2 \cdot (0,08 + 0,24 + 0,17) \text{ tth/m}^2 = 0,59 \text{ tth/m}^2$  (siivous, siirrot, kattopalkkien ja orsien asennus ja umpilaudoitus)

$1,2 \cdot 0,38 \text{ tth/jm} = 0,46 \text{ tth/jm}$  (räystäsrakenne)

Edellä olevilla arvoilla laskettuna kahden ammattimiehen työryhmällä tehtävän kestoksi tulee 18 päivää. Edelleen ero yleisaikataulujen välillä on 7 päivää, mutta työsällöllä on tehtävässä selkeä merkitys kestossa.

#### 5.2.4 Ikkunoiden asennus

Ikkunoiden asennuksen tahdistavana työosana RATU – yleisaikataulussa on ikkunoiden karmitus ja sovitus. Työmenekkinä käytin Aikataulukirja 2008:n mukaista tahdistavaa työmenekkiä 15M\*15M – kokoisille ikkunoille ja muutin tahdistavaa työryhmää kahdeksi rakennusammattimieheksi /1,s.60/. Ikkunoiden asennus – tehtävä sisältää myös 18 parvekeoven asennuksen, mutta koska ikkunoiden asennuksen työmenekki on suurempi, kuin ovien laskin ovet ikkunoina ja käytin samaa työmenekkiä koko tehtävässä. Kohteen ikkunat ovat 20M\*20M ja 10M\*20M kokoisia. Ikkunoiden koon takia asennus on hankalaa, koska puitteet täytyy irrottaa karmeista etenkin isojen ikkunoiden painon takia. Toinen hankaloittava tekijä on ikkunoiden siirrot kerroksessa, koska ikkunat eivät mahdu oviaukoista lavojen päällä, vaan ikkunat täytyy irrottaa lavoista ja sen jälkeen siirtää oikeaan huoneistoon.

RATU – yleisaikataulua ja RS – Rakennuksen yleisaikataulua verrattaessa RS - Rakennuksen yleisaikataulussa ikkunoiden asennuksen kesto on 3 päivää pidempi, kuin RATU – yleisaikataulussa. Kestojen ero selittyy osittain aikataulusuunnittelutyökalujen tarkkuudesta ja tehtävien työsisällöstä. Tehtävän työsisältöön kuuluu ikkunoiden asennuksen lisäksi myös ikkunoiden ja ovien tiivistys uretaanivaahdolla 2/3 - karmisyvyyteen. Lisäksi RS – Rakennuksen yleisaikataulussa on otettu huomioon myös ikkunoiden nostot kerroksiin. Yleisaikatauluissa ei siis ole ikkunoiden asennuksen kannalta merkittäviä eroavaisuuksia.

#### 5.2.5 Julkisivun villoitus

RATU – yleisaikataulun julkisivun villoitus – tehtävän tahdistavana työosana on villojen asennus. Tahdistavana työryhmänä Aikataulukirja 2008:ssa käytetyn yhden rakennusammattimiehen muutin kahdeksi rakennusammattimieheksi. Julkisivun villoitus tehdään kahdella villakerroksella, joten tehtävän työmenekki on 0,22 tth/m<sup>2</sup>. /1,s.61/

Kun verrataan yleisaikatauluja keskenään, on tehtävän kesto 19 päivää pidempi RS – Rakennuksen yleisaikataulussa. Vaikka yleisaikataulussa ei ole julkisivun villoituksesta riippuvia tehtäviä, käytännön tasolla betoniseiniä hiomista ei voida aloittaa

ennen villoitusta. Tehtävät sijoittuvat talviaikaan, joten sisälle on saatava lämmöt ennen betoniseinien hiomista. Jos ulkoseiniä ei ole lämpöeristetty, lämmitys aiheuttaa kosteuden tiivistymisen ulkoseinien sisäpintaan ja seiniä ei voida hioa, koska hiomakoneet tukkeutuvat.

Mielestäni suurin syy julkisivun villoituksen kestojen eroon on tehtävien tahdistavissa työnosissa. Edellä kuvatussa RATU – yleisaikataulussa tahdistava työnosa on villojen asennus, kun taas RS – Rakennuksen mukaisessa aikataulussa julkisivun villoitukseen kuuluu ramlojen poraus seinään, pehmeän villan asennus ramlojen läpi, kovan villan asennus ramlojen läpi, saumojen teippaus, materiaalien siirrot, nostimen siirrot ja siivous. Lisäksi tehtävään on syytä ottaa pelivaraa talvisään takia, koska mahdollisuuksia on niin pakkaspäiviin, kuin vesisateeseenkin.

### 5.3 Sisävalmistusvaihe

Kohteen sisävalmistusvaiheen tehtävät ovat yrityksen omien kohteiden tavan mukaisia. Huoneistojen väliseinät toteutetaan kipsilevystä. Väliseinien alajuoksuna ja tolppina käytetään 66 mm liimapuuta ja yläjuoksuna teräsrankaseinissä käytettävää U – kiskoa. Väliseinät ja kipsilevyalakatot tehdään omilla miehillä tuntityönä. Seinien ja kattojen tasoitetyöt toteutetaan aliurakkana saumojen nauhoitus käsin ja ylitasoitus ruiskulla kahteen kertaan. Lattioiden hionta ja tasoitus tehdään omilla miehillä käsin levittäen siten, että ensimmäisellä tasoituskerralla tasoitetaan kuopat ja toisella tasoituskerralla koko lattia ylitasoitetaan. Laatoitustyöt toteutetaan vesieristyksineen aliurakkana. Saunojen eristys, koolaukset, panelointi ja lauteet tehdään omilla miehillä tuntityönä. Maalaustyöt toteutetaan aliurakkana samalla urakoitsijalla, joka tekee tasoitetyöt. Kalusteasennus ja parkettiasennus toteutetaan aliurakkana. Listoitus ja sisäovien asennus toteutetaan omilla miehillä tuntityönä samalla työryhmällä. Varusteiden ja laitteiden asennukset, loppusiivous, julkisivun muuraus ja parvekekaiteiden ja –lasien asennus toteutetaan aliurakkana. Julkisivun muurauksessa käytetään mastonostinta ja tiilet siirretään torninosturilla käyttäen yrityksen omaa nosturikuljettajaa.

Yleisaikatauluissa sisävalmistusvaiheessa on teknisiä ja resurssiriippuvuuksia. Yleisaikatauluissa pelivarat on suunniteltu siten, että samassa kerroksessa ei ole menossa





### 5.3.1 Kevyet väliseinät

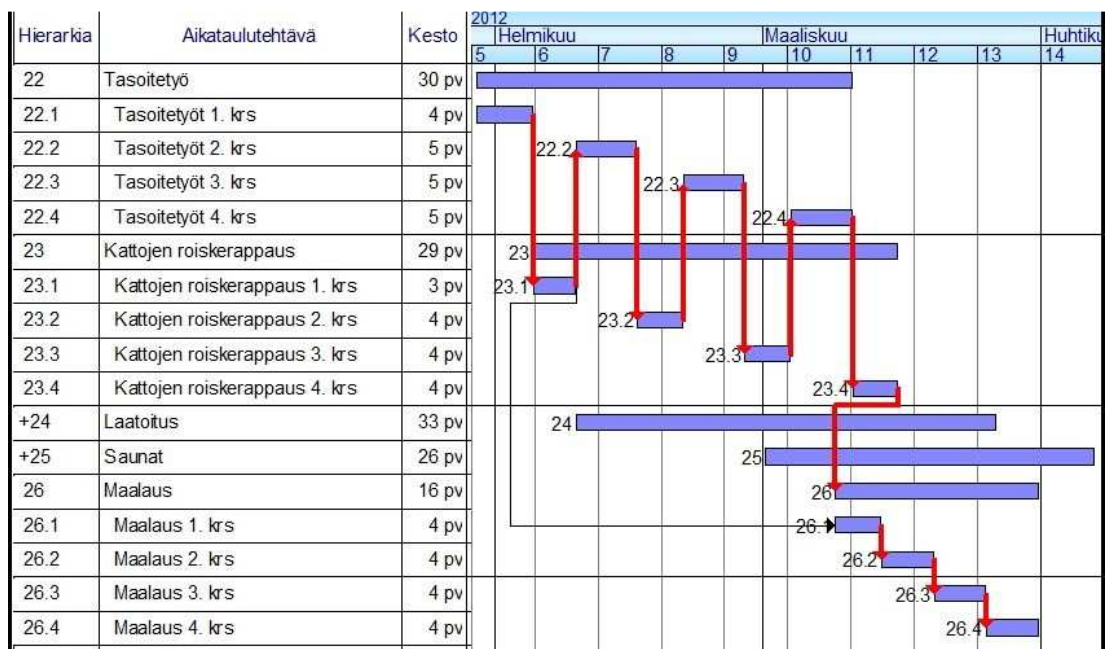
RATU - yleisaikataulussa käytin kevyet väliseinät – tehtävän työryhmänä kahden ammattimiehen työryhmää. Tehtävän työmenekkinä käytin Aikataulukirja 2008:n mukaista tahdistavaa työmenekkiä 0,43 tth/m<sup>2</sup>. /1,s.60/ Tahdistavana työnosana on runko ja levytys. Väliseinien villoituksen ja kalustetuet tekee tahdistavaan työryhmään kuulumaton rakennusmies. Yleisesti ennen kevyiden väliseinien aloittamista tulee rakennuksen vesikaton olla valmis, jotta kipsilevyrakenteet eivät kastuisi. RS – Rakennuksen tavan mukaan vesikaton tekevä omien työntekijöiden työryhmä siirtyy tekemään väliseiniä vesikaton valmistuttua.

Verrattaessa Rauman RS – Rakennus Oy:n yleisaikataulua ja RATU - yleisaikataulua on RATU – yleisaikataulun tehtävän kesto 2 päivää pidempi. Ero on pieni ja yrityksen käyttämä aikataulutyoökalu ilmoittaa kestot täysinä viikkoina. Tehtävät ovat aikatauluissa työsisällöltään ja resursseiltaan samanlaiset eikä tehtävällä ole merkittäviä teknisiä riippuvuuksia.

### 5.3.2 Tasoitetyö, kattojen roiskerappaus ja maalaus

RATU – yleisaikataulua suunnitellessani käytin Aikataulukirja 2008:n mukaisia tahdistavia työmenekkejä tasoite- ja maalaustöihin, mutta muutin tasoitetöiden tahdistavan työmenekin kahdeksi ammattimieheksi. Kahden ammattimiehen työryhmä tekee seinien ja kattojen tasoitetyön sekä kattojen roiskerappauksen kerros kerrallaan valmiiksi. Maalauksen toteuttaa toinen kahden ammattimiehen työryhmä. Maalauksen tahdistava työsisältö on Aikataulukirja 2008:n mukainen eli seinien osittain silotus ja kahteen kertaan ylimaalaus. /1,s.63/ Tasoitetöiden riippuvuudet ovat alatehtävien kesken resurssiriippuvuuksia. Yleisaikataulussa tasoitetöiden ja levyväliseinien välillä on loppu – alkuriippuvuus, koska LVIS – tekniikka sisältäviä alakattoja ei välttämättä saada levytettyä väliseinien kanssa samanaikaisesti. Lisäksi betonirakenteiden täytyy olla riittävän kuivia ennen tasoitetöiden aloitusta.

Tasoitetöiden, kattojen roiskerappauksen ja maalauksen alatehtävät ja riippuvuudet RATU - yleisaikataulussa



Yrityksen mallin mukaisen yleisaikataulun tasoitetöiden kesto on viisi päivää lyhyempi, kuin RATU – yleisaikataulun. Yrityksen mallin mukaisessa aikataulussa tasoi- te – tehtävä sisältää tasoitetyöt ja kattojen roiskerappauksen. Yrityksen mallin mu- kaisesta yleisaikataulusta puuttuu kokonaan maalaustyöt, jotka lisäksi yleisaikatau- luun omana tehtävänä tai sisällyttäisin tasoi- te – tehtävään. Maalaustyöillä ja kalus- teasennuksella on selkeä riippuvuus toisistaan, koska maalaustyöt tulee olla tehty en- nen kalusteiden asennusta. Yrityksen mallin mukaisessa aikataulussa tasoitetöiden ja kalusteasennuksen väliin on kuitenkin jätetty viikko pelivaraa, joten maalaustöiden toteuttamiseen on varattu aikaa.

