

# **Eri rakennuttamisprojektien yhteinen aikataulunimikkeistö**

Micael Westerholm

Examensarbete för Byggnadsteknik (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för Byggnadsteknik

Raseborg 2014



# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Micael Westerholm

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Rakennesuunnittelu

Ohjaajat: Tuukka Turunen, Haahtela-rakennuttaminen Oy

Niklas Nyman, Ammattikorkeakoulu Novia

**Nimike: Eri rakennuttamisprojektien yhteinen aikataulunimikkeistö**

---

Päivämäärä 10.3.2014

Sivumäärä 55

Liitteet 6

---

## Tiivistelmä

Rakennusprojektin alussa vastaavalla työnjohtajalla on tehtävänä laatia kohteelle rakennusvaiheaikataulu. Usein aikataulua laatiessa turhaa aikaa kuitenkin kuluu aikataulunimikkeistön, eli aikataulun työtehtävien kehittämiseen. Opinnäytetyön puitteissa on kehitetty valmis aikataulunimikkeistö, joka ratkaisee ongelman.

Tässä opinnäytetyössä tehty aikataulunimikkeistö on kehitetty Haahtela-Rakennuttaminen Oy:n käyttöön. Aikataulunimikkeistön pääasiallinen tehtävä on auttaa ja tukea vastaavia työnjohtajia aikataulun laatimisessa. Aikataulunimikkeistöohjelma on Excel-pohjainen ja toimii erilaisissa rakennusprojekteissa käytettäviin rakenteisiin ja niihin liittyviin työtehtäviin perustuen.

Opinnäytetyössä on myös selvitetty aikataulusuunnittelun perusteita, rakennusprojektin aikataulutettavista työvaiheista ja ongelmista jotka voivat hankaloittaa aikataulussa pysymistä.

---

Kieli: Suomi

Avainsanat: Aikataulunimikkeistö

---

# EXAMENSARBETE

Författare: Micael Westerholm

Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Konstruktionsplanering

Handledare: Tuukka Turunen, Haahtela-rakennuttaminen Oy

Niklas Nyman, Yrkeshögskolan Novia

**Titel: Ett gemensamt tidtabells titelverktyg för olika byggprojekt**

---

Datum 11.2.2014

Sidantal 55

Bilagor 6

---

## Abstrakt

I början av ett byggprojekt har den ansvariga arbetsledaren som uppgift att lägga upp en noggrann tidtabell över projektets arbetsskeden. Oftast används mycket tid till att utveckla tidtabellstitlar, det vill säga arbetsuppgifter som skall planeras in i tidtabellen. I detta examensarbete har ett färdigt tidtabellsverktyg utvecklats. Verktöget kommer att lösa problemet med tidsanvändningen under planeringen av tidtabellen.

Tidtabellsverktyget har utvecklats för Haahtela-Rakennuttaminen Oy och verktygets huvudsakliga uppgift är att stöda ansvariga arbetsledare i att lägga upp tidtabeller. Tidtabellsverktyget är gjort med Excel och dess funktion baserar sig på olika konstruktionstypers byggnadsuppgifter.

I examensarbetet ingår också information om tidtabellsplaneringens grunder, olika byggnadsskeden som bör tas med i byggtidtabellen samt olika problem under byggnadsskeden som kan påverka tidtabellen.

---

Språk: Finska

Nyckelord: Tidtabelltitel

---

# **BACHELOR'S THESIS**

Author: Micael Westerholm

Degree Programme: Construction Engineering, Raseborg

Specialization: Structural Engineering

Supervisors: Tuukka Turunen, Haahtela-rakennuttaminen Oy

Niklas Nyman, Novia University of Applied Sciences

**Title: A common construction schedule title-tool**

---

Date 11.2.2014

Number of pages 55

Appendices 6

---

## **Summary**

In the beginning of a construction project the foreman in charge has to make a construction schedule for the project. Often though, unnecessary time is being spent on developing the titles for the schedule. A construction schedule title-tool has been developed in this bachelor's thesis. This title-tool will solve the above mentioned problem.

The title tool has been developed for Haahtela-Rakennuttaminen Oy and it is designed to support the foreman in charge in his task of planning the construction schedule. The title-tool is made in Excel and it is based on different constructions and construction tasks.

Information about the basics of schedule planning, different construction tasks and problems during a construction project is also brought up in this bachelor's thesis.

---

Language: Finnish

Key words: Construction schedule

---

## Sisällys

1.	Johdanto.....	1
2.	Opinnäytetyön tilaaja .....	2
2.1.	Haahtela-yhtiöt.....	2
2.2.	Opinnäytetyössä käytetyt rakennuttamiskohteet.....	3
2.2.1.	Asuinrakennuskohde .....	3
2.2.2.	Toimitilarakennuskohde .....	4
2.2.3.	Koulurakennuskohde.....	4
3.	Aikataulusuunnittelu .....	5
3.1.	Yleistä aikatauluista .....	5
3.2.	Hankkeen tarkentuvat aikataulut .....	6
3.2.1.	Hankeaikataulu eli projektiaikataulu .....	8
3.2.2.	Yleisaikataulu.....	8
3.2.3.	Piirustusajataulu .....	10
3.2.4.	Hankinta-ajataulu .....	11
3.2.5.	TATE-ajataulu.....	11
3.2.6.	Rakentamisaikataulu.....	12
3.2.7.	Viimeistelyvaiheen ajataulu.....	12
3.2.8.	Viikkoaikataulu.....	13
3.3.	Aikataulusuunnittelun vaiheet.....	14
3.4.	Korjausrakentamisen aikataulusuunnittelu .....	17
4.	Rakennushankkeen ajataulutettavat työt ja niiden riippuvuudet.....	19
4.1.	Työmaan perustaminen ja maanrakennustyöt .....	20
4.2.	Perustustyöt .....	22
4.3.	Runkotyöt.....	23
4.4.	Julkisivutyöt.....	26
4.5.	Vesikattotyöt.....	27
4.6.	Sisärakennustyöt.....	28
5.	Talotekniikkatöiden vaiheet ja riippuvuudet.....	31
5.1.	Eri talotekniikka työt ja järjestelmät .....	31
5.1.1.	Putkityöt.....	31
5.1.2.	Ilmanvaihtotyöt.....	32
5.1.3.	Sähkötyöt.....	33
5.2.	Talo- ja rakennustekniikkatöiden yhteensovittaminen .....	34
5.2.1.	TATE perustusaikavaiheessa.....	34
5.2.2.	TATE runkovaikavaiheessa .....	35
5.2.3.	TATE sisävalmistusaikavaiheessa .....	36

6.	Rakennushankkeen aikataulua sekoittavat tekijät .....	38
6.1.	Ongelmat työvaiheittain .....	38
6.1.1.	Maanrakennus- ja perustusvaiheen ongelmat .....	38
6.1.2.	Runkovaiheen ongelmat .....	41
6.1.3.	Julkisivu ja vesikattotöissä esiintyvät ongelmat.....	42
6.1.4.	Sisätöissä esiintyvät ongelmat .....	43
6.2.	Haastatteluista poimitut rakennuttamisen ongelmakohdat .....	47
7.	Aikataulunimikkeistö työkalu .....	48
7.1.	Tilaaajan ongelma ja sen ratkaisu..... <b>Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.</b>	
7.2.	Haastattelut vastaavien työnjohtajien kanssa .....	49
7.3.	Aikataulunimikkeistön kokoaminen.....	52
7.4.	Excel työkalun toiminta .....	52
8.	Loppusanat .....	57
	Lähteet .....	58
	Ruotsinkielinen yhteenveto.....	60
	Liitteet 1-6	

## Käytetyt käsitteet selityksineen

### Tilaaaja

*Rakennusliikkeen asiakas, esimerkiksi rakennuksen tuleva käyttäjä, kuitenkin entistä useammin rakennushankkeen rahoittaja, joka myöhemmin vuokraa/myy tilat eri käyttäjille.*

### Rakennuttaja

*Tilaaajan edustaja rakentamiseen liittyvissä asioissa, osallistuu hankesuunnitteluun, valitsee suunnittelijat, huolehtii rakentamiseen liittyvästä päätöksenteosta, valvoo rakennustyötä ja huolehtii takuuajaisista velvoitteista.*

### Rakennuttajakonsultti

*Hoitaa tilaaajan valtuuttamana rakennuttajatehtäviä.*

### Päätoteuttaja

*Rakennustyömaalla pääasiallista määräysvaltaa käyttävä taho, esimerkiksi rakennuttaja tai pääurakoitsija*

### Käyttäjä

*Rakennettavan tilan tarvitsija, esimerkiksi liikeyritys tai valtion organisaatio.*

### Pääurakoitsija

*Rakennuttaja valitsee pääurakoitsijan, pääurakoitsija vastaa rakennustyön kokonaistoteutuksesta.*

### Aliurakoitsija

*Urakoitsija, jolta pääurakoitsija ostaa palveluita. Ei ole suorassa sopimussuhteessa tilaajaan tai rakennuttajaan.*

### Valvoja

*Rakennuttajan neuvonantaja, valvoo rakennuttajan etua ja ohjaa urakoitsijan toimintaa työmaalla.*

### Vastaava työnjohtaja

*Oltava rakennuslain mukaan jokaisella työmaalla, on vastuussa koko työmaasta, sen työntekijöistä (esimerkiksi töiden johto, valvonta ja yhteensovittaminen sekä työturvallisuusasiat), työmaan johtamisesta ja hallinnasta sekä taloudellisesta tuloksesta.*

### Pääsuunnittelija (yleensä arkkitehti)

*Oltava jokaisella hankkeella, huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, vastaa suunnittelun laadusta.*

### Rakennussuunnittelija

*Suunnittelee rakennuksen pohjaratkaisun ja julkisivut, määrää materiaalit ja sijoituksen rakennuspaikalle, laatii viranomaisten vaatimat rakennussuunnitelmat.*

### Rakennesuunnittelija

*Suunnittelee talon rakenteet ja niiden mitoituksen arkkitehtitietojen perusteella.*

## 1. Johdanto

Tässä opinnäytetyössä kehitetään aikataulunimikkeistö Haahtela-Rakennuttaminen Oy:n aikataulujen laatimisen helpottamiseksi. Ennen jokaisen rakennuttamisprojektin rakennusvaiheen alkua on vastaavan työnjohtajan laadittava aikataulu kyseiselle projektille. Aikataulun laatimisessa kuluu kuitenkin turhan paljon aikaa itse aikataulunimikkeiden keksimiseen. Jo olemassa olevat aikataulunimikkeistöt eivät välttämättä sisällä kaikkia tarvittavia nimikkeitä ja niitä on työlästä selata läpi. Käsite aikataulunimike tarkoittaa aikataulussa esitettyä projektin työvaihetta. Aikataulut kootaan monista eri työvaiheista, eli aikataulunimikkeistä ja niiden ajallisista tavoitteista projektissa.

Aikataulunimikkeistön ohella tehdään myös opinnäytetyön kirjallinen osa. Kirjallisessa osassa käydään myös läpi aikataulusuunnittelun perusteet, kuten aikataulusuunnittelun vaiheet, aikataulun teko ja miten aikataulut eroavat eri projektityypeissä. Samassa käydään myös läpi eri rakennusvaiheiden keskinäiset riippuvuudet ja yleisimmät aikataulua sekoittavat ongelmat työmaalla.

Opinnäytetyön tilaajana toimi Haahtela-Rakennuttaminen Oy, jonka toimialaan kuuluu erilaisten rakennuskohteiden rakennuttaminen eli projektinjohto alusta loppuun. Haahtela-Rakennuttaminen Oy:n yleisimmät peruskorjaus- ja uudisrakennuttamiskohteet ovat asuin-, toimitila- ja koulurakennuskohteet, joten aikataulunimikkeistön laatimisessa on otettu huomioon rakennusvaiheet kaikissa eri projektityypeissä.



## 2. Opinnäytetyön toimeksianto

### 2.1. Haahtela-yhtiöt

Vuonna 1975 tekniikan lisensiaatti Yrjänä Haahtela perusti asiantuntijaorganisaatio Haahtela-yhtiöt-konsernin, joka koostuu neljästä emoyhtiöstä. Emoyhtiöt ovat Haahtela Oy, Haahtela-rakennuttaminen Oy, Haahtela-kehitys Oy ja Haahtela HR Oy. Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii ensisijaisesti Haahtela-rakennuttaminen Oy. Se on konsulttitoimisto, joka keskittyy talorakennushankkeiden projektinjohtoon. Muut emoyhtiöt tutkivat, kehittävät ja tuotteistavat tietoaineistoa ja tietojärjestelmiä toimitilasuunnittelulle, rakennustaloudelle ja henkilöstöhallinnolle. Haahtela-yhtiöiden pääkonttori sijaitsee Helsingin ydinkeskustassa, Bulevardilla. Haahtela-yhtiöt työllistävät noin 110 henkilöä. (Haahtela-yhtiöt: Projektinjohto).

Haahtela-rakennuttaminen Oy on yksi Haahtela-yhtiöiden neljästä emoyhtiöstä. Haahtela-rakennuttaminen Oy keskittyy erilaisten talorakennushankkeiden projektinjohtoon. Käsitteellä projektinjohto tarkoitetaan periaatteessa erilaisten rakennusten, toimitilojen tai koulujen rakennuttamista kohteen tilaajalle. Rakennuttamisessa on tärkeää hallita rakennushankkeen kaikkia osa-alueita, kuten esimerkiksi, toiminnallisia, ajallisia, laadullisia ja taloudellisia osa-alueita. Nämä osa-alueet onnistutaan hallitsemaan, kun rakennuttaja toimii tilaajan konsulttina ja johtaa rakennusprosessin suunnittelua ja rakennusta. (Haahtela-yhtiöt: Projektinjohto).

Haahtela-rakennuttaminen Oy:n rakennushankkeen projektinjohtoon henkilökunta koostuu projektinjohtajien lisäksi työmaan työpäälliköistä, vastaavista mestareista, työkohdevalvojista, aikataulusuunnittelijoista sekä kustannus- ja määrälaskijoista. Hankkeen rakennustyöt jaetaan osurakoihin, jotka hoidetaan tehtäväkohtaisesti eri urakoitsijoilla. Haahtela-rakennuttaminen Oy:n projektinjohtotehtäviin kuuluu ensisijaisesti työmaan johtaminen, urakoitsijoiden ja töiden koordinointi ja valvonta, työturvallisuuden valvonta ja rakennushankkeen talouden valvonta. (Haahtela-yhtiöt: Projektinjohto).

Rakennustietosäätiön Rakennustieto-kortti 10–10907:n mukaan rakennuttajan projektinjohtotehtäviin kuuluu, *laatia rakennusaikataulut, huolehtia rakennusaikataulun toteutumisesta ja ylläpitää työmaan yleisaikataulua, laatia rakentamisvaihe aikataulut sekä yhteen sovittaa aikatauluihin tilaajan erillistoimitukset*. Tässä opinnäytetyössä tulen keskittymään Haahtela-rakennuttaminen Oy:n ongelmiin näissä tehtävissä.

## 2.2. Opinnäytetyössä käytettävät rakennuttamiskohteet

Opinnäytetyössä käytetään apuvälineenä muutamia Haahtela-rakennuttaminen Oy:n rakennuttamia kohteita ja niiden aikatauluja ja aikataulunimikkeitä. Haahtela-rakennuttaminen Oy:n yleisimpiä uudisrakennuskohteita ja peruskorjauskohteita ovat asuinrakennus-, toimitila- ja koulurakennuskohteet. Tästä syystä olen tutkinut ja käyttänyt esimerkkikohteina juuri tämäntyyppisiä olemassa olevia ja rakennettavia rakennuksia.

### 2.2.1. Asuinrakennuskohde

Asuinrakennuskohteen esimerkkinä käytetään Kotikortteli Kalasatamaa ja Kiinteistö Oy Metsätapiolan asuinrakennusta. Kotikorttelityömaa käsittää yli 280 asuntoa, liiketiloja ja maanalaisen autohallin Helsingin Kalasatamassa. Hankkeen kokonaislaajuus on noin 32 000 brm<sup>2</sup>. Rakennustyöt aloitettiin maarakennustöillä maaliskuussa 2011 ja koko asuintalokortteli valmistui joulukuussa 2013. Kotikorttelin rakennukset on jaettu taloihin A-G. Rakennukset ovat betonielementtirunkoisia ja niiden julkisivut ovat muurattuja ja levyrakenteisia. Yhdessä talot muodostavat U-kirjaimen muotoisen korttelin. U-kirjaimen sisään eli korttelin sisäpihan alle rakennetaan autohalli korttelin asukkaille.

Metsätapiolan asuinrakennuskohde on meneillään oleva asuinrakennusprojekti Espoon Tapiolassa. Projekti aloitettiin heinäkuussa 2012 ja aikataulun mukaan projekti saadaan päätökseen toukokuussa 2014. (Haahtela-rakennuttamistieto 2010, Kotikortteli ja Metsätapiola).

### 2.2.2. Toimitilarakennuskohde

Toimitilakohteen esimerkkinä käytetään Vaisala Oyj:n pääkonttorirakennusta ja Kiinteistö Oy Metsätapiolan toimistorakennusta. Peruskorjauskohteen esimerkkinä olen käyttänyt Haahtela-yhtiöiden pääkonttorin Bulevardi 16:n peruskorjausta.

Vaisala Oyj toteutti Vantaalle tuotantolaitostensa yhteyteen noin 7600 brm<sup>2</sup> laajuisen nelikerroksisen toimistorakennuksen. Hanke aloitettiin elokuussa 2009 ja se valmistui vuoden 2010 loppuun mennessä. Rakennus on betonielementtirunkoinen ja julkisivut ovat muurattuja ja levyrakenteisia. (Haahtela-rakennuttamistieto 2010, Vaisala).

Toinen toimitilaesimerkkikohde on Metsätapiolan toimistorakennus Espoon Tapiolassa, Länsiväylän varrella. Kohde koostuu kahdesta maanalaisesta autohallikerroksesta ja niiden päälle rakennettavasta toimistorakennuksesta. Hankkeen kokonaisuuslaajuus on noin 27 000 brm<sup>2</sup> joka jaetaan kolmeen kokonaisuuteen. Yksi osa on yksikerroksinen ja liitetään jo olemassa olevaan toimistorakennukseen, toinen osa on kuusikerroksinen ja kolmas osa on kolmekerroksinen eteläsiipi. Rakennustyöt alkoivat joulukuussa 2010 ja kohde valmistui toukokuussa 2012. Rakennus on betonipilari- ja teräspalkkirunkoinen jossa on kantavat betonielementti väliseinät. Rakennuksen julkisivut ovat kauttaaltaan muurattuja. (Haahtela-rakennuttamistieto 2010, Metsätapiola).

Kiinteistö Oy Helsingin Bulevardi 16 peruskorjaus aloitettiin kesällä 2010 ja saatiin päätökseen syyskuussa 2011. Bulevardi 16:n toimii tätä nykyään Haahtela-yhtiöiden pääkonttorina. Rakennus on uusrenessanssityylinen viisikerroksinen seurakunta-, asuintalo- ja toimistotilarakennus joka on valmistunut vuonna 1915. Rakennuksen on alun perin suunnitellut arkkitehtitoimisto Valter Jung & Emil Fabritius. Rakennuksessa kunnostettiin betoni- ja vesikattorakenteet sekä talotekniikka ja sisätilat. (Haahtela-rakennuttamistieto 2010, Bulevardi).

### 2.2.3. Koulurakennuskohde

Koulurakennuskohteen esimerkkinä käytetään ammattioppilaitos Omnian Espoon Kirkkokadun toimipisteen laajennusta. Hankkeen laajuus on noin 12 000 brm<sup>2</sup>. Kohteen rakennustyöt aloitettiin joulukuussa 2009 ja kohde valmistui keväällä 2011. Kohde on

betonielementtirunkoinen. Erikoista kohteessa on allasosasto ja erilaiset luokkahuoneet. (Haahtela-rakennuttamistieto 2010, Espoon Omnia).

### **3. Aikataulusuunnittelu**

#### **3.1. Yleistä aikatauluista**

Jotta rakentamisessa onnistuttaisiin ja asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa, edellyttää se tarkkaa rakentamisen suunnittelua, ohjausta ja valvontaa. Tärkein osa rakentamisen suunnittelua on työmaan ajankäytön suunnittelu ja ohjaus. Tarkka ajankäytön suunnittelu luo perustan muulle suunnittelulle, tuo esiin ongelmat sekä työmaan ajalliset suunnitelmapoikkeamat tehokkaasti. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s.18).

Aikataulua voidaan pitää rakennushankkeen toteutuksen mallina. Aikataulussa esitetään ajalliset tavoitteet niin koko projektille kuin yksittäisille työvaiheille. Aikataulua suunniteltaessa yritetään löytää realistinen toteutusmalli ja realistiset ajalliset tavoitteet hankkeelle. Tavoitteilla tarkoitetaan erinäisten työtehtävien aloitusta ja päättymistä sekä työvoiman käyttöä suunnitellun aikataulun mukaisesti. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s.18).

Aikataulusuunnittelun prosessi alkaa rakennuttajan alustavasta aikataulusta, joka projektin edetessä tarkennetaan vaihe vaiheelta yksityiskohtaiseksi rakennusaikatauluksi. Näin ollen rakennuttajan alustava aikataulu luo pohjan jokaiselle hankkeen tulevista aikatauluista. Näitä aikatauluja ovat ainakin hankesuunnittelun, rakennesuunnittelun, rakennusvaiheiden, ja käyttöönottovaiheiden aikataulut. Aikataulua laatiessa otetaan siis huomioon rakennustöiden ohella myös työmaahankinnat, rakennussuunnitelmat ja rakennuksen käyttöönotto. Korjausrakentamisessa otetaan myös huomioon kohteen rakennusaikainen käyttö. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s.18).

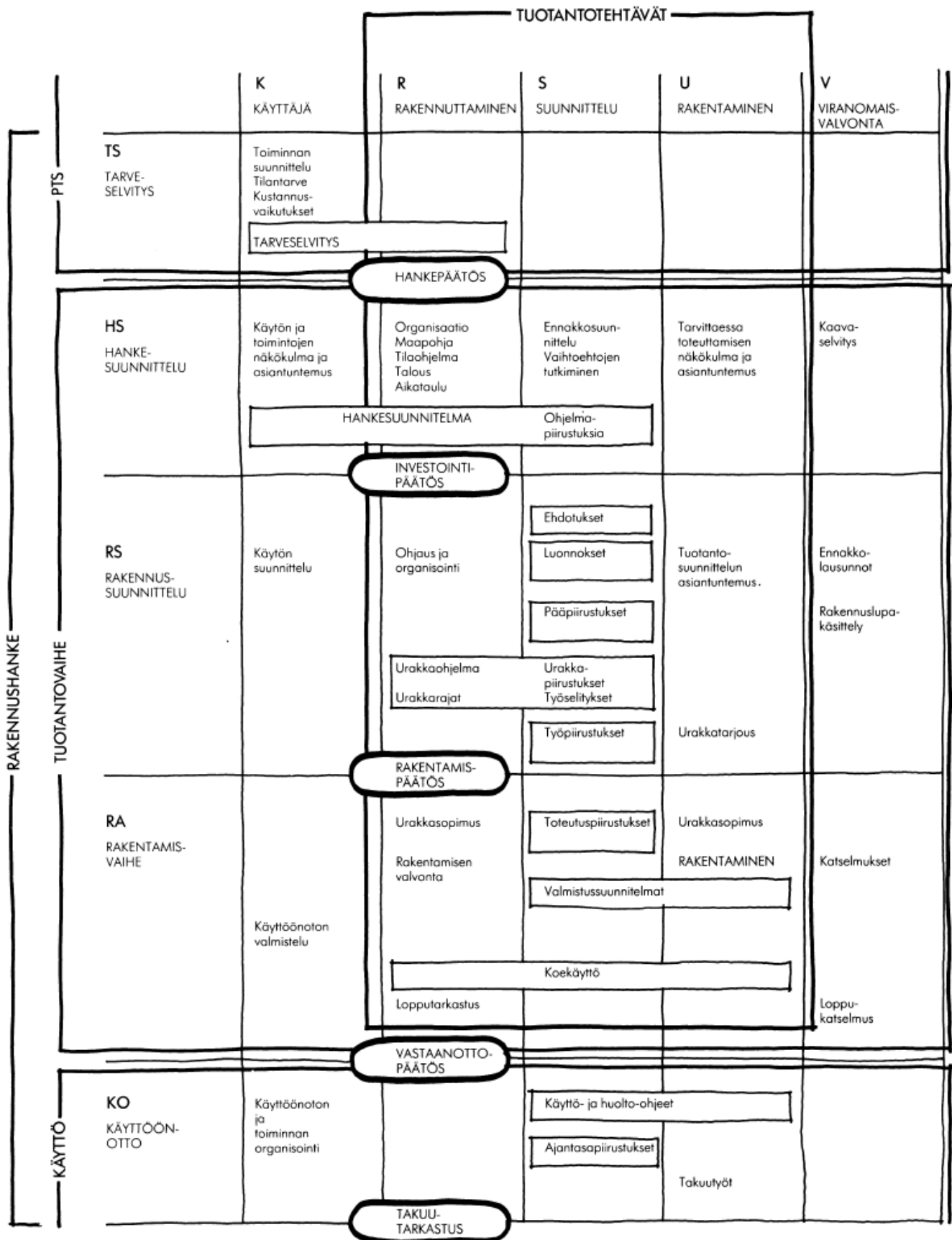
Jokainen edellä mainituista aikatauluista jaetaan taas tarkempiin aikatauluihin, esimerkiksi rakennusvaiheaikataulu jaetaan työvaiheaikatauluihin tai vaikkapa viikkoaikatauluihin. Näiden hyvin tarkkojen ja yksityiskohtaisten aikataulujen avulla voidaan helpommin havaita tulevat aikataulupoikkeamat rakennusvaiheaikatauluun ja näin ollen voidaan ohjata

rakennustöitä siten, että aikataulutavoitteet saavutetaan. Erona työvaiheaikataululla ja viikkoaikataululla on se, että viikkoaikataulua voidaan muokata ja tarkentaa rakentamistyön sen hetkisen tilanteen mukaan, kun taas työvaiheaikataulu toimii esimerkkinä ja mallina eri työvaiheille. Rakennussuunnitteluvaiheen aikataulu on hyvin tärkeä työkalu rakennuttajalle, sillä sen avulla voidaan sovittaa suunnitelmien valmistumisen yhteen rakentajan tarpeiden mukaan rakentamisvaiheen alussa. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s.18).

Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) mukaan rakennuttajan/päätoteuttajan laatima yleisaikataulu on urakkasopimuksen työaikataulu eli työmaatoteutuksen perusta. Yleensä rakennuttaja esittää yleisaikataulussa rakennusvaiheiden tärkeimmät tehtävät, työmaahankinnat ja tärkeät välitavoitteet.

### **3.2. Hankkeen tarkentuvat aikataulut**

Hankesuunnitteluvaiheessa rakennuttaja tekee projektin suurimmat linjaukset aikataulun osalta. Tällöin päätetään projektin ajallisista rajoista, tavoitteista ja tällöin laaditaan myös projektin ensimmäinen kirjallinen aikataulu, hankeaikataulu. Hankeaikataulusta eteenpäin aikataulut tarkentuvat asteittain määräämään tarkempia rakennusvaiheita ja tavoitteita. Taulukossa 1 seuraavalla sivulla näemme talonrakennushankkeen kokonaisuuden, eli miten rakennushanke etenee tarveselvityksestä aina käyttöönottoon saakka. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 40).



Taulukko 1. Talonrakennushankkeen kokonaisuus ja eteneminen. (RT-kortti 10-10387, Talonrakennushankkeen kulku, s. 4).

### 3.2.1. Hankeaikataulu eli projektiaikataulu

Hankeaikataulu on rakennuttajan laatima ensimmäinen aikataulupohja, jolla tarkistetaan, että hanke on toteutettavissa ja jossa kuvataan koko hankkeen eteneminen. Kunnolla tehty ja realistinen hankeaikataulu pienentää rakentamisessa syntyviä laatuvirheitä, koska kaikki suuret rakennusvaiheet saadaan kunnolla valmisteltua. Hankeaikataulussa on tärkeää jättää joustoa ja pelivaraa urakoitsijalle ja suunnittelijalle, jotta heille ei aiheudu turhia kustannuksia ja aikatauluviivästyksiä ongelmatilanteiden kohdatessa. Rakennuttajan ajalliset päätökset hankeaikataulussa:

- Kokonaiskesto
- Välitavoitteet
- Vuodenajat
- Suoritusjärjestys
  - Urakoitsijan hankinnat
  - Välitavoitteet
- Suunnitelmien valmistusajankohdat
- Suunnittelun ja rakentamisen limittäminen

(Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 41- 42).

### 3.2.2. Yleisaikataulu

Yleisaikataulussa esitetään rakennustöiden ajoitus hankkeen aikana. Yleisaikataulu voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen tai muotoon. Osa-alueet ovat alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu ja työaikataulu. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 43).

Alustavassa yleisaikataulussa laaditaan karkea aikataulu tarjousvaihetta varten. Aikataulussa esitetään tärkeimmät työvaiheet, hankkeen kesto ja työmenetelmät. Alustavaa yleisaikataulua voidaan käyttää hyväksi urakkatarjonnan ohella myös tarjouslaskennassa ajoituksen mallina, esimerkiksi laskentaperusteena kustannuksiin jotka on sidottu aikaan. Alustavan yleisaikataulun avulla voi urakoitsija arvioida muun muassa aikataulun kireyden, välitavoitteiden saavuttamisen, eri töiden ajoittuminen vuodenaikaan, tietyt

käyttökustannukset työmaalla, henkilöstö- ja kalustoresurssit, materiaalityömitukset ja alihankintojen tarpeellisuuden. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 43).

Sopimusyleisaikataulu on periaatteessa sopimuskumppanien (rakennuttaja-urakoitsija) välinen muokattu ja tarkennettu alustava yleisaikataulu. Eri sopimusyleisaikatauluissa esitetään eri osapuolten tai urakoitsijoiden tärkeimmät ajanjaksot, kuten esimerkiksi urakoitsijan työvaiheet, materiaalityömitukset tai vaikkapa toimintakokeiden ajoitus. Rakennuttajakonsultti tarkentaa sopimusyleisaikataulun työaikatauluksi, jossa sovitetaan eri urakoitsijoiden työvaiheet yhdeksi kokonaisuudeksi. Työaikataulua käytetään urakoitsijan ja rakennuttajan välisenä sopimusaikatauluna, jota urakoitsijan on noudatettava. Työaikataulu laaditaan ensisijaisesti työmaakäyttöä varten, siellä siitä käytetään nimitystä yleisaikataulu. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 44–45).

Työaikataulussa esitetään työmaan jokainen tehtävä tarkemmin ja useimmiten hanke jaetaan osakohteisiin tai lohkoihin. Työaikataulussa esitetään myös talotekniikkapuolen urakoitsijoiden työtehtävät ja ajalliset rajat. Täten työaikataulua voidaan pitää työmaan punaisena lankana, joka ohjaa sekä rakennuttajaa, että urakoitsijaa eri työvaiheiden ja tapahtumien läpi. Kaikki työmaan muut aikataulut perustuvat työaikatauluun ja tämän takia on tärkeää, että työaikataulu laaditaan nopeasti heti kun kaikki urakkasopimukset on saatu selvitettyä. Työvaiheikataulu perustuu aiemmin laadittuihin aikatauluihin, mutta työaikataulu eroaa siinä, että siinä esitetään teholliset työvuoroajat. Tämä tarkoittaa, että töiden toteutumisissa ei oteta huomioon minkäänlaisia häiriöitä vaan häiriöt esitetään erillisinä häiriöpelivaroina. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 46–47).

Aiemmissa aikatauluissa käytettiin aikataulunimikkeinä karkeita suuria työvaiheita, kuten esimerkiksi runkotyö. Työaikataulussa aikataulunimikkeet on jaoteltu tarkemmin ja suuret työvaiheet on ositeltu työvaiheisiin jotka yhdessä muodostavat suuren työvaiheen. Esimerkkinä tästä on vaikkapa "runkotyö" joka sisältää "elementtiasennuksen, raudoituksen ja elementtien saumatyöt". Ohjeena työaikataulun laatimiselle on, että jokainen urakka nimetään ja aikataulutetaan. Myös talotekniikkatyöt suunnitellaan ja ajoitetaan, ottaen huomioon riippuvuudet muihin töihin. (Ratu KI-6021: Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 47).



### 3.2.3. Piirustusaikataulu

Piirustusaikataulu on nimensä mukaan aikataulu, joka ohjaa suunnitelmien valmistumista ja laatimista. Piirustusaikataulu on kaikkia suunnittelijoita varten suunnattu työkalu, joka kertoo heille päivämäärät jolloin piirustusten ja erikoissuunnitelmien on oltava käytettävissä. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 48).

Piirustusaikataulu laaditaan työaikataulun ja projektiaikataulun pohjalta ja se on sidoksissa hankinta-aikatauluun, sillä tiettyjen piirustusten on oltava valmiina tiettyjä hankintoja varten. Piirustusaikataulu on myös tärkeä työkalu tarjouskyselyjä varten, sillä tarjouspyyntöjen liitteenä ovat aina urakoitsijan tarvitsemat suunnitelmat ja piirustukset. Hankkeen alettua piirustusaikataulua voidaan päivittää ja piirustuksia voidaan laatia samalla kun kohdetta rakennetaan. Piirustusten tulisi kuitenkin olla yleisessä jakelussa kaikille rakennushankkeen osapuolille noin 4-5 viikkoa ennen uuden työvaiheen alkua. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 49).

Piirustusaikatauluun merkitään erikseen:

- arkkitehdin laatimat suunnitelmat
- rakennesuunnitelmat
- LVI suunnitelmat
- sähkösuunnitelmat
- sprinklerisuunnitelmat
- automaatio-suunnitelmat
- jäähdytys-suunnitelmat
- elementtisuunnitelmat

Aikatauluun tulee myös merkitä rakennuttajan ja urakoitsijan sopimat urakan lähtötiedot. Siten suunnittelija voi varmistaa, että tarvittavat piirustukset ovat valmiina kunkin urakan käynnistystä varten. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s.50).

### 3.2.4. Hankinta-aikataulu

Karkea hankinta-aikataulu tehdään jo hyvissä ajoin ennen rakentamisen alkua. Tietyt hankinnat joudutaan nimittäin tekemään heti kun rakennustyöt alkavat, jotta työmaalla olisi tarvittava materiaali työn aloittamista varten. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 51).

Viimeistään työaikataulun valmistuttua laaditaan tarkka hankinta-aikataulu, joka periaatteessa sitoo kohteen hankinnat työaikatauluun. Hankinta-aikataululla siis varmistetaan, että kaikki rakennusmateriaalit ja rakennusosat saapuvat työmaalle oikeaan aikaan jotta asennustyöt voidaan aloittaa työaikataulun mukaisesti. Hankinta-aikataulu laaditaan markkinatilanteen, hankinnan kriittisyyden ja suunnittelutarpeen pohjalta siten, että jätetään tarpeeksi aikaa hankinnan kilpailuttamiselle, tarjouksen antamiselle, neuvotteluille ja päätöksille. Hankinta-aikatauluun laaditaan työaikataulussa esitettyjen työtehtävien tarvitsemien materiaalien hankintojen toimenpiteet, aina suunnitelmien valmistumisesta työmaakuljetukseen. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 51–53).

### 3.2.5. TATE-aikataulu

Talotekniikkatyöt ovat rakentamisen kannalta oleellinen osa aikataulutettavia tehtäviä. Työaikataulussa esitetään talotekniikkatyöt, mutta on kuitenkin viisasta lisäksi laatia talotekniikan oma työaikataulu. Talotekniikan aikataulutuksessa on haastavaa se, että jokaiselle hankkeelle laaditaan omanlainen talotekniikkanimikkeistö projektin luonteeseen perustuen. Tällöin on tärkeää olla yhteistyössä talotekniikkaurakoitsijoiden kanssa. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 53).

Useimmiten rakennuttaja laatii talotekniikka-aikataulun ja tehtävälueellon, joihin talotekniikkaurakoitsijat voivat antaa oman esityksensä aikataulukokouksessa. Talotekniikka-aikataulutuksessa on monia asennusvaiheita ja monimutkaisuuksia jotka on otettava huomioon. Näitä seikkoja ovat muun muassa, talotekniikan riippuvuudet rakennusteknisiin töihin, teknisten tilojen valmistuminen, raskaitten laitteiden nostot ja siirrot, ulkopuoliset liitännät (vesi- tai lämpöverkko), säädöt ja loppukokeet. Jotta talotekniikkatyöt onnistuvat on aikatauluun laadittava tarpeeksi pelivaraa ja se on

hyväksyttävä kaikilla rakentamisen osapuolilla. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 53–54).

### 3.2.6. Rakentamisvaiheikataulu

Rakentamisvaiheikataulu on periaatteessa tarkennettu versio työaikataulusta. Sen tehtävänä on varmistaa, että työaikataulussa esitetyt ajalliset tavoitteet saavutetaan. Jokaiselle suurelle työvaiheelle kuten perustusvaiheelle, runkovaiheelle, sisävalmistusvaiheelle ja viimeistelyvaiheelle laaditaan oma rakentamisvaiheikataulu. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 55).

Rakentamisvaiheikataulu pohjautuu suunnitelmiin ja urakan lähtötietoihin, työaikatauluun ja sen suunnitelmiin, työmenetelmiin, miehistö- ja kalustoresursseihin ja erinäisiin tuotantotiedostoihin, kuten Ratu-työmenekkitiedostoihin. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 55).

Rakentamisvaiheikataulussa tuodaan esiin kaikki rakennusvaiheen yksityiskohdat ja tehtävät mitoitettuna, tahdistettuna ja yhteen sovitettuina muihin tehtäviin. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 55).

### 3.2.7. Viimeistelyvaiheen aikataulu

On tärkeää, että viimeistelyvaihe aikataulutetaan, jotta hanke varmasti saadaan valmistumaan sovittuun ajankohtaan mennessä. Hankkeen loppusalaus suunnitellaan ja toteutetaan asiakkaan laatuvaatimusten sekä rakennustöiden yleisten laatuvaatimusten mukaan. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 57).

Viimeistelyvaiheessa on monia teknillisiä ja toiminnallisia vaatimuksia, jotka hankaloittavat aikataulun laatimista. Esimerkiksi tarkastusten jälkeisiä korjaus- ja säätötöitä on mahdoton aikatauluttaa, koska ongelmista ei tiedetä ennen tarkastuksia.

Muita aikataulun laatimisessa huomioonotettavia asioita ovat:

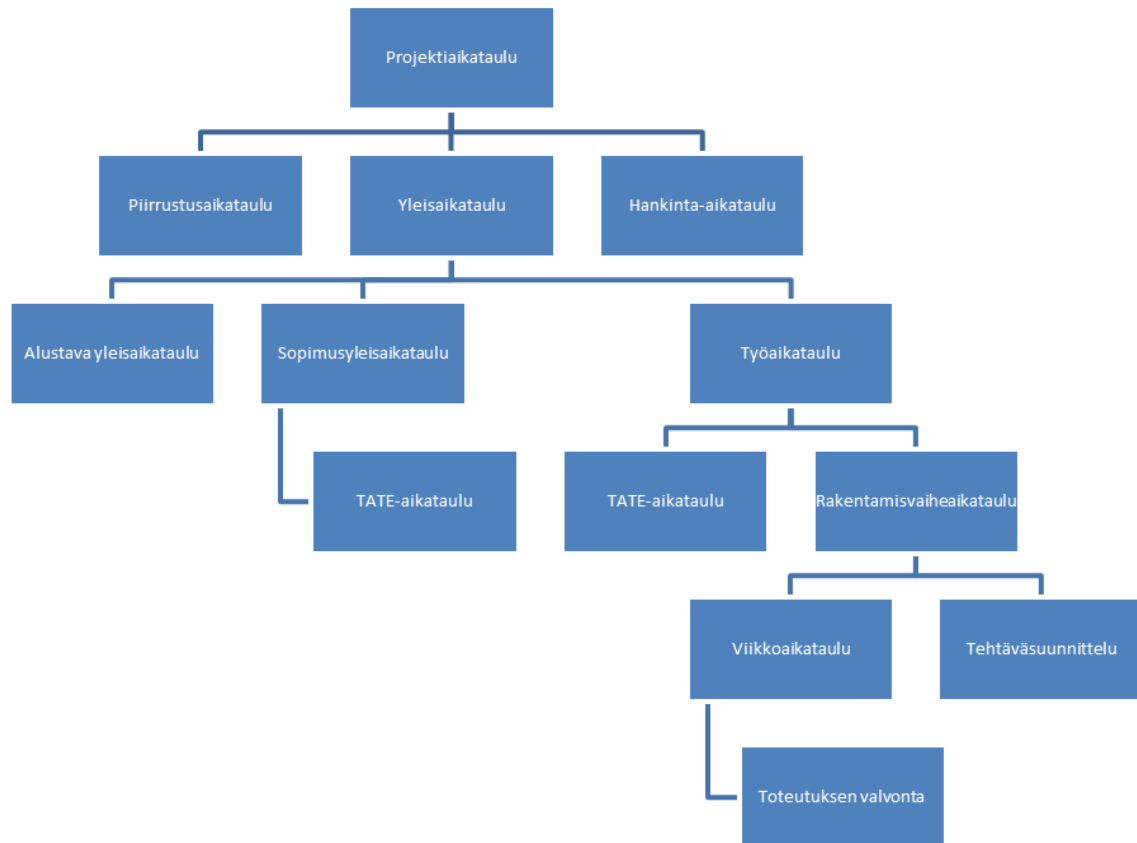
- Pölyävät työvaiheet on päätettävä ennen toimintakokeita ja säätöjä
- TATE-urakoitsijat suorittavat omat tarkastukset ennen virallisia tarkastuksia
- Urakoitsijat järjestävät rakennuksen ja järjestelmien käytön opastukset
- Rakennus tarkistetaan virheiden ja puutteiden osalta ja virheet korjataan ennen loppusiivousta
- Urakoitsijat laativat ja kokoavat huoltokirjan vastaavalle osapuolelle
- Urakoitsijat luovuttavat kohteen valmiina ja rakennuttaja tarkastaa kohteen ja päättää vastaanotosta

(Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 57–58)

### 3.2.8. Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulu on rakennustyömaan tarkin ja lyhyimmällä aikavälillä laadittu aikataulu. Viikkoaikataulu laaditaan nimensä mukaan vain 1-3 viikoksi eteenpäin ja sitä muokataan joka viikko vastaamaan oikeaa tilannetta. Tämän takia viikkoaikataulussa huomataan nopeasti jos jokin työvaihe jää jälkeen tai ei etene tarkoitetulla tavalla. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 58).

Viikkoaikataulun laatiminen eroaa muista aikatauluista siinä, että viikkoaikataulun laatii jokaisen urakoitsijan työnjohto oman työnsä osalta. Kaikki urakoitsijat toimittavat viikoittain omat viikkoaikataulusensa rakennuttajan työmaatoimistoon. Siellä joko vastaava työnjohtaja tai työmaainsinööri yhdistää aikataulut ja laatii koko urakkaa koskevan viikkoaikataulun. Rakennuttaja voi halutessaan lisätä viikkoaikatauluun tärkeitä päivämääriä ja ohjeita, esimerkiksi jonkin rakennusosan valmistuminen tai vaikkapa jonkin tietyn työn loppuminen. Viikkoaikataulua voi myös päivittää ja tarkastaa urakoitsijalavereissa tai työmaakokouksissa, joita pidetään tietyn väliajoin. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 59).



Kuva 1. Hankkeen aikataulusuunnittelun eteneminen (Westerholm M).

### 3.3. Aikataulusuunnittelun vaiheet

Jotta rakennustyölle voitaisiin laatia realistinen aikataulu, tarvitaan tietoja työsaavutuksista, työmenekistä sekä työryhmien koosta. Nämä tiedot kerätään joko arvioista, valmiista rakennustiedoista tai kokemuksen perusteella. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 19).

Rakennustyömaalla suoritettujen työn ohjaaminen on jopa tärkeämpää, kuin tehtävän etukäteen suunnittelu. Tämän takia työmaalla tarvitaan kunnollisia aikatauluja joissa on yksinkertainen nimikkeistö, kunnolliset tiedostot ja sen on myös osoitettava toteutuman poikkeamat. Jotta työmaalla tapahtuva aikataulun valvonta onnistuisi edellyttää se valvojilta jatkuvaa ajan tasalla olevaa rakennustilanteen tuntumaa ja oikean työn vertaamista aikataulutettuun suunnitelmaan. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 19).

Ratu KI-6023 Aikataulukirja 2013, s. 19:n mukaan aikataulu on tuotannonohjauksen ja työmaan johtamisen kannalta toimiva, kun:

- Aikataulutehtäviksi valitaan toteutuksen kannalta keskeisimmät tehtävät
- Kaikki aikataulutehtävät mitoitetaan
- Tehtäville varataan riittävä toteutusaika
- Kullekin tehtävälle on varattava työrauha yhdessä osakohteessa
- Aikataulutehtävät on suunniteltava riittävän suurina kokonaisuuksina
- Tehtävien väliset riippuvuudet hallittava
- Aikataulu on esitettävä niin, että sillä on mahdollista valvoa tuotantoa

Opinnäytetyössä olen ottanut esille ja kirjoittanut seuraavista ajallisen suunnittelun vaiheista, jotka ovat myös Ratu KI-6023 Aikataulukirja 2013 kirjan esittämät suunnitteluvaiheet:

- Rakennusaikataulun kireyden tarkistus
- Tehollisen rakennusajan laskeminen
- Kohteen jakaminen osakohteisiin tarvittaessa
- Työjärjestyksen suunnittelu ja valinta
- Aikataulutehtävien muodostaminen ja kriittisten tehtävien valinta
- Tehtävien ajoitus ja resurssien tasaus eli tahdistus ja rytmitys
- Tuotantoa palvelevan aikataulun teko

Yllä mainituiden aikataulusuunnittelutehtävien järjestys ei ole kiinteä, mutta jokaiseen tehtävään tulee ottaa kantaa kunnollista aikataulua suunnitellessa.

Rakennusaikataulun kireys tarkistetaan yksinkertaisesti tutkimalla hankkeen toteutumisaikaa ja verrataan sitä hankkeen normaalikeston. Termillä normaalikesto tarkoitetaan rakennuksen tavanomaista rakennusaikaa, josta on vähennetty keskeytykset ja kesälomakuukaudet. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 20).

Suurien hankkeiden (yli 10 000 työntekijätuntia) normaalikestoa varten on kehitetty ajoitusmalli ja kaava joiden avulla voi laskea työmaalla tehtävien töiden kokonaistyöpanoksen:

$$TN = 4,6 \times \ln(S \text{ tth}) - 36,6$$

jossa TN= normaalikesto kuukausissa

S= hankkeen kokonaistyötuntimäärä

tth= lyhenne sanasta työntekijätunti

4,6 ja 36,6= kaavan vakioita

ln= luonnollinen logaritmi (Neperin luku: 2,7183)

Jos esimerkiksi rakennushankkeen kokonaistyömäärä olisi 44 000 tth, laskettaisiin rakennushankkeen normaalikesto seuraavasti:

$$TN = 4,6 \times \ln(44\ 000) - 36,6$$

$$TN = 12,8 \text{ kuukautta}$$

Hankkeen aikataulu katsotaan kireäksi jos urakka-aika on yli 20 % normaalikestoa lyhyempi. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 20).

Rakennushanketta toteuttaessa tulee väistämättä vastaan erilaisia työkeskeytyksiä jotka on otettava huomioon aikataulua laatiessa. Näitä keskeytyksiä ovat muun muassa lomat, arkipyhät, sääolosuhteet ja häiriöt tuotannossa. Tehollisen rakennusajan aikataulu laaditaan siten, että aikamenekkinä käytetään ainoastaan tehollista työaikaa. Tehollinen työaikataulu on aina tavoitetasona rakennustyössä. Jotta aikataulu saataisiin realistiseksi, varataan aikatauluun vapaata pelivaraa lomille ja häiriöille. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 20–21).

Jotta rakennustyön aikataulutusta saataisiin sujumaan selkeämmin, jaetaan rakennuskohde usein eri lohkoihin tai osa-alueisiin. Lohkot ovat usein jokin kohteen osa, jossa työt tehdään valmiiksi yhtenä kokonaisuutena. Työkohde lohkotaan usein moduulilinjoja, liikunta-, tai työsaumoja pitkin. Lohkoja voivat olla myös rakennuksen osat joissa rakennustekniikka, suunnitteluratkaisut, sijainnit, tai kerrosluvut eroavat toisistaan. Lohkojaossa on ideana se, että rakennustyöt voidaan jakaa lohkojen kesken. Kun esimerkiksi lohkossa 1 saadaan runkotyöt valmiiksi, voidaan siellä aloittaa sisätyövaihe ja

lohkossa 2 voidaan aloittaa rungon pystytys. Aikataulun häiriöt voidaan tällä tavoin minimoida, koska saadaan monta eri työvaihetta käyntiin samaan aikaan. Vaikka yhdessä työvaiheessa tulisi ongelmia, voivat muut jatkaa töitään. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 21).

Työtehtävien työjärjestys määräytyy työtehtävien riippuvuudesta toisiinsa. Periaatteessa yhden työvaiheen tehtävä on riippuvainen työmaan kaikista muista työvaiheista ja tehtävistä. Työriippuvuudet ovat siis tehtävien järjestyksen määrääviä rajoituksia, esimerkiksi runkovaihetta ei voi aloittaa ennen kuin maarakennus-, ja perustustyöt on saatu valmiiksi. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 22).

