

Aleksi Valli

# LVIAS-töiden huomioiminen rakentamisaikataulussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

14.4.2014

Tekijä Otsikko	Aleksi Valli LVIAS-töiden huomioiminen rakentamisaikataulussa
Sivumäärä Aika	51 sivua + 3 liitettä 14.4.2014
Tutkinto	Insinööri AMK
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaajat	Rakennuspäällikkö Timo Torniainen Työmaainsinööri Lauri Karjalainen Osaamisaluepäällikkö Mika Lindholm
<p>Aikataulusuunnittelu on rakennushankkeen onnistumisen kannalta tärkeää. Se on keskeinen osa tuotannon suunnittelua ja luo pohjan muulle työn suunnittelulle. Tämän takia Rakennusosakeyhtiö Hartelan työmaalta tuli viesti, että talotekniikka- ja rakentamisaikataulujen yhteensovittamisesta tarvitaan lisää tietoa. Työmaalla ei ollut tietoa, mitä kannattaisi käyttää talotekniikan aikataulunimikkeinä.</p> <p>Tässä tutkimuksessa oli tavoitteena selvittää, mitä talotekniikkatöitä liittyy rakennushankkeen toteutuksen eri vaiheisiin. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää, mitä asioita täytyy ottaa huomioon näitä töitä suorittaessa. Tutkimuksen lähtökohtana oli, että asiaa tarkastellaan pääurakoitsijan näkökulmasta As Oy Lotanmäki Espoon kerrostalokohteessa.</p> <p>Tutkimuksen tiedonhankintamenetelminä käytettiin Internetiä, kirjallisuuslähteitä sekä haastatteluita. Näiden menetelmien avulla tutkimuksessa päästiin haluttuun lopputulokseen.</p> <p>Työn tuloksena syntyi selvitys, mitä talotekniikan aikataulunimikkeitä kuuluu maanrakennus- ja perustusvaiheeseen, runkovaiheeseen ja sisävalmistusvaiheeseen. Ratu-korteista saadut talotekniikan aikataulunimikkeet jaoteltiin näihin vaiheisiin sellaisenaan, muokattuina tai yhdisteltyinä. Lisäksi tehtiin talotekniikan malliaikataulut As Oy Lotanmäki Espoon kohteeseen kaikkiin kolmeen vaiheeseen. Näissä aikatauluissa talotekniikkatyöt sovitettiin samaan paikka-aikakaavioon rakentamistöiden kanssa. Talotekniikkatöitä ei mitoitettu määrien ja menekkien mukaan, koska se ei ole pääurakoitsijan näkökulmasta tarkoituksenmukaista.</p> <p>Tutkimuksen tuloksilla saadaan apua aikataulujen tekoon kerrostalokohteissa. Tuloksien avulla työnjohtajat saavat tietoa rakentamis- ja talotekniikkatöiden yhteyksistä. Näiden tietojen avulla he voivat parantaa tuotannonohjausta.</p>	
Avainsanat	talotekniikka, aikataulu, LVIAS.

Author Title	Aleksi Valli HVAC-scheduling in a case construction project
Number of Pages Date	51 pages + 3 appendices 14 April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructors	Timo Tornainen, Project Executive Lauri Karjalainen, Site Engineer Mika Lindholm, Head of Competence Unit
<p>Scheduling is essential for a construction project to be successful. It is the key part of production planning and creates a basis for other work planning. Because of that a message came from Rakennusosakeyhtiö Hartela's construction site that more information is needed about coordinating building service schedules and construction work. The construction site did not have information about the schedule tasks of building services are.</p> <p>The goal of this research was to clarify what building service jobs are included in the different stages of construction. In addition, the intention was to find out what things must be taken into account while doing these jobs. The starting point of this research was to examine these things from the point of view of the prime contractor at a block of flats construction site named Condominium Lotanmäki Espoo.</p> <p>The research methods of this examination were Internet, books and interviews. With these methods the goals of this research were achieved. As a result of this research, an account about what schedule tasks of building services are related to excavation and foundations, framework and interior construction was created. Tasks from Ratu-cards were divided into these construction stages either as they stand, modified or combined. In addition, model schedules for Condominium Lotanmäki Espoo were done for all these three stages. In these schedules, building service tasks were fit into the same position-time diagram with construction tasks. Building service tasks are not measured based on quantities and consumption because it is not important from the prime contractor's point of view.</p> <p>This research will give help when doing schedules for building a blocks of flats. From this research foremen will get information about how building services and construction work are related. With that information they can improve production management.</p>	
Keywords	building service, schedule, HVAC