### 5.3.3 Laatoitus

Kohteen laatoitustyöt toteutetaan aliurakkana sisältäen pohjatuksen, vedeneristyksen ja laatoituksen. Käytin tehtävässä tahdistavana työosana märkätilojen vedeneris- tys- ja laatoitustöitä saumauksineen. Kohteessa laatoitustöitä on myös keittiökalus- teiden välitiloissa, mutta yleisaikataulutasolla en ottanut niitä huomioon. RATU – yleisaikataulua laatiessani jaoin laatoitus – tehtävän alatehtäviin kerroksittain ja siitä edelleen vesieristykseen, seinälaatoitukseen ja lattialaatoitukseen. Tahdistavana työ-

ryhmänä käytin kahta laatoittajaa ja työmenekkeinä Aikataulukirja 2008:n mukaisia yleisaikataulun T4 – työmenekkejä /1,s.63/. Riippuvuutena käytin 1. kerroksen tasoitettujen ja kattojen roiskerappauksen valmistumista 1. kerroksessa. Yrityksen oman tuotannon kohteissa saunojen seinissä käytetään saunatiloihin tarkoitettuja eristelevyjä, joihin lattian vesieriste nostetaan osittain seinälle. Tämä riippuvuus ei kuitenkaan RATU – yleisaikataulussa ole näkyvässä, koska saunojen eristeet eivät kuulu tahdistavaan työtehtävään.

Yleisaikatauluja verratessa RATU – yleisaikataulun laatoitus – tehtävän kesto on 7 päivää lyhyempi, kuin RS – Rakennuksen mallin mukaisen aikataulun tehtävä. Eroon vaikuttaa osittain työsisältö, koska RS – Rakennuksen mallin mukaisessa yleisaikataulussa keittiöiden välitilalaatoitukset on otettu huomioon.

#### 5.3.4 Saunat

Yrityksen oman tuotannon kohteissa perinteisesti saunojen eristys, koolaukset, panelointi ja lauteet tehdään omilla miehillä tuntityönä. Saunat toteuttaa sama työryhmä, joka tekee väliseinät ja alakatot. RATU – yleisaikataulussa saunat – tehtävän tahdistavina työnosina on saunojen koolaus, panelointi ja saunan lauteiden asennus. Koolauksen ja paneloinnin työmenekkinä käytin saunan seinärakenteen työmenekkiä /1,s.61/. Saunan lauteiden asennuksen työmenekkinä käytin Aikataulukirja 2008:n mukaista työmenekkiä ja työryhmää /1,s.61/. Paneloinnilla ja lauteiden asennuksella on loppu – alkuriippuvuus ja kerroksen laatoitustyöt tulee olla valmiit ennen saunojen koolauksen ja paneloinnin aloittamista.

## RATU – yleisaikataulun saunat – tehtävän alatehtävät

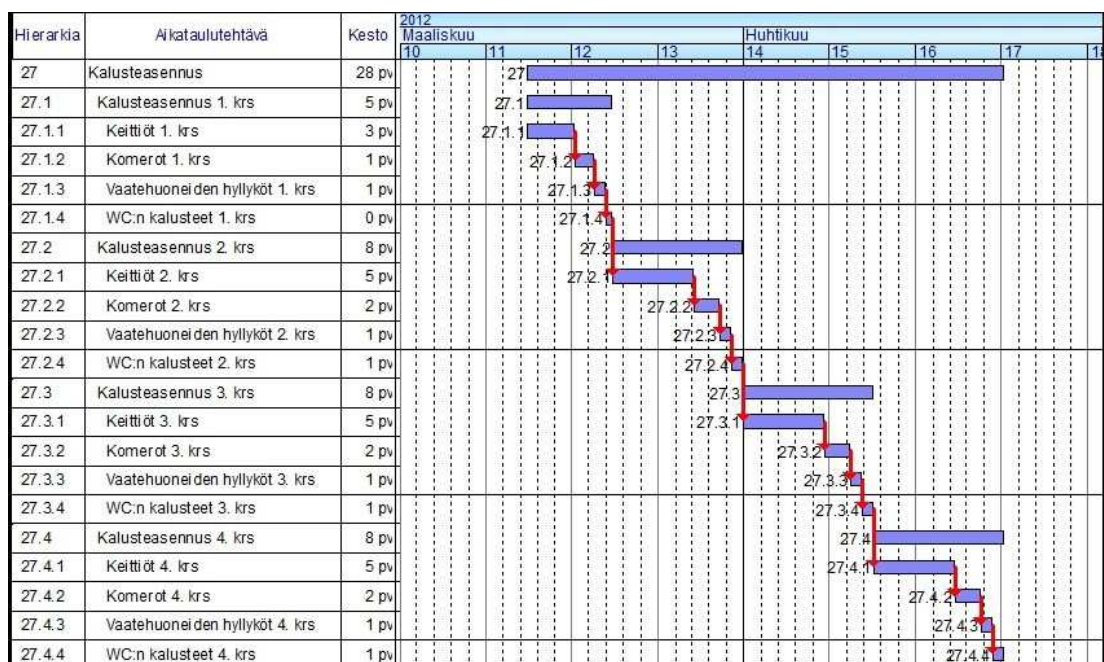
Hierarkia	Aikataulutehtävä	Kesto	2012										
			Helmikuu		Maaliskuu				Huhtikuu				
			8	9	10	11	12	13	14	15			
25	Saunat	26 pv		25									
25.1	Saunat 1. krs	4 pv		25.1									
25.1.1	Saunojen panelointi 1. krs	2 pv		25.1.1									
25.1.2	Saunojen lauteet 1. krs	3 pv		25.1.2									
25.2	Saunat 2. krs	7 pv			25.2								
25.2.1	Saunojen panelointi 2. krs	3 pv			25.2.1								
25.2.2	Saunojen lauteet 2. krs	4 pv			25.2.2								
25.3	Saunat 3. krs	7 pv				25.3							
25.3.1	Saunojen panelointi 3. krs	3 pv				25.3.1							
25.3.2	Saunojen lauteet 3. krs	4 pv				25.3.2							
25.4	Saunat 4. krs	7 pv					25.4						
25.4.1	Saunojen panelointi 4. krs	3 pv					25.4.1						
25.4.2	Saunojen lauteet 4. krs	4 pv					25.4.2						

RS – Rakennuksen yleisaikataulun saunat – tehtävän kesto on 45 päivää eli 19 päivää pidempi, kuin RATU – yleisaikataulussa. Tehtävien työsisällöllä on eroja, koska RS – Rakennuksen yleisaikataulussa on otettu huomioon myös seinien eristys ja lauteiden teko. Työryhmät ovat samat. Mielestäni RS – Rakennuksen yleisaikataulussa saunat – tehtävälle on silti varattu liikaa aikaa ja tehtävässä on vaarana päällekkäisyys laatoitustöiden kanssa.

## 5.3.5 Kalusteasennus

RATU – yleisaikataulussa käytin kalusteasennuksen tahdistavana työryhmänä ja työsisältönä Aikataulukirja 2008:n mukaisia yleisaikataulun T4 – tahdistavia työryhmiä ja työsisältöä /1,s.61/. Jaoin tehtävän kerroksittain alatehtäviin ja siitä edelleen eri kalustetyyppeihin, joilla on eri työmenekki. Kalustetyyppien työmenekit laskin kalustetyypin T3 ajasta ja kerroin TL3 – kertoimella 1,2 /4,s.90-91/. Kalusteasennuksen aloituksen edellytys on, että kerroksen maalaustyöt ja pesuhuoneiden laatoitustyöt ovat valmiit. Resurssiriippuvuuksia kalusteasennuksella ei ole, koska kalusteasennus toteutetaan aliorakkana.

## RATU – yleisaikataulun kalusteasennus alatehtävineen



RS – Rakennuksen ja RATU – yleisaikataulun kalusteasennuksen kestoilla on eroa kolme päivää. Kestojen ero voi johtua suunnittelutyökalujen tarkkuudesta, mutta ero ei kuitenkaan ole merkittävä näin pitkässä tehtävässä. Mielestäni tehtävän kesto on kerrostalokohteeseen sopiva.

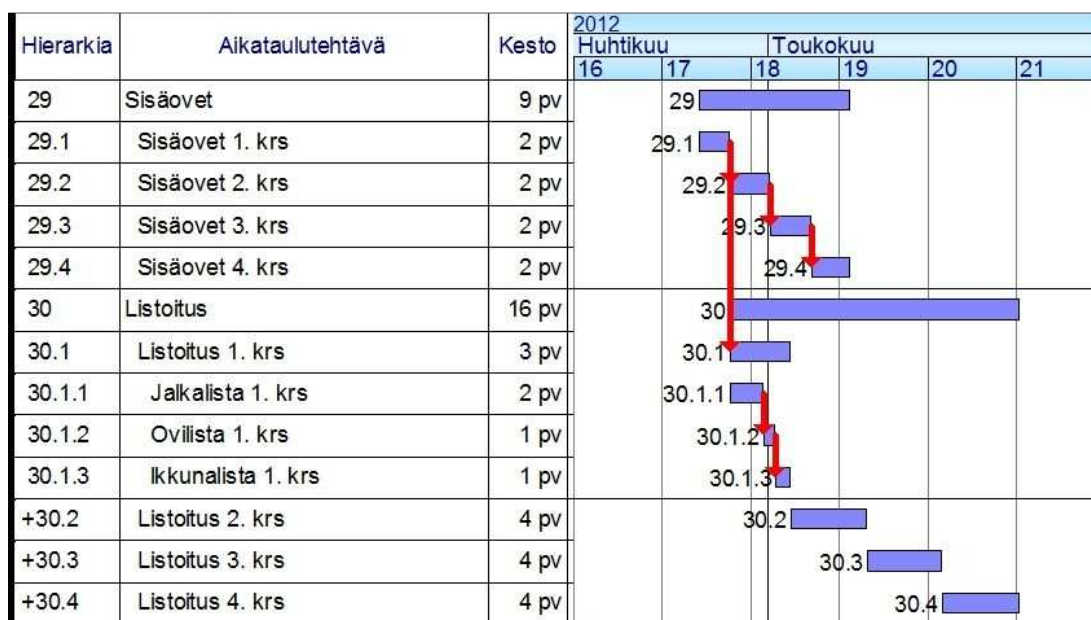
## 5.3.6 Parkettiasennus

Kohteen parkettiasennus toteutetaan aliurakkana. Parkettina käytetään lukkopontillista lyötävää lautaparkettia. RATU – yleisaikataulussa käytin lautaparketin asennuksen tahdistavaa T4 – työmenekkiä, tahdistavana työryhmänä käytin yhtä parkettiasentajaa. Työsisältö on selkeä ja mielestäni Aikataulukirja 2008:n mukainen työmenekki on kohdallaan. Myös RS – Rakennuksen yleisaikataulussa tehtävän kesto on lähellä RATU – yleisaikataulun kestoja. RS – Rakennuksen yleisaikataulussa tehtävän kesto on 3 päivää lyhyempi. Parkettiasennuksen kesto saattaa pitkittää suuri määrä pieniä huoneita tai monimutkaisien muotoisten huoneiden, mutta kyseisen kohteen huoneistot ovat selkeät muodoltaan ja huoneiden kooltaan.

### 5.3.7 Sisäovet ja listoitus

Suunnittelin yleisaikatauluihin sisäovien asennuksen ja listoituksen omiksi tehtävikseen. Yrityksen oman tuotannon kohteissa on kuitenkin tapana käyttää yhtä kahden ammattimiehen työryhmää, joka tekee molemmat tehtävät samanaikaisesti ja jakaa alatehtävät oman osaamisen ja työn edistymisen mukaan. Sisäovien asennukseen kuuluu ovien asennus karmisäätöruuveilla ja tilkitseminen. Peitelistat ja levyseinien jalkalistat kiinnitetään viimeistelynaulaimella ja betoniseiniin jalkalistat kiinnitetään listanaulatulpilla. RATU – yleisaikataulussa tehtävät limittyvät päällekkäin ja molemmissa tehtävissä on käytetty yhden ammattimiehen työryhmää. RATU - yleisaikataulussa käytin sisäovien asennukseen ja listoitukseen Aikataulukirja 2008:n tahdistavia työmenekkejä /1,s.60-61/. Tällä menetelmällä tehtävän kesto on hieman pidempi, kuin todellisuudessa, koska sisäovet – tehtävä on lyhyempi kuin listoitus – tehtävä. Näin ollen listoituksen työryhmä on 2 ammattimiestä 7 päivän ajan, mutta en ottanut tätä huomioon aikataulusuunnittelussa vaan käytin tietoa ennemminkin pelivarana. Pelivara mukaan luettuna tehtävän kesto on siis 20 päivää.