### **3.4. Korjausrakentamisen aikataulusuunnittelu**

Korjauskohteiden laatuvaatimukset ja kustannus- ja aikataulutavoitteet ovat melko samanlaisia kuin uudiskohteessa, silti korjausrakentamisessa on monia erityispiirteitä, jotka on pidettävä mielessä. Suurimmat eroavaisuudet johtuvat usein siitä, että samalla kun kohdetta korjataan, on se jokapäiväisessä käytössä. Muita erikoissuunnittelua vaativia ongelmia ovat korjauskohteen sijainti rakennetussa ympäristössä ja kohteen korjausaste. Korjausrakennusprojektin työvaiheet jaetaan kolmeen osa-alueeseen, purkaminen, kunnostus ja uuden rakentaminen. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 42).

Jokaisessa valmiiksi rakennetussa rakennuksessa on myös rakenteita ja talotekniikkajärjestelmiä, jotka ovat piilossa silmältä. Tämä tarkoittaa sitä, että samalla kun korjaustöitä tehdään, tehdään myös alustavaa kuntoseurantaa ja, jos jotain uutta ilmenee, se korjataan. Näin ollen korjaustöiden laajuus, aikataulu ja kustannukset muuttuvat usein korjaustyön edetessä. Etenkin vanhoissa kulttuuri- ja rakennushistoriallisesti tärkeissä kohteissa tarvitaan hyvin tarkkaa rakentamisen suunnittelua, valvontaa ja ohjausta. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 42).

Korjausrakennuskohteet jaetaan korkean korjausasteen kohteisiin ja alhaisen korjausasteen kohteisiin. Korkean korjausasteen töissä työt kohdistuvat usein kantaviin rakenteisiin, vesikattoon, talotekniikkaan ja tilanjako-osiin kuten väliseiniin. Jos projekti luokitellaan korkean korjausasteen työksi, ei kohteen samanaikainen siviilikäyttö ole mahdollista.



Täten korjaustyöt voidaan myös ajoittaa ja tahdittaa halutulla tavalla urakka-ajan puitteissa. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 42).

Alemman korjausasteen töissä työt kohdistuvat useimmiten tilapintoihin ja kalusteisiin. Näitä töitä ovat esimerkiksi uudet maalipinnat, lattiapinnat, kylpyhuoneen pinnat tai keittiökaapitot. Myös koko rakennusta koskevat työt, jotka eivät häiritse kohteen käyttöä, kuten esimerkiksi ikkunoiden uusimistyöt tai parvekkeiden korjaustyöt, luokitellaan alemman korjausasteen töiksi. Koska alemman korjausasteen töissä kohde on jokapäiväisessä siviilikäytössä, on tärkeää suunnitella työt siten, että ne eivät häiritse kohteen käyttäjää. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 42).

Useimmiten pienten korjauskohteitten työt suunnitellaan tahdistamattomina. Tämä tarkoittaa sitä, että työt etenevät peräkkäin ja seuraavan työvaiheen tekijä otetaan työmaalle vasta, kun edellinen työvaihe on saatu kunnolla valmiiksi. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 42–43).

## 4. Rakennushankkeen aikataulutettavat työt ja niiden riippuvuudet

Rakennusprojektissa on aina työtehtäviä tai työvaiheita, jotka ovat riippuvaisia toisista tehtävistä tai työvaiheista. Tällä tarkoitetaan sitä, että seuraava työvaihe ei voi alkaa ennen kuin edellinen on saatu valmiiksi. Riippuvuudet tarkastetaan tehtäväluettelosta ja suunnitellaan ennen aikataulun työjärjestyksen laatimista. Työtehtävien väliset riippuvuudet ovat työjärjestyksen määrääviä, valittuja tai ehdottomia rajoituksia. Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 22:n mukaan riippuvuudet ovat jaettu neljään eri ryhmään luonteestaan riippuen:

- Loogisiin riippuvuuksiin
- Olosuhderiippuvuuksiin
- Teknisiin riippuvuuksiin
- Resurssiriippuvuuksiin

Loogisilla riippuvuuksilla tarkoitetaan työvaiheiden järjestyksen määrääviä rajoituksia, jotka ovat ehdottomia. Esimerkiksi runko voidaan pystyttää vasta, kun perustukset ovat valmiit tai vesikatto voidaan rakentaa vasta, kun runko on pystyssä. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 23).

Olosuhderiippuvuudet ovat niin kuin nimi kertoo olosuhteita, jotka vaikuttavat tehtävien välisiin riippuvuuksiin. Näitä vaikuttavia tekijöitä ovat sääolosuhteet, työmaajärjestelyt tai vaikka urakoitsijoiden sopimukset. Esimerkkinä olosuhderiippuvuudesta on lattia-alustan suhteellisen kosteuden laskeminen tietyllä tasolle ennen lattian pintamateriaalin asennusta. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 23).

Tekniset riippuvuudet ovat rajoituksia, jotka asettavat tietyn järjestyksen työtehtäville työtekniikkojen perusteella. Esimerkiksi väliseinää tai alakattoa ei voi sulkea ennen kuin kaikki suunnitelmien mukaiset eristykset ja talotekniikka-asennukset ovat valmistuneet. Tekniset ja loogiset riippuvuudet voivat ammattirakentajalle tuntua melkein pä samalta. Erona voidaan ajatella, että jopa kokemattoman rakentajan tulisi ymmärtää työvaiheiden loogiset riippuvuudet, mutta hän ei välttämättä tulisi ajatelleeksi työvaiheiden teknisiä riippuvuuksia. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 23).

Resurssiriippuvuudella tarkoitetaan työresurssien, kuten työryhmien tai koneiden käyttämistä yhteen tehtävään kerralla. Tyypillisesti työryhmä suorittaa yhden työtehtävän valmiiksi ennen seuraavaan tehtävään siirtymistä ja tällöin näiden tehtävien välille syntyy riippuvuus. Esimerkiksi jos yksi rakennusmies tasoittaa ja pinnoittaa lattiaa, syntyy näiden tehtävien välille riippuvuus, koska rakennusmies ei pysty suorittamaan molempia tehtäviä samanaikaisesti. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 23).

Aikataulusuunnittelun näkökulmasta riippuvuudet ovat useimmiten niin sanottuja loppu-alkuriippuvuuksia, eli yhden työtehtävän on loputtava ennen seuraavaan aloittamista. Työmaalla esiintyy myös alku-alku-, loppu-loppu- ja alku-loppuriippuvuuksia. Nimiensä mukaan nämä riippuvuudet voivat esimerkiksi olla sellaisia, että tietty työtehtävä tulee aloittaa ennen toisen aloittamista tai päinvastoin lopetettava ennen seuraavan lopettamista. Esimerkkinä alku-alkuriippuvuudesta voi olla betonimuottien teon aloittaminen ennen raudoituksen aloittamista ja loppu-loppuriippuvuudesta esimerkiksi alakaton umpeen laitto ennen alakattoon sijoitettavien talotekniikka-asennusten valmistumista. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 23).

Eri rakennustöiden vaiheet ovat periaatteessa tehtäviä tai toimintoja, jotka vaativat aikaa ja resursseja valmistuakseen. Ajallisessa suunnittelussa on järkevää mitoittaa työvaiheet siten, että niistä saadaan ajallisesti ja taloudellisesti yksinkertaisesti hallittavia kokonaisuuksia. Työvaiheet ovat näin ollen usein jaettuna urakoitsijan suorittamiin tehtäviin ja työlajeihin. Esimerkiksi väliseinätyöt jaetaan kevyisiin väliseiniin, murattuihin väliseiniin tai vaikka erikoisväliseiniin. Periaatteessa yksi suuri työvaihe lohkotaan pienempiin helpommin hallittaviin kokonaisuuksiin. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 23).

Aikataulussa työtehtävät muodostavat aikataulunimikkeet ja tämän takia tässä luvussa on otettu lyhyesti esille rakennushankkeen yleisimmät työvaiheet ja niissä suoritettavat työtehtävät.

#### **4.1. Työmaan perustaminen ja maanrakennustyöt**

Ennen kuin rakennustyöt päästään rakennuskohteessa aloittamaan on perustettava itse työmaa-alue. Työmaan perustamisvaihe pitää sisällään kaikki työmaa-alueen hankinnat ja

järjestelyt. Työmaa-alueen hankinnoilla tarkoitan työmaatiloja, liittymiä, opasteita ja suojakatoksia. Aikataulutettavia tehtäviä tässä työvaiheessa ovat esimerkiksi työmaatoimistojen, -pukutilojen, -pesutilojen, wc-tilojen ja varastotilojen asennus- ja rakennustyöt. Työmaatilojen asennustöihin kuuluvat myös niiden liittäminen kunnalliseen sähkö-, vesi-, ja lämpöverkostoon. Usein työmaa joudutaan eristämään ja suojaamaan asiankuulumattomilta henkilöiltä, joten työmaa-aitojen ja varoituskilpien asennukset ovat myös tässä vaiheessa aikataulutettavia tehtäviä. (Ratu KI-6020, Talonrakentamisen tuotantotekniikka, s. 30).

Kun työmaa-alueen perustaminen on suoritettu, voidaan rakennusalueella aloittaa kohteen rakennustyöt. Rakennustyöt aloitetaan useimmiten maanrakennusvaiheella ja täten se onkin useimmiten ensimmäinen aikataulutettava työvaihe. Maanrakennustöillä käsitetään kaikki rakennettavan alueen valmistelutyöt kohteen rakentamista varten. Yleensä alue, jolle tullaan rakentamaan, on luonnonvaraisessa tilassa ja täten alueen rakennustyöt joudutaan aloittamaan maanrakennustyövaiheella. Maanrakennustyövaiheen laajuus ja eri työvaiheiden tarve riippuu suuresti rakennuskohteesta ja rakennusympäristön olosuhteista. Maanrakennusvaihe pitää kuitenkin useimmiten sisällään seuraavat työvaiheet, raivaus-, louhinta-, kaivu-, tiivistys-, putki- vahvistus- sekä täyttötyöt. (Ratu KI-6020, Talonrakentamisen tuotantotekniikka, s. 32).

Jos alueen maan varaan ei pystytä rakennusta perustamaan kuormitusten aiheuttamien painumien, siirtymien tai riittämättömän vakavuuden takia, on maa-alue vahvistettava ja tuettava. Yleisin tuentatapa on paalutus, joka periaatteessa tarkoittaa rakennuksen perustuksen tukemista teräsbetoni-, teräs- tai jopa puupaaluilla syvemmällä olevaan kantavaan ja tukevampaan maakerrokseen. Maapohjan kantavuus ja eri maakerrokset saadaan selville geoteknisellä tutkimuksella, joka tulee suorittaa hyvissä ajoin ennen suunnittelun aloittamista. Maapohjaa voidaan myös vahvistaa ennen rakennustöiden aloittamista erilaisilla paalustabilisoinneilla. Tämä tarkoittaa periaatteessa sitä, että maapohjaan porataan kalkkipilareita, jotka stabilisoivat maa-aineksia. Muita tuenta- ja vahvistustyövaiheita maarakennusvaiheessa ovat rakennusaikaisten ja pysyvien tukiseinien pysytys. Näiden seinien tehtävänä on esimerkiksi tukea kaivantojen seinämiä romahtamiselta. (RT RakMK-21228 B3 Pohjarakenteet, s. 10).

## 4.2. Perustustyöt

Perustustyöillä tarkoitetaan kaikkia rakennushankkeen töitä, joissa rakennetaan tai asennetaan rakenteita, joiden tehtävänä on välittää rakennukseen kohdistuvat kuormitukset ja voimat maaperään tai kalliopohjalle. Perustusten toissijaisena tehtävänä on suojella rakennusta maakosteudelta ja kylmyydeltä.

Talonrakentamisessa voidaan käyttää erilaisia perustusrakenteita ja perustustapoja riippuen maapohjasta ja sen kantavuudesta. Yleisimmät perustusrakenteet ovat paalut, pilarit, perusmuurit, anturat, kantavat alapohjat ja maanvaraiset laatat. Perustusvaiheen aikataulutettavat tehtävät riippuvatkin suuresti kohteessa käytettävästä rakenteesta. Suomessa yleisin perustamistapa on kallio-, paalu- tai maanvarainen perustus. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 47).

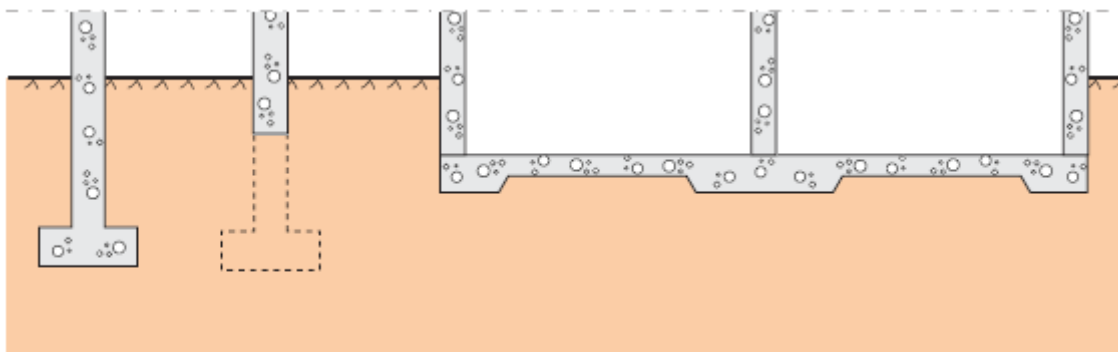
Kallioperustuksella tarkoitetaan perustusrakenteita, jotka ohjaavat rakennuksen kuormat suoraan peruskallioon jonkin maalajin sijasta. Tällöisiä perustusratkaisuja käytetään kun peruskallio on lähellä maan pintaa tai jopa kokonaan pinnassa. Rakenteina kallioperustuksissa käytetään useimmiten perusmuureja, jotka yltyvät kallioon saakka, tai kallion päälle tehdylle sorapedille valettavia anturoita ja perusmuureja. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 47).

Kallioperustuksen ylivoimainen etu muihin perustamistapoihin on se, että kalliolla on hyvä kantavuus, se ei painu eikä se roudi. Kalliolla on myös haittapuolensa. Sitä on esimerkiksi hyvin vaikea työstää ja usein aikatauluun joudutaan lisäämään räjäytys ja louhinta töitä. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 48)

Jos kantavat maakerrokset tai kallio on niin syvällä, että maanvarainen perustus anturalla tai pilareilla ei ole mahdollinen, on paaluperustus ainoa perustamistapa. Paaluperustuksessa käytetään tukipaaluja, jotka lyödään maahan aina kallion pintaan tai kantavaan maakerrokseen saakka. Tämän jälkeen perustusrakenteet pystytetään tukipaalujen päälle, jotka ohjaavat rakennuksen voimat kantavaan maakerrokseen. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 48).

Maanvarainen perustus on nimensä mukaan perustusrakenne, joka välittää rakennuksen kuormat kantavalle luonnontilaiselle tai vahvistetulle maapohjalle. Maapohjaa voidaan

vahvistaa eri menetelmillä, kuten massanvaihdolla, tiivistämällä tai stabiloinnilla. Massanvaihdolla voidaan korvata vanha pehmeä pintamaa jollain kantavammalla maa-aineksella. Maapohjan tiivistäminen tarkoittaa periaatteessa maa-aineesa olevan ilman tai veden poistamista. Tämä voidaan toteuttaa, joko täryttämällä maa-aine tiiviiksi tai kuivattamalla maa-aineen vesi pois. Tietyissä kohteissa voidaan maa-aines tiivistää lisäämällä siihen hienoaineksia vesihuhtelun avulla. Maapohjan stabilointi voidaan toteuttaa esimerkiksi lisäämällä maapohjaan jonkinlaista sementtipitoista sideainesta, joka sitoo maa-ainekset yhteen ja stabiloi täten maapohjan. Myös kalkista valmistettuja stabilointipilareita voidaan käyttää hyväksi. Niiden toimintaperiaate perustuu maa-ainesten tiivistämiseen lisäämällä pilareita maahan, jotka työntävät maa-ainekset yhteen, täten parantaen maapohjan stabiliteettia. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 48–49).



Kuva 2. Anturaperustus, pilariperustus ja kantava laattaperustus. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 49).

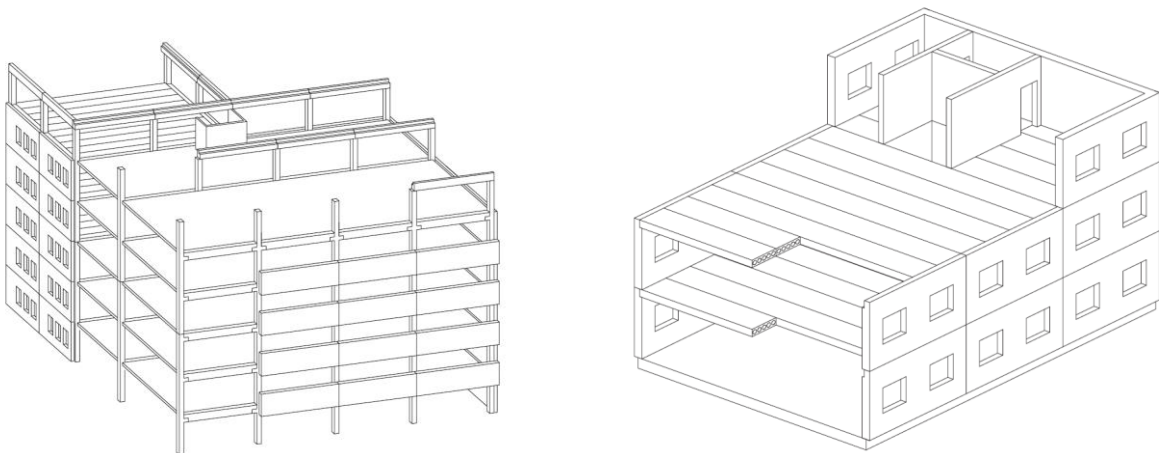
### 4.3. Runkotyöt

Runkotyöillä tarkoitetaan kaikkia rakennushankkeen töitä, joissa joko pystytetään tai työstetään rakennuksen kantavia rakennusosia. Yleensä rakennuksen runkotyöt aloitetaan perustusten ja alapohjatöiden jälkeen pystyttämällä väestönsuojarakenteet. Jos rakennus suunnitellaan betonirunkoiseksi, ovat kantavat pysty- ja vaakarakenneet joko betonielementtirakenteisia tai paikallavalurakenteisia. Runkorakenteena voidaan myös

käyttää teräsrakenteista pilari-palkkiratkaisua. Runkovaiheen aikataulutettavat työt riippuvat suuresti kohteesta käytettävästä runkoratkaisusta.

Elementtirunkoisen rakennuksen aikataulutettavat tehtävät ovat erilaisten kantavien rakenteiden asennukset ja niihin liittyvät työt. Elementtirunkoisen rakennuksen kantavat pystyrakenteet ovat useimmiten betoniväliseiniä tai sandwich-elementtien kantavia sisäkuoria. Kantavia betonisia väliseiniä käytetään usein kun välipohjien jännevälit kasvavat liian suuriksi ja kun porrastasot halutaan tukea porrashuoneiden väliseiniin. Rakennuksen runkoratkaisuna voidaan käyttää myös pilari-palkkiratkaisua, jossa rakennuksen kuormat jaetaan pilareiden ja palkkien varaan jotka vievät kuormat maapohjalle. Pilari-palkkirunkoja käytetään useimmiten toimisto-, liike- ja pysäköintirakennuksissa, joihin ei haluta massiivisia tilaa vieviä betoniväliseiniä. Yleensä kuitenkin pilari-palkkirakennukset joudutaan jäykistämään esimerkiksi hissikuilun betoniseinillä tai pilarien väliin sijoitetuilla ristikoilla. (RT- kortti 82–10821, Betonielementtirunkorakenteet, s. 3-10).

Elementtirunkoisen rakennuksen kantava vaakarakenne on aina jonkinlainen laatasto, joka tuetaan kantaviin pystyrakenteisiin tai palkkeihin. Elementtilaatastot ovat yleensä joko ontelolaatoista tai kuorilaatoista koostuvia. Laatastot mitoitetaan hyöty- ja lumikuormien mukaan ja täten ontelo- ja kuorilaattoja voi tilata valmistajalta eri paksuisena. Toimisto- ja liiketiloissa, joissa runkoratkaisuna käytetään pilari-palkkirunkoa, käytetään kantavana vaakarakenteena samanlaisia laatastoja kuin rakennuksissa joissa on käytetty kantavia seiniä. Erona näissä on se, että laatasto tuetaan seinän sijasta palkkiin. Rakennuksen pilarit ja palkit voivat olla jännebetonisia, teräsbetonisia tai teräksisiä. (RT- kortti 82–10821, Betonielementtirunkorakenteet, s. 3-10).



*Kuva 3. Pilari-palkki- ja kantavat seinät runkojärjestelmä. (RT- kortti 82–10821, Betonielementtirunkorakenteet, s. 7).*

Vaikkakin paikallavalurakenteiset runkojärjestelmät ovat periaatteessa samanlaisia kuin elementtirakenteiset, eroavat niiden päätyövaiheet suuresti. Paikallavalurakenteisen runkojärjestelmän päätyövaiheet ovat muotti-, raudoitus- sekä valutyöt. Muottitöissä rakennetaan tai pystytetään väliaikaista rakennetta, jonka tehtävänä on kantaa, tukea ja suojata myöhemmin siihen valettavaa betonimassaa. Raudoitusvaihe on nimensä mukaan vaihe, jossa muotti raudoitetaan rakennesuunnittelijan haluamalla tavalla siten, että valmis betonirakenne on tarpeeksi vahva kestääkseen kaikki siihen kohdistuvat voimat. Valutyöt aloitetaan muottien ja raudoitusten tarkastusten jälkeen yksinkertaisesti siirtämällä betonia muottiin. Useimmiten betoni pumpataan suoraan kuljetusautosta muottiin siten, että se tasaisesti täyttää muotin. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 75–80).

Paikalla valettavan rungon osat koostuvat kantavista pystyrakenteista, kuten seinistä tai pilareista ja kantavista vaakarakenteista, kuten palkeista, massiivilaatoista, ripalaatoista tai liittorakenteisista laatoista. Suurin ero paikallavalurunkoisessa ja elementtirunkoisessa rakennuksessa on välipohjan suunnittelu ja rakentaminen. Massiivilaatan suunnittelussa tulee ottaa huomioon monia seikkoja, joita ei välttämättä tarvitse ajatella ontelovälipohjaa suunniteltaessa. Näitä seikkoja ovat muun muassa massiivilaatan taipumarajat, raudoitustarpeet laatussa, betoniluokat ja LVIST-tekniikoiden sijoitus. Toisaalta paikallavalettavaan välipohjaan saadaan rakennusaikana helposti paikoittain kantavimmat alueet juuri raudoituksia ja betoniluokkia muuttamalla. Tästä syystä paikallavaluratkaisuja käytetään enemmän suurissa tiloissa, joissa jännevälit ja kuormat ovat suuret. Näitä tiloja ovat esimerkiksi suuret liiketilat tai pysäköintilaitokset, joissa halutaan minimoida kantavien väliseinien ja pilareiden käyttö, jotta tilat saadaan tehokkaasti käyttöön. (RT-kortti 82–10814, Paikallavaletut betonirunkorakenteet).

Jos rakennuskohteessa ei haluta käyttää massiivisia betonirakenteita, voidaan runkoratkaisuna käyttää teräsrunkoa. Teräsrungon rakenneosat koostuvat pilareista, palkeista, ristikoista ja ohutlevyistä. Teräsrungon aikataulutettavat tehtävät ovat teräsrakenteiden asennustyöt sekä niihin liittyvät lisätyöt. Lisätyöt ovat esimerkiksi teräsrakenteiden palon- ja korroosionsuojatyöt. Myös teräsrakenteiden liittämistyö täytyy ottaa huomioon aikataulua laatiessa. Erilaisia teräslitoksia ovat esimerkiksi, hitsi- tai pulttiliitokset. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 121–125).

Runkotyövaiheen tehtävien väliset riippuvuudet ovat loogisia ja teknisiä riippuvuuksia. Tällä tarkoitetaan siis sitä, että alempien kerrosten kantavien rakenteiden ja perustusten on



oltava valmiina ennen kuin seuraavan kerroksen runkotyöt voidaan aloittaa. Paikallavalutöissä on mukana enemmän teknisiä riippuvuuksia. Näitä ovat esimerkiksi muottien, raudoitusten, ja läpivientien teko ennen itse valua. Kun viimeiset rungon osat on saatu asennettua tai valettua voidaan aloittaa betonipintojen jälkityöt, yleensä alkaen ylimmästä kerroksesta ja siirtyen alas. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 46).

#### 4.4. Julkisivutyöt

Julkisivutöillä tarkoitetaan kaikkia rakennushankkeen töitä, joissa työstetään rakenteita, jotka erottavat rakennuksen tilat ulkoilmasta ja säästä. Julkisivun tehtävänä on suojella rakennuksen kantavia ja eristäviä osia sääolosuhteilta. Näitä julkisivurakenteita ovat esimerkiksi julkisivuverhous, ikkunat, ikkunaseinät ja ulko-ovet.