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tavoite	1
1.3	Tutkimuksen toteutus	2
2	Aikataulutuksen periaatteet	5
2.1	Aikataulusuunnittelun perusteita	5
2.2	Talotekniikka-aikataulusuunnittelun perusteita	10
3	Aikataulutehtävien määrittäminen	14
3.1	Ratu-kortit	14
3.2	Maanrakennukseen ja perustuksiin liittyvät LVISA-työt ja niiden nimikkeet	14
3.3	Runkoon liittyvät LVISA-työt	18
3.4	Sisävalmistusvaiheeseen liittyvät LVISA-työt	22
3.4.1	Lattiavalut	23
3.4.2	Väliseinät	26
3.4.3	Alakatot	29
3.4.4	Ilmastointikonehuone	31
3.4.5	Valmiit pinnat	31
3.4.6	Lämmönjakuhuone	35
3.5	Johtopäätökset aikataulutehtävistä	37
4	Malli LVISA-töiden aikataulutukseksi As Oy Lotanmäki Espooseen	39
4.1	Aikataulumuoto	39
4.2	Mitkä LVISA-työt aikataulutehtäviksi?	40
4.3	Maanrakennus- ja perustusvaiheen talotekniikka-aikataulu	41
4.4	Runkovaiheen talotekniikka-aikataulu	43
4.5	Sisävalmistusvaiheen talotekniikka-aikataulu	45
4.6	Johtopäätökset aikataulumalleista	47
5	Yhteenveto	48
	Lähteet	50

## Liitteet

Liite 1. Ote Ratu-kortista G2-0296

Liite 2. Ote Ratu-kortista G3-0297

Liite 3. Ote Ratu-kortista H-0298

## Lyhenteet

IV	Ilmanvaihto
LVIAS	Lämpö, vesi, ilmanvaihto, automaatio ja sähkö
LVV	Lämmitys, vesi ja viemärointi
TATE	Talotekniikka

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Tämä opinnäytetyö tehdään Rakennusosakeyhtiö Hartelalle. Rakennusosakeyhtiö Hartela kuuluu Hartela-Yhtiöt-konserniin, jossa työskentelee noin 1100 henkilöä. Rakennusosakeyhtiö Hartela toimii pääkaupunkiseudulla ja sitä ympäröivissä kunnissa. Yritys toimii lähes poikkeuksetta pääurakoitsijana toimitila- ja asuntorakentamisen hankkeissa.

Rakennustyömaalta kantautui viesti, että LVISA-töiden sijoittamisesta rakennushankkeen yleisaikatauluun tarvittaisiin enemmän tietoa. Rakennushankkeissa kiinnitetään aikataulusuunnittelussa paljon huomiota yleisaikataulun, kun taas LVISA-töiden aikataulua ei usein suunnitella eikä siihen kiinnitetä paljon huomiota. LVISA-töiden suorituksessa luotetaan siihen, että LVISA-urakoitsijat tekevät työnsä oikeissa vaiheissa ja niin, että ne eivät aiheuta haittaa rakennustöille. Rakennushankkeen pääurakoitsijan työnjohdolla ei usein ole tietoa LVISA-töistä ja niiden etenemisestä. Syy tutkimuksen aloittamiseen oli, että Rakennusosakeyhtiö Hartelan työnjohto ja muut toimihenkilöt saisivat kuvan LVISA-töiden tarkemmasta etenemisestä ja osaisivat aikataulusuunnittelussa ottaa huomioon LVISA-työt.