#### Sisäovet ja listoitus RATU – yleisaikataulussa



Rauman RS – Rakennuksen yleisaikataulussa ei sisäovien asennusta ole suunniteltu. Listoituksen kesto on RS – Rakennuksen yleisaikataulussa yhden päivän lyhyempi, kuin RATU – yleisaikataulussa, joten tehtävät ovat käytännössä samanpituiset.

### 5.3.8 Varusteet ja laitteet

Kohteen varusteisiin ja laitteisiin kuuluu asuinhuoneistojen liedet, jääkaappipakastimet, astianpesukoneet ja Väestönsuojan sekä yhteistilojen varusteet. Varusteiden ja laitteiden asentamisen työmenekkinä ja työryhmänä käytin Aikataulukirja 2008:n mukaisia arvoja /1,s.61/. Tehtävän riippuvuutena on listoituksen valmistuminen kerroksessa ennen kerroksen varusteasennuksen aloitusta. Lisäksi varusteet tulee olla asennettuna, kun loppusiivous kerroksessa alkaa.

Yleisaikatauluja verratessa RATU – yleisaikataulussa tehtävä on neljä päivää pidempi, kuin RS – Rakennuksen yleisaikataulussa. Mielestäni tässä tapauksessa RS – Rakennuksen yleisaikataulussa on varattu liikaa aikaa tehtävälle.

### 5.3.9 Julkisivun muuraus sekä parvekekaiteet ja lasit

Julkisivun muuraus – tehtävän suunnittelin RATU – yleisaikatauluun Aikataulukirja 2008:n mukaisella työmenekillä, mutta tahdistavana työryhmänä käytin kahta muuraria. Parvekekaiteiden ja – lasien asennuksessa käytin kaiteiden asennukseen aikataulukirja 2008:n mukaista metallikaiteiden asennustyön työmenekkiä ja työryhmää /1,s.58/. Parvekelasien asennuksen suunnittelussa käytin samaa työryhmää, mutta menekkinä käytin Rakennustöiden menekit 2010 – kirjan menekkiä kohteen hankaluudesta riippuen /4,s.124/. Kohteen hankaluudeksi päätin hieman tavanomaista hankalampi, joten käytin työmenekkiä 6 tth/parveke.

RS – Rakennuksen tavan mukaan työn laatu on avainasemassa, joten julkisivun muurauksesta ei aloiteta ennen kuin lämpötila sen sallii. Tästä syystä suunnittelin julkisivun muurauksen alkamaan huhtikuun alusta. Julkisivun muuraus tehdään mastonostimella ja tiilien siirtoihin käytetään torninosturia, jotta tiilet saadaan suoraan muurattavaan korkeuteen. Julkisivun muuraus – tehtävässä on myös merkittäviä teknisiä resurssiriippuvuuksia, koska RS – Rakennus käyttää lähtökohtaisesti omaa kalustoa. Mastonostimia on käytössä yksi ja kaksi muuraria mastonostinta kohden on suurin määrä työntekijöitä, jota on järkevä käyttää. Tehtävään on syytä ajatella myös pelivaraa, koska sateella ja pakkasella muuraaminen ei onnistu. Julkisivun muuraus on avainasemassa myös parvekelasien ja – kaiteiden asennuksen suhteen, koska kyseistä

tehtävää ei voida aloittaa ennen muurauksen valmistumista. RATU – yleisaikataulua suunnitellessani käytin tehtävissä loppu – alkuriippuvuutta.

## 6 RAUMAN RS- RAKENNUS OY:N MALLIN MUKAINEN AIKATAULUSUUNNITTELU

### 6.1 Rauman RS – Rakennuksen mallin mukaiset aikataulut

Aikataulusuunnittelu yrityksessä on usein riippuvainen työmaan työnjohtajasta. Työtä ohjaava yleisaikataulu laaditaan aina kohteen alkuvaiheessa alusta loppuun asti. Työmaalla toimivan työnjohdon päätöksen mukaan aikatauluja tarkennetaan siitä edelleen rakentamisvaihe aikatauluiksi ja viikkosuunnitelmiksi. Tehtäväsuunnittelun tasolle yrityksessä ei kuitenkaan mennä. Myös aikataulusuunnitteluprosessi on riippuvainen aikataulun laatijasta. Useimmiten tehtävien kestot perustuvat edellisten kohteiden työsaavutuksiin. Tutkimuksen kohteena olevan työmaan yleisaikataulun on laatinut kohteen vastaava mestari ajanvaraajan tavoin /5,s.50/.

Aikataulusuunnittelun työkaluina yrityksessä käytetään excel – pohjaisia aikataulutyökaluja. Yleisaikataulujen ja rakentamisvaihe aikataulujen suunnitteluun on oma pohjansa ja viikkosuunnitteluun oma pohjansa. Yrityksen työnjohdon aikataulusuunnittelu perustuu usein aikaisempien kohteiden työsaavutuksiin ja osittain kustannuslaskelmiin sekä aliurakoitsijoiden tarjouksiin. Yrityksessä käytetään usein samoja aliurakoitsijoita, joita aikaisemmissa kohteissa on käytetty. Toissa, joissa käytetään aliurakoitsijoita, varmistetaan tehtävään varattu aika aliurakoitsijalta. Jos sopimus aliurakoitsijan kanssa on tehty ennen aikataulun suunnittelua, kysytään aliurakoitsijalta työhön kuluvaa aikaa. Kun taas sopimus tehdään aikataulun laatimisen jälkeen, varmistetaan aliurakoitsijalta tehtävään varatun ajan riittävyys. Aikataulujen suunnitteluun vaikuttaa myös omien työntekijöiden työllistäminen. Yrityksen kustannuslaskelmissa kohteeseen lasketaan tietty omien työntekijöiden määrä läpi työmaan keston, joten omilla työntekijöillä toteutettavien tehtävien riippuvuudet ovat loppu – alkuriippuvuuksia. Yleisaikataulutasolla omien työntekijöiden työllistymisen riippuvuus ei aina ole näkyvissä, koska tehtävät eivät aina ole tahdistavia.



## 6.2 Aikataulusuunnittelu oman tuotannon kerrostalokohteessa

Yrityksessä oman tuotannon kerrostalokohteeseen laaditaan työtä ohjaava yleisaikataulu, muottikiertosuunnitelmat, viikkosuunnitelmat ja tarvittaessa rakentamisvaihe-aikatauluja. Kyseiset kohteet pyritään aloittamaan siten, että kesälomakauden jälkeen omat työntekijät pääsevät kohteeseen töihin. Kohteet pyritään saamaan valmiiksi ennen heinäkuuta eli vilkkainta kesäloma – aikaa. Työtä ohjaava yleisaikataulu laaditaan kohteen alkuvaiheessa usein siten, että maanrakennustyöt ovat jo käynnissä. Perustusvaiheessa ei yleensä tarkempaa aikataulusuunnittelua tehdä, vaan noudatetaan työtä ohjaavaa yleisaikataulua. Runkovaiheen aikataulusuunnittelu tehdään muottikiertosuunnitelmilla, joita tarkennetaan kerroksittain sitä mukaa, kun kohde valmistuu. Työnjohdosta riippuen runkovaiheen ajankäytön suunnitelmana käytetään muottikiertosuunnitelmaa tai muottikiertosuunnitelman pohjalta tehdään erillinen aikataulu. Sisävalmistusvaiheessa usein tehdään tarkemman tason aikataulu, johon suunnitellaan kaikki työt avustavia töitä lukuun ottamatta. Lisäksi tehtäviä jaetaan alatehtäviin esimerkiksi kerroksittain. Sisävalmistusvaiheen aikatauluun suunnitellaan myös LVIS – teknisiä töitä riippuen niiden tahdistavuudesta.

Perustusvaiheen tehtävien työsaavutukset ovat yleensä niin sanotusti selkänahasta revittyjä eli kohteen vaativuutta ja kokoa verrataan aikaisemmin toteutettuihin kohteisiin ja määriä vertaamalla arvioidaan kesto. Huomioon otetaan myös työsisältö ja sääolosuhteet sekä toteuttava työryhmä. Suunniteltuihin yleisaikatauluihin tehtävien kesto vielä pyöristetään lähimpään täyteen viikkoon.

Runkovaiheessa aikataulusuunnittelu perustuu muottikiertoon, kalustoriippuvuuksiin, betonin lujuudenkehitykseen ja aliurakoitsijoille varattavaan aikaan. Työryhmät ja työryhmien työsaavutukset ovat usein suunnitteluvaiheessa tiedossa edeltävistä kohteista ja tuntemattomien työryhmien työsaavutuksiin otetaan selkeästi pelivaraa. Pääperiaate betonirungon osalta on, että seiniä valetaan joka päivä, jos sääolot eivät sitä estä. Elementit nostetaan paikalleen heti kun kyseiseen elementtiin liittyvät rakenteet on valettu. Holvimuotit voidaan purkaa, kun edellisen kerroksen holvi on kuivunut viikon, joten seuraavan viikon holvimuottien teko voidaan aloittaa viikko edellisen

holvin valun jälkeen. Seinäelementtien saumojen juotosvalut toteutetaan holvimuotien päältä. Sähkörasioiden ja – nysien asennukseen varataan päivä ennen holvin raudoituksen aloitusta. Holvin raudoitukseen varataan aikaa vaatavuudesta riippuen ja varmistetaan vielä mahdollisuuksien mukaan raudoitusurakoitsijalta ajan riittävyys. Tarvittaessa lisätään aikaan vielä talvivaraus eli aikaa pakkaspäiviin, lumitöihin ja betonin lämmitysjärjestelyihin. Muihin runkovaiheen tehtäviin varataan aikaa aikaisempien kohteiden työsaavutuksista, käytettävistä työryhmistä ja työsisällöstä päätellen.

Sisävalmistusvaiheessa aikataulusuunnittelu perustuu ensisijaisesti omien työntekijöiden työllistämisen mukaan. Työryhmät ovat usein samat, kuin runkovaiheessa ja toteutettavat työtehtävät suunnitellaan työntekijöiden osaamisen mukaan. Esimerkiksi kahden miehen työryhmällä saadaan sisävaiheessa toteutettua levyväliseinät, levyalakatot, saunojen rungot, lauteiden teko, saunojen ja pesuhuoneen kattojen panelointi, sisäovien asennus ja listoitus. Samanaikaisesti toinen kahden miehen työryhmä toteuttaa piikkauksen ja karkean paikkauksen, lattioiden hionnan ja tasoituksen, läpivientien tiivistykset, materiaalien haalaustöitä, suojaus- ja siivoustöitä ja pihatöitä. Loput työt toteutetaan aliurakoitsijoilla ja aikaa varataan tehtäviin edellisten kohteiden työsaavutuksien mukaan. Jos kohteeseen on varattu riittävästi aikaa, suoritetaan samassa kerroksessa yhtä aikataulullisesti tahdistavaa tehtävää etenkin aliurakoitsijoita käytettäessä. Sisävalmistusvaiheessa otetaan huomioon myös LVIS – työt siten, että LVIS – urakoitsijoiden ilmoittamien työnosien kestojen sopivuus liittyviin rakennusteknisiin töihin tarkistetaan. Tarvittaessa rakennusteknisen tehtävän kestoa muutetaan sopimaan yhteen LVIS – teknisten töiden kanssa.

## 7 KÄYTÄNNÖN TYÖTEHTÄVIEN TOTEUTUMINEN

### 7.1 Aikataulujen työtehtävien seuranta

Suoritin kohteen aikataulujen toteutumastutkimuksen työmaakäynneillä. Perustusvaiheen toteutumaa selvitin työmaapäiväkirjoista perustusvaiheen jälkeen. Työskentelin kohteessa työnjohtajana runkovaiheen 1. kerroksen jälkeen lähes päivittäin. 1. kerroksen työtehtävien toteutumia seurasin viikoittaisilla työmaakäynneillä. Runkovaiheen toteutumaa 2. kerroksesta lähtien seurasin päivittäisellä muottikiertoseurannalla. Muottikiertoseurannan toteutin merkitsemällä kerrosten laudoituspiirustuksiin päivämäärät jokaisen elementin, kantavan seinän ja holvimuottien osan kohdalle. Sisävalmistusvaiheen osalta merkitsin tehtävien toteutumaa viikkosuunnitelmiin.