Erilaisia julkisivuverhoustyyppejä kerrostalorakentamisessa ovat esimerkiksi metallirankaiset julkisivulevytykset, sandwich-elementtien ulkokuoret, erilaiset nauha- tai ruutuelementit, julkisivumuuraukset, pellitykset, puuverhoilut, erilaiset rappaukset, maalaukset tai lasitukset. Julkisivutöiden työvaiheet riippuvat aina siitä, millainen julkisivutyyppeä kohteeseen toteutetaan. Julkisivuverhoilu-työvaihe sisältää useimmiten julkisivun eristys- sekä tiivistystyöt, julkisivuverhouksen runkotyöt kuten, ranka-asennukset, tai muurauskiinnikkeiden asennukset sekä lopulta itse julkisivun verhoilutyön ja viimeistelytyöt, kuten saumat. (RT 14–11016, RYL-2010 Talonrakennuksen runkotyöt, s. 89–90).

Toiset julkisivun rakennusvaiheeseen kuuluvat työtehtävät ovat ikkunoiden ja ulko-ovien asennukset. Ikkunat ja ulko-ovet jaetaan kahteen ryhmään rakennusmateriaaleistaan riippuen, eli puusiin ja metallisiin ikkunoihin ja oviin. Ikkuna-asennustehtävä voidaan jakaa kolmeen osioon, aloittaviin töihin, asennustöihin ja lopetustöihin. Aloittavissa töissä valmistellaan rakennuskohde ja asennettavat rakennusmateriaalit itse asennusta varten, esimerkiksi aukkojen koot ja sijainnit varmistetaan, kynnys- ja liittymädetaljit tarkistetaan ja joissain kohteissa tehdään malliasennus. Itse asennustöissä asennetaan ikkuna- tai ovikarmit, jonka jälkeen ne tilkitään ja tiivistetään erilaisilla mineraalieristeillä ja polyuretaanimassoilla. Lopettavissa töissä työn jälki tarkastetaan, valmiit asennukset

suojataan ja kohde luovutetaan seuraavalle työvaiheelle. (Ratu 1203-S, Ovet ja ikkunat, rakennuksen vaippa, s. 5-6).

Julkisivutöiden riippuvuudet toisiin töihin ovat varsin vähäiset. Kun runkotyöt ja julkisivun eristetyöt on saatu valmiiksi, voidaan periaatteessa julkisivun verhoustyöt aloittaa ja suorittaa loppuun asti ilman suurempia riippuvuusongelmia. Ikkuna-asennuksessa on suositeltavaa, että myös vesikatto saataisiin valmiiksi ja tiiviiksi ennen ikkunoiden asennusta. Rakennuksen ulkovaippa ei ilman ikkunoita ole tiivis, joten täten rakennuksen sisäilmaan ei turhaa kosteutta pääse syntymään. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 46).

#### **4.5. Vesikattotyöt**

Vesikattotöillä tarkoitetaan kaikkia rakennushankkeen töitä, joissa työstetään yläpohjan kantavien rakenteiden päälle tulevia vesikattorakenteita. Vesikaton tehtävänä on pitää sade- ja sulamisvedet poissa rakennuksen muista rakenteista. Vesikatto voidaan jakaa kolmeen rakenteelliseen osaan, alusrakenteeseen, lämmöneristeeseen ja vedeneristykseen.

Alusrakenne koostuu vesikaton runkorakenteesta, kuten palkeista tai kattoristikoista, ja katealustasta, kuten koolauksista, umpi- tai harvalaudoituksista. Vesikaton lämmöneristeen tehtävänä on pitää rakennuksen sisällä oleva lämpö sisällä. Hiukan rakenteista riippuen yleisimmät vesikattoeristeet Suomessa ovat erilaiset mineraalivillat, polystyreenieristeet tai kevytsora. Vesikaton vedeneristyksen tehtävänä on estää veden pääsy yläpohjaan ja sitä kautta rakennuksen alempiin rakenteisiin. Vedeneristysmateriaalina tai katteena voidaan käyttää bitumihuopaa, peltiä tai kattotiiliä. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 147).

## 4.6. Sisärakennustyöt

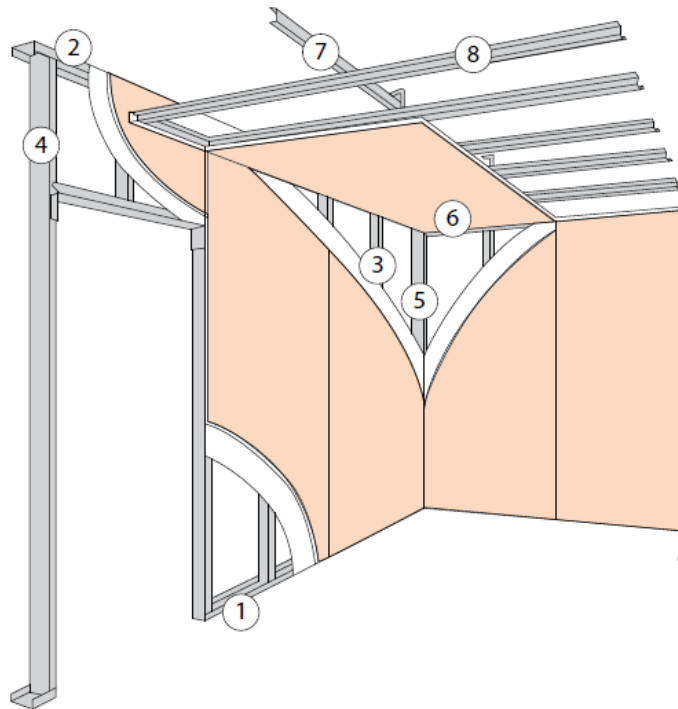
Rakennuksen sisärakennustöitä ovat kaikki työt, jotka suoritetaan rakennuksen sisätiloissa, rakennuksen vedenpitävän vaipan suojassa. Sisärakennusvaiheeseen kuuluu kaikki työvaiheet, jotka valmistelevat talon sisustan asukkaita tai käyttäjiä varten. Suurimmat aikataulutettavat tehtävät sisärakennusvaiheessa ovat väliseinä- ja alakattotyöt, eri pintarakennetyöt, kalusteasennukset sekä talotekniikkatyöt.

Ei-kantavalla tai kevyellä väliseinällä on rakennuksessa monta erilaista tehtävää tilanjakamisen ohella. Sen täytyy muun muassa toimia äänen, hajun, lämmön ja palon eristeenä, sekä tietyissä tiloissa toimia kiinnitysalustana kaapistoille. Väliseinätöiden aikataulutus riippuu suuresti siitä, millaisia väliseiniä rakennuskohteessa käytetään. Yleisin väliseinä on kuitenkin puu- tai teräsrunkoinen ja kipsilevyrakenteinen kevyt väliseinä. Muita väliseinätyyppejä ovat erilaiset muuratut väliseinät, kuten tiili-, kalkkihiekkatiili-, kevytsoraharkko-, kahiharkko- tai lasitiilimuuratut seinät. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 217).

Kipsilevyrakenteista väliseiniä suositaan, koska sitä on helppo työstää ja asentaa, mutta myös sen ominaisuuksien takia. Kipsilevyllä on suhteellisen hyvä palonkesto sekä ääneneristävyys, ja jotta näitä ominaisuuksia saataisiin parannettua, voidaan käyttää useampia levykerroksia ja eristysrakenteita. Esimerkiksi lisäämällä kipsilevyväliseiniään tuplalevyt ja äänieristysvilla voidaan ääneneristävyttä parantaa jopa 17 dB. Kipsilevy sopii mainiosti myös kosteisiin tiloihin, kunhan seinän lujuutta parannetaan joko runkojakoa tihennyttämällä normaalista k 600-jaosta k 400-jakoon tai käyttämällä tuplalevytystä. Seinän lujuutta on parannettava sen takia, että saataisiin taipumien riski minimoitua, jotta vedeneristys varmasti säilyy ehjänä. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 217–227).

Väliseinätöiden valmistumisen tärkeimpänä riippuvuutena on LVIS- asennukset, joiden on määrä kulkea seinässä. Tärkeää onkin, että väliseinä- ja LVIS-urakoitsija tekevät yhteistyötä, jotta seinät saataisiin nopeasti ja tehokkaasti suljettua. Levytys suoritetaan siten, että ensin levytetään seinän yksi puoli, jonka jälkeen tehdään LVIS- asennukset, putkitukset, villoitukset ja tarvittaessa kalustetuet. Kun nämä työtehtävät ovat valmiit, tehdään toisen puolen levyihin tarvittavat LVIS- reiät ja levyt kiinnitetään rankoihin minkä

jälkeen väliseinä on valmis tasoitettavaksi ja pinnoitettavaksi. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 217–227).



Kuva 4. Teräsrunkoinen väliseinä ja alakatto. 1. Alakisko, 2. Yläkisko, 3. Ranka, 4. Vahvistusranka, 5. Kulmaranka, 6. Kulmalista, 7. Alakaton ensiökannattaja, 8. Alakaton toisiökannattaja. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 217).

Pintarakennetöillä tarkoitetaan töitä, joissa pinnoitetaan eri tilanjako-osia ja esiin jääviä rakenteita. Pintarakenteen tehtävänä ulkonäön parantamisen ohella on suojata alla olevaa rakennusosaa rasituksilta, kuten kosteudelta ja liialta. Pintarakennetöistä aikataulutetaan muun muassa erilaiset tasoitetyöt, maalaus- ja tapetointityöt ja laatoitukset. Lattioiden pintarakennetöiden osalta aikataulutetaan erilaiset matto-, massalattia- ja parkettityöt.

Tasoitetyöt ovat itse pinnoitustöiden alustavia töitä. Tasoitetyössä tasoitetaan pinnat siten, että niihin voi suorittaa pinnoituksen niin, että lopputulos on siisti ja hyvän näköinen. Tasoitetöiden laajuus ja täten ajan tarve riippuu kokonaan tasoitettavasta pinnasta ja rakennemateriaalista. Esimerkiksi kipsilevyseinissä tasoitetaan useimmiten vain levyjen saumat ja kiinnityskohdat, kun taas betoniseinät tasoitetaan useimmiten kokonaan. Betonilattiat tasoitetaan useimmiten itetasoittuvalla lattiatasoitemassalla. Massan

vesimäisestä koostumuksesta johtuen se leviää ja tasoittuu melkein kuin itsestään. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 236).

Pintarakennetyöt aloitetaan aina tasoitetoista ja tällöin tasoitetyövaiheen riippuvuutena on, että betonipintojen jälkityöt on saatu valmiiksi ja kaikki kevyet väliseinät ja alakatot ovat asennettuina. Seinien pinnoitustöiden riippuvuutena on tasoitetöiden valmius ja rakennuksen ulkovaipan vedenpitävyys. Kosteissa tiloissa riippuvuutena on myös vedeneristyksen valmius. Ennen lattioiden tasoitustöitä on muuratut väliseinät, LVIS - läpimenot ja –varaukset oltava valmiina. Itse lattioiden päällystäminen on tehtävissä vasta kun kevyet väliseinät, alakatot sekä kiintokalusteet ovat paikallaan. Kosteissa tiloissa suositellaan seinien laatoitusta ennen lattioiden laatoitusta. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 236–245).

Kalusteasennustyöt ovat nimensä mukaan töitä, joissa asennetaan kalusteita rakennuskohteeseen. Aikataulussa kalusteasennus jaetaan tiloittain, jotta saataisiin selvempi ajallinen hallinta asennustöistä. Tällä tarkoitan sitä, että kalusteasennus jaetaan keittiökaluste-, kylpyhuonekaluste-, makuuhuonekaluste- sekä eteiskalusteasennusvaiheisiin. Kalusteasennuksen tärkein riippuvuus on asennustilan seinien, lattian sekä LVIS- kytkentöjen valmius. Varsinkin seinien on oltava suorat sekä kalustetukien paikat on oltava merkattuina ja valmiina. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 231).

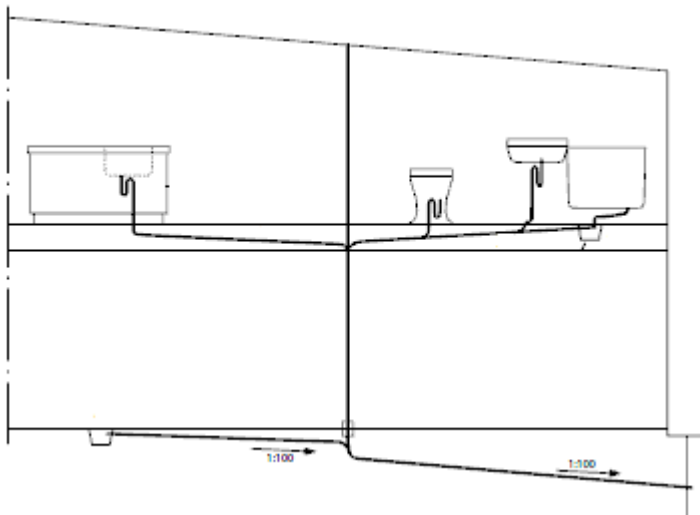
## 5. Talotekniikkatöiden vaiheet ja riippuvuudet

### 5.1. Eri talotekniikkatyöt ja -järjestelmät

Talotekniikkatöillä tarkoitetaan töitä, joissa asennetaan tai työstetään rakennuksen sisäisiä tai rakennukseen liitettäviä lämmitys-, vesi-, viemäri-, ilmastointi-, jäähdytys-, automaatio-, sähkö- ja erityislaitteistoja. Yllä mainitut talotekniikkatyöt asettavat omat vaatimuksensa rakennustöille ja asennukset saa suorittaa vain hyväksytyt talotekniikkaan erikoistuneet liikkeet. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 198).

#### 5.1.1. Putkityöt

Putkitöihin kuuluu nimensä mukaan kaikki rakennuksen talotekniikkatyöt, joissa asennetaan tai työstetään putkia, joissa kulkee vesi tai muut aineet. Talotekniikkatyöt ja järjestelmät, jotka kuuluvat putkiurakoitsijalle ovat lämmitysjärjestelmät sekä rakennuksen vesihuolto.



Kuva 5. Esimerkki asunnon viemärijärjestelmästä. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 199).

Rakennuksen lämmitys pyritään aina hoitamaan rakennuksen oman lämmitysjärjestelmän tuottamalla lämmöllä. On olemassa monia lämmitysjärjestelmiä ja ne jaetaan ryhmiin

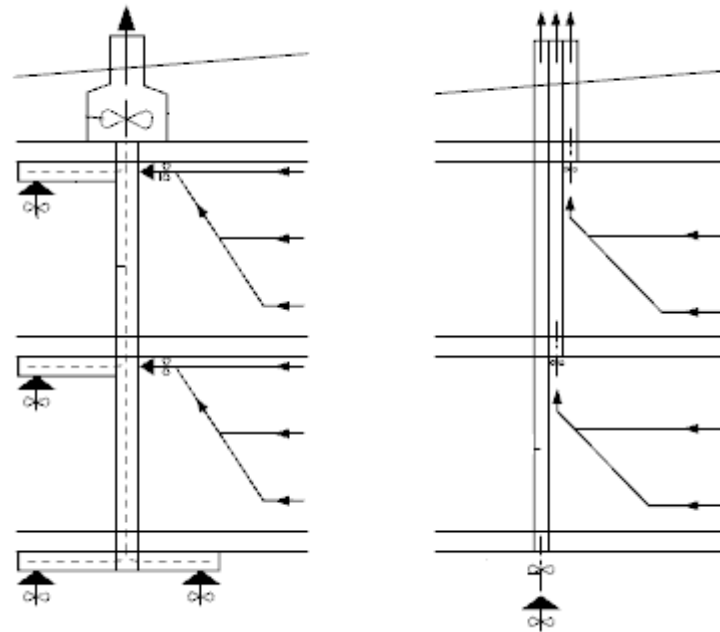
joko toimintatapsansa tai lämmitysenergiansa mukaan. Toimintatavalla tarkoitetaan lämmitysjärjestelmän tapaa, jolla se tuottaa lämpöenergiaa, esimerkiksi uuni-, vesi-, ilma- tai säteilylämmitys. Lämmitysenergialla tarkoitetaan materiaalia tai lähdettä, josta lämmitysjärjestelmä saa energiansa, esimerkiksi puu-, öljy-, kaasu-, sähkö-, aurinko-, ilma- tai maalämpö. Pääkaupunkiseudulla yleisin tapa lämmittää rakennus on kytkemällä se kaukolämpöjärjestelmään ja tällöin rakennuksen oman lämmöntuoton hoitaa vesikiertoinen järjestelmä, jonka veden kaukolämpövesi lämmittää. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 198).

Rakennuksen vesihuollolla tarkoitetaan rakennuksen puhtaan veden jakelujärjestelmää sekä likaisen veden poistojärjestelmää. Pääkaupunkiseudulla rakennuksen käyttövesi saadaan aina kunnallisesta vesijohtoverkosta. Vesi saadaan rakennukseen vesijohtoverkon putkiston paineen avulla ja se lämmitetään rakennuksen omalla lämmönvaihtimella. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 198).

Likaisen veden poistojärjestelmä eli viemärointijärjestelmä jaetaan talon sisäiseen ja ulkoiseen viemäriverkostoon. Sisäisellä verkostolla tarkoitetaan rakennuksen sisällä olevia viemäristön osia, joista jätevesi kulkeutuu ulos rakennuksesta. Näitä viemäriosia ovat esimerkiksi viemärikalusteet, kuten wc-istuimet tai pesualtaat, vesilukot ja viemäriputkistot. Rakennuksen ulkoisella viemäroinnillä tarkoitetaan maassa olevien vesien sekä sadevesien poisjohtamista. Tämä tapahtuu maassa olevilla salaojituksilla sekä sadevesiviemäreillä. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 199).

### **5.1.2. Ilmanvaihtotyöt**

Puhtaan hengitysilman varmistaminen rakennuksessa suoritetaan ilmanvaihtojärjestelmän avulla. Raittiin tuloilman sekä poistoilman kulku on varmistettava huoneistoissa, tämä voidaan toteuttaa joko luonnollisena tai koneellisena ilmanvaihdolla. Luonnollinen ilmanvaihto perustuu lämpimän ja kylmän ilman tiheyseron aiheuttamaan ilmavirtaukseen. Koneellisessa ilmanvaihdossa käytetään hyödyksi ilmanvaihtokoneen tuottamaa ilmapaineeroa huoneistoissa. Tämä tarkoittaa sitä, että huoneistoihin luodaan koneellinen ali- tai ylipaine, jota ilma itse tämän jälkeen yrittää tasata lisäämällä tai poistamalla ilmaa huoneistoissa. Esimerkki tästä on seuraavalla sivulla kuvassa 6. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 199).



Kuva 6. Muutama esimerkki koneellisen poistoilmanvaihdon toimintaperiaatteesta. Vasemmassa imurijärjestelmällinen ilmanvaihto ja oikeassa puhallinjärjestelmällinen ilmanvaihto. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 200).

### 5.1.3. Sähkötyöt

Rakennuksen sähkö saadaan liittämällä se paikallisen sähkölaitoksen jakeluverkkoon maakaapelilla, jota kutsutaan talojohdoksi. Talojohdon jännite on 380/220 V, jolloin se luokitellaan pienjänniteryhmään. Jos rakennuksen sähköntarve on kuitenkin suurempi, voidaan sähkö ostaa suurjännitteisenä, jolloin talojohdon jännite on 10 - 20 kV. Jos tarvitaan suurjännitteistä sähköjärjestelmää, joudutaan talojohdona käyttämään korkeajännitekaapelia sekä rakennukseen on tehtävä erillinen talomuuntamo. Rakennuksen sähköistys hoidetaan tuomalla talojohdosta rakennuksen sähköpääkeskukseen, josta johtolinjat vedetään edelleen huoneistojen ryhmäkeskuksiin. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 200).



## 5.2. Talo- ja rakennustekniikkatöiden yhteensovittaminen

Talotekniikkatöiden urakoitsijat toimivat useimmiten työmaalla aina samalla muiden rakennusurakoitsijoiden kanssa. Tämän takia on tärkeää, että päätoteuttaja yhteen sovittaa urakat niin, että rakennustyö sujuu mutkitta ja turhia odotusaikoja ei pääse ilmaantumaan. On myös tärkeää, että talotekniikkaurakoitsijat ovat yhteydessä päätoteuttajaan tarvitsemistaan aputoista, kuten nostoista, siirroista tai rakennusteknisistä töistä, jotta työt ja tehtävät voidaan kunnolla organisoida hyvissä ajoin. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 201).

Päätoteuttajalla on oltava hyvä kuva rakennusvaihe riippuvuuksista talotekniikka- ja rakennustekniikkaurakoiden välillä niin, että työt voidaan jakaa viisaasti ja tarvittava informaatio voidaan esittää urakoitsijoille. Esimerkiksi kattokaivojen, huippuimureiden yms. tekijät otetaan työmaalle vasta, kun vesikattorakenne on valmistunut. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 201).

Talotekniikkatyöt ovat vahvasti mukana kaikissa rakennusteknisissä työvaiheissa. Seuraavissa kappaleissa on tarkemmin kuvattuna muiden urakoitsijoiden ja talotekniikkaurakoitsijoiden väliset riippuvuudet ja talotekniikkatöiden vaikutukset muihin töihin. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 201).

### 5.2.1. TATE perustusvaiheessa

Maarakennus- ja perustusvaiheessa joudutaan yhteensovittamaan talotekniikkaurakoitsijoiden ja maarakennusurakoitsijan työt, jotta putkien, kaapeleiden, kanavien, säiliöiden ja kaivojen tukemis- perustamis- ja täyttötöyt saataisiin sujumaan ongelmitta.

Salaojitus voidaan sisällyttää maarakennusurakkaan, tai vaikka putkiurakoitsija asentaisikin putkiasennukset ja kaivot, kuuluvat kaikki maarakennusvaiheet, kuten tasaamiset, täytöt, tiivistykset ja tasaukset salaojituksessa maarakennusurakoitsijalle. Salaojituksen valmistuttua on tärkeää varmistaa sen toimivuus ennen sen peittämistä ja lopullisen pinnan tekoa. On myös tärkeää välttää turhaa kulkua salaojituksen päällä ennen

kuin kaikki rakennekerrokset ovat valmiit, näin pienennetään salaojan vaurioitumisriski rakennusaikana. Kaikki rakennuksen alle tai perusmuurin läpi tulevat vesijohdot, sähkökaapelit ja heikkovirtakaapelit tulee suojata läpimeno- ja suojaputkilla, jotta turhilta vaurioitumisilta vältyttäisiin. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 201).

Eräs tärkeä seikka talotekniikkalaitteistojen kaivantoihin asennettaessa on muistaa, että kaivannot tulee tiivistää ympäröivän maan mukaiseksi, jotta erisuuruisilta painumilta vältytään. Kaivannot tulee täyttää hiekalla tai soralla, jotka tiivistyvät hyvin. Talotekniikkaputkien ja -kaapeleiden sisään tuonti rakennukseen maanvaraisten anturoiden ali on aina ongelmallinen kohta. Tämä johtuu siitä, että maaperä kaivantojen päällä ei aina ole yhtä kantava kuin ympäröivä maaperä. On siis järkevää vahvistaa perusmuuria kaivantojen ja läpimenojen kohdalla, jotta rakennuksen kuormat saadaan siirrettyä varmasti kantavammalle maalle. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 201–202).

### 5.2.2. TATE runkovaiheessa

Talotekniikkatöiden yhteensovittaminen muiden töiden kanssa rakennuksen runkovaiheessa on tärkeää, sillä useimmat talotekniikkatyöt vaativat huomiota ja osallistumista myös rakennustekniikkaurakoitsijoilta. Runkovaiheessa talotekniikkapuolella suoritetaan useimmat läpiviennit, linja- ja putkivedot, laiteasennukset ja teknisten tilojen kalustukset, jotka täytyy yhteen sovittaa muihin runkovaiheen töihin.

Runkovaiheen aikana työmaalla joudutaan usein tilanteeseen, jossa joudutaan konsultoimaan suunnittelijoita tai käyttämään muita urakoitsijoita talotekniikkaurakoitsijalle kuulumattomia töitä varten. Esimerkiksi jos talotekniikkaurakoitsijan läpiviennit kantavien rakenteiden läpi ovat jostain syystä jääneet pois, joudutaan konsultoimaan suunnittelijaa sekä hankkimaan läpiviennille tekijä. Syy voi olla suunnittelijan suunnitteluvirhe tai seinän valmistajan tekemä huolimattomuusvirhe. Syystä huolimatta on kaikki jälkeenpäin kantaviin rakenteisiin tehtävät timanttikoraukset ja piikkaukset varmistettava rakennesuunnittelijalta. Tämä sen takia, jotta varmistutaan, että tehtävät reiät eivät heikennä rakenteen kantavuutta. Ulkopuolinen läpiviennin tekijä joudutaan hankkimaan sen takia, että useimmiten läpivientien teko kantavien rakenteiden läpi ei kuulu talotekniikkaurakoitsijalle. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 202–203).