## 1.2 Tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää eri rakennusvaiheisiin liittyviä LVISA-töitä. Työn tavoitteena on myös jaotella rakennushankkeen toteutusvaiheen eri osien mukaan kaikki eri vaiheisiin liittyvät LVISA-työt. Tarkoituksena on jakaa rakennushankkeen toteutusvaihe kolmeen suurempaan kokonaisuuteen, jotka ovat maanrakennus- ja perustusvaihe, runko- ja sisävalmistusvaihe. Näiden aikataulunimikkeiden liittymistä eri rakennustöihin tutkitaan tässä opinnäytetyössä.

Tavoitteena on, että lopputuloksella rakennushankkeen pääurakoitsijan toimihenkilöt saavat työkalun, jonka avulla he tietävät tarkemmin, mitä LVISA-töitä kussakin vaiheessa tulee suorittaa. Näin tutkimuksen avulla on tarkoitus parantaa LVISA-töiden tuotannonohjausta. Tutkimuksen kautta saadaan tietoa LVISA-töiden välitavoitteiden

määrittämisestä. Näiden asioiden avulla voidaan parantaa aikataulussa pysymistä. Valmiin työn lukemalla työmaainsinööri pystyy ottamaan paremmin huomioon talotekniikkatöitä tehdessä työmaan aikatauluja.

Tavoitteena on tehdä talotekniikkatöiden malliaikataulut tässä tutkimuksessa käsiteltävään kerrostalokohteeseen. Aikataulu jaotellaan kerrostalokohteen toteutuksen eri vaiheisiin, koska kaikkien LVISA-aikataulunimikkeiden sijoittaminen hankkeen yleisaikatauluun tekisi aikataulusta sekavan. Jakamalla aikataulua pienempiin osiin sen luettavuus paranee.

### 1.3 Tutkimuksen toteutus

Tämän tutkimuksen lähtökohtana on, että se tehdään rakennushankkeen pääurakoitsijan näkökulmasta. Työssä käsitellään LVISA-töitä kerrostalokohteen As Oy Lotanmäki Espoo kautta. Aikomuksena on tarkastella työtä aikataulusuunnittelun ja aikataulunhallinnan parantamisen näkökulmasta. Tämä tarkoittaa, että , mitä tietoja LVISA-töiden aikataulutuksesta pääurakoitsija tarvitsee, jotta saadaan LVISA-työt etenemään ongelmitta rakennustöiden rinnalla.

Hartelalla ei ole aikataulumallia eikä ohjeistusta, joiden avulla voi tehdä asuinkerrostalohankkeeseen talotekniikka-aikataulun. Aikataulua tehdessä ei aikatauluntekijällä ole ohjetta, jota voisi käyttää apuna suunniteltaessa kohteen talotekniikka-aikataulua. Talotekniikka-aikataulua tehtäessä toimihenkilöllä ei välttämättä ole edes tietoa, mitä ovat talotekniikan aikataulunimikkeet, joita aikatauluun sijoitetaan. Edellä mainituista syistä johtuen työssä on tarkoituksena löytää talotekniikan aikataulunimikkeet ja luoda niiden avulla malliaikataulut, joissa yleisaikatauluun on sijoitettu talotekniikkatyöt tehdään As Oy Lotanmäki Espoon kohteeseen. Lisäksi ongelman ratkaisemiseksi tässä työssä käsitellään As Oy Lotanmäkeen liittyviä talotekniikan aikataulunimikkeitä ja kerrotaan, millä tavalla ne liittyvät eri rakentamistöihin. Näiden avulla kohteen aikataulun suunnittelija saa pohjatietoa, millä tavalla eri talotekniikkatyöt liittyvät rakentamistöihin ja mitä asioita täytyy ottaa huomioon niitä suoritettaessa. Aikataulumallien avulla aikataulusuunnittelija saa tehtyä talotekniikka-aikataulun omaan kohteeseensa, mikäli kohteen talotekniikkajärjestelmät eivät oleellisesti eroa tässä työssä käsitellyn kohteen talotekniikkajärjestelmistä.