Aikataulutehtävien työryhmät ja tahdistavat työnosat merkitsin viikkosuunnitelmasurantaan. Perustusvaiheen työryhmät selvitin työmaapäiväkirjoista. Runkovaiheessa työryhmien koon määrittäminen oli hankalaa ilman jatkuvaa seurantaan, koska RS – Rakennuksen toimintamallin mukaan työntekijät siirtyvät päivän aikana useaan kertaan eri tehtäviin (LIITE 3). Runkovaiheen loppupuolen tehtävien työryhmät sen sijaan merkitsin aikatauluseurantaan tehtävien tahdistavuuden mukaan. Sisävalmistusvaiheessa yleisaikataulujen tahdistavien tehtävien työryhmät ja työsisällöt merkitsin tarkemman tason viikkosuunnitelmiin. Viikkosuunnitelmaseurannassa merkitsin myös viivästymiset, kuten sairastumiset, vapaan työkohteen puutteen ja sääolosuhteiden vaikutukset viikkosuunnitelmiin.

### 7.2 Aikataulusuunnitelmien ja toteutuneiden työtehtävien vertailu

Suunniteltujen aikataulujen ja käytännön toteutumisen vertailun toteutin Planet +6.2 – aikataulusuunnittelutyökalulla. Vertailuaikatauluun (LIITE 4 - 6) merkitsin tehtävästä kolme eri aikajanaa RATU:n mukaisen aikataulun, RS – Rakennuksen mukaisen aikataulun ja toteutuman mukaan. Eri aikataulujen ja toteutuman aikajanat merkitsin eri väreillä selitteen mukaan. Lisäksi vertailuaikatauluun merkitsin omiksi sarakkeisiin tehtävien keston, aloituspäivän, työryhmän ja tahdistavan työsisällön. Ver-

tailuaikataulut on edellä esitetty aikataulutehtävittäin kyseistä tehtävää analysoitaessa.

### 7.2.1 Perustusvaihe

Perustusvaiheen toteutuman kesto sijoittui kokonaisuudessaan RATU - yleisaikataulun ja RS – Rakennuksen yleisaikataulun väliin. Toteutumaan verrattessa RATU – yleisaikataulu oli neljä päivää liian kireä, kun taas RS – Rakennuksen yleisaikatauluun aikaa oli varattu seitsemän päivää liikaa. Mielestäni kumpikaan ero ei ole merkittävä kohteessa, jonka valmistumiseen on varattu reilusti aikaa. Perustusvaiheessa tehtävien kestoilla ei ole aikataulujen ja toteutumien välillä merkittäviä eroja. Myös tahdistavat työsisällöt ovat käytännössä samat, mutta tahdistavissa ja kokonaistyöryhmissä on merkittäviä eroja. Erityisesti RATU soveltuu hyvin perustusvaiheessa erikoistuneilla aliurakoitsijoilla toteutettaviin tehtäviin.

Kaivuu – tehtävän työryhmät ja tahdistava työsisältö ovat samat aikatauluissa ja toteutumassa. RS – Rakennuksen aikataulussa tehtävän kesto vastaa täysin toteutunutta. RATU – yleisaikataulun tehtävän kesto on kaksi päivää toteutunutta lyhyempi. Tehtävä toteutettiin tuntitöinä yrityksen omilla miehillä ja kalustolla. Uskon toteutuksen olevan suurin syy RATU – yleisaikataulun kesto, koska yleisesti kaivutyöt toteutetaan urakkana aliurakoitsijalla. Työn edistyminen ei välttämättä ole yrityksen toimintamallilla, kuin työhön erikoistuneilla aliurakoitsijoilla, mutta oman kaluston ansiosta kustannukset eivät nouse yhtä korkeaksi. Uskon, että tarvittaessa tehtävän kestosta olisi hyvin saanut kiristettyä kaksi päivää pois eli RATU soveltuu melko hyvin helpohkojen kaivutöiden aikataulusuunnitteluun.

Kaivuu – tehtävä vertailuaikataulussa

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisältö	2011				
						Elokuu				
						30	31	32	33	34
1	Kaivuu RATU	13 pv	2 RAM	2 RAM	Kaivuu, perustusten alustäyttö ja tiivistys	1				
2	Kaivuu RS	15 pv	2 RAM	2 RAM	Kaivuu, perustusten alustäyttö ja tiivistys	2				
3	Kaivuu TOT.	15 pv	2 RAM	2 RAM	Kaivuu, perustusten alustäyttö ja tiivistys	3				

Kun verrataan RATU:n ja RS – Rakennuksen yleisaikatauluja toteutuneeseen Anturat – tehtävään, on tehtävän kesto RS – yleisaikataulussa sama kuin toteutuma, eikä

RATU – yleisaikataulun kestokaan eroa toteutuneesta, kuin yhden päivän. Jälleen RATU on hieman kireämpi. Tehtävien työsisältö on sama suunnitelluissa aikatauluissa ja toteutumassa, eikä riippuvuuksillakaan ole eroa. Työryhmissä sen sijaan on eroja joka suhteessa. RATU – mallin mukaan tahdistava työryhmä on kaksi rakennusammattimiestä, mutta tahdistamattomia työnosia toteuttaa samanaikaisesti vielä kaksi rakennusmiestä. RS – Rakennuksen yleisaikataulussa tehtävä on suunniteltu toteutettavaksi kahden ammattimiehen ja yhden rakennusmiehen työryhmällä. Yrityksen yleisen aikataulusuunnittelumallin mukaisesti kaikki työt ovat tahdistavia, joten kokonaistyöryhmä on tahdistava työryhmä. Työn toteutukseen kuitenkin käytettiin suunniteltua suurempaa kolmen ammattimiehen ja yhden rakennusmiehen työryhmää yrityksen omilla miehillä, tuntityönä. RATUN mukainen aikataulusuunnittelu soveltuu tehtävän suunnitteluun, jos tehtävä suunnitellaan kokonaistyöryhmiin ja koko työsisältöön keskittyen.

#### Vertailuaikataulun Anturat – tehtävä

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisältö	2011 Elokuu
4	Anturat RATU	4 pv	2 RAM	2 RAM + 2 RM	Muottityö, rauditus, betonointi	33 34 35
5	Anturat RS	5 pv	2 RAM + 1 RM	2 RAM + 1 RM	Muottityö, rauditus, betonointi	5
6	Anturat TOT	5 pv	3 RAM + 1 RM	3 RAM + 1 RM	Muottityö, rauditus, betonointi	6

Sokkelit – tehtävän työsisältö ja riippuvuudet ovat samat suunnitelluissa aikatauluissa ja toteutumassa. Merkittävin riippuvuus tehtävässä on anturoiden valmistuminen, jotta sokkelit saadaan paikalleen ja resurssiriippuvuus syntyy saman työryhmän käyttämisestä molemmissa tehtävissä. Edelleen erot tehtävien kestoissa ovat pienet. Tehtävään kului yhdeksän päivää, kun RATU – yleisaikataulun mukainen kesto on kahdeksan päivää ja RS – yleisaikataulussa tehtävään on varattu aikaa kymmenen päivää. Kestoltaan ja työsisällöltään suunnitelluissa aikatauluissa ja toteutumassa ei ole merkittävää eroa, mutta RATU:n mukainen työmenekki on 25 % toteutunutta pienempi, koska kokonaistyöryhmään kuuluu yksi ammattimies vähemmän. Tehtävän toteuttaminen omilla miehillä tuntityönä voi olla syynä työmenekkieroon. Lisäksi tehtävän työsisältö koostuu monesta toisiinsa liittymättömästä alatehtävästä. Pienet massat ja työryhmien siirtyminen tiheään alatehtävästä toiseen eivät välttämättä sovellu RATU:n mukaiseen aikataulusuunnitteluun.

#### Sokkelit – tehtävä vertailuaikataulussa

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisältö	2011			
						Elokuu	Syyskuu		
7	Sokkelit RATU	8 pv	2 RAM	2 RAM + 1 RM	Elementit, muotit, rauditus, betonointi, salaojat, routaeristys	7			
8	Sokkelit RS	10 pv	3 RAM + 1 RM	3 RAM + 1 RM	Elementit, muotit, rauditus, betonointi, salaojat, routaeristys	8			
9	Sokkelit TOT	9 pv	3 RAM + 1 RM	3 RAM + 1 RM	Elementit, muotit, rauditus, betonointi, salaojat, routaeristys	9			

Alapohja – tehtävän työsisältöön kuuluu alapohjan eristeiden asennus, liittyvien parveke – elementtien asennus, rauditus ja betonointi. Työsisältö on sama käytännön toteutuneessa ja suunnitelluissa aikatauluissa. Alapohjan raudoitustöissä käytettiin työhön erikoistunutta aliurakoitsijaa ja muut alapohjaan liittyvät työt toteutettiin omilla miehillä tuntityönä. Suunnitelluissa aikatauluissa RS – Rakennuksen yleisaikataulun kesto on 2 kertaa eli 5 päivää pidempi, kuin RATU – yleisaikataulu. RS – Rakennuksen yleisaikataulussa myös työryhmä on yhtä ammattimiestä RATU:n mukaista suurempi. Toteutunut kesto on 6 päivää eli yhtä päivää RATU:n mukaista suunniteltua kesto suurempi. Työmenekki on kuitenkin lähempänä RS - Rakennuksen aikataulua, koska toteutuneessa käytetty työryhmä on kahta ammattimiestä suurempi, kuin RATU:n mukainen suunniteltu kokonaistyöryhmä. Kuten sokkelit - tehtävässä, myös alapohja – tehtävässä on pienet massat ja työryhmät siirtyvät tiheään tehtävästä toiseen. RATU:n mukaisen aikataulun alatehtävistä alapohjan eristyksen yhden päivän kesto on selvästi toteutunutta lyhyempi. RATU:n mukainen raudoituksen kolmen päivän kesto vastaa sen sijaan täysin toteutunutta. Tehtävässä RATU soveltuu hyvin erikoistuneilla aliurakoitsijoilla toteuttaviin alatehtäviin, joiden työsisältö on selkeä.

Alapohja – tehtävä vertailuaikataulussa

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisältö	2011			
						Syys			
10	Alapohja RATU	5 pv	2 RAM	2 RAM + 1 RM	Eristys, parvekelaaattojen asennus, rauditus, betonointi	10			
11	Alapohja RS	10 pv	3 RAM + 1 RM	3 RAM + 1 RM	Eristys, parvekelaaattojen asennus, rauditus, betonointi		11		
12	Alapohja TOT	6 pv	4 RAM + 1 RM	4 RAM + 1 RM	Eristys, parvekelaaattojen asennus, rauditus, betonointi		12		

Väestönsuoja – tehtävän suunnitteluun RATU soveltuu hyvin, koska toteutunut kesto on päivää lyhyempi, kuin RATU:n mukainen suunniteltu kesto. Työsisältönä tehtävässä on omilla miehillä toteutettavat seinien ja holvin levymuottityöt sekä betonointi ja aliurakoitsijalla toteutettu raudoitustyö. Kokonaistyöryhmä on suunniteltujen aikataulujen ja toteutuneen kesken sama. Levymuottitöissä ja raudoitustöissä

RATU:n mukainen aikataulullisesti tahdistavan työryhmän ja kokonaistyöryhmän ero vastaa hyvin toteutunutta.

### Vertailuaikataulun VSS – tehtävä

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisältö	2011						
						Syyskuu	Syyskuu	Syyskuu	Syyskuu	Lokakuu	Lokakuu	Lokakuu
						36	37	38	39	40	41	42
13	VSS RATU	9 pv	2 RAM	2 RAM + 1 RM	Muotit, rauditus, betonointi	13						
14	VSS RS	10 pv	2 RAM	2 RAM	Muotit, rauditus, betonointi			14				
15	VSS TOT.	8 pv	2 RAM + 1 RM	2 RAM + 1 RM	Muotit, rauditus, betonointi		15					

### 7.2.2 Runkovaihe

Yrityksen aikataulussa runkovaiheeseen oli varattu aikaa reilusti liikaa. 1. kerroksen betoniseinät päästiin aloittamaan viikkoa ennen suunniteltua ja runkovaiheen viimeinen tehtävä, julkisivun villoitus valmistui 7 viikkoa ennen suunniteltua. RATU – yleisaikataulussa sen sijaan runkovaiheen kesto on kolme viikkoa nopeampi, kuin toteutunut. Betonirakenteissa tehtävien limitykset RATU:n ja toteutuneen välillä vastaavat hyvin toisiaan. Toteuttavissa työryhmissä on kuitenkin selkeitä eroja RATU:n mukaisen tahdistavan ja kokonaistyöryhmän erojen takia. Yrityksen toimintamalliin ei kuulu tahdistavien työsisältöjen erittely vaan koko työtä pidetään aikataulullisesti tahdistavana. Tämän takia RATU:n mukaiset kokonaistyöryhmät ovat selkeästi toteutunutta suurempia, kun rakennusmiehille suunnitellut tahdistamattomat työtehtävät toteutetaan yrityksen tahdistavia töitä tekevillä miehillä. Vesikaton ja julkisivun villoituksen osalta tehtävien kestot ovat RATU:n mukaan toteutunutta lyhyempiä samasta syystä. Tahdistava työsisältö ja kokonaistyöryhmän vaikutus eivät ole yrityksen toteutuksen mukaisia, joten suunnitellut kestot jäävät liian pieniksi. RS - Rakennuksen aikataulussa sen sijaan aikaa on varattu reilusti liikaa kaikkiin muihin tehtäviin, paitsi holveihin.