Runkovaiheessa rakennuksessa on eniten tilaa liikutella suuria esineitä ja tämän takia talotekniikkalaitteet on myös viisainta asentaa tai ainakin nostaa oikeille paikoille runkotöiden aikana. Laitteasennukset teettävät myös lisätöitä, koska usein ne vaativat lisätukien, kiinnitysalustojen tai koolausten tekoa rakenteisiin. Myös itse painavien laitteiden nostot tarvitsevat erilaisia järjestelyjä ja suunnittelua työmaalla, esimerkiksi nosturin käytöstä ja kuljetusreitistä. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 203).

Runkovaiheen aikana tehdään myös kaikki putki- ja johtovedot rakennuksen eri tiloihin ja huoneistoihin. Tämä aiheuttaa työvaiheriippuvuuksia ja lisätöitä eri urakoitsijoille. Normaalisti LV- ja sähköputket sijoitetaan puhtaaksimuuratussa rakenteessa itse muuraukseen, eli tiilien tai harkkojen saumoihin. Talotekniikkaurakoitsija jättää putket roikkumaan tulevan seinän läheisyyteen ja muurari sijoittaa ne muuraukseen oikeille paikoille. Jos putkitukset joudutaan tekemään jälkeinpäin, joudutaan seinät roiloamaan tai piikkaamaan. Useimmiten putkiurat ja roiloukset tiili- ja harkkoseiniin eivät kuitenkaan kuulu talotekniikkaurakoitsijalle vaan työt joudutaan teettämään ulkopuolisella urakoitsijalla. Maalattaviin tai rapattaviin betoniseiniin LV- ja sähköputkitukset sijoitetaan aina roiloihin. Roilot jätetään auki kunnes LVIST- työt ovat suoritettu jonka jälkeen roilot peitetään rappaamalla. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 203).

Eräs tärkeä työvaihe, joka suoritetaan talotekniikkatöiden ohella, on putkitusten ja kanavien läpimenokohtien palokatkotyöt. Rakennus jaetaan aina palo-osastoihin ja kaikki läpimenot, jotka ylittävät palo-osastoinnin rajan, on palosuojattava paloluokkavaatimusten mukaan. Palokatkot suoritetaan useimmiten palokatkotöihin erikoistuneella urakoitsijalla. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 203).

### 5.2.3. TATE sisävalmistusvaiheessa

Sisävalmistusvaiheessa on ehdottoman tärkeää, että talotekniikkaurakoitsija ja väliseinä- ja alakattourakoitsija tekevät yhteistyötä, sillä heidän välissä on useita rakennusvaiheriippuvuuksia. Kevyiden väliseinien sisään sijoitettavat LVIST- asennukset aiheuttavat sen, että väliseinät joutuvat pitkän aikaa olemaan vain toinen puoli levytettynä. On siis tärkeää että varmistetaan kaikkien LVIST- asennusten valmius ennen kuin seinät

laitetaan umpeen. Sama pätee alakattoihin, periaatteessa alakatto on vain kotelo, joka suojaa ja peittää LVIST- asennukset. Tämän takia on kaikkien asennusten oltava valmiina ennen alakattojen umpeen laittoa. Toinen urakoitsijoiden välinen yhteistyötä vaativa seikka on tarkistusluukkujen sijoittaminen alakattoon. Tietyt LVIST- asennukset ja laitteet kuten, venttiilit, palokatkot, rasiaryhmät ja tuntoelimet, vaativat luukkuja puhdistusta, korjausta ja tarkastusta varten. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 203).

Maalaustöiden yhteydessä on varmistettava, että maalattavien LVIST- laitteiden ja putkistojen maalaustyöt suoritetaan työselityksen mukaan. On myös varmistettava, että maalaamattomiksi jätettävät laitteet ja putkistot suojataan kunnolla. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 203).

Talotekniikkatyöt, kuten putkitukset, eristykset ja sähkövedot, jättävät jälkeensä hyvin paljon roskaa rakennukseen. On tärkeää, että huolehditaan roskien ja pakkausjätteiden poiskuljetuksesta, sekä rakennusaikaisesta yleis- ja loppusiivouksesta myös talotekniikkaurakoitsijoiden kohdalla. On huolehdittava, että talotekniikkaurakoitsija hoitaa oman työnsä jätteet ja materiaalit rakennustyömaan jätelavoille. Useimmat asennetut talotekniikkalaitteet, kalusteet, kaapelit ja sähkökojeet ovat melko herkkiä ja tämän takia on tärkeää, että ne suojataan työaikaisilta vaurioilta, esimerkiksi kiinteillä suojauksilla. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 203).

## 6. Rakennushankkeen aikataulua sekoittavat tekijät

Kuten jo aiemmissa luvuissa on todettu, on rakennushankkeen aikataulun tarkoitus kuvata rakennustuotantoa ja toimia rakennushankkeen toteutuksen mallina. Jotta rakennustyölle voitaisiin laatia realistinen aikataulu, tarvitaan tietoja työsaavutuksista, työmenekistä sekä työryhmien koosta. Vaikka nämä edellä mainitut seikat olisivat aikataulun laatijalla selvät, voi kuitenkin aikataulupoikkeamia syntyä tiettyjen virheiden ja ongelmien takia.

Tässä luvussa otetaan esille eri työvaiheiden yleisimpiä ongelmia, jotka aiheuttavat aikataulupoikkeamia. Opinnäytetyötä varten olen myös haastatellut yhtä Haahtelarakennuttaminen Oy:n työmaavalvojaa hänen näkemyksistään yleisimmistä aikataulua sekoittavista tekijöistä.

### 6.1. Ongelmat työvaiheittain

Jokaisessa työvaiheessa on omat ongelmat, jotka voivat hidastaa rakennushankkeen toteutumista niin, että kokonaisuus jää jälkeen suunnitellusta aikataulusta. Aikataulua suunnitellessa on varattava riittävä toteutusaika eri tehtäville, kuitenkin on yleistä, että rakennustyössä ilmaantuu erilaisia odottamattomia ongelmia, jotka voivat sekoittaa aikataulua.

Ratu:n eri työvaiheiden suunnitteluohjeissa sekä rakennustuotannon suunnitteluohjeessa on hyvin otettu esille eri työvaiheiden ongelmakohtia, niiden seuraamuksia työmaalla ja myös miten ongelmiin voidaan varautua. Olenkin sitä mieltä, että kokemattoman työmaavalvojan tulisi tutustua edellä mainittuihin suunnitteluohjeisiin ennen valvomansa urakan alkua.

#### 6.1.1. Maanrakennus- ja perustusvaiheen ongelmat

Ulkotyövaiheista kaikkein epävarmin ja vaikein aikataulutettava työvaihe on maanrakennusvaihe. Yksinkertaisesti siitä syystä, että koskaan ei voi varmuudella tietää mitä eteen tulee kun kaivutyöt aloitetaan. Maanrakennustyöt voivat myös jäädä jälkeen

aikataulusta, jos ei olla tarkkoja maa-aineiden ja korkojen suhteen. Esimerkiksi jos maamassojen hyötykäyttöä ei suunnitella, voi olla, että joudutaan turhaan kuljettamaan maata pois ja tuomaan uutta tilalle. Kaivantoja tehdessä on oltava tarkkana, että kaivannon korkeusasema on oikea, eli ei kaiveta tai louhita liian syvälle tai matalaan. Myös kaivantojen täytössä tulee varmistaa, että täytöt tehdään oikein eikä esimerkiksi routivilla maalajeilla. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 39).

Urakoitsijalla tulee olla käytössään oikeanlainen kalusto maanrakennustöitä varten, jotta työt etenisivät aikataulun mukaan. Myös erilaisten vesien, kuten sade- ja pohjavesien poisto työalueelta tulee olla riittävä, jotta löyhää maata joka vaikeuttaa työntekoa ei pääse syntymään. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 39).

Huonosti suoritettu maanrakennusvaihe kostautuu perustusvaiheessa, jolloin maapohjan päälle tulisi rakentaa rakennuskohteen perusrakenteet. Alustan huonon kunnan ohella suurimmat aikataulua viivyttävät ongelmat perustusvaiheessa ovat huonot olosuhteet, laiterikot ja urakoitsijan korjattavat laatuvirheet. Useimmiten huonot olosuhteet johtuvat vuodenajasta, jolloin työt tehdään, esimerkiksi jos työt ajoittuvat syksyyn tai talveen, on varauduttava sateeseen, lumeen ja pakkaseen. On siis tärkeää seurata säätiedotuksia ja varauduttava siten olosuhteisiin nähden oikein. (Ratu 1198-S, Perustukset, s. 13–14).

Laiterikot ja laitteisiin liittyvät ongelmat ovat mahdottomia ennakoida, mutta niiden riskit voidaan minimoida tarkistamalla laitteiden kunto sekä huoltamalla ja puhdistamalla laitteet aina käytön jälkeen. Betonitoimituksiin liittyy myös aina pieni riski, kun massa tuodaan työmaalle ajoneuvoin. Ajoneuvot voivat rikkoontua, jolloin betonin toimitus viivästyy tai ajoneuvon kuljettaja voi olla kokematon ja siten aiheuttaa viivästyksiä betonointitöissä. On myös tärkeää, että työmaalle tilataan betonit tarpeeksi ajoissa, jotta toimittaja pystyy kunnolla varautumaan toimitukseen. Jos halutaan varmistua betonin saapumisesta, voidaan soittaa varmistussoitto toimittajalle muutama vuorokausi ennen valupäivää, täten varmistetaan, että massa on työmaalla oikeaan aikaan ja toimittaja on ajan tasalla. (Ratu 1198-S, Perustukset, s. 13–14).

Perustustöissä on monia mahdollisesti tehtäviä laatuvirheitä, jotka hidastavat työn kulkua. Paikalla valettavan perustuksen rakennustyöt aloitetaan muotin teolla ja tässä vaiheessa on tärkeää, että muotit tehdään tarpeeksi vahvoiksi ja tiiviiksi, jotta ne eivät anna periksi tai

vuoda valussa. Perusmuurin muottia tehtäessä on varmistettava, että varaukset ovat tehtynä ja että ne ovat sijoitettuna oikeisiin paikkoihin. (Ratu 1198-S, Perustukset, s. 13–14).

Seuraava työvaihe, jossa voi ongelmia ilmetä, on raudoitustyöt. Rakennusvalvojan tai työnjohtajan on aina tarkistettava raudoitus, jotta se vastaa raudoitussuunnitelmaa. Useimmiten kuitenkin ongelmat liittyvät itse suunnitelmiin, eikä suinkaan tehtyyn raudoitukseen. Raudoitussuunnitelmat voivat olla myöhässä, ne voivat muuttua työn aikana tai ne voivat olla yksinkertaisesti liian monimutkaiset toteutettavaksi. On esimerkiksi tärkeää varmistaa, että sauvatärytin mahtuu raudoitteiden väliin, jotta betoni saadaan tärytettyä kunnolla valussa. (Ratu 1198-S, Perustukset, s. 13).

Viimeinen työvaihe perustuksia tehtäessä on itse valutyö. Tässä työvaiheessa suurimmat aikaa vievät ongelmat tulevat esiin huonosti tehdyistä edeltävistä työvaiheista. Jos raudoitus on esimerkiksi huonosti tuettu, voi se alkaa liikkua valussa, tai jos muotti on huonosti öljytty, jämähtää betoni kiinni muottiin. Useimmat itse valutyöhön liittyvät ongelmat voidaan välttää käyttämällä asiantuntevaa työryhmää. Ongelmia, joita kuitenkin voi kohdata, ovat esimerkiksi betonin erottuminen valu- tai tiivistystyössä. Varsinkin jos raudoitukset ja varaukset ovat tiheässä ja betonin pudotuskorkeus on suuri, voi tämä ongelma tulla vastaan. Toinen ongelma, joka on yleinen kun valetaan muottia jossa on paljon varauksia, ovat "rotankolot", ne syntyvät rakenteeseen, kun tiivistys ja valu eivät onnistu rakenteen muodon vuoksi. (Ratu 1198-S, Perustukset, s. 14).

Elementtiperustuksessa kohdataan tiettyjä samoja ongelmia kuin paikallavaluperustuksessa, kuten esimerkiksi alustan huono kunto, huonot asennusolosuhteet, laitteistorikot ja toimitusviiveet. Elementtiperustamisen suurin aikaa vievä ongelma on kuitenkin elementtien valmistus- ja suunnitteluvirheet, jotka joudutaan korjaamaan työmaalla. Tämä viivyttää kaikkia työvaiheita, jotka ovat riippuvaisia perustusten valmistumisesta, esimerkiksi jos LV- urakoitsijan tarvitsemat perusmuuriläpiviennit puuttuvat viivyttää se kaikkia LV- urakoitsijan työvaiheita. Tietenkin myös asennusurakoitsijan tekemät asennuksen mittatarkkuusvirheet voivat viivyttää työvaiheen valmistumista, mutta useimmat mittavirheet voidaan välttää kunnollisten tarkastusten ja valvonnan kautta. (Ratu 1198-S, Perustukset, s. 14).

### 6.1.2. Runkovaiheen ongelmat

Kuten kaikessa muussa rakentamisessa, myös rungon pystytyksessä eniten aikaa vievät ongelmat ilmenevät, jos aikaisemmat työvaiheet ovat suoritettu huonolla laadulla. Kun rakennushankkeen runkoratkaisuna käytetään betonista paikallavalurunkoa, on suurin aikaa vievä haitta aina huonot sääolosuhteet. Jos rungon paikallavalutyöt ajoittuvat syksyyn, talveen tai muuten huonoihin sääolosuhteisiin on aina varattava lämmityskalustoa ja suojamateriaaleja työmaalle. Kylmällä säällä valettaessa on myös aina käytettävä pakkasbetonia, joka saavuttaa tarpeellisen lujuuden nopeammin kuin normaali betoni. Vaikka pakkasbetonia käytetään, suositellaan silti työmaalle hankittavan betonin lämmön- ja lujuudenkehityksen seurantalaitteet. (Ratu 1201-S, Runkorakenteet, paikalla rakennettavat, s. 42–44).

Muut paikallavalutöiden ongelmat tulivat jo esille edellisessä kappaleessa, jossa kävin läpi paikalla valettavien anturoiden ja perusmuurien ongelmia. Ongelmat muottien- ja raudoitteiden teossa sekä betonoinnissa ovat melko lailla samat perusmuuria tai anturaa valettaessa, kuin seinää tai välipohjaa valettaessa.

Elementtirakenteisen rungon pystytyksen suurin ongelma on elementtirakentamisen vaikeustaso, joka on noussut huomattavasti viime vuosien aikana. Kun rakentamisen kompleksisuus kasvaa, kasvaa myös laatuvirheiden määrä.

Viime vuosina vaikeutuneita rakenneratkaisuja elementtirakentamisessa ovat esimerkiksi:

- Nurkkien määrät
- Viistojen nurkkien määrät
- Pysäköinti- ja autohallien toteutukset
- Parvekkeiden kiinnitystavat
- Julkisivutyyppeiden määrät
- Erilaiset välipohjat ja lattialämmitykset
- Teräsrakenteet, delttapalkit, jne.
- Painavat kivet
- Talotekniikka varauksien määrät



Kompleksisuuden ohella suurimmat elementtirakentamisen aikaa vievät ongelmat ovat suunnitelmapuutteet, valmistusongelmat sekä toimitushäiriöt. Suunnitelmapuutteet ja -virheet aiheuttavat työmaalla aikaa vieviä ongelmia siten, että esimerkiksi jälkepäin joudutaan poramaan varauksia talotekniikalle. Kaikkein vaarallisin suunnitelmapuute ongelma on kuitenkin se, kun elementtiasentajat joutuvat itse suunnittelemaan asennuksia holvilla. Tämä johtaa useasti kaikenlaisten omatekoisten viritysten ja pahimmassa tapauksessa kylmäsiltojen esiintymiseen. (Teriö 2012, Elementtirakentamisen kipupisteet).

Elementtien valmistusongelmat näkyvät työmaalla myös hyvin selvästi turhaa aikaa vievinä työvaiheina. Elementtien valmistuksessa tapahtuvat virheet johtavat työmaalla siihen, että joudutaan tekemään paljon jälkitöitä, kuten esimerkiksi sahaamaan saumoja, oikomaan smyygejä, kasvattamaan ontelolaattoja, jyrsimään ja hiomaan pintoja sekä keksimään omatekoisia rakenneratkaisuja. Hyvin usein valmiin elementtirungon tehtaalla tai asennuksessa tuotettu laatu ei riitä, vaan tasoiteurakoitsijalle jää hyvin paljon periaatteessa turhaa aikaa vievää tasoitetyötä tehtäväksi. (Teriö 2012, Elementtirakentamisen kipupisteet).

Viimeinen suuri elementtirakentamisen ongelma on elementtien toimitushäiriöt ja häiriöt toimitusjärjestyksessä. Ongelmat toimituksessa aiheuttavat toimituskatkoksia, jotka vievät turhaa aikaa työmaalla. Asennusryhmä on periaatteessa turhan panttina työmaalla odottaen elementtitoimitusta. Kaikkein pahin virhe, mitä voi sattua toimituksessa on että toimitusjärjestys on sekoittunut ja työmaalla vahingossa asennetaan väärä kivi väärään paikkaan. Tämä tuottaa hyvin paljon turhaa jälkityötä jos virhettä ei asennusvaiheessa jostain syystä huomattaisi. Toimitushäiriöitä voi aiheuttaa esimerkiksi hankintojen myöhästyminen, äkilliset suunnitelmamuutokset tai valmiiden elementtien korvaus, koska alkuperäiset ovat vaurioituneet työmaalla. (Teriö 2012, Elementtirakentamisen kipupisteet).

### **6.1.3. Julkisivu ja vesikattotöissä esiintyvät ongelmat**

Julkisivu- ja vesikattorakentamisen aikataulua hidastavat ongelmat ovat loppujen lopuksi melko samanlaiset, hyvin erilaisista työvaiheista riippumatta. Molemmissa rakennusvaiheissa työt suoritetaan melkein aina ulkona sääsuojamattomissa olosuhteissa ja täten huonot sääolosuhteet voivat hidastaa työtä jonkin verran. Tämän takia

olisi hyvä jos työmaalle pystytettäisiin tilapäisiä työsuojia, jotka suojaavat rakennettavaa aluetta kosteudelta ja talviolosuhteissa jopa kylmyydeltä. Työmaalla on aina varmistettava, että kaikki julkisivun ja vesikaton rakennusmateriaali varastoidaan työmaalla sääsuojattuna, jottei kohteeseen asenneta jo valmiiksi kostea tai pilaantunutta materiaalia. (Ratu 1196-S, Puu- ja kiviaineiset julkisivut, s. 7).

Toinen asia joka yhdistää näitä kahta työvaihetta on siirtojen ja nostojen tarve. Varsinkin kerrostalo työmaalla tehdään julkisivu- ja vesikattotöitä korkeilla alustoilla, henkilönostimilla ja putoamissuojaamattomilla alueilla. Tällöin on tärkeää, että laaditaan kunnollinen nosto ja työvaihe suunnitelma, jotta vaaratilanteita ja täten työn seisahtumista ei pääse syntymään. Vesikattotöiden alettua on usein runkovaihe jo saatu valmiiksi ja tällöin myös usein poistetaan kokoaikainen nostokalusto työmaalta. Tämä voi aiheuttaa ongelmia vesikatolle tarvittavien raskaiden rakennusosien suhteen siten, että nostokalustoa ei ole saatavilla. Tämän ongelman välttämiseksi on tärkeää, joko nostaa tarvittava rakennusmateriaali runkovaiheen nostimella vesikaton välivarastointipaikalle, tai tilata nostokalusto työmaalle materiaalitoimituksen kanssa oikea-aikaisesti. (Ratu 1206-S, Vesikatot, s.7).

Niin kuin kaikessa muussa rakentamisessa, aikaa vieviä ongelmia ovat urakoitsijoiden tekemät laatu- ja rakennusvirheet, jotka johtavat jo valmiin pinnan purkuun ja uusimiseen ja materiaalitoimitusten viivästyminen tai estyminen. Näiden ongelmien välttämiseksi on tärkeää varmistaa että rakennusryhmillä on käytössään uusimmat piirustukset ja suunnitelmat ja varmistaa työn laatu aktiivisella työkohteen valvonnalla.

#### **6.1.4. Sisätöissä esiintyvät ongelmat**

Rakennuksen sisätyöt aloitetaan useimmiten runkovaiheen päätyttyä betonipintojen etuoikaisu- ja tasoitustöillä sekä väliseinä- ja alakattotöillä. Tasoitustyöt alkavat niin sanotulla etuputsityöllä, jossa paikataan kaikki käyttämättömät läpiviennit, roilot sekä oiotaan betoniseinien suuret heitot. Itse etuputsityössä ei useimmiten esiinny aikaa vieviä ongelmia kunhan veden ja sähkön saatavuus varmistetaan. Se, että kuinka paljon aikaa tuhraantuu etuputsitöihin, on kiinni betonirungon asennuksen mittatarkkuudesta ja täten tasoitusmiehen työmäärästä. (Ratu 1194-S, Pintatyöt, s. 4).

Väliseinätyypit rakennuksessa voidaan jakaa karkeasti muurattuihin sekä levyrakenteisiin väliseiniin. Muurattujen väliseinien kuten tiiliseinien, harkkoseinien tai kevytbetoniseinien rakentamisessa yleisimmät aikaa vievät ongelmat ovat alustan huono kunto, mittalinjojen epätarkkuus sekä tietysti urakoitsijan tekemät korjattavat laatupuutteet. SisäRYL 2000 esittää selvät taulukot muuraustöiden sallituista mittatarkkuuspoikkeamista seinän, saumojen sekä limitysten osalta. Jos urakoitsija ei ole onnistunut säilyttämään hyvää laatua työssään, voidaan siis häntä pyytää korjaamaan virheet siten, että ne vastaavat suomen rakennusmääräyksiä. Tämä vie tietysti aikaa, mutta näin lopputulos saadaan kunnolliseksi, joka voi kohteen edetessä säästää aikaa seuraavilta työvaiheilta. (Ratu 1193-S, Väliseinät ja alakatot, s. 5).

Levyväliseinä- sekä alakattotöissä suurimmat työaikamenekkeihin vaikuttavat asiat ovat työmaajärjestelyt, työkohteen ominaisuudet sekä käytettävät materiaalit. Työmaajärjestelyillä tarkoitetaan materiaalien siirtojen pituutta sekä työalueen valmiutta väliseinätoille. Työkohteen ominaisuudet vaikuttavat myös suuresti työn ajalliseen käyttöön, esimerkiksi suuret nurkkien, oviaukkojen ja kalustetukien määrät vaikeuttavat ja hidastavat väliseinätoita huomattavasti. Itse rakennusmateriaali voi myös hidastaa työn etenemistä huomattavasti jos sitä alituiseen joudutaan työstämään, jotta saadaan sopiva levykoko huonekorkeuteen. (Ratu 1193-S, Väliseinät ja alakatot, s. 20).

Väliseinä- sekä alakattotöissä yleisimmät aikaa vieviä ongelmat ovat mittatarkkuuden laiminlyönti, joka johtaa korjaustoimenpiteisiin, levyjen ja valmiin pinnan vaurioitumiset sekä äänieristyksen laiminlyönti. Levyväliseinä- ja alakattotöissä on oltava tarkkana työjärjestyksen kanssa ja aina varmistettava LVIS-asennusten valmius ennen seinän tai katon kiinnilaittoa, tämä säästää myös aikaa siten, että turhia reikiä ja avauksia ei tarvitse valmiiseen kohteeseen tehdä. (Ratu 1193-S, Väliseinät ja alakatot, s. 23).

Työssäni olen huomannut yhden toisen suuren aikaa vievän ongelman levyrakenteisissa seinissä ja alakatoissa, nimittäin vesivahingot ja kosteusongelmat. Tämä ei ole varsinaisesti urakoitsijan tai kenenkään syy, mutta ongelma on suuri varsinkin ontelovälipohjissa, joissa vettä usein on piilossa ontelonlaatan onteloissa. Usein ontelot porataan veden poissaamiseksi mutta hyvin usein johonkin silti jää vettä, joka pienen ajan jälkeen valuu hiljalleen alakattoon ja pilaa levyrakenteen. Mielestäni tämä on varsinkin levyrakenteisten alakattojen suurin aikaa vievä ongelma. Vaikka ongelma ei johdu itse alakatosta joudutaan

sitä usein työstämään ja korjaamaan juuri veden aiheuttamien vaurioiden takia, ja tämä voi olla todella aikaa vievää ja turhauttavaa, kun yritetään saada rakennusta luovutusvalmiiksi.