Hartela rakentaa Espoon Painiityyn kolme taloa käsittävää asuinkerrostalokohdetta, jotka kantavat nimeä As Oy Lotanmäki Espoota. Kerrostalot ovat tavanomaisia asuinkerrostaloja. Kohteen kolmessa talossa on yhteensä viisi porrashuonetta A, B, C, D ja E. Kuvassa 1. keskellä näkyvässä talossa on vain yksi porrashuone, joka on C. Kahdessa muussa talossa on molemmissa kaksi porrashuonetta. Kohteessa on myös painitushalli, jonka betonikansi näkyy kuvan 1. keskellä.

Kaikki kerrostalot kohteessa ovat elementtirunkoisia. Rakennusten sokkelit, seinät ja välipohjat ovat elementtirakenteisia. Osa rakennusten alapohjista on maanvaraisia ja osa on tehty ontelolaatoista. Rakennuksissa käytetään myös Elpo-hormielementtejä. Näissä kulkevat ilmanvaihdon sekä vedenjaon ja viemäröinnin pystyrunkolinjat. Ilmanvaihtojärjestelmänä kohteessa toimii keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä. Kuivien tilojen lattiat valetaan kipsillä ja niihin asennetaan vesikiertoinen lattialämmitys. Kyseisessä kohteessa vesikiertoista lattialämmitystä ei tule märkätiloihin, jotka eivät rajoitu ulkoseiniin.<sup>1,2</sup>



Kuva 1. As Oy Lotanmäki Espoon työmaa. Kuva: Aleksis Valli

---

<sup>1</sup> LVIA työselostus As Oy Lotanmäki Espoo

<sup>2</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Miko Ahvonen. Vastaava työnjohtaja Juha Honkanen. 5.12.2013

Aikataulunimikkeet, joita tässä työssä käytetään ja käsitellään, on otettu Ratu-korteista. Työssä käsiteltävistä talotekniikan aikataulunimikkeistä on poistettu ne, jotka eivät koske As Oy Lotanmäki Espoota. Näkökulmana on pidetty tämä tietty kohde, minkä takia niitä ei käydä läpi tässä insinööriyössä. Kaikki Ratu-korttien mukaiset asuinkerrostalon talotekniikan aikataulunimikkeet on esitetty liitteissä 1, 2 ja 3.

Tutkimusmenetelminä tässä työssä on käytetty rakennusalan kirjallisuutta, joista on etsitty aiheeseen liittyvää tietoa sekä teoriaa. Lisäksi on etsitty internet-lähteistä aiheen piiriin kuuluvaa materiaalia, jota on hyödynnetty tässä opinnäytetyössä. Tämän työn yhtenä tiedonhankintamuotona ovat olleet myös vapaamuotoiset haastattelut. Haastattelut henkilöt ovat Miko Ahvonen, Lauri Karjalainen sekä Juha Honkanen. Nämä haastattelut ovat toteutettu tämän opinnäytetyön aikana. Haastatteluiden avulla on hankittu tietoa, jota on hyödynnetty lopputuloksen saavuttamiseksi.

## 2 Aikataulutuksen periaatteet

### 2.1 Aikataulusuunnittelun perusteita

Rakennushankkeen onnistumisen kannalta on tärkeää suunnitella tuotantoa, jotta päästään asetettuihin tavoitteisiin. Keskeinen tuotannosuunnittelun osa on aikataulun suunnittelu ja sen ohjaus. Nämä luovat perustan muun työsuunnittelun onnistumiselle sekä paljastavat suunnitelmien epäkohtia. Aikataulua tehtäessä etsitään realistinen malli, jolla hanke voidaan toteuttaa. Tämä kyseinen malli sisältää tavoitteet tehtävien aluille ja lopuille sekä työvoimantarpeelle. Näiden tavoitteiden täytyy olla saavutettavissa olevia sekä niiden täytyy olla mitattavissa aikaan ja tuotokseen sidottuina.<sup>3, 4</sup>

Päätoteuttajalla on oltava käytössään riittävät suunnitelma-asiakirjat sekä rakennuttajan laatima yleisaikataulu, jotta se voi tehdä oman rakennushankkeen yleisaikataulunsa. Rakennuttajan hyväksyessä päätoteuttajan tekemän työaikataulun, on se yleisten sopimusehtojen mukainen ja pätee urakkasopimuksessa.<sup>5</sup>