1. – 4. kerroksen seinät ja holvit toteutettiin viiden ammattimiehen ja yhden rakennusmiehen työryhmällä kokonaisuudessaan. 2. kerroksen holvin valmistuttua kuitenkin yksi ammattimies siirtyi toiselle työmaalle. Työryhmällä ei ollut merkittävää määrää kokemusta suurmuottitöistä eikä betonielementtiasennuksista. Tällä seikalla on varmasti vaikutus RATU:n mukaisen aikataulun kireyteen, koska oletusarvona on, että työntekijät ovat kokeneita ammattilaisia tehtävässään. Selvää harjaantumista teh-

tävissä on havaittavissa, koska 2. kerroksen seinien ja holvin yhteenlaskettu kesto toteutuksessa on kolme päivää RATU:n mukaista pidempi, kun taas neljännessä kerroksessa sama toteutuma on RATUa päivän lyhyempi, vaikka työryhmä on yhtä ammattimiestä pienempi.

Toteuttamiseen käytetty työtapa on täysin RATU:n mukaisesta poikkeava. Torninosuurin käytöstä johtuen seinien suurmuottitöitä, elementtiasennusta ja betonointia ei voida aikatauluissa limittää. Tämän takia työntekijät siirtyvät tehtävästä toiseen tiheään tahtiin, joka ei ole pienurakkamallin mukaista toimintaa. Merkittävä ero on myös työhön käytetyn kokonaistyöryhmän ero RATU:n vastaavaan. Edelleen yrityksen aikataulusuunnittelun kokonaistyöryhmä on tahdistava. RATU – mallin mukaisen aikataulusuunnittelun kokonaistyöryhmä on kuitenkin kahta rakennusmiestä suurempi, kuin toteutuksessa käytetty. Holveissa tahdistava työsisältö on toteutumassa RATU:n mukaista suurempi, koska parveke – elementtien asennus ja holvien sähkötyöt kuuluvat tahdistaviin työtehtäviin. RATU:n mukaisessa yleisaikataulussa on myös holvien kuivumisen suhteen riippuvuusero. Työmaalla ei ollut holvimuottikalustoa, kuin yhteen holviin kerrallaan ja betonin lujoudenkehitys holveissa vaatii vähintään viikon kuivumisajan ennen muottien purkua. Suunnittelussa RATU – yleisaikataulussa eri kerrosten holvien välillä ei ole kuin neljä työpäivää kuivumisaikaa. RATU – yleisaikataulussa paikalla valettavien seinien kesto on päivän mahdollista muottikiertoa lyhyempi, eli käytännössä mahdottomuus.

Tällaisenaan käytettynä RATU ei sovellu yrityksen aikataulusuunnitteluun kerrostalon betonirunkoa toteutettaessa. Kuitenkin jos edellä mainitut riippuvuudet otetaan huomioon ja aikataulun suunnitteluun käytetään kokonaistyöryhmiä ja kokonaistyösisältöjä T4 – aikoina, soveltuisi RATU selvästi paremmin yrityksen toimintamallilla toteutettavien betonirakenteiden aikataulusuunnitteluun. Hyvä lisä RATU:n aikataulusuunnittelutiedostoihin olisi erilaisia betonirakenteiden riippuvuuksia käsittelevä tiedosto. Etenkin kokemattomille aikataulusuunnittelijoille tällaisesta työkalusta olisi varmasti hyötyä.



## 1. kerroksen runko vertailuaikataulussa

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisäito	2011					
						Syyskuu	Lokakuu				
16	1.krs seinät RATU	5 pv	4 RAM	4 RAM + 2 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit	37	38	39	40	41	42
17	1.krs seinät RS	10 pv	5 RAM	5 RAM + 1 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit						
18	1.krs seinät TOT	8 pv	3 RAM	3 RAM + 1 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit						
19	1.krs holvi RATU	8 pv	2 RAM	2 RAM + 2 RM	Muotit, raudoitus, betonointi						
20	1.krs holvi RS	10 pv	3 RAM	3 RAM	Muotit, raudoitus, sähkötyöt, betonointi						
21	1.krs holvi TOT	12 pv	3 RAM	3 RAM	Muotit, raudoitus, elementit, sähkötyöt, betonointi						

## 2. kerroksen runko vertailuaikataulussa

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisäito	2011						
						Loka	Marras					
22	2.krs seinät RATU	6 pv	4 RAM	4 RAM + 2 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit	40	41	42	43	44	45	46
23	2.krs seinät RS	10 pv	5 RAM	5 RAM + 1 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit							
24	2.krs seinät TOT	7 pv	5 RAM	5 RAM + 1 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit							
25	2.krs holvi RATU	9 pv	2 RAM	2 RAM + 2 RM	Muotit, raudoitus, betonointi							
26	2.krs holvi RS	10 pv	3 RAM	3 RAM	Muotit, raudoitus, sähkötyöt, betonointi							
27	2.krs holvi TOT	11 pv	3 RAM	3 RAM	Muotit, raudoitus, elementit, sähkötyöt, betonointi							

## 3. kerroksen runko vertailuaikataulussa

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisäito	2011						
						Lok	Mar	Jou				
28	3.krs seinät RATU	5 pv	4 RAM	4 RAM + 2 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit	42	43	44	45	46	47	48
29	3.krs seinät RS	10 pv	5 RAM	5 RAM + 1 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit							
30	3.krs seinät TOT	6 pv	4 RAM	4 RAM + 1 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit							
31	3.krs holvi RATU	9 pv	2 RAM	2 RAM + 2 RM	Muotit, raudoitus, betonointi							
32	3.krs holvi RS	10 pv	3 RAM	3 RAM	Muotit, raudoitus, sähkötyöt, betonointi							
33	3.krs holvi TOT	10 pv	2 RAM	3 RAM	Muotit, raudoitus, elementit, sähkötyöt, betonointi							

## 4. kerroksen runko vertailuaikataulussa

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisäito	2011							2012		
						Mar	Jou	Tam							
34	4.krs seinät RATU	6 pv	4 RAM	4 RAM + 2 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
35	4.krs seinät RS	10 pv	5 RAM	5 RAM + 1 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit										
36	4.krs seinät TOT	6 pv	4 RAM	4 RAM + 1 RM	Muotit, raudoitus, betonointi, elementit										
37	4.krs holvi RATU	9 pv	2 RAM	2 RAM + 2 RM	Muotit, raudoitus, betonointi										
38	4.krs holvi RS	16 pv	3 RAM	3 RAM	Muotit, raudoitus, sähkötyöt, betonointi										
39	4.krs holvi TOT	8 pv	2 RAM	3 RAM	Muotit, raudoitus, elementit, sähkötyöt, betonointi										

Vesikaton tekoon kului aikaa kahden yrityksen oman ammattimiehen työryhmältä 18 päivää, eli 6 päivää enemmän, kuin RATU – yleisaikataulussa oli varattu aikaa. RS - Rakennuksen yleisaikataulussa taas tehtävälle oli varattu 7 päivää ylimääräistä. RATU - yleisaikataulun työryhmässä on kuitenkin yksi rakennusmies toteutunutta enemmän ja käytännössä tehtävän työsisältö on suurempi, kuin RATU:n oletama vesikaton runko ja katealusta. Kohdassa 5.2.3 olen laskenut tehtävän RATU:n mukaan ottaen kuitenkin huomioon työsisällön, jota RATU ei miellä tahdistavaksi työsisällöksi. Näin laskettuna tehtävän kestoksi tulee 18 päivää eli tasan toteutuneen ver-

ran. Käyttämällä tahdistavaa työmenekkiä RATU ei sovellu tämän tehtävän aikataulusuunnitteluun, mutta kun työsisältö muutetaan kohteen käytäntöä vastaavaksi, kesto vastaa täysin toteutunutta.

#### Vesikatto – tehtävä vertailuaikataulussa

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisältö	2011		2012			
						Jou	Tam	Hel	M		
40	Vesikatto RATU	12 pv	2 RAM	2 RAM + 1 RM	Runko ja katealusta	40					
41	Vesikatto RS	25 pv	2 RAM	2 RAM	Runko, katealusta, räystäät, piiput				41		
42	Vesikatto TOT	18 pv	2 RAM	2 RAM	Runko, katealusta, räystäät, piiput, luukut, suojaus	42					

Ikkunoiden ja parvekeovien asennus kohteessa kuului ikkuna- ja ovikauppaan, eli asentajat olivat työhön erikoistuneen aliurakoitsijan työntekijöitä. Työ toteutettiin kahden ammattimiehen työryhmällä ja työsisältöön kuului ikkunoiden siirrot kerroksissa, asennus ja karmien tiivistys. Työhön kului aikaa 5 päivää, mutta asentajat tekivät 10 – 12 tunnin työpäiviä eli todellinen kesto olisi n. 7 päivää. RS – Rakennuksen aikataulussa tehtävälle on varattu hieman ylimääräistä aikaa eli yhteensä 10 päivää. RATU – yleisaikataulussa taas tehtävän kesto on 7 päivää kahden ammattimiehen ja kahden rakennusmiehen työryhmällä. RATU soveltuu siis hyvin erikoistuneella aliurakoitsijalla toteutettavaan ikkuna – asennukseen.

#### Ikkunoiden asennus – tehtävä

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisältö	2011		2012			
						Mar	Jou	Tam	H	U	K
43	Ikkunoiden asennus RATU	7 pv	2 RAM	2 RAM + 2 RM	Karmitus ja sovitus	43					
44	Ikkunoiden asennus RS	10 pv	2 RAM	2 RAM	Siirrot kerroksessa, karmitus, sovitus, tiivistys					44	
45	Ikkunoiden asennus TOT	5 pv	2 RAM	2 RAM	Siirrot kerroksessa, karmitus, sovitus, tiivistys				45		

Julkisivun villoitukseen oli RS – Rakennuksen aikataulussa varattu lähes kolme kertaa niin paljon aikaa, kuin RATU – yleisaikataulussa. Toteutunut työn kesto oli kuitenkin lähempänä RATU:n mukaista kestoa, kuin RS – Rakennuksen mukaista. Villoitukseen kului aikaa 6 päivää enemmän, kuin RATU – yleisaikataulussa. Syynä tähän eroon oli jälleen tahdistavan työryhmän ja työsisällön käsite. RATU - yleisaikataulussa kokonaistyöryhmä on 2 ammattimiestä ja 2 rakennusmiestä ja tahdistava työsisältö on villojen asennus. Oletuksena on siis, että 2 ammattimiestä asentaa jatkuvasti villaa seinään, kun 2 rakennusmiestä hoitaa materiaalien siirrot ja villojen leikkauksen. Käytännössä kokonaistyöryhmä oli 2 ammattimiestä, jotka toteuttivat koko työn lisäksi vielä mastonostimen siirrot ja sateen vuoksi kahtena toteutumaan

laskettuna päivänä julkisivua ei päästy villoittamaan. Yksinkertaistettuna siis käytännön työryhmä oli puolet pienempi, kuin RATU – yleisaikataulussa. Jos työryhmä olisi RATU – yleisaikataulussa ollut puolet pienempi, olisi toteutunut kesto ollut 5 päivää RATU:n mukaista lyhyempi. Jälleen siis RATU:n tahdistava työryhmä ja työmenekki johtaa hieman harhaan, eikä sovellu sinällään tämän kohteen aikataulusuunnitteluun, mutta kokonaistyöryhmiä ja –työmenekkejä käyttämällä tehtävälle saadaan jopa liikaa kestoja.