Rakennuskohteen tasoitustöiden päästyä käyntiin voidaan kohteessa aloittaa itse pinnoitus- ja maalaustyöt. Seinien ja kattojen pinnoitustöissä on alustan kunnan oltava kohdallaan, jotta lopputulos olisi laadukas. Tämän takia on tärkeää tarkistaa maalattavat pinnat ennen töiden alkamista, jotta turhilta aikaa vieviltä korjaustöiltä vältyttäisiin. Työskentelyolosuhteiden on myös oltava otolliset maalaustyötä varten, esimerkiksi kohteen rauhoitus sekä tuuletus ja lämpötila on oltava kunnossa, jotta maalaustyö saataisiin tehokkaasti suoritettua. Tapetointitöissä pätee samat säännöt aikaa vievien ongelmien välttämiseksi kuin maalaustöissä. (Ratu 1194-S, Pintatyöt, s. 11).

Betonirakenteisen rakennuskohteen lattiatyöt aloitetaan lattiatasoitetoista, kun kantavan välipohjan suhteellinen kosteus on otollinen. Tämä pätee tietysti vain paikalla valettuihin tai pintavalettuihin välipohjiin, jossa betonin kosteus voi nousta pintamateriaaliin ja pilata sen. Elementtilaatta välipohjissa voidaan lattia tasoittaa heti kun sille on järkevä ajankohta. Jotta lattiatasoitetyöt saataisiin ongelmitta suoritettua, on työkohte rauhoitettava tasoitetyölle sekä alustan kunto on oltava asianmukainen. Alustan on oltava pölytön sekä kaikki välipohjan reiät ja aukot on joko paikattava tai suojattava tasoitusmassalta. Ennen lattiatasoitustöitä on myös tarkasti suunniteltava letkujen ja rakennusmateriaalien siirrot työkohteessa. Kerrostalokohteessa tasoitemassaletku otetaan useimmiten ikkunan tai parvekkeen kautta sisätiloihin. Tällöin on tärkeää muistaa suojata seinät ja muut rakenteet massalta ja letkulta jotta turhilta rikkoontumisilta ja likaantumisilta vältytään. (Ratu 1195-S, Lattiatyöt, s. 31).

Kun lattian alusta on saatu tasoitettua ja puhdistettua on itse lattian pinnoitustyöt melko yksinkertaiset ja nopeat suorittaa. Niissä ei myöskään usein tule vastaan yllättäviä ongelmia, jotka hidastaisivat aikataulua huomattavasti. Tärkeimmät asiat pinnoitustöiden sujumiselle on työkohteen rauhoittaminen parketti- tai mattoasennukselle, joten kun pinnoitustyötä tehdään, on muut työt kiellettyjä samassa tilassa. Suurin aikaa vievä ongelma varsinkin parkettitöissä, on ehkä kuitenkin pienet vesivahingot ja naarmuuntumiset, joita sattuu työmaalla melko usein. Vaikka parketti suojataan, joudutaan silti melko usein joitain tiloja purkamaan ja kunnostamaan vahinkojen takia. (Ratu 1195-S, Lattiatyöt, s. 7).

Muita suuria ja aikaa vieviä rakennusvaiheita sisärakennustöissä ovat ovi-, kaluste- sekä lista-asennukset. Kerrostaso- sekä välioviasennuksissa esiintyviä ongelmia ovat muun muassa oviaukkojen mitoitusten epätarkkuudet, ovien vaurioituminen työmaalla, toimitusten myöhästyminen tai oviin liittyvien asennusten puuttuminen tai yhteensovitus ongelmat. Oviaukkojen mittatarkkuusvirheet ovat varsinkin melko yleisiä betonirunkoisissa rakennuksissa, joissa oviaukot mitoitetaan ja valetaan elementtitehtaalla. Tämän ongelman välttämiseksi kannattaa mitata oviaukkojen koot reippaasti etukäteen ennen ovitoimituksia. Ovet, joihin sijoitetaan erilaisia sähköisiä varusteita, kuten valvonta- ja hallinta laitteita, kannattaa myös tarkastaa sähköasentajan kanssa hyvissä ajoin ennen ovitoimituksen saapumista. Tämä sen takia, että varmistetaan kaikkien johdotusten ja sähkölaitteiden olemassa olo oviasennusta varten. (Ratu 1204-S, Sisäövet ja -ikkunat, kalusteet ja listoitus, s. 7).

Kalusteasennuksessa on tärkeää varmistaa, että kalusteasennuksen työkohte on valmis kalusteasennusta varten. Ongelmat työkohteessa, kuten alustan huonokuntoisuus, kalustetukien puuttuminen, LVI-liittymien väärät kohdat sekä kalusteille varatut liian ahtaat tilat voivat sekoittaa ja viivästyttää kalusteasennusta huomattavasti. Myös kalusteiden vaurioitumiselle työmaalla on korkea riski, koska usein kalusteet joudutaan varastoimaan työkohteen sisällä, jossa muut työvaiheet ovat käynnissä. Kalusteiden toimituspakkauksetkaan eivät useimmiten ole tarpeeksi suojaavia iskuja vastaan. (Ratu 1204-S, Sisäövet ja -ikkunat, kalusteet ja listoitus, s. 27).

Listoitustyöt ovat melko yksinkertaiset, mutta on silti tärkeää varmistaa urakoitsijan työn laatu virheiden varalta. Urakoitsijan laatuvirheitä voivat olla esimerkiksi listojen rikkoutuminen kiinnittäessä, niiden likaantuminen, listojen jiirien huono tiiviys ja hammastukset sekä listojen huono kiinnitys alustaan. Nämä ongelmat voivat hidastaa työn etenemistä urakoitsijan korjaustöiden takia. Toinen tärkeä varmistettava asia on työkohteen valmius listoitustöille, nurkkien täytyy olla tyhjät, jotta listoittajalla on tarpeeksi tilaa suorittaa työ. (Ratu 1204-S, Sisäövet ja -ikkunat, kalusteet ja listoitus, s. 35).

## 6.2. Haastatteluista poimitut rakennuttamisen ongelmakohdat

Opinnäytetyötä varten olen haastatellut Haahtela-rakennuttaminen Oy:n työkohteiden johtajaa hänen näkemyksistään työmaalla aikataulua hidastavista ongelmista, niihin varautumisesta sekä niiden korjaamisesta. Haastateltava oli työkohteiden johtaja Simo Pulli, joka tällä hetkellä työskentelee Haahtela-rakennuttamisen OP-Pohjolan uuden pääkonttorin rakennustyömaalla Helsingin Vallilassa.

Simo Pullin näkemys suurimmista aikataulua hidastavista ongelmista olivat puutteelliset suunnitelmat, puutteet lähtötiedoissa, liian tiukat aikataulut, jotka johtavat hosiin sekä mahdottomat suunnitelmat. Nykyaikana aikataulupoikkeamia aiheuttaa myös työntekijöiden vaihtelevat kulttuurit. Eri maiden työntekijöillä on erilaiset loma-ajat ja pyhäpäivät. Esimerkiksi venäläiset juhlistavat joulua uudenvuoden jälkeen ja tämä johtaa resurssipulaan venäläisistä työntekijöistä kaikissa työvaiheissa siihen aikaan. Silti Pulli ei pidä yhtä työvaihetta haastavampana kuin toista, vaan kaikki vaativat tarkkaavaisuutta ja kaikissa on omat haasteensa. Hänen mielestään kaikki työvaiheet suoritetaan niin hyvin kuin mahdollista ja kun yhtään työvaihetta ei vähätellä, ei pääse ongelmia syntymään.

Pullin mukaan aikataulupoikkeamien korjaamiseen työnjohtaja voi suorittaa tiettyjä korjaavia toimenpiteitä. Nämä toimenpiteet voivat olla esimerkiksi resurssien lisääminen ongelmalliseen tehtävään tai pitempien työpäivien määrääminen. Työnjohtaja voi myös yrittää kehittää uuden paremman ja nopeamman teknisen ratkaisun tehtävälle, joka vaikuttaa ongelmalliselta. Jos kuitenkin työtahtia aletaan kiristää, on Pullin mielestä tärkeää, että työnjohtaja varmistaa ja pitää huolen työturvallisuudesta sekä työn laadusta.

## 7. Aikataulunimikkeistö-työkalu

### 7.1. Toimeksianto ja sen toteuttaminen

Opinnäytetyön alussa pidetyssä tapaamisessa opinnäytetyön tilaajan Tuukka Turusen kanssa kävi ilmi, että Haahtela-rakennuttaminen tarvitsisi jonkinlaisen aikataulunimikkeistöohjelman, joka tukisi vastaavien työnjohtajien aikataulutusta projektin alussa. Aikataulunimikkeistöohjelman tulisi olla yksinkertainen käyttää ja sen tulisi sisältää yleisimmät aikataulunimikkeet, eli työvaiheet uudis- sekä korjausrakentamisessa.

Tilaajan tarve valmiiseen aikataulunimikkeistöön perustuu vastaavien työnjohtajien tuhraamaan aikaan projektin alussa itse aikataulutettavien työvaiheiden keksimiseen. Projektin alussa vastaava työnjohtaja saa käyttöönsä projektin työpäällikön kehittämän yleisaikataulun. Vastaavan työnjohtajan tulee projektin alussa tarkentaa yleisaikataulu erilaisiksi työvaiheaikatauluiksi. Tässä vaiheessa olisi hyödyllistä, jos hänellä olisi käytössään jonkinlainen tietotekniikkaohjelma, joka nopeasti voisi esittää eri työvaiheita perustuen projektissa käytettäviin rakenteisiin ja kohteen tyyppiin.

Opinnäytetyön tilaajan ongelman pohjalta aloin kehittää Excel-taulukko-työkalua, joka tukisi vastaavan työnjohtajan aikataulunimikkeiden keksimistä. Taulukko perustuu eri rakennevaihtoehtojen työvaiheisiin työmaalla, jos projektissa esimerkiksi käytetään tiilimuurattua julkisivua, tulee aikataulussa käyttää nimikkeitä julkisivun eristystyöt, muurauskannakkeiden asennus sekä julkisivumuuraus. Toisin sanoen vastaava työnjohtaja valitsee taulukko-työkalun rakennevaihtoehdoista projektin suunnitellut rakenteet ja aikatauluohjelma esittää automaattisesti työvaiheet, joita tarvitaan kyseisen rakenteen valmistumiseen. Edellä mainitussa esimerkissä vastaava työnjohtaja valitsisi Excel-työkalussa vaihtoehdon tiilimuurattu julkisivu, jonka jälkeen työkalu automaattisesti esittäisi työvaiheet julkisivun eristystyö, muurauskannakkeiden asennus sekä julkisivumuuraus. Näin edettäisiin koko rakennuskohteen läpi ja lopussa vastaavalla työnjohtajalla on valmiina pitkä aikataulunimikkeistö työvaiheista, joita käytetään hänen työmaallaan. Aikataulunimikkeistössä on otettu huomioon Haahtela-rakennuttamisen eri projektityypit, rakenteiden eri vaihtoehdot, talotekniikka työvaiheet sekä erilaiset erikoistyöt.

## 7.2. Haastattelut vastaavien työnjohtajien kanssa

Opinnäytetyötä ja varsinkin Excel-työkalua varten olen haastatellut kolmea Haahtela-rakennuttamisen vastaavaa työnjohtajaa sekä yhtä Byggnadsekonomi Oy:n aikataulukehittäjää heidän mielipiteistä kehittämäni ongelmanratkaisua kohtaan. Haastatteluissa olen kysellyt ensinnäkin heidän metodeistaan kehittää aikataulu, miten aikataulunimikkeistöohjelman tulisi toimia, mihin työvaiheisiin tulee kiinnittää huomiota sekä mitä mieltä he ovat kehittämästäni aikataulutyökalusta.

Ensimmäinen haastatteluni oli Veijo Koskisen kanssa, hän työskentelee tällä hetkellä vastaavana työnjohtajana Haahtela-rakennuttamisen OP-Pohjolan uuden pääkonttorin rakennustyömaalla Helsingin Vallilassa. Koskisen mukaan useimmissa vastaavien työnjohtajien laatimissa aikatauluissa itse aikataulunimikkeet tulevat työnjohtajan kokemuksista ja edellisistä projekteista. Myös hankkeen alussa laadituista projektisuunnitelmista saadaan osviittaa siitä mitä nimikkeitä käytetään. Koskisen mukaan juuri tämän takia järkevästi ja mielenkiintoisesti laadittu aikataulunimikkeistöohjelma voisi nopeuttaa vastaavan työnjohtajan aikataulun laatimista, kun aikataulunimikkeiden keksimiseen ei tarvitsisi käyttää turhaa aikaa. Henkilökohtaisesti aikataulua laatiessa Koskinen ei käytä apunaan Ratun aikataulukirjoja tai Talo 2000-nimikkeistöjä. Syy tähän on yksinkertaisesti se että, tietyn työtehtävän etsiminen kirjoista tai suurista listoista on vaivailloista ja aikaa vievää. Koskisen mukaan ainoa tieto, jota ehkä kirjoista katsotaan ja tarkistetaan, on tiettyjen epävarmojen työvaiheiden työmenekit. Kaikki nimikkeet kuitenkin tulevat vastaavan työnjohtajan kokemuksesta eikä valmiista listoista. Tämän takia jonkinlainen nimikkeistöohjelma, joka tukisi vastaavaa työnjohtajaa aikataulua laatiessa, olisi mielenkiintoisempi työkalu kuin Ratu:n 300-sivuinen aikataulukirja. Sitä paitsi tietyt aikataulunimikkeet aikataulukirjassa ovat liian yleisiä ja tietyt nimikkeet puuttuvat kokonaan.

Koskisen mukaan maarakennusvaihe on aikataulua laatiessa vaikein aikataulutettava työvaihe. Työvaiheesta on vähän informaatiota kirjoissa ja tiedot ovat liian yleisiä. Maarakentamisessa on aina mukana tietty tietämättömyys, mitä tulee vastaan kun kaivaminen aloitetaan. Nimikkeistöä laatiessa tulee usein vastaan tilanteita, joissa joutuu ajattelemaan että, mitä seuraavaksi. Myös kaikkien kellari- ja maanalaisten kerrosten rakentamisessa on monia ongelmakohtia joihin pitää syventyä. Tämä sen takia, koska maanalaisten kerrosten rakennustapa eroaa suuresti normaalista runkorakentamisesta.



Koskisen mukaan muita vaikeita aikataulutettavia tehtäviä ovat purkutyöt, vahvistamiset, tuennat sekä väestönsuojarakenteet. Hän on myös sitä mieltä, että talotekniikassa vaikein aikataulutettava kohta on sähkö- ja automaatiotyöt, koska alat kehittyvät koko ajan ja uusia tuotteita ja laitteita tulee markkinoille. Koskisen mielestä toimistotila rakentaminen on mielekkäämpää kuin asuntorakentaminen. Asuntorakentamisessa on kaikki aikataulusosat vaativimpia rungon lyhyiden jänneväliden, sekä asuntojen "koirankoppimaisuuksien" takia. Asuntorakentamisessa myös sisätyövaiheet ovat vaativampia kuin toimistotilarakentamisessa.

Lopuksi kysyin Koskisen mielipidettä siitä, millainen aikatauluohjelman tulisi olla, jotta se saisi käyttäjiä, ja syntyisikö Haahtela-rakennuttamisella oikeasti käyttäjäkunta Excel-pohjaiselle nimikkeistöohjelmalle. Koskisen mielestä ohjelman tulisi olla selvä, helppokäyttöinen ja siinä pitäisi jotenkin pystyä valitsemaan omalle projektille suuret työvaiheet. Valinnan jälkeen työvaiheet tarkentuisivat tarkaksi aikataulunimikkeistöksi, josta voisi valita omat, oikeat nimikkeet ja siirtää ne suoraan aikatauluohjelmaan. Esimerkiksi maarakennusvaihe pitäisi alkaa maatyypin valinnalla ja ohjelma esittäisi aikataulunimikkeet ja työvaiheet tälle valitulle maatyypille. Runkovaihe pitäisi saada valittua projektin tyyppin mukaan tai vesikatto vesikattotyyppin mukaan. Koskisen mielestä hyvin tehdyille ohjelmalle olisi varmasti käyttäjäkunta valmiina. Hänen mielestään ohjelmaa tulee markkinoida työpäälliköiden kautta, jotta tieto ohjelman olemassaolosta saataisiin perille vastaaville työnjohtajille projektien alussa.

Toinen haastatteluni oli Henri Liljan kanssa, hän työskentelee tällä hetkellä aikataulukehittäjänä Byggnadsekonomi Oy:ssä. Lilja oli selvästi Koskista ja muita vastaavia työnjohtajia kokemattomampi aikataulun laatia ja se myös näkyi selvänä erona kysymyksien vastauksissa. Liljan mukaan hänen laatimissa aikatauluissa aikataulunimikkeet tulevat juuri Ratu-kirjoista hänen työmaakokemuksensa vähyyden takia. Silti Lilja oli sitä mieltä, että valmis nimikkeistötyökalu olisi kyllä hyvä idea, sillä aikataulukirjan lukeminen on työlästä ja aikaa vievää. Nykyajan suunnitteluohjelmilla saa nopeasti työmenekit ja ajat selville, mutta nimikkeet on vielä kehitettävä omasta päästä. Hänen mielestään jonkinlainen rasti ruutuun-tyylinen ohjelma, josta saisi vain valita omaa projektia vastaavat työvaiheet olisi paras tyyli ohjelmalle. Excel-työkalu olisi järkevä koska siitä voisi siirtää nimikkeet suoraan vaikkapa Vico-controll aikatauluohjelmaan.

Kolmas haastatteluni oli Jari Salosen kanssa, hän työskentelee tällä hetkellä vastaavana työnjohtajana Haahtela-rakennuttamisen Metsätapiolan asunnot kerrostalotyömaalla Espoon Tapiolassa. Salosen kanssa käydyssä tapaamisessa keskityimme enemmän itse aikataulunimikkeistön tarkistamiseen, koska siinä vaiheessa olin jo saanut melko mittavan nimikkeistön koottua. Näin ollen Salosen kanssa ei periaatteessa käyty perinteistä kysymys-vastaus-haastattelua vaan enemmänkin keskustelu nimikkeistön ulkonäöstä, toiminnasta ja sisällöstä. Salosen mielestä nimikkeistön toimintaperiaate, jossa vastaava työnjohtaja valitsee eri rakennevaihtoehdoista omassa projektissa käytettävän vaihtoehdon, jonka jälkeen ohjelma automaattisesti esittää työvaiheet tälle vaihtoehdolle, on paras toimintatapa. Salosen mukaan myöskään hän ei käytä minkäänlaisia ulkopuolisia apuvälineitä aikataulua laatiessa vaan kaikki aikatauluun tulevat nimikkeet ja ajat tulevat hänen omasta päästään. Tämän takia Salonen oli myös sitä mieltä että aikataulunimikkeistöohjelma, joka esittäisi eri työvaiheita, olisi oikein hyvä työkalu vastaavalle työnjohtajalle.

Aikataulunimikkeistöä läpi käydessä Salosen kanssa esille tuli muutama muokattava ja lisättävä asia. Ensinnäkin minun oli keskityttävä enemmän toimitilarakentamisen sisätyövaiheisiin, sillä ne eroavat suuresti asuintalorakentamisesta. Talotekniikkapuolelle Saloselta tuli ehdotus, että haastattelisin tai näyttäisin talotekniikkanimikkeistöäni Haahtela-rakennuttamisen LVIS- valvojille, jotta he voisivat lisätä tai antaa neuvoja heidän erikoisalaltaan. Tapaamisen lopussa käytiin vielä läpi eri erikoistilojen työvaiheita, kuten koulurakennusten eri luokkahuoneiden, suurkeittiöiden, pesulojen tai allasrakenteiden työvaiheita.

Viimeinen haastatteluni oli Harri Salon kanssa, hän työskentelee tällä hetkellä vastaavana työnjohtajana Haahtela-rakennuttamisen Folkhälsanin toimistorakennuksen peruskorjauskohteessa Helsingin Töölössä. Salon kanssa käyty tapaaminen oli melko samanlainen kuin Salosen kanssa, eli keskityimme enemmän itse aikataulunimikkeistön tarkastamiseen kuin vastaavan työnjohtajan työkuvausta haastattelemiseen. Harri Salo on Haahtela-rakennuttamisen epävirallinen korjausrakentamisen erikoismies, joten tämän takia keskityimme erityisesti korjausrakentamisen nimikkeistöön. Salolta sain hyviä ohjeita ja lisäksi korjausrakennusnimikkeistöni, esimerkki tästä oli eri haitta-aine purkutytöt jotka sittemmin lisäsin nimikkeistöni. Haitta-aine-purkutöillä tarkoitetaan siis asbesti-, kivi- ja hiili-, lyijy- tai PCB- purkutöitä.

### 7.3. Aikataulunimikkeistön kokoaminen

Aikataulunimikkeistön kokoaminen oli loppupeleissä työläämpää kuin mitä olin odottanut. Varsinkin oman kokemuksen puute aikataulujen laatimisessa tuli selvästi esille epävarmuutena nimikkeistöä kootessa. Koskaan ei ollut varmaa, että onko tämä nyt nimike, jota oikeasti voitaisiin käyttää aikataulussa. Haahtela-rakennuttamisen työntekijöiden kanssa käydyt haastattelut ja tapaamiset auttoivat suuresti juuri tässä asiassa, koska heiltä sai sitä kokemusta, jota nimikkeistön kokoamiseen tarvitaan. Myös Haahtela-rakennuttamiselta saaduista esimerkkikohteiden aikatauluista oli suuri apu, koska niistä pystyin tarkistamaan nimikkeiden muodot ja kuinka tarkasti aikataulussa työvaiheita esitetään.

Itse aikataulunimikkeistön lähteenä on käytetty hyvin paljon RT- tietokortteja, Ratu:n rakennustöiden menekit kirjaa, Ratu:n aikataulukirjaa, Ratu:n tehtäväsuunnittelukortteja sekä eri rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset kirjoja. Aikataulunimikkeistöä tehdessäni huomasin myös, että olemassa ei ole selkeää nimikkeistökirjaa tai listaa, jossa tulisi esille kaikki tarvittavat aikataulussa käytettävät nimikkeet. Varsinkin talotekniikan nimikkeistöt ja aikataulutehtävät olivat melko suppeat, jos verrataan kuinka suuri talotekniikan osuus itse rakennushankkeessa oikeasti on.

Laaditussa aikataulunimikkeistössä käytettävät rakennusosa nimikkeet, ovat suurimmilta osin Talo 90- ja Talo 80-osissa käytettäviä nimikkeitä. Omasta mielestäni ja myös haastatteluista esille tulleista mielipiteistä Talo 90- ja 80-nimikkeistöt ovat aikatauluttamisen kannalta selkeämmät kuin Talo-2000 nimikkeet. Aikataulunimikkeistössä on tietysti myös käytetty Talo 2000-nimikkeistössä esiintyviä nimikkeitä. Nimikkeistöön olen periaatteessa ottanut mukaan hyviä aikataulutuksen kannalta tärkeitä nimikkeitä niiden lähteistä riippumatta.

### 7.4. Excel-työkalun toiminta

Laaditun Excel-työkalun toiminta perustuu Haahtela-rakennuttaminen Oy:n vastaavien työnjohtajien toiveisiin ja tarpeisiin. Tämän takia olen keskittynyt ainoastaan eri

aikatauluissa käytettävien nimikkeiden ja työvaiheiden keräämiseen ja kokoamiseen yhteen helposti käytettävään Excel-ohjelmaan.

Ohjelmaan olisi myös voinut liittää eri työvaiheiden työmenekit, mutta Haahtelalla ei olisi ollut tarvetta sille. Tämä väite perustuu Haahtela-rakennuttaminen Oy:n projektinjohtotyyppiselle rakennuttamiselle. Tavalliset rakennusyhtiöt laativat aikataulunsa perustuen omiin resursseihinsa työmaalla, esimerkiksi kuinka nopeasti heidän työryhmänsä saa vaikkapa 1 m<sup>2</sup> julkisivumuurausta suoritettua tunnissa. Tämän perusteella voidaan asettaa koko julkisivumuuraukselle työaika. Haahtela-rakennuttaminen Oy taas laatii aikataulunsa perustuen rakennustöiden takarajalle, esimerkiksi julkisivumuuraus saa viedä enintään 2 kuukautta. Tämän jälkeen aikataulun seuraamisen vastuu on palkatulla muurausurakoitsijalla. Periaatteessa Haahtela-rakennuttaminen Oy ei välitä siitä, kuinka nopeasti 1 m<sup>2</sup> muuraamiseen menee aikaa, vaan ainoastaan siitä, että urakoitsija käyttää tarpeeksi resursseja, jotta takaraja ei ylitä. Tämän takia olisi turhaa esimerkiksi liittää Ratu Rakennustöiden menekit 2010-kirjasta saatuja aikamenekkejä työvaiheisiin.