Työsaavutus, työmenekki ja työvoiman kapasiteettitietoja tarvitaan, jotta voidaan suunnitella realistinen aikataulu rakennushankkeelle. Lähtötiedot näihin saadaan tietokannoista, tavoitearviosta sekä kokemuksen perusteella. Aikataulut on tarkoitettu tuotannon ohjaukseen, jotta voidaan seurata tuotannon etenemistä.<sup>6</sup>

Toimiva aikataulu edellyttää monia asioita. Aikataulutehtäviksi valitaan keskeiset tehtävät koko rakennushankkeen ajalta ja kaikki rakennustehtävät on mitoitettava kunnolla perustuen menekkeihin. Nämä menekit saadaan esimerkiksi Ratu-korteista. Tehtävien väliset riippuvuudet on otettu huomioon. Aikataulutehtävät ovat riittävän suuria kokonaisuuksia, jotta niiden valvominen on mahdollista. Yhdessä osakohteessa ei ole montaa työtä käynnissä yhtä aikaa. Tehtäviä ei ole mitoitettu liian tiukoiksi ja niille on mitoitettu häiriövaraa.<sup>7</sup>

---

<sup>3</sup> Internet: [http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1\\_1\\_aikataulusuunnittelu.html](http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1_1_aikataulusuunnittelu.html). 14.3.2014.

<sup>4</sup> Mäki, T. Olenius, A. Koskenvesa, A. 2003. Aikataulukirja 2004. s. 18.

<sup>5</sup> Internet: [http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1\\_1\\_aikataulusuunnittelu.html](http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1_1_aikataulusuunnittelu.html). 14.3.2014.

<sup>6</sup> Internet: [http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1\\_1\\_aikataulusuunnittelu.html](http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1_1_aikataulusuunnittelu.html). 14.3.2014.

<sup>7</sup> Internet: [http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1\\_1\\_aikataulusuunnittelu.html](http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1_1_aikataulusuunnittelu.html). 14.3.2014.

Rakennushankkeen aikataulunimikkeinä voidaan käyttää esimerkiksi maanrakennusvaiheessa maanrakennustöitä. Perustus- ja runkovaiheessa nimikeitä voivat olla esimerkiksi perustustyöt, runkotyöt, vesikatto sekä ovet ja ikkunat. Sisävalmistusvaiheen nimikkeinä käytössä voi olla monia nimikkeitä, mutta suuria kokonaisuuksia ovat väliseinät, pintatyöt, kalusteet ja laitteet. Luovutusvaiheessa nimikkeinä voi olla esimerkiksi toimintakokeet ja tarkastukset sekä vastaanotto.<sup>8,9</sup>

Aikataulusuunnittelu voidaan jakaa osiin. Näiden vaiheiden järjestys ei ole olennaista. Suunniteltaessa aikataulua voidaan palata näihin edeltäviin vaiheisiin ja muuttaa näin suunnitelmia. Aikataulusuunnittelussa on tärkeää, että perehdytään kohteeseen ja kohteen suunnitelmiin ja muihin asiakirjoihin huolellisesti. Näin saadaan hyvät lähtökohdat aikataulusuunnitteluun. Aikataulusuunnittelun vaiheet ovat:

- rakentamisaikataulun tiukkuuden tarkastaminen
- rakennuskohteen jakaminen lohkoihin
- tehollisen rakennusajan laskeminen
- toteuttamisjärjestyksen valinta
- aikataulutehtävien valinta
- tehtävien ajoitus, rytmitys ja tahdistus
- tuotantoaikataulun laatiminen.<sup>10,11</sup>

Rakennushankkeen toteutusvaihe voidaan jakaa neljään osaan. Nämä neljä osaa ovat maanrakennus-, perustus-, runko- ja sisävalmistusvaihe. Sisävalmistusvaihe on kestoltaan pisin asuinrakennushankkeen toteutusvaiheen osista, sen kesto on koko rakennushankkeen toteutusvaiheesta noin 50 %. Tästä johtuen sisävalmistusvaiheen aikataulusuunnittelun onnistuminen on erityisen tärkeää.<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup> Internet: [http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1\\_1\\_aikataulusuunnittelu.html](http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1_1_aikataulusuunnittelu.html). 14.3.2014.