### Julkisivun villoitus vertailuaikataulussa

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisältö	2011		2012	
						Jou	Tam	Hel	Ma
46	Julkisivun villoitus RATU	11 pv	2 RAM	2 RAM + 2 RM	Asennus	46			
47	Julkisivun villoitus RS	30 pv	2 RAM	2 RAM	Asennus, leikkaus, nostimen ja materiaalien siirto			47	
48	Julkisivun villoitus TOT	17 pv	2 RAM	2 RAM	Asennus, leikkaus, nostimen ja materiaalin siirto	48			

### 7.2.3 Sisävalmistusvaihe

RATU – yleisaikataulussa sisävalmistusvaiheen työt päästään aloittamaan 3 viikkoa ennen, kuin käytännön toteutuksessa. Sisävalmistusvaiheen valmistuminen ajoittuu RATU – yleisaikataulussa 5 viikkoa ennen käytännön valmistumista, eli kokonaisuudessaan RATU:n mukaisen sisävalmistusvaiheen kesto on noin kaksi viikkoa toteutunutta lyhyempi. Tästä päätellen RATU soveltuu hyvin sisävalmistusvaiheen tehtävien aikataulusuunnitteluun, koska työmaalla oli muutamia ongelmia materiaali-toimitusten ja aliurakoitsijoiden kanssa, joita ilman kaksi viikkoa olisi hyvin saatu kiristettyä pois toteutuneesta.

Kevyiden väliseinien tekemiseen käytettiin kohteessa kahden ammattimiehen ja yhden rakennusmiehen kokonaistyöryhmää. Työntekijät olivat yrityksen omia miehiä ja työ toteutettiin tuntityönä. Tässä tapauksessa myös yrityksen toimintamallissa kokonaistyöryhmällä ja tahdistavalla työryhmällä on ero, koska rakennusmies tekee vain väliseinien villoittamisen ja kalustetuet. Työsisältöön kuului seinien mittaus, koolaukset ja levytys. Koko rakennuksen seinät levytettiin ensin vain toiselta puolelta, jotta sähkömiehille jää riittävästi aikaa rasiointiin ja putkituksiin. Toisen puolen levytyksen yhteydessä työryhmä teki myös alakattojen koolaukset ja hormit. Vaikka tehtävän toteutukseen käytetty toimintamalli on RATU:n kaltainen, on sen kesto 11 päi-



Kohteen laatoitustyöt tehtiin erikoistuneen aliurakoitsijan toimesta. Työryhmät ja työsisällöt ovat samat suunnitelluissa aikatauluissa ja toteutumassa. Siitä huolimatta tehtävän toteutunut kesto on 12 päivää pidempi, kuin RATU – yleisaikataulun suunniteltu kesto. RATU:n mukaiset työmenekit ovat siis ainakin kohteessa käytetylle aliurakoitsijalle liian tiukka. Myös saunat – tehtävän toteutunut kesto on merkittävästi RATU – yleisaikataulua pidempi, 14 päivää. Työryhmät ovat tehtävässä samat vaikka toteutuksessa on käytetty kahden ammattimiehen työryhmää. Toteutuksen työsisältö on sen sijaan suurempi, kuin RATU:n suunniteltu. Saunojen eristelevyjen asennusta ja lauteiden tekoa ei ole huomioitu RATU – yleisaikataulua suunnitellessa. Edellä mainittuihin töihin kului työryhmältä aikaa 8 päivää. RATU:n ja toteutuneen ero on silti merkittävä, joten RATU ei sovellu käytettäväksi yrityksen saunojen teon aikataulusuunnitteluun.

#### Laatoitus ja saunat vertailuaikataulussa

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisältö	2012			
						Hei	Maa	Hu	Tou
58	Laatoitus RATU	33 pv	2 RAM	2 RAM	Laatoitus, saumaus, vedeneristys, siirrot, siivous				
59	Laatoitus RS	40 pv	2 RAM	2 RAM	Laatoitus, saumaus, vedeneristys, siirrot, siivous				59
60	Laatoitus TOT	45 pv	2 RAM	2 RAM	Laatoitus, saumaus, vedeneristys, siirrot, siivous				60
61	Saunat RATU	26 pv	1 RAM + 1 RM	1 RAM + 1 RM	Paneelointi, koolaus, lauteiden asennus				61
62	Saunat RS	45 pv	2 RAM	2 RAM	Eristys, koolaukset, paneelointi, lauteiden teko ja asennus				62
63	Saunat TOT	40 pv	2 RAM	2 RAM	Eristys, koolaukset, paneelointi, lauteiden teko ja asennus				63

Toteutunut maalaustöiden kesto on 45 päivää, kun taas RATU – yleisaikataulun suunniteltu kesto on 16 päivää. Työ toteutettiin erikoistuneella aliurakoitsijalla ja työryhmät olivat samat, mutta työsisällössä ja toteutustavassa on eroja. Työn toteutustapa maalareilla oli omalaatuinen, koska maalarit maalasivat ensin koko talon seinät pohjamaaliin ja vasta kalusteasennuksen jälkeen kahteen kertaan pintamaalilla. RATU:n mukaiseen työsisältöön kuulumattomia töitä ovat siis katon ja seinien rajojen tiivistys akryylimassalla, yksi telamaalauskerä ja patteriputkien maalaus kahteen kertaan. Vaikka työsisältö onkin toteutuneessa suurempi, ei se vielä selitä kuuden viikon eroa yksittäisen tehtävän kestossa. RATU ei sovellu ainakaan tällä aliurakoitsijalla toteutettaviin maalaustöihin.

Kalusteasennus ja parkettiasennus toteutettiin kohteessa erikoistuneilla aliurakoitsijoilla. Tehtävien toteutuneet työsisällöt olivat vastaavia, kuin yleisaikataulujen mukaiset suunnitellut työsisällöt. Ainoana erona oli RATU – yleisaikataulun yhden ammattimiehen työryhmä parkettiasennuksessa. Käytännössä parkettiasennukseen

käytettiin kahta ammattimiestä ja yhtä rakennusmiestä. Kalusteasennuksen varsinaiseen työhön kului 14 päivää, koska työt tehtiin kerros kerrallaan ja välissä kalusteasentajat olivat muilla työmailla. Merkitsin toteutuneeseen kalusteasennuksen kestoon myös päivät, jolloin asentajat eivät olleet työmaalla. RATU – yleisaikataulun mukaisessa 28:sen päivän kestossa on muutama päivä pelivaraa, jos työ päästäisiin toteuttamaan yhtäjaksoisesti. Samoin parkettiasentajat olivat muilla työmailla tehtävän toteutuksen aikana ja varsinaiseen työhön kului 12 päivää. RATU – yleisaikataulun mukainen työn kesto yhdellä asentajalla on 23 päivää, joten kahden ammattimiehen työryhmäksi muutettuna tehtävän kestoksi tulisi 11,5 päivää. RATU soveltuu hyvin kaluste- ja parkettiasennuksen aikataulusuunnitteluun kohteen toimintamallin mukaisesti.

### Kalusteasennus ja parkettiasennus vertailuaikataulussa

Hierarkia	Selite	Kesto	Tahd. Työryhmä	Kok. Työryhmä	Tahdistava työsisäito	2012				
						Maa	Huh	Tou	Kes	
67	Kalusteasennus RATU	28 pv	2 RAM	2 RAM	Mittaus, asennus, siirrot, siivous	67				
68	Kalusteasennus RS	25 pv	2 RAM	2 RAM	Mittaus, asennus, siirrot, siivous			68		
69	Kalusteasennus TOT	34 pv	2 RAM + 1 RM	2 RAM + 1 RM	Mittaus, asennus, siirrot, siivous		69			
70	Parkettiasennus RATU	23 pv	1 RAM	1 RAM	Asennus	70				
71	Parkettiasennus RS	20 pv	2 RAM	2 RAM	Asennus, siivous				71	
72	Parkettiasennus TOT	20 pv	2 RAM	2 RAM	Asennus, siivous			72		

Sisäovien asennus, listoitus ja varusteiden asennus toteutettiin kohteessa yrityksen omilla miehillä tuntityönä lukuun ottamatta väestönsuojan varusteiden asennusta, joka toteutettiin aliurakoitsijalla. Töissä ei ollut merkittäviä keskeytyksiä ja työt saatiin toteutettuna kerralla valmiiksi. Sisäovien ja listoituksen toteutunut kesto oli 6 päivää RATU:n mukaista suunniteltua pidempi. Ero johtuu tahdistavien työtehtävien erosta ja RATU – yleisaikataulun yhtä rakennusmiestä suuremmasta työryhmästä. Varusteiden ja laitteiden asennuksen kesto oli toteutuneessa päivää RATU - yleisaikataulua pidempi. RATU soveltuu hyvin näiden tehtävien aikataulusuunnitteluun, jos toteutukseen käytettävät työryhmät ovat RATU:n mukaiset.



## 8 TUTKIMUSTULOSTEN VERTAILU

### 8.1 Tehtävien kestojen erot yleisaikataulujen suunnitteluvaiheessa

Yleisaikataulujen suunnitteluvaiheessa verratessani RS – Rakennuksen ja RATU:n mukaista yleisaikataulua löysin muutamia tehtäviä, joiden kestoissa oli merkittävän suuria eroja. Perustusvaiheessa alapohja – tehtävän kesto oli kaksinkertainen RS – Rakennuksen mallin mukaisessa yleisaikataulussa verrattuna RATU:n mukaiseen. Tässä tapauksessa keston eroon osasyynä oli suunnitteluprosessissani alatehtävien sijoittelu. Sijoitin alapohjan täytön ja tiivistyksen tehtävät sokkelit – tehtävän alatehtäväksi, mutta kestossa on silti merkittävä ero, koska sokkelit – tehtävän kesto on RATU – yleisaikataulussa lyhyempi kuin RS – Rakennuksen yleisaikataulussa. Lisäksi anturoiden ja sokkelien raudoituksessa on mielestäni tähän kohteeseen liian pieni työmenekki.

Runkovaiheessa RATU – yleisaikataulun tehtävien kestot ovat jokaisen tehtävän kohdalla pienemmät kuin RS – Rakennuksen mukaisessa yleisaikataulussa. RATU:n mukaiset työmenekit ovat joissain tapauksissa syynä eroihin, mutta suurimpina syinä ovat erot tahdistavissa työnosissa, resurssiriippuvuudet, pelivarat, aikataulusuunnittelutyökalut ja tekniset riippuvuudet.

#### 8.1.1 Yleisaikataulujen perustusvaiheiden erot

RATU – yleisaikataulun ja RS – Rakennuksen yleisaikataulun perustusvaiheen vertailussa RATU – yleisaikataulussa perustusvaiheen kesto on 10 päivää lyhyempi kuin RS – Rakennuksen yleisaikataulussa. Kaivu – ja anturat – tehtävissä ero oli 1 – 2 päivää, mutta sokkelit – ja alapohja – tehtävien ero oli yhteensä 7 päivää. Mielestäni Aikataulukirja 2008:n työmenekit sokkelien ja anturoiden raudoitukseen ovat liian pienet. Työmenekin kuvaaminen raudoitetyypin mukaan olisi mielestäni tarvittava lisä. Esitysmuoto voisi olla esimerkiksi: perusmuurin raudoite, 4 pääterästä, haat k 200 tai esimerkkirakenneleikkaus ja työmenekit kyseiseen rakenneleikkaukseen. Alapohja – tehtävän kestojen ero on perustusvaiheen suurin. Mielestäni alapohjan pohjien tekemisen työmenekki on RATU – yleisaikataulussa liian pieni, koska pin-



nan tasaus täytyy toteuttaa käsin. Alapohjan alustäytön ja tiivistyksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös pohjaviemärien vedot. Lisäksi alapohjan eristyksen työmenekki puuttuu kokonaan Aikataulukirja 2008:sta. Alapohjan eristykseen tulisi mielestäni lisätä työmenekki/eristyskerros, kuten seinien eristystöissäkin on esitetty, sillä nykyisten U – arvovaatimusten mukaan alapohjan eristeenä usein on kaksi 100 mm:n EPS – levyä päällekkäin saumat limitettynä.

### 8.1.2 Yleisaikataulujen runkovaiheiden eroavaisuudet

Suunniteltuja yleisaikatauluja verratessa on RATU – yleisaikataulu sisävaiheen tahdistavia tehtäviä ajatellen kaksi kuukautta RS – Rakennuksen yleisaikataulu lyhyempi. RS – Rakennuksen yleisaikataulussa on varattu ylimääräistä aikaa rungon betonirakenteisiin, koska runkotyöryhmä ei ole varsinaisesti erikoistunut kerrostalon runkotoihin. Kerrostalon runkovaiheen aikataulusuunnittelussa on merkittävä määrä teknisiä riippuvuuksia etenkin RS – Rakennuksen toimintamallilla. Aikataulun laadinta runkovaiheeseen yrityksessä tapahtuukin muottikierron, kaluston ja lujuudenkehitysaikojen mukaan ja vasta sen jälkeen tarkistetaan työmenekkien riittävyys suunniteltuun valujärjestykseen.

Vesikaton tekemisessä, ikkunoiden asennuksessa ja julkisivun villoituksessa RATU – yleisaikataulu on lyhyempi. Vesikatto – tehtävässä kestojen ero on 13 päivää, koska tehtävän työsisältö on erilainen aikatauluissa. Aliurakoitsijalla toteutettavan bitumikermin asennuksen osalta aikataulut ovat kestoiltaan samanlaiset. RATU – mallin mukaan tahdistaviksi työnosiksi vesikaton runkotöissä tulevat vesikaton runko ja kaitealusta. Yrityksen toimintamallin mukaan samalla työryhmällä toteutetaan myös ot-salautat, räystäsrakenteet, työnaikaisten kaiteiden teko, ilmanvaihtopiiput ja luukkujen asennus. Myös ylimääräiset talvityöt, kuten lumenluonti ja suojaukset tehdään samalla työryhmällä. Tässä tapauksessa työmenekeillä ei ole niin suurta merkitystä kestojen eroon, kuin aikataulujen ulkoisesta erosta voisi luulla, vaan suurimmaksi osaksi erot johtuvat työsisällöstä ja talvitöistä sekä säävarauksesta.

Ikkunoiden asennuksen osalta ero tehtävien kestoissa on kolme päivää. Tehtävä toteutetaan aliurakkana ja asentajat omaavat yleensä hyvin vankan kokemuksen asennustyöstä. Tehtäväsisältö on selkeä, koska ikkunavalmistajat määräävät alkutilanteen

ennen asennusta. Ikkunat ja ovet tulee olla kerroksessa ja kulkureitit sekä asennusalueet esteettömät. Uskon kestojen eron johtuvan aikataulusuunnittelutyökalujen tarkkuudesta ja keston suunnittelun tarkkuudesta, jotka RS – Rakennuksen yleisaikatauluissa toteutetaan viikon tarkkuudella.

Julkisivun villoitus – tehtävien kestojen ero on 19 päivää. Työsisällössä ja työmenetelmissä on pieniä eroja, mutta mielestäni tässä tapauksessa RS – Rakennuksen aikataulu on reilusti ylimitoitettu. Suurin syy ylimitoitukseen on varmasti edeltävän kohteen työmenekkien käyttö, jotka ovat omilla rakennusmiehillä saavutettu. Tehtävän aikataulutuksessa on varauduttu samanlaiseen toteutukseen, mutta tässä kohteessa työ toteutetaan aliurakkana.

### 8.1.3 Yleisaikataulujen sisävaiheiden eroavaisuudet

Yleisaikataulujen sisävaiheiden kestoissa on noin kuukauden ero. Tässä tapauksessa RS – Rakennuksen yleisaikataulu on lyhyempi. Kokonaisuutena ajatellen ero voi johtua juuri runkovaiheen pituudesta ja tästä johtuvasta sisävalmistusvaiheen tehtävien tiukasta ajanvaraamisesta. Sisävalmistusvaiheessa suurin osa aikataulutehtävistä toteutetaan aliurakkana. Työsisällöt ovat selkeitä ja resursseja lisäämällä saadaan useimmiten tehtävien kestot kohdalleen, kun aliurakoitsijoille ilmoitetaan ajoissa. Sisävaiheen osalta omien työntekijöiden työllistäminen on myös huomioitava riippuvuus, joten omien työntekijöiden vahvuuteen nähden aikataulua ei voi liian tiukaksi suunnitella resurssiriippuvuuden takia. Tehtävien limitykset yleisaikatauluissa on suunniteltu samalla tavalla siten, että aikataulutehtävillä on kerros pelivaraa toisiinsa nähden. Sisävalmistusvaiheessa etenkin aliurakoitsijoilla toteutettavat tehtävät ovat pääsääntöisesti kestolta lähellä toisiaan aikataulujen välillä. RS – Rakennuksen edellisiin kohteisiin perustuva aikataulusuunnittelu on siis työmenekkeiltään lähellä RATU – työmenekkejä selkeiden työsisältöjen tehtävissä, jotka toteutetaan urakkana.

Kevyiden väliseinien kestolla on yleisaikatauluissa eroa kaksi päivää. Yleisaikataulutasolla ero on pieni ottaen huomioon yrityksen käyttämän suunnittelutyökalun tarkkuuden. Tehtävän resurssit, tahdistava työsisältö ja riippuvuudet ovat samanlaiset. Tehtävä on suunniteltu toteutettavaksi omilla miehillä tuntityönä, mutta siitä huolimatta RATU – yleisaikataulussa tehtävän kesto on RS – Rakennuksen aikataulua pi-

dempi. Työmenekitkin ovat siis hyvin samanlaiset. Tasoitetöiden ja kattojen roiske-  
 rappauksen osalta työsisällöt ovat samanlaiset. RS – Rakennuksen yleisaikataulussa  
 tahdistava työryhmä on kolme tasoitemiestä, kun taas RATU – yleisaikataulussa kak-  
 si tasoitemiestä. Tästä syystä tehtävän kesto on RATU – yleisaikataulussa yhdeksän  
 päivää eli 27 prosenttia pidempi. Jos työryhmät olisivat tässä tapauksessa samat, olisi  
 tehtävien kestolla eroa 2 päivää eli työmenekit ovat yleisaikatauluissa lähellä toisi-  
 aan. Laatoitustöissä RATU – yleisaikataulu on puolestaan 7 päivää nopeampi. Työ-  
 ryhmät ja riippuvuudet ovat samat aikataulujen välillä, mutta RS – Rakennuksen ai-  
 kataulussa työsisältö on suurempi kalusteväliä laatoituksen mukaan laskemisen ta-  
 kia. Saunat – tehtävien osalta yleisaikatauluissa on merkittävä ero, koska RS - Ra-  
 kennuksen yleisaikataulussa tehtävä on 19 päivää pidempi. Työryhmät ovat saman-  
 laiset, mutta riippuvuuksissa ja työsisällössä on eroja aikataulujen välillä. RS - Ra-  
 kennuksen aikataulussa työsisältöön kuuluu saunan eristelevyn asennus ja lauteiden  
 teko. Nämä tehtävät eivät kuulu RATU – mallin mukaisiin tahdistaviin tehtäviin.  
 Riippuvuusero syntyy eristelevyjen asennuksesta, jotka täytyy asentaa ennen laatoi-  
 tustöiden aloitusta. Kalusteasennuksen, parkettiasennuksen, listoituksen, sisäovien  
 asennuksen, varusteasennuksen ja loppusiivouksen osalta tehtävien työryhmät ovat  
 samat, työsisältö on sama lukuun ottamatta RS – Rakennuksen listoitusta – tehtävää,  
 johon sisältyy sisäovien asennus. Näiden tehtävien kestot ovat myös 1 – 3 päivän  
 päässä toisistaan, joten RATU – malli soveltuu hyvin näihin tehtäviin. Julkisivun  
 muurauksen ja parvekekaiteiden ja – lasien asennuksen osalta tehtävien työryhmät,  
 riippuvuudet ja työsisällöt ovat samanlaiset. Tehtävien kestoissa on kuitenkin eroa  
 muurauksen osalta 14 päivää ja parvekkeiden osalta 15 päivää. RATU - yleisaikatau-  
 lu on molemmissa tehtävissä nopeampi.

## 8.2 RATU:n soveltuvuus kohteen toteutumaan verraten

Työmaan perustusvaiheen työt tehtiin pääosin yrityksen omilla miehillä ja tuntitöinä.  
 Vaikka RATU – yleisaikataulu olikin hieman tiukka verrattuna toteutumaan, ei suu-  
 ria eroja tehtävien kestoissa ollut. Kaivuu – , anturat – ja VSS – tehtäviin RATU so-  
 veltuu melko hyvin. RATU – yleisaikataulu on suunniteltu käyttäen tahdistavia työ-  
 menekkejä, mutta RS – Rakennuksen toimintamallin mukaan koko työryhmä on tah-  
 distava. Tässä on vaaran paikka aikataulusuunnittelussa, koska kokonaistyöryhmän

ja tahdistavan työmenekin käyttö keston laskemiseen saa tehtävään varatun ajan puollittamaan tarvittavasta. Kokonaistyöryhmä tulee siis varmistaa aikataulun suunnitteluvaiheessa käytettävien resurssien kanssa vastaavaksi. Perustusvaiheessa ei ollut merkittäviä työn keskeytyksiä, vaikka RATU:n mukaisesti niihin on varauduttu käytämällä T4 – aikoja. Sokkelit – tehtävän ja alapohja – tehtävän toteutuneet työryhmät ovat niin paljon RATU – yleisaikataulun vastaavia suuremmat, että RATU:n mukaisilla työmenekeillä tehtäviin varattu aika on liian kireä.

Runkovaiheen betoniseinissä, elementeissä ja holveissa lähtökohta oli RATU:n periaatteiden vastainen, koska työryhmä ei ollut varsinaisesti erikoistunut betonirakenteiden valmistamiseen. Selvää harjaantumista oli kuitenkin havaittavissa, koska ylimmän kerroksen seinissä ja holvissa kului yhteensä RATU:n suunniteltuun verraten päivä vähemmän aikaa. Pieniä eroja oli myös käytettävissä työryhmissä ja tahdistavissa työsisällöissä. Betonirakenteiden aikataulusuunnittelussa tulisi huomioida RATU:n mukaista työmenekki-suunnittelua enemmän riippuvuuksien, kuten käytettävän kaluston, muottikierron ja betonin lujuudenkehitysaikojen vaikutusta aikatauluun. Vasta riippuvuuksien tarkistamisen jälkeen tulee suunnitella aikataulu työmenekkien pohjalta. RATU:n tahdistavien työmenekkien ja työryhmien ajattelumalli ei sovellu aikataulusuunnitteluun RS – Rakennuksen toimintamallilla toteutettuun runkoon. Kokonaistyöryhmillä ja kokonaistyömenekeillä laskettuna RATU soveltuu sen sijaan paremmin runkovaiheen tehtävien aikataulusuunnitteluun, kun resurssien ja riippuvuuksien vaikutus on ensin tarkistettu. Kohteessa aliurakoitsijoilla toteutettuihin ikkuna – asennuksen ja julkisivun villoituksen aikataulusuunnitteluun RATU soveltuu hyvin, kun toteutukseen käytetty kokonaistyöryhmä vastaa RATU:n mukaista tehtävän kokonaistyöryhmää. Vesikaton tekemisen aikataulusuunnitteluun RATU soveltuu myös hyvin, kun kokonaistyöryhmä ja tehtävän työsisältö ovat suunniteltua vastaavat.

Sisävalmistusvaiheen tehtävistä RATU soveltui hyvin suurimpaan osaan tehtävistä. Syynä tähän on työhön erikoistuneiden aliurakoitsijoiden käyttö toteutuksessa, joka on isojen rakennusliikkeiden toimintamalleja vastaava. Laatoitustöiden, saunojen, maalauksen ja julkisivun muurauksen toteutuneet työmenekit olivat kuitenkin RATU:n mukaisia työmenekkejä suuremmat ilman selkeää syytä. Vaikka aikataulun

suunnittelisikin RATU:n mukaisilla tahdistavilla työmenekeillä ja työryhmillä, on aina varmistettava, että käytettävä kokonaistyöryhmä on suunniteltua vastaava.

Yleisesti ajatellen RATU:n mukainen yleisaikataulun suunnittelu soveltuu pk - rakennusliikkeen kerrostalokohteen aliurakoitsijoilla toteutettaviin tehtäviin sellaiseenaan. Eli tehtävän kesto määritetään tahdistavalla työsisällöllä ja työryhmällä ja käytettävä kokonaistyöryhmä ilmoitetaan aliurakoitsijalle. Omilla työntekijöillä toteutettavien tehtävien aikataulusuunnitteluun käyttäisin tarkemman tason aikataulusuunnittelutietoja ja runkovaiheen betonirakenteiden sekä kevyet väliseinät -, saunat -, julkisivun muuraus -, ja parvekelasit ja -kaiteet - tehtävissä en käyttäisi RATU:n mukaisista aikataulusuunnittelua ollenkaan. Käyttämällä koko työsisältöä ja kokonaistyöryhmää sekä riittävää TL3 - kerrointa, suuri osa omilla työntekijöillä toteutettavista tehtävistä vastaa suunniteltua. Runkovaiheen betonirakenteiden aikataulusuunnitteluun en kuitenkaan käyttäisi RATU - tiedostoa ainakaan suoranaisesti, vaan aloittaisin suunnittelun riippuvuuksista ja muottikierrosta. RATU - menekkejä voisi kyllä käyttää muottikierron ja lujuudenkehitysaikojen tarkistamisen jälkeen, mutta tässä tapauksessa työpäivän tehollinen tehtävän aika torninosturin käytön mukaan täytyy varmistaa. Kyseisessä kohteessa esimerkiksi sisäkuorielementtejä ei voitu asentaa, kuin puolet työpäivästä, koska torninosturi oli kiinni suurmuottien asennuksessa tai seinien betonoinnissa.

Tutkimuksen kohteena olevaan työmaahan on varattu riittävästi kokonaisaikaa, joten yleisaikataulun laatiminen yrityksen mukaisesti aikaisempien toteutumien perusteella aikaa varaamalla on riittävän tarkka. Kyseisen kohteen runkovaiheeseen varattu pelivara on liian suuri. Vastaavan mestarin aikataulusuunnittelun malli on nopea ja liian tiukan aikataulusuunnittelun riski on pieni. RATU - tiedostojen käyttö aikataulusuunnittelussa on työlästä ja liian tiukan aikataulusuunnittelun riski pk - rakennusliikkeiden käytössä on merkittävä. Jos kohteeseen varattu kokonaisaika olisi jo alkuvaiheessa tiukka, niin tarkemman tason aikataulusuunnittelu olisi tarpeen. Tällaisessa tilanteessa RATU soveltuu pääosin hyvin PK - rakennusliikkeiden aikataulusuunnitteluun.

## 9 RATU:N KEHITTÄMINEN PK – YRITYSTEN AIKATAULUSUUNNITTELUUN

Merkittävin kehityksen kohde aikataulusuunnittelussa olisi riippuvuuksien käsittelyn lisääminen RATU – tiedostoon. Riippuvuuksien käsittely RATU – tiedostossa keskittyy edeltävien työvaiheiden valmistumiseen, mutta kalustoriippuvuuksiin, kuivumisaikoihin, betonin lujuudenkehityksiin ja muihin teknisiin riippuvuuksiin ei juuri-kaan oteta RATU – tiedostossa kantaa. Lisäksi muottikierron käsittely olisi kerrostalokohteen aikataulusuunnittelussa merkittävä asia. Esimerkiksi muottikiertoa, erilaisia betonirakenteiden toteutusmenetelmiä ja niihin liittyviä riippuvuuksia käsittelevä ohjekortti olisi merkittävä apu etenkin kokemattomille aikataulujen suunnittelijoille.

Betonirakenteisiin liittyviä riippuvuuksia ei myöskään käsitellä RATU – tiedostossa. Aikataulusuunnittelun kannalta merkittäviä asioita ovat ainakin betonin muottien purkulujuuden saavuttamisen arviointi, betonin kuivumisajat pintamateriaaleja ja tasoitetoita ajatellen sekä betonirakenteiden pinnan lämpötila ja ulkolämpötilan vaikutus hiontatöihin.

Tutkimukseni mukaan PK – rakennusliikkeiden omia työntekijöitä käytettäessä tahdistaviin työtehtäviin tulisi aikataulusuunnittelu toteuttaa kokonaistyöryhmillä ja työmenekeillä. Jos töitä tehdään urakkana, on työsisältö selkeä, mutta tuntitöinä usein koko työsisällöstä tulee tahdistava. Työryhmien työntekijöiden selkeä RATU:n oletama työnjako tulisi olla selvillä, jotta aikataulun laatija varmasti tietää mitä töitä työmenekki sisältää. Myös tahdistamattomat työsisällöt ja työntekijät tulisi käydä ilmi, jotta laatija ei joudu vain oletamaan, että kaikki työt sisältyvät työmenekkiin. Ratkaisuna voisi olla tuntitöinä toteutettavissa tehtävissä käyttää tehtäväsuunnittelun tason työmenekkejä ja TL3 – lisäaikakerrointa.

## 10 YHTEENVETO

- RATU – tiedoston mukainen aikataulusuunnittelu soveltuu pääosin PK – rakennusliikkeiden aikataulusuunnitteluun, kun käytetään työhön erikoistuneita aliurakoitsijoita urakkatyönä. Tutkittavassa kohteessa RATU – tiedoston mukainen aikataulusuunnittelu ei kuitenkaan soveltunut julkisivun muuraustöihin, sisäpuolisiin maalaustöihin, parvekekaiteiden ja –lasien asennukseen eikä laatoitustöihin.

- RATU – tiedosto ei soveltunut kohteen runkovaiheen betonirakenteisiin liittyvien tehtävien suunnitteluun yleisaikataulusolla. Samana päivänä suoritettavien suurmuottitöiden, elementiasennuksen ja nostoastiabetonoinnin takia torninosturin käyttö muodostui aikataulullisesti tahdistavaksi riippuvuudeksi. Myös betonirakenteiden lujuudenkehitys tulisi ottaa aikataulusuunnittelussa huomioon.

- RATU – tiedostoa tulisi kehittää runkovaiheen muottikierron ja kalustoriippuvuuk-sien suhteen esimerkiksi laatimalla muottikiertoa ja runkovaiheen riippuvuuksia käsittelevä RATU – kortti aikataulusuunnittelun tueksi.

- Omilla työntekijöillä ja tuntitöinä toteutettavien aikataulullisesti tahdistavien tehtävien suunnittelussa yleisaikatauluun ei tulisi käyttää RATU – tiedoston yleisaikataulun suunnitteluun tarkoitettuja tahdistavia työmenekkejä ja työryhmiä. Koska kyseisissä tehtävissä työsisältö eroaa usein RATU – tiedoston tahdistavasta työsisällöstä, tulisi tehtävien kesto määrittää kokonaistyöryhmiä ja kokonaistyösisältöjä käyttäen.

- Yleisaikataulua suunnitellessa RATU – tiedoston avulla tulee varmistaa seuraavat asiat:

1) RATU:n mukainen tahdistava työsisältö vastaa todellisuudessa käytettävän työmenetelmän tahdistavaa työsisältöä.

2) Ei riitä, että tahdistava työryhmä on toteutuksessa RATU:a vastaava, vaan myös kokonaistyöryhmän tulee olla sama.

3) Työryhmän tahdistamattoman työryhmän tekemät työnosat ovat RATU:n mukaisia vastaavat.

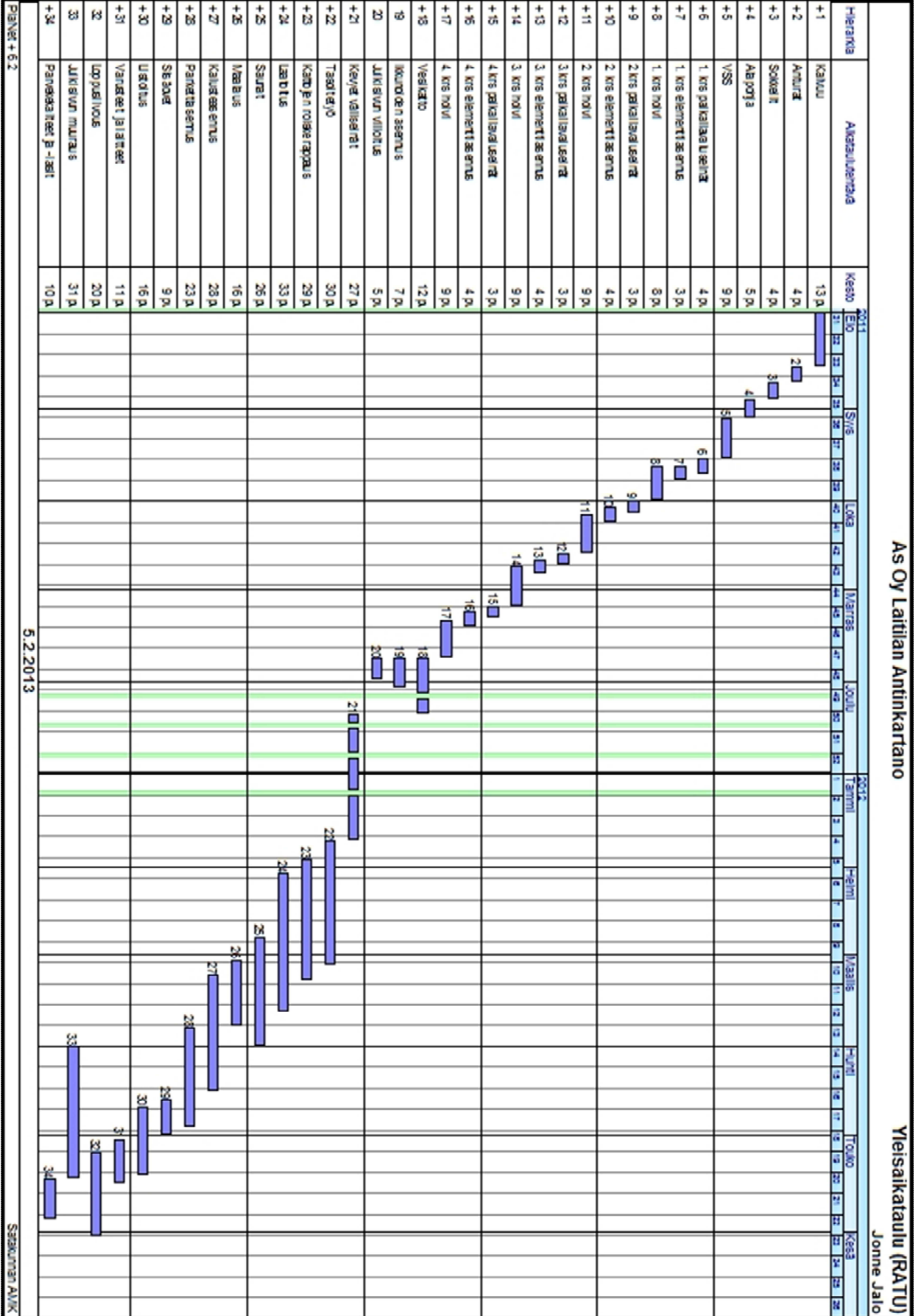
4) Työmaan kokonaistyöntekijäresurssit riittävät myös tahdistamattomien työnosien tekemiseen.

## LÄHTEET

1. Mäki T., Koskenvesa A. Aikataulukirja 2008. Helsinki: Rakennustieto, 2007.
2. Koskenvesa A., Sahlstedt S. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto, 2011.
3. Ratu S-1216. Rakentamisen ajallinen suunnittelu. Ajallisen suunnittelun perusteet. Helsinki: Rakennustieto, 2006. 24 s.
4. Palomäki J., Mäki T., Koskenvesa A. Rakennustöiden menekit 2010. Helsinki: Rakennustieto, 2009.
5. Mäki T. 2008. Ratu – tiedoston käyttö rakennustyömaan tuotannosuunnittelussa. Pro gradu – tutkielma. Helsingin yliopisto: Kasvatustieteen laitos.



RATU – MALLIN MUKAINEN YLEISAIKATAULU





## MALLIPÄIVÄ – TAULUKKO

	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.30-12.30	12.30-13.30	13.30-14.30	14.30-15.30
Jokke	Lämmittimien täyttö, rautojen katkaisu	Raudoitus ja rautojen nostot	Raudoitus	Rautojen katkaisu, nosto, raudoitus	Raudoitus	Raudoitus	Vibraus	Vibraus, vehkeiden pesu
Eki	Suurmuottien purku ja nostot	Elementtilinjojen mittaus, materiaalien nostot	Elementtiasennus	Elementtiasennus	Materiaalinostot, elementtiasennus	Elementtiasennus	Kaiteiden asennus	Lämmittimien täyttö
Re-ne	Ovi- ja päätytopparien purku	Ovi- ja päätytopparien purku	Elementtiasennus	Elementtiasennus	Elementtiasennus	Elementtiasennus	Kaiteiden asennus	kaiteiden asennus
Juha	Muottien purku ja nostot	Muottien asennus - 8.15, raudoitus	Raudoitus	Raudoitus	Tuplaus - 11.45, raudoitus	Raudoitus -13.00, tuplaus	Betonointi	betonointi - 15.00, vehkeiden pesu.
Te-ro	Muottien purku ja nostot	Muottien suoristus ja muottilukkojen valmistelu.	Topparit, tartunnat	Topparit, tartuntaraudat, sewatekit	tuplaus ja kiristys	tuplaus ja kiristys	Holvitartunnat, muottien suoritus valun jälkeen.	Holvitartunnat, muottien suoritus valun jälkeen.
Kraana	Muotintostot	Muotintostot, materiaalinostot	Elementtiasennus	Elementtiasennus	Materiaali, muotti, elementit	Elementit, muotit	Betonointi	betonointi