Liitteissä 1 ja 2 olen kopioinut maanrakennus-, perustus- sekä talotekniikkanimikeosiot laatimastani aikatauluohjelmasta. Liitteessä 3 ja 4 taas olen laatinut aikataulut perustuen liitteessä 1 ja 2 käyttämiini nimikkeisiin. Omalta osaltani voin sanoa, että minua aikataulunimike ohjelma auttoi suuresti aikatauluja laatiessani. Jos olisin lähtenyt laatimaan esimerkiksi talotekniikka-aikataulua, oman hyvin olemattoman kokemuksen pohjalta, olisin joutunut etsimään ja kokoamaan kaikki käytettävät nimikkeet eri kirjoista ja lähteistä ja väittäisin, että tämä olisi vienyt monta päivää. Kun käytin apuna laatimaani Excel-työkalua, talotekniikan sekä maanrakennus- ja perustusvaiheen aikataulujen laatiminen vei minulta noin 30 minuuttia. Laatimissani aikatauluissa olen tietenkin käyttänyt omasta päästä otettuja rakennusaikoja, mutta nimikkeet ja aikataulun pohja ovat samankaltaiset kuin mitä kokenut aikataulun tekijä voisi laatia.

Itse Excel-työkalun toiminta perustuu aikataulun laatijan valintoihin omassa projektissa käytettävien rakenteiden osalta. Tällä tarkoitan sitä, että aikataulun laatija valitsee eri rakenteiden väliltä omassa projektissa käytettävät rakenteet. Tämän jälkeen aikatauluohjelma esittää rakennusvaiheet, perustuen laatijan rakennevalintoihin. Esimerkiksi julkisivuverhouskohdassa aikataulun laatijalla on valittavanaan metallisen, levyrakenteisen, sandwichelementtisen, tiilimuuratun, rapatun, maalatun, lasisen tai puisen julkisivun väliltä. Jos laatija valitsee esimerkiksi tiilimuuratun julkisivun esittää ohjelma

työvaiheet julkisivun eristystyöt, muurauskannakkeiden asennus sekä julkisivumuuraus. Tämän jälkeen laatija voi siirtää haluamansa aikataulunimikkeet suoraan käyttämäänsä aikatauluohjelmaan.

Valitse				
	<b>3.</b>	<b>PERUSTUSTYÖT</b>		
	<b>3.1</b>	<b>Anturat</b>		
	3.1.1	Paikallavalettava antura		
	3.1.2	Elementtirakenteinen antura		
	<b>3.2</b>	<b>Perusmuurit ja sokkelit</b>		
	3.2.1	Paikallavalettava perusmuuri		
	3.2.2	Muurattu perusmuuri		
	3.2.3	Elementtirakenteinen sokkeli		
	<b>3.3</b>	<b>Alapohjat</b>		
	3.3.1	Maanvarainen laatta		
	3.3.2	Elementtirakenteinen alapohja		
	3.3.3	Massiivilaatta alapohja		
	<b>3.4</b>	<b>Maanalaiset kerrokset</b>		
	3.4.1	Paikallavalettava maapaineseinä		
	3.4.2	Elementtirakenteinen maapaineseinä		
	<b>3.5</b>	<b>Tukimuurit</b>		
	3.5.1	Paikallavalettava tukimuuri		
	3.5.2	Elementtirakenteinen tukimuuri		

*Kuva 7. Perustustöiden valintataulukko aikatauluohjelmassa. (Westerholm M).*

Kuvassa 7 näemme aikatauluohjelman perustusvaiheen valintataulukon. Jos vastaava työnjohtaja nyt haluaisi laatia perustusvaiheen aikataulun, hän valitsisi taulukosta hänen projektissaan käytettävät perustusrakenteet (katso kuva 8). Valinnat tehdään yksinkertaisesti laittamalla x-kirjain halutun rakenteen edellä olevaan "valitse"-ruutuun.

Valitse	
	<b>3. PERUSTUSTYÖT</b>
	<b>3.1 Anturat</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	3.1.1 Paikallavalettava antura
	3.1.2 Elementtirakenteinen antura
	<b>3.2 Perusmuurit ja sokkelit</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	3.2.1 Paikallavalettava perusmuuri
	3.2.2 Muurattu perusmuuri
	3.2.3 Elementtirakenteinen sokkeli
	<b>3.3 Alapohjat</b>
	3.3.1 Maanvarainen laatta
	3.3.2 Elementtirakenteinen alapohja
<input checked="" type="checkbox"/>	3.3.3 Massiivilaatta alapohja
	<b>3.4 Maanalaiset kerrokset</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	3.4.1 Paikallavalettava maapaineseinä
	3.4.2 Elementtirakenteinen maapaineseinä
	<b>3.5 Tukimuurit</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	3.5.1 Paikallavalettava tukimuuri
	3.5.2 Elementtirakenteinen tukimuuri

Kuva 8. Aikataulun laatijan valitsemat perustusrakenteet. (Westerholm M).

Tämän jälkeen aikataululaatija painaisi painiketta "siirrä tiedot", jonka näemme kuvassa 9. Painamisen jälkeen ohjelmisto laatii automaattisesti uuden Excel-laskentataulukon, jossa on esillä kaikki aikataulutettavat vaiheet ja tehtävät perustuen aikataululaatijan valintoihin (katso kuva 10 seuraavalla sivulla).

Valitse		Valitse		Valitse		Valitse	
I.	TYÖMAAN PERUSTAMINEN	2.	MAARAKENNUS	3.	PERUSTUSTYÖT		
1.1	Työnaikaiset rakennukset	2.1	Raivaus ja purku	3.1	Anturat		
1.1.1	Työmaarakennukset	2.1.1	Kasvillisuuden suojaus	3.1.1	Paikallavalettava antura		
1.1.2	Työmaa-aidat	2.1.2	Kasvillisuuden korjuu	3.1.2	Elementtirakenteinen antura		
1.1.3	Työmaataulut ja kivet	2.1.3	Kantojen poisto	3.2	Perusmuurit ja sokkelit		
1.2	Käyttöaineet ja energia	2.1.4	Hjätyspuun korjuu	3.2.1	Paikallavalettava perusmuuri		
1.2.1	Vesi	2.1.5	Pintamaan poisto	3.2.2	Muurattu perusmuuri		
1.2.2	Sähkö	2.2	Louhinta	3.2.3	Elementtirakenteinen sokkeli		
1.3	Nostot ja siirrot	2.2.1	Kalliopinnan puhdistus	3.3	Alapohjat		
1.3.1	Nosturit	2.2.2	Poraus ja panostus	3.3.1	Maanvarainen laatta		
1.3.2	Henkilöohjeet	2.2.3	Peittäminen ja räjäytys	3.3.2	Elementtirakenteinen alapohja		
1.3.3	Työmaateineet	2.2.4	Louhintapintojen rusnaus	3.3.3	Massiivilaatta alapohja		
1.4	Talvilisätyöt	2.3	Maakaivu	3.4	Maanalaiset kerrokset		
1.4.1	Lumi- ja jäätyöt	2.3.1	Maakaivutyöt	3.4.1	Paikallavalettava maapaineseinä		
1.4.2	Lämpösuojaus	2.3.2	Kaivantojen teko	3.4.2	Elementtirakenteinen maapaineseinä		
1.4.3	Lämmitys ja kuivatus	2.3.3	Kanaalien kaivu	3.5	Tukimuurit		
		2.4	Täyttö	3.5.1	Paikallavalettava tukimuuri		
		2.4.1	Kuivutukseen asennus	3.5.2	Elementtirakenteinen tukimuuri		
		2.4.2	Perustusten alustäyttö ja tiivistys				

Kuva 9. Aikataulunimikkeistön etusivun ulkonäkö. (Westerholm M).

	A	B	C	D	E
1	3.1.1	Paikallavalettava antura			
2		Anturan paikallavalutyöt			
3	3.2.1	Paikallavalettava perusmuuri			
4		Perusmuurin paikallavalutyöt			
5		Perusmuurin eristystyöt			
6	3.3.3	Massiivilaatta alapohja			
7		Alapohjan paikallavalutyöt			
8		Alapohjan eristystyöt			
9	3.4.1	Paikallavalettava maapaineseinä			
10		Maapaineseinien paikallavalutyöt			
11	3.5.1	Paikallavalettava tukimuuri			
12		Tukimuurin paikallavalutyöt			
13					

*Kuva 10. Aikatauluohjelman esittämät aikataulunimikkeet perustuen aikataululaatijan rakennevalintoihin. (Westerholm M).*

Excel-työkalun toiminta perustuu Excelin Macro-toimintoihin. Eli erilaisiin koodeihin, jotka ovat yhteydessä työkalun etusivun valintoihin. Kun käyttäjä valitsee jonkun vaihtoehdon, aktivoituu valinnan alla oleva koodi ja etsii työkalun muista osista tiedot, jotka ovat yhteydessä valintaan. Periaatteessa työkalu on ohjelmoitu siten, että etusivun valinnat tuovat esiin piilossa olevat tiedot, jotka tässä tapauksessa ovat aikataulunimikkeitä.

## 8. Loppusanat

Opinnäytetyön lopussa haluan kiittää kaikkia henkilöitä jotka ovat auttaneet kirjoitusosion sekä Excel-työkalun tekemisessä ja kehittämisessä. Erikoiskiitos kuuluu kuitenkin opinnäytetyön tilaajalle Tuukka Turuselle, koulun opinnäytetyön ohjaajalle Niklas Nymanille sekä Haahtela-rakennuttaminen Oy:n vastaaville työnjohtajille, jotka ottivat aikaa omasta työstään auttaakseen aikataulunimikkeistön kehittämisessä.

Opinnäytetyön tekeminen sujui ongelmitta, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Haastavin tehtävä oli itse aikataulunimikkeistön kokoaminen, oman, hyvin pienen aikataulusuunnittelukokemukseni pohjalta. Nimikkeitä löytyi melko paljon ja helposti, mutta niiden karsiminen ja muokkaaminen siten, että niitä oikeasti voisi käyttää aikataulutuksessa, oli melko haastavaa. Onneksi sain paljon apua tässä asiassa kokeneilta vastaavilta työnjohtajilta.

Opinnäytetyön kirjallisessa osassa eniten ongelmia aiheuttivat valitsemani melko laajat ja kattavat otsikot ja aiheet. Vaikeinta oli karsia pois niin sanottua turhaa informaatiota ja valita mukaan opinnäytetyölle oleelliset asiat. Voin kuitenkin sanoa, että olen melko tyytyväinen sekä opinnäytetyön kirjalliseen osaan että kehitettyyn aikataulunimikkeistöohjelmaan. Jos nyt aloittaisin opinnäytetyön alusta, suunnittelisin ehkä vielä tarkemmin tekstiosan sisällön ennen itse kirjoittamisen aloittamista. Lopuksi toivon, että työstäni olisi hyötyä opinnäytetyön tilaajalle ja että vastaavat työnjohtajat säästäisivät aikaa käyttämällä laadittua aikataulunimikkeistöohjelmaa.



## Lähteet

Haahtela-Rakennuttaminen Oy:n projektitietopankki: *Rakennuttamisteto 2010, Eri rakennuttamiskohteet.*

*Haahtela-Yhtiöiden kotisivut: Projektinjohtopuoli.* [www.haahtela.fi/fi/projektinjohto](http://www.haahtela.fi/fi/projektinjohto) (tuotu 8.10.2013)

Rakennusteollisuuden Keskusliitto. (2001). *Ratu 1193-S: Väliseinät ja alakatot: Tehtäväsuunnittelu - aliurakka, työkauppa.* (u.o.), Rakennustieto Oy

Rakennusteollisuuden Keskusliitto. (2001). *Ratu 1194-S: Pintatyöt: Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa.* (u.o.), Rakennustieto Oy

Rakennusteollisuuden Keskusliitto. (2001). *Ratu 1195-S: Lattiatyöt: Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa.* (u.o.), Rakennustieto Oy

Rakennusteollisuus RT ry. (2001). *Ratu 1196-S: Puu- ja kiviaineiset julkisivut: Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa.* (u.o.), Rakennustieto Oy

Rakennusteollisuus RT ry. (2002). *Ratu 1198-S: Perustukset: Tehtäväsuunnittelu - aliurakka, työkauppa.* (u.o.), Rakennustieto Oy

Rakennusteollisuus RT ry. (2002). *Ratu 1201-S: Runkorakenteet, paikalla rakennettavat: Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa.* (u.o.), Rakennustieto Oy

Rakennusteollisuus RT ry. (2003). *Ratu 1203-S: Ovet ja ikkunat, rakennuksen vaippa: Tehtäväsuunnittelu - aliurakka, työkauppa.* (u.o.), Rakennustieto Oy

Rakennusteollisuus RT ry. (2003). *Ratu 1204-S: Sisäövet ja –ikkunat, kalusteet ja listoitus, rakennuksen sisäpuoli: Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa.* (u.o.), Rakennustieto Oy

Rakennusteollisuus RT ry. (2003). *Ratu 1205-S: Vesikatot: Tiili-, muoto- ja poimulevy- sekä ohutlevykatteet: Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa.* (u.o.), Rakennustieto Oy

Rakennustietosäätiö RTS. (2004). *RT- kortti 82–10821: Betonielementtirunkorakenteet.* (u.o), Rakennustieto Oy

Rakennustietosäätiö RTS. (2010). *RT 14-11016: Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset: Talonrakennuksen runkotyöt.* Helsinki: Rakennustieto Oy

Talonrakennusteollisuus ry & Rakennustietosäätiö RTS. (2010). *Ratu KI-6020: Rakentamisen tuotantotekniikka.* Helsinki: Rakennustieto Oy

Talonrakennusteollisuus ry & Rakennustietosäätiö RTS. (2011). *Ratu KI-6021: Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus.* Helsinki: Rakennustieto Oy

Talonrakennusteollisuus ry & Rakennustietosäätiö RTS. (2013). *Ratu KI-6023: Aikataulukirja 2013.* Helsinki: Rakennustieto Oy

Teriö, O. (2012). *Elementtirakentamisen kipupisteet: Tampereen Teknillisen Yliopiston & Rakennusteollisuus RT ry:n tutkimus asuinkerrostalojen elementtirakentamisen- ja toimitusten tuottavuuden ja laadun kehitystarpeista.*  
<http://www.tut.fi/idcprod/groups/public/@1912/@web/@p/documents/liit/p043749.pdf>  
(tuotu 12.12.13)

Ympäristöministeriö. (2003). *RT RakMK-21228 B3: Pohjarakenteet: Määräykset ja ohjeet: Säännöstiedosto.* Helsinki: Suomen rakentamismääräyskokoelma

# Ruotsinkielinen yhteenveto

## Sammanfattning på svenska

### Innehållsförteckning

1.	Inledning.....	61
2.	Beställare.....	61
3.	Tidtabellsplanering .....	62
3.1.	Allmänt om tidtabeller .....	62
3.2.	Olika tidtabeller under ett projekt.....	62
3.3.	Planering av tidtabell.....	62
3.3.1.	Specialplanering för renoveringsprojekt .....	64
4.	Byggnadstekniska skeden under ett projekt.....	64
4.1.	Anläggnings- och grundläggningsarbeten.....	65
4.2.	Stomarbeten .....	65
4.3.	Fasad- och vattentaksarbeten .....	66
4.4.	Innearbeten .....	67
5.	Hustekniska skeden under ett projekt.....	67
6.	Orsaker som får tidtabellen att inte hålla .....	67
6.1.	Problem under byggnadsskedet.....	67
6.2.	Intervju med arbetsplatsövervakare .....	68
7.	Tidtabellstittelverktyg .....	69
7.1.	Beställarens problem och lösning.....	69
7.2.	Intervjuer med ansvariga arbetsledare .....	69
7.3.	Tidtabellsverktyget.....	70
8.	Slutord .....	71

## 1. Inledning

I detta examensarbete har jag utvecklat ett tidtabellstittelverktyg, som ska göra planeringen och utarbetandet av tidtabeller snabbare och enklare under olika projekt. Beställare för detta examensarbete är Haahtela-Rakennuttaminen Oy. Innan ett byggprojekt kan starta bör ansvariga arbetsledaren lägga upp en tidtabell för projektet. Ibland kan onödig tid gå förlorad då man börjar med att lista de olika arbetsskeden som ska finnas in i tidtabellen. Tabeller över tidtabellstitlar som redan finns, innehåller dessutom nödvändigtvis inte alla titlar.

På sidan om utvecklingen av själva tidtabellsverktyget, har jag skrivit den skriftliga delen av examensarbetet. I den ingår grunderna för hur man lägger upp en tidtabell, hurdana tidtabeller man gör under ett projekt, olika arbetsskeden under ett projekt samt problem som kan få tidtabellen att inte hålla.

## 2. Beställare

Beställare för examensarbetet är Haahtela-Rakennuttaminen Oy som är ett av moderbolagen i Haahtela Yhtiöt. Haahtela Yhtiöt har sitt huvudkontor i centrum av Helsingfors, på Bulevarden 16. Haahtela Yhtiöt grundades av doktor i byggnadsteknik Yrjänä Haahtela år 1975 och sysselsätter idag ungefär 110 personer.

Haahtela-Rakennuttaminen Oy koncentrerar sig på projektledning för olika byggnadsprojekt. Med begreppet projektledning menar jag att Haahtela-Rakennuttaminen står som byggherrekonstult för bolag som vill förnya eller bygga bostads-, kontors- eller skolbyggnader. Projektledningsuppgifter som Haahtela-Rakennuttaminen står för under ett projekt är bl.a. ledning av byggplatsen, koordinering och övervakning av entreprenörer och arbeten, övervakning av arbetsplatssäkerheten och planering av projektets ekonomiska och tidsmässiga ramar. ()

## 3. Tidtabellsplanering

### 3.1. Allmänt om tidtabeller

Om man vill lyckas med ett byggprojekt krävs det noggrann planering, arbetsledning och övervakning. Troligtvis en av de viktigaste delarna för arbetsplaneringen är en noggrann planering av tidsåtgången under ett projekt. Då man planerar en tidtabell skall man försöka hitta realistiska mål för projektet. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s.18).

### 3.2. Olika tidtabeller under ett projekt

Under ett byggnadsprojekt läggs det upp många olika tidtabeller för projektet. Processen för planeringen av tidtabellen börjar med byggherrens allmänna projekttidtabell, som sedan då projektet framskrider görs noggrannare. Man kan säga att den allmänna projekttidtabellen gör grunden för alla kommande tidtabeller.

Andra tidtabeller som läggs upp och grundar sig på projekttidtabellen är t.ex. anskaffningstidtabeller, ritningstidtabeller, husteknikstidtabeller, arbetsskedstidtabeller, slutförningstidtabeller och olika veckotidtabeller. (Ratu KI-6021, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, s. 40-59).

### 3.3. Planering av tidtabell

För att planera en tidtabell krävs det information om byggmålet, byggnadsuppgifterna och arbetsgrupperna. Denna information fås av uppskattningar, byggnadslitteratur eller erfarenhet. För att kunna leda arbetet under ett byggprojekt krävs det ordentligt planerade tidtabeller varifrån arbetsledaren kan jämföra det riktiga arbetet med det planerade.

Enligt Ratu KI-6023 Aikataulukirja 2013 är en tidtabell fungerande då planeraren tänker på följande punkter:

- Välj de viktigaste arbetskedan för projektet som tidtabellsuppgifter
- Skaffa realistisk data för alla tidtabellsuppgifter
- Boka tillräckligt med tid för arbetskedan och uppgifter
- Planera arbetsro till de olika arbetskedena i projektets delområden
- Planera tidtabellsuppgifterna som tillräckligt stora helheter
- Kontrollera hur beroende de olika arbetskedena är med varandra
- Presentera tidtabellen så att man med hjälp av den kan övervaka byggarbetet

Då man planerar en tidtabell sker det i olika skeden, det första skedet för tidtabellsplanering är att granska att tidtabellen inte är för spänd. Detta kan kontrolleras med en enkel formel som ser ut såhär:

$$TN = 4,6 \times \ln(S \text{ tth}) - 36,6$$

där TN= normaltiden i månader

S tth= projektets helhetstid i timmar

Om till exempel projektets helhetstid skulle vara 44 000 tth skulle man räkna normaltiden på följande sätt:

$$TN = 4,6 \times \ln(44\ 000) - 36,6$$

$$TN = 12,8 \text{ månader}$$

Projektets tidtabell anses för spänd om S tth är över 20 % kortare än TN. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 20).

Andra skeden för att planera en tidtabell är att göra tidtabellen realistisk, det vill säga att räkna den effektiva arbetsmängden och göra den realistisk. Den realistiska arbetsmängden fås då man adderar de olika pauserna såsom ledigheter, helger, väderförhållanden och andra problem till den effektiva arbetsmängden.

I stora projekt kan man dela upp helheten i mindre delområden som blir enklare att lägga upp och göra en tidtabell för. Efter att man gjort upp sina delområden skall man göra upp arbetens ordning. Ordningen bestäms med hjälp av arbetsuppgifternas beroenden till

varandra. Med beroenden menar jag t.ex. att man inte kan börja med att bygga stomme innan grunden är klar. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 50).

### 3.3.1. Specialplanering för renoveringsprojekt

Att planera och lägga upp en tidtabell för ett renoveringsobjekt är ganska långt lika som att göra det för ett nybygge, vissa skillnader finns dock. Största behovet av specialplanering framkommer oftast då byggnaden under renoveringen är i användning. Andra orsaker för specialplanering är renoveringsobjektets läge i miljön och objektets renoveringsgrad. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 42).

Färdigt byggda objekt har alltid konstruktioner som ligger i gömman bakom andra konstruktioner och konditionen på dem kan påverka tidsåtgången betydligt. Detta betyder att medan man renoverar måste man samtidigt göra konditionsgranskningar och om något nytt kommer emot bör det också renoveras. På grund av detta är det mycket svårt att göra en slutlig tidtabell på ett renoveringsobjekt. Därför ändras ofta renoveringsgraden, tidtabellen och budgeten då arbetet framskrider. (Ratu KI-6023, Aikataulukirja 2013, s. 42-43).

## 4. Byggnadstekniska skeden under ett projekt

Titlarna i en tidtabell är arbetsskeden som utförs under byggnadsprojektet. På grund av detta har jag skrivit ett kapitel om de viktigaste arbetsskedena under olika projekt. Dessutom har jag kort beskrivit om hur de olika arbetsskedena är beroende av varandra. Detta på grund av att en av de viktigaste sakerna man måste ha kontroll över då man planerar en tidtabell är att veta hur de olika arbetsskedena är beroende av varandra. Beroenden gör upp ordningen på arbetsskeden i en tidtabell. Till exempel byggandet av stommen är beroende av grundens färdighet och därmed skall grundarbeten vara före stomarbeten i tidtabellen.

#### 4.1. Anläggnings- och grundläggningsarbeten

Med anläggningsarbeten menas alla arbetsskeden där man förbereder byggobjektets grund och miljö inför själva byggarbetet. Till anläggningsarbeten hör bland annat markens rivnings-, grävnings-, tättnings-, rörinstallations-, förstärknings- och fyllningsarbeten. (RT RakMK-21228 B3 Pohjarakenteet, s. 10).

Byggnadens grundläggnings främsta uppgift är att leda krafter från objektet ner till marken och isolera objektet från markens kyla och fukt. Beroende på marktypen kan man använda sig av olika grundläggningssätt. Dessa grundläggningssätt är bland annat pålgrund, pelargrund, olika grundmurkonstruktioner, plintkonstruktioner, bärande markplattor, eller bärande bottenbjälklag. Grundläggningssättet beror på byggomgivningens marktyp. De allmännaste sätten att grundlägga i Finland är på berg, pålar eller rakt på bärande mark. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 47).

#### 4.2. Stommarbeten

Med stommarbeten menas alla arbetsskeden där man bygger eller installerar byggnadens bärande delar. Stommarbeten påbörjas oftast efter grundläggningen med byggandet av skyddsrum. Om byggnadens stomme planeras med betongkonstruktioner är de bärande delarna antingen platsgjutna eller betongelement. Som stomme kan också användas en pelar-balkkonstruktion av stål.

Då man i byggnaden använder betongelementstomme är de bärande upprätta konstruktionerna oftast antingen bärande elementmellanväggar eller bärande innerväggar i sandwich konstruktioner. I kontorsbyggnader används ofta pelar-balk betongkonstruktioner som bärande stomme. I dessa fall måste dock byggnaden förstyrkas med hjälp av t.ex. trapphus- eller hisschaktsväggar. De bärande vågräta konstruktionerna i en betongelement byggnad är någonslags plattor. Exempel på dessa plattor är onteloplattor eller skalplattor som stöds upp i ändorna i de bärande upprätta konstruktionerna. (RT-kort 82-10821, Betonielementtirunkorakenteet, s. 3-10).



Platsgjutna stomkonstruktioner är egentligen likadana som elementkonstruktioner. Med detta menar jag att de bärande upprätta konstruktionerna också är väggar eller pelare och de vågräta konstruktionerna är massiva plattor eller balkar. Platsgjutna konstruktioner är då betongkonstruktioner som gjuts på arbetsplatsen rakt på konstruktionens kommande plats i byggnaden. Platsgjutningsarbeten delas in i gjutformsarbeten, armeringsarbeten och gjutningsarbeten. (RT-kort 82–10814, Paikallavaletut betonirunkorakenteet).