<sup>9</sup> Mäki, T. Olenius, A. Koskenvesa, A. 2003. Aikataulukirja 2004. s. 18.

<sup>10</sup> Internet: [http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1\\_1\\_aikataulusuunnittelu.html](http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1_1_aikataulusuunnittelu.html). 14.3.2014.

<sup>11</sup> Kankainen, J. Sandvik, T. 2002. Rakennushankkeen ohjaus. s. 16.

<sup>12</sup> Internet: [http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1\\_1\\_aikataulusuunnittelu.html](http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1_1_aikataulusuunnittelu.html). 13.3.2014.

Sisävalmistusvaiheessa monet eri työt vaikuttavat paljon toisten töiden etenemiseen. Toisen työn viivästyessä siihen liittyvää seuraava työtä ei päästä aloittamaan. Esimerkki tällaisesta tapauksesta on tilanne, jossa väliseinien sähköjohdotus ei etene aikataulun mukaan ja näin väliseinien toisen puolen levytystä ei päästä aloittamaan. Väliseinätyön valmistuminen jää aikataulusta jälkeen ja valmistumisen myöhästyminen heijastuu väliseinätöitä seuraaviin työvaiheisiin eli tasoitetöihin ja maalaukseen. Lopputuloksena on, että nämäkin työt myöhästyvät, jos niiden toteutusta ei pystytä suorittamaan suunniteltua nopeammin.

Runkovaihe on toiseksi pisin asuinrakennushankkeen toteutusvaiheen eri osista. Sen kesto on noin 30 % koko toteutusvaiheesta. Perustusvaiheen osuus on 20 % toteutusvaiheesta. Nämä kaksi vaihetta ovat yhdessä puolet rakennushankkeen toteutusvaiheen kestosta ja sisävalmistusvaihe kattaa loppuosuuden.<sup>13</sup>

Rakennushankkeen aikatauluja voidaan suunnitella eri tavoilla. Aikataulut voidaan laatia eri muotoihin, riippuen niiden käyttötarkoituksesta. Paikka-aikakaavio voi olla esimerkiksi tuotannon suunnittelun apuna ja jana-aikataulu työmaan yleisaikatauluna. On olemassa myös muunlaisia aikataulumuotoja, kuten valvontavinjetti ja viikkoaikataulu.<sup>14, 15, 16</sup>

Jana-aikatauluissa jokaisen tehtävän kesto on piirretty janamuotoon. Tavallisesti tässä aikataulumuodossa tehtävät luetellaan päällekkäin aikataulun vasemmassa reunassa ja aikataulun yläreunassa kulkee vastaavasti aika. Aika-akselilla viikot näkyvät numeroina ja niiden yläpuolella ovat kuukaudet. Näin on esitetty jana-aikataulu kuvassa 2. Janojen pituudet mitoitetaan työmenekkeihin perustuen. Suunniteltaessa jana-aikataulua tehtävät tulee jakaa sopivan kokosiin tehtäväkokonaisuuksiin. Tämän jälkeen tehtäville määritetään aloitus- ja lopetusajankohdat.<sup>17, 18</sup>

---

<sup>13</sup> Internet: [http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1\\_1\\_aikataulusuunnittelu.html](http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1_1_aikataulusuunnittelu.html). 13.3.2014.

<sup>14</sup> Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s. 21.

<sup>15</sup> Kankainen, J. Sandvik, T. 2002. Rakennushankkeen ohjaus. s. 10.

<sup>16</sup> Mäki, T. Olenius, A. Koskenvesa, A. 2003. Aikataulukirja 2004. s. 28.

<sup>17</sup> Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s. 21.

<sup>18</sup> Kankainen, J. Sandvik, T. 2002. Rakennushankkeen