Då man i en byggnad använder sig av stålkonstruktioner som stomme tar man bort behovet av att använda massiva ute- och mellanväggar. Detta förbättrar byggnadens modifierings möjligheter. Det är på grund av detta man ofta använder sig av stål pelare-balk konstruktioner i kontors- och butiksbyggnader. Konstruktionstyperna i en stålstomme är olika pelare, balkar och skivor. När man planerar en stålstomme bör man komma ihåg att stålstommen i sig själv inte nödvändigtvis håller emot vågräta krafter som t.ex. vindkrafter. Därför måste olika förstyrningskonstruktioner som t.ex. hisschakt eller trapphus användas. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 121-125).

### **4.3. Fasad- och vattentaksarbeten**

Med fasadarbeten menas byggprojektets arbetsskeden där man bygger eller installerar konstruktioner som skyddar byggnadens inre delar från väder. Fasadkonstruktionernas uppgift är att skydda byggnadens bärande och isolerande konstruktioner från väderförhållanden. Fasadkonstruktioner är t.ex. fasadbeklädnad, fönster, fönsterväggar och yttedörrar.

Med vattentaksarbeten menas alla byggprojektets arbeten där man bygger eller installerar konstruktioner som kommer ovanom de bärande konstruktionerna i det övre bjälklaget. Vattentakets uppgift är att hålla regn- och smältvatten borta från byggnadens andra konstruktioner. Vattentaket delas upp i tre konstruktionsdelar, bärande konstruktion, värmeisolering och vattenisolering. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 147).

#### 4.4. Innerarbeten

Innerarbeten är alla byggnadsarbeten som utförs innanför byggobjektet i skydd av byggnadens fasad och vattentak. Till innerarbeten hör alla byggnadstekniska arbeten som förbereder byggnaden för användaren. De största arbetsskedena i innerarbeten är mellanväggs- och innertaksarbeten, olika ytkonstruktionsarbeten, möbelinstallationer och olika hustekniska arbeten.

### 5. Hustekniska skeden under ett projekt

Med hustekniska arbeten menas alla arbeten där man bygger eller installerar byggnadens värme-, vatten-, sanitets-, kylnings-, automations-, ström- eller specialapparatur. Oftast delas hustekniska entreprenaderna i rör-, luftkonditionerings- och strömentreprenader.

Till rörarbeten hör alla hustekniska arbeten där man installerar rör som transporterar vätskor eller andra material i byggnaden, det vill säga byggnadens uppvärmnings- och sanitetsarbeten. Till luftkonditioneringsarbeten hör alla arbeten där man installerar konstruktioner som försäkrar byggnadens tillförsel av frisk luft. Till strömarbeten hör alla arbeten där man ansluter byggnaden till det kommunala elnätet. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 198-200).

### 6. Orsaker som får tidtabellen att inte hålla

#### 6.1. Problem under byggskedet

Varje arbetsskede under ett projekt har sina egna problem som kan få den totala byggtiden att dra ut. Då man planerar tidtabellen bör man boka tillräckligt med tid för genomförandet av alla arbetsskeden. Trots detta är det mycket vanligt att oväntade problem framkommer som får tidtabellen att inte hålla.

Under anläggningsskedet är det största problemet det att man inte kan veta vad som kommer emot då grävningsarbetet påbörjas. Dessutom bör man hålla noga koll på höjdlägen och på marktyper som förs bort och hämtas in till byggplatsen. Det är nämligen mycket tidskrävande att hamna göra markarbeten på nytt på grund av misstag som skett under första gången. (Ratu KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka, s. 39).

Under grundläggningsskedet kommer de största riskerna från kvalitetsfel under de olika arbetsuppgifterna. Om till exempel gjutformarna eller armeringen är dåligt gjord tar det tid att förbättra och ändra på dem. Under själva gjutskedet kan problem framstå om de föregående arbetsuppgifterna inte är ordentligt utförda. Dessutom finns det problem som man inte kan förbereda sig för och dessa är till exempel om maskiner går sönder eller liknande. Tidtagande problem som kan förekomma då man använder sig av elementgrundläggning är bland annat dåliga installationsförhållanden, leveransproblem, tillverknings- och planeringsfel på elementen, maskinfel eller entreprenörens kvalitetsfel. (Ratu 1198-S, Perustukset, s. 13-14).

## 6.2. Intervju med arbetsplatsövervakare

Till detta examensarbete har jag intervjuat en byggplatsövervakare från Haahtelarakennuttaminen Oy om hans åsikter om problem på byggen. Övervakaren, Simo Pulli arbetar på OP-Pohjolas nya huvudkontorsbygge i Vallilla i Helsingfors.

Enligt Pulli är de största problemen med byggandet planeringsbrister, brist i startinformation, för spända tidtabeller och omöjliga ritningar och planer. Dessutom är den mångkulturella arbetskraften också på ett sätt ett problem, detta på grund av att människor med olika kulturer har egna helger och fester. Detta leder till att någon dag kan man plötsligt ha brist på all rysk arbetskraft på bygget.

Enligt Pulli kan en arbetsövervakare ta ikapp tidtabellen med olika korrigerande handlingar. Dessa handlingar kan t.ex. vara att öka på resurserna eller beordra längre arbetsdagar. Dessutom kan en arbetsledare försöka komma på en snabbare metod till ett problematiskt arbetsskede. Enligt Pulli är det viktigt, om arbetstakten ökar att se till att kvalitén hålls god och att arbetssäkerheten följs.

## 7. Tidtabells titel verktyg

### 7.1. Beställarens problem och lösning

På första examensarbetets möte med beställaren Tuukka Turunen kom det fram att Haahtela-rakennuttaminen Oy:s ansvariga arbetsledare ödar onödig tid på att själv hitta på olika tidtabellstitlar till sina tidtabeller. På grund av detta skulle det vara bra att ha ett program eller en tabell med olika arbetsskeden som man bör tänka på under tidtabellsplaneringen. Detta program skulle stöda den ansvarige arbetsledarens tidtabellsplanering, speciellt under planeringen av projektets första noggranna tidtabeller.

På basis av beställarens problem började jag utveckla ett Excel-program som innehåller alla olika arbetsskeden och uppgifter under ett byggprojekt. Programmet baserar sig på olika konstruktioner som man kan använda i ett höghusbygge. Det vill säga att den ansvarige arbetsledaren väljer olika konstruktioner som kommer att användas i projektet och programmet visar upp automatiskt alla olika arbetsskeden och uppgifter till de valda konstruktionerna. I programmet har jag beaktat alla olika projekttyper (nybyggen, renoveringsobjekt, bostadsbyggen, kontorsbyggen, skolbyggen), olika konstruktionstyper, hustekniksarbetskeden och olika specialarbeten (bassängs-, storköks- eller tvättrumbyggnad).

### 7.2. Intervjuer med ansvariga arbetsledare

Till examensarbetet har jag intervjuat tre ansvariga arbetsledare och en tidtabellsplanerare om deras åsikter och idéer för tidtabellsverktyget. Intervjuerna hölls med ansvariga arbetsledarna Veijo Koskinen, Jari Salonen och Harri Salo och dessutom med tidtabellsplaneraren Henri Lilja. I detta kapitel har jag sammanslagit alla intervjuer till viktiga punkter som kom fram. Detta kan jag göra på grund av att alla personer som jag intervjuade hade relativt samma åsikter och metoder gällande tidtabeller.

- Ett bra planerat och fungerande tidtabellsverktyg skulle hjälpa i tidtabellsplaneringen och minimera risken för att man missar något arbetsskede
- Alla arbetsskeden och titlar i en tidtabell kommer från ansvarige arbetsledarens egna huvud och ingen använder tidtabellsböcker eller listor p.g.a. att det är för jobbigt att gå genom
- Svåraste arbetsskeden för tidtabellsplanering är anläggnings- och hustekniksskeden och dessutom är bostadsbyggande den svåraste projektypen att planera
- Tidtabellsverktyget skall vara simpelt, snabbt och idén att den baserar sig på olika konstruktioner som används i projektet är bra

### 7.3. Tidtabellsverktyget

Som jag redan skrev kommer tidtabellsverktyget att vara Excel-baserat på grund av att från Excel kan ansvariga arbetsledaren flytta över de valda tidtabellstitlarna till sitt tidtabellsplaneringsverktyg. Tidtabellstitlarna jag har samlat kommer från olika källor. Jag har använt mig av Ratu:s tidtabellsbok, planeringskort och andra RT-kort. Det svåraste har varit att hitta tidtabellsuppgifter från husteknikssidan, men jag anser mig ha lyckats få med de viktigaste arbetsskedena och uppgifterna.

Själva Excel verktyget fungerar med macro-funktioner. Det vill säga med olika koder som är i relation till olika alternativ som kan väljas från verktygets framsida. När man väljer ett alternativ kommer koden att aktiveras och då söker programmet automatiskt fram information som är relaterat till det valda alternativet. Om man t.ex. i bilaga 1 perustusvaiheen aikataulu väljer alternativet paikallavalettava antura och paikallavalettava perusmuuri kommer tidtabellsprogrammet att visa upp tidtabellstitlarna anturan paikallavalutyöt och perusmuurin paikallavalutyöt. (Se bilaga 1, perustustöiden aikataulunimikkeet).

## 8. Slutord

I slutet av examensarbetet vill jag tacka alla som varit med och hjälpt mig under skriv- och utvecklingsarbetet. Speciellt tack går till Haahtela-rakennuttaminen Oy:s Tuukka Turunen och ansvariga arbetsledarna som tog tid från sitt eget arbete för att hjälpa mig med tidtabellsverktyget. Från skolan vill jag tacka Niklas Nyman som varit min handledare och gett bra idéer gällande den skriftliga delen av examensarbetet.

De svåraste uppgifterna i detta arbete har varit att plocka fram arbetsskeden som faktiskt kan användas i tidtabeller och att plocka fram den viktigaste informationen från olika källor. Trots vissa problem tycker jag att jag lyckats relativt bra och jag är nöjd med min egen insats till detta examensarbete.

## **2. MAANRAKENNUS**

### **2.1 Raivaus ja purku**

- 2.1.1 Kasvillisuuden suojaus
- 2.1.2 Kasvillisuuden korjuu
- 2.1.3 Kantojen poisto
- 2.1.4 Hyötypuun korjuu
- 2.1.5 Pintamaan poisto

### **2.2 Louhinta**

- 2.2.1 Kalliopinnan puhdistus
- 2.2.2 Poraus ja panostus
- 2.2.3 Peittäminen ja räjäytys
- 2.2.4 Louhintapintojen rusnaus

### **2.3 Maakaivu**

- 2.3.1 Maakaivutyöt
- 2.3.2 Kaivantojen teko
- 2.3.3 Kanaalien kaivu

### **2.4 Täyttö**

- 2.4.1 Kuitukankaan asennus
- 2.4.2 Perustusten alustäyttö ja tiivistys
- 2.4.3 Perusmuurin vierustäyttö ja tiivistys
- 2.4.4 Alapohjan alustäyttö ja tiivistys
- 2.4.5 Kanaalien alustäyttö ja tiivistys
- 2.4.6 Täyttö rakennusalueella ja tiivistys
- 2.4.7 Liikennealueiden rakennekerrokset

### **2.5 Paalutus**

- 2.5.1 Teräsbetonipaalutus
- 2.5.2 Teräspaalutus

### **2.6 Maa- ja kalliovahvistukset**

- 2.6.1 Pilaristabilointi
- 2.6.2 Kalkkipilariahvistus
- 2.6.3 Kalliopulttaus
- 2.6.4 Kallioankkurointi
- 2.6.5 Kallion injektointi
- 2.6.6 Kallion ruiskubetonointi
- 2.6.7 Kallion paikallavalu vahvistus

### **2.7 Putkirakenteet**

- 2.7.1 Salaojitus
- 2.7.2 Viemäriputkien asennus
- 2.7.3 Kaivojen asennus
- 2.7.4 Lämpökanavien rakentaminen
- 2.7.5 Kaapelikourujen asennus
- 2.7.6 Rumpujen asennus

### **2.8 Tuennat**

- 2.8.1 Tukiseinä asennus
- 2.8.2 Kaivantojen elementtituennat
- 2.8.3 Ponttiseinä asennus
- 2.8.4 Tukiankkuri asennus
- 2.8.5 Tukipalkki asennus

### **3. PERUSTUSTYÖT**

#### **3.1 Anturat**

3.1.1 Paikallavalettava antura  
Anturan paikallavalutyöt

3.1.2 Elementtirakenteinen antura  
Anturaelementti asennus

#### **3.2 Perusmuurit ja sokkelit**

3.2.1 Paikallavalettava perusmuuri  
Perusmuurin paikallavalutyöt  
Perusmuurin eristystyöt

3.2.2 Muurattu perusmuuri  
Harkkomuuraus  
Routasuojaus  
Vedeneristys

3.2.3 Elementtirakenteinen sokkeli  
Sokkelielementti asennus  
Sokkelipalkki asennus  
Sokkeliruutuelementti asennus

#### **3.3 Alapohjat**

3.3.1 Maanvarainen laatta  
Maanvaraisen laatan valutyöt

3.3.2 Elementtirakenteinen alapohja  
Eristeonteloasennus  
Alapohjan eristystyöt

3.3.3 Massiivilaatta alapohja  
Alapohjan paikallavalutyöt  
Alapohjan eristystyöt

#### **3.4 Maanalaiset kerrokset**

3.4.1 Paikallavalettava maapaineseinä  
Maapaineseinien paikallavalutyöt

3.4.2 Elementtirakenteinen maapaineseinä  
Maapaineseinä asennus

#### **3.5 Tukimuurit**

3.5.1 Paikallavalettava tukimuuri  
Tukimuurin paikallavalutyöt

3.5.2 Elementtirakenteinen tukimuuri  
Tukimuurielementti asennus



- |   |   |
|---|---|
| <p><b>1. PUTKITYÖT</b></p> <p><b>1.1 Perustusvaiheen LV-työt</b><br/>Pohjaviemäreiden asennus<br/>Erotinten asennus<br/>Pumppaamon asennustyöt<br/>Ulkoilmaputkien asennus<br/>Tuuletusputkien asennus<br/>Ulkopuolisten viemäreiden asennus</p> <p><b>1.2 Runkovaiheen LV-työt</b><br/>Runkoputkien asennus<br/>Pattereiden nousulinjojen teko<br/>Patteriasennukset<br/>Vesihajoitukset<br/>Viemärihajoitukset<br/>Pystylinjojen asennus<br/>Haaroitusten asennus<br/>Vesikaton sadevesiviemäreiden asennus<br/>Viemärituuletusten asennus<br/>Teknisen tilan asennustyöt<br/>Lämmönjakuhuoneen asennustyöt</p> <p><b>1.3 Sisävalmistusvaiheen LV-työt</b><br/>Lämpö päälle<br/>Vesikalusteiden asennus<br/>Viemärikalusteiden asennus<br/>LV-eristystyöt<br/>Lämmönjakuhuoneen putkiasennukset<br/>Eristyisjärjestelmien asennukset</p> <p><b>1.4 Vastaanottovaiheen LV-työ</b><br/>LV-toimintatarkastukset<br/>LV-toimintakokeet<br/>Säätö- ja mittaustyöt<br/>Koeponnistus<br/>Viranomaistarkastukset<br/>Yhteiskoeikäyttö<br/>Käytönopastus<br/>Luovutukset</p> | <p><b>2. ILMANVAIHTOTYÖT</b></p> <p><b>2.1 Runkovaiheen IV-työt</b><br/>Runkokanava asennukset<br/>Kuiluasennukset<br/>Haarakanava asennukset<br/>IV-koneasennukset<br/>IV-eristystyöt<br/>Huippuimuri asennukset<br/>Ulospuhallushajottimien asennus</p> <p><b>2.2 Sisävalmistusvaiheen IV-työt</b><br/>IV-kone asennukset<br/>IV-kanava asennukset<br/>Ilmanvaihtoeristykset<br/>Ulkoilmakammio asennukset<br/>Ilmanvaihtotenttiilien asennus<br/>Alastuontiputkien asennus<br/>IV-päätelaitteiden asennus<br/>Säätö- ja mittaustyöt</p> <p><b>2.3 Vastaanottovaiheen IV-työt</b><br/>IV-toimintakokeet<br/>IV-toimintatarkastukset<br/>Viranomaistarkastukset<br/>Yhteiskoeikäyttö<br/>Käytönopastus<br/>Luovutukset</p> |
|---|---|

- 3. SÄHKÖTYÖT**
  - 3.1 Perustusvaiheen sähkötyöt**
    - Aluesähkö kytkennät
    - Kaapeleiden suojaus
    - Liitosjohto kytkennät
  - 3.2 Runkovaiheen sähkötyöt**
    - Ryhmäkeskus asennukset
    - Sähkön nousureittien teko
    - Nousujohtojen asennus
    - Muuntajien kytkennät
    - Pääkeskus asennukset
    - Nousukeskus asennukset
    - Kaapelihylly asennukset
    - Kaapelitikas asennukset
    - Johtokouru asennukset
    - Sähkön suojaputkien asennukset
    - Sähkökaapeloinnit
    - Hoitotaso asennukset
  - 3.3 Sisävalmistusvaiheen sähkötyöt**
    - Rasioiden asennukset
    - Valaisinasennukset
    - LVI-laitteiden sähkö asennukset
    - Varavoima kytkennät
    - Sähkökalustus
    - KytKentäjohto asennukset
    - Järjestelmäkaapeloinnit
    - Sähkömittaukset
  - 3.4 Vastaanottovaiheen sähkötyöt**
    - Laitetarkastukset
    - Asennustarkastukset
    - Viranomaistarkastukset
    - Toimintakokeet
    - Tarkistusmittaukset
    - Koekäytöt
    - Yhteiskoekäyttö
    - Käytönopastus
    - Luovutukset
- 4. SPRINKLERITYÖT**
  - 4.1 Runkovaiheen sprinklerityöt**
    - Sprinkleri runkolinjan asennukset
    - Sprinklerikeskuksen asennukset
    - Sprinkleri nousukuilu asennukset
    - Sprinkleri haarakuilu asennukset
  - 4.2 Sisävalmistusvaiheen sprinklerityöt**
    - Sprinkleri suuttimien asennukset
  - 4.3 Vastaanottovaiheen sprinklerityöt**
    - Sprinklerin koekäyttö
    - Viranomaistarkastukset
    - Käytönopastus
    - Luovutukset
- 5. AUTOMAATIOTYÖT**
  - 5.1 Sisävalmistusvaiheen AU-työt**
    - Ohjelmointi
    - Päätelaitteiden asennus
    - VAKIT
    - Toimilaitteiden asennus
  - 5.2 Vastaanottovaiheen AU-työt**
    - AU-mittaus ja säätötyöt
    - Koekäytöt ja tarkastukset
- 6. JÄÄHDYTYS**
  - 6.1 Runkovaiheen jäähdytystyöt**
    - Jäähdytyskanava asennukset
  - 6.2 Sisävalmistusvaiheen jäähdytystyöt**
    - Jäähdytyskone asennus
    - Jäähdytys asennukset
  - 6.3 Vastaanottovaiheen jäähdytystyöt**
    - JÄ-toimintakokeet
    - JÄ-toimintatarkastukset
    - Viranomaistarkastukset
    - Yhteiskoekäyttö
    - Käytönopastus
    - Luovutukset









## INSINÖÖRITYÖ MUISTIO 30.9.2013

### Eri rakennuttamisprojektien yhteinen aikataulunimikkeistö.

**Tuukka Turunen, Haahtela-Rakennuttaminen Oy**

**Micael Westerholm, AMK Novia**

#### ASIAT:

- Miten ja mistä nimikkeistö kootaan (lähteet esim. Haahtelan aikataulut, RYL, TALO2000 nimikkeistöt)
- Nimikkeistötaulukon rakenne, miltä lopullinen työkalu näyttää ja mitä työvaiheita se tulee sisältää
- "Pääotsikkoina" yleiset nimikkeet kuten: maarakennus, runkorakennus, julkisivu etc.
  - Pääotsikoiden alle tarkennetaan erilaiset työvaiheet riippuen projektista esim:
    - Julkisivutyöt
    - Julkisivumuuraus
    - Julkisivulevytys
    - Rappaus
- Käytiin läpi aikataulu esimerkkejä eri kohteista (asuintalo-, toimitila-, koulutilaprojekteista)
- Sovittiin että Haahtelan materiaalit (aikataulut, osapuolilistat) saadaan käyttöön Haahtelan toimittaman tietokoneen ja Rakennuttamistiedon eri hankkeiden kautta
- Lopputyön esimerkkiprojekteja tulevat olemaan:
  - Peruskorjaus/uudisrakennus, Bulevardi ja Lehtisaaren työmaa
  - Toimitila-, asuintalorakennus, Metsätapiola
  - Asuintalorakennus, Kotikortteli ja Vaisala
  - Koulurakennus, Omnia
- Insinööriyöhön liitetään jonkinlainen haastattelu vastaavan työnjohtajan kanssa (luultavasti Harri Salon kanssa)
- Kirjallinen osa koostuu eri työvaiheiden vaatimuksista ja ongelmista, miten työvaiheet vaikuttavat muihin työvaiheisiin ja mitä ongelmia voi ilmaantua eri työvaiheissa
- TATE:n työvaiheisiin ja nimikkeisiin kiinnitetään huomiota
- Erilaisiin "erikois" rakennustöihin tulee myös kiinnittää huomiota, esim: Omniassa esiin tulleeseen sauna ja allasosastoon ja erilaisiin sprinkleri ja turvarakennus töihin

## Liite 5. Opinnäytetyön aloituspalaverin muistio

- Lopputyön aikataulu:
  - Nimikkeistöjen tutkiminen ja taulukon työstäminen, samalla kirjallisen osion kirjoittaminen
  - Marraskuussa jonkinlainen palaveri jossa käydään läpi mitä olen tehnyt ja onko suunta oikea
  - Joulukuussa koulun väliseminaari (60% lopullisesta työstä)
  - Keväällä työ valmiiksi ja jonkinlainen palaveri jonka jälkeen viimeistelyä



**Eri rakennuttamisprojektien yhteinen aikataulunimikkeistö.**

**Tuukka Turunen, Haahtela-Rakennuttaminen Oy**

**Micael Westerholm, AMK Novia**

**ASIAT:**

- Käytiin läpi jo tehty nimikkeistö ja todettiin seuraavaa:
  - Kaikki nimikkeet tulee muuttaa "työ" muotoon, esimerkiksi nimikkeen alakatot sijasta käytetään nimikettä alakattotyöt
  - Nimikkeistö taulukko tulee selventää ja turhan tarkat nimikkeet kuten muottien teko ja rauditus tulee poistaa
  - Korjausrakennus puoli tulee muuttaa siten että purkutyöt ovat erillään korjaus ja uusimyrakentamisesta
  - Talotekniikka nimikkeet muokataan urakanmukaiseksi (putki-, iv-, sähkö-, automaatio etc.) eikä rakennusvaiheen mukaiseksi (tate runkovaiheessa, sisätyövaiheessa etc.)
  - TATE-puolta tarkennetaan entisestään, kaikki kulunvalvonta-, rikosilmoitin-, paloilmoin- ja videovalvontajärjestelmät mukaan
  - Erikoistyöt mukaan, esimerkiksi uima-altaat ja niiden asennukset ja suurkeittiö asennukset
  - "Vastaanotto"-vaihe mukaan erillisenä osana (tarkastukset, mittaukset, testaukset, urakoitsijoiden väliset työt etc.)
  - Valinta asuin-, liiketila- tai koulurakennuksen väliltä tulee eteen vasta sisätyövaiheessa koska ulkotyöt ovat periaatteessa kaikilla melko samanlaiset
  
- Kun Excel-tilukko on "siistitty", lähetetään se Turuselle tarkistettavaksi ja läpikäytäväksi
  
- Haastattelut vastaavien työnjohtajien (Salo ja Salonen) kanssa on sovittu Tammikuun alkuun jonka jälkeen sovitaan tapaaminen Turusen kanssa jossa katsotaan ja sovitaan taulukon/työkalun lopullinen ulkonäkö ja käyttö
  
- Vastaavaa työnjohtajaa Veijo Koskista on jo haastateltu ja haastattelusta tuli esiin seuraavat seikat:
  - Maanrakennusvaiheet haastavimmat joten niihin kiinnitettävä huomiota, varsinkin tuennat, vahvistamiset ja maanalaiset kerrokset haastavia
  - Taulukko tulisi toimia siten että vastaava valitsee omassa projektissaan käytettävät rakenneratkaisut ja taulukko automaattisesti esittää työvaiheita jotka kuuluvat tähän rakenteeseen, esimerkiksi muurattu julkisivu → muurauskannakkeiden asennus ja julkisivumuuraus
  - TATE-puoleen myös keskityttävä, varsinkin sähköjärjestelmät ovat haastavia koska koko ajan tulee uutta ja ala muuttuu
  
- Nimikkeistö taulukon/työkalun tarkoitus on valmistua kevääksi, lopputyön deadline koulun puolesta on Helmi- tai Maaliskuussa joten siihen mennessä täytyy olla valmista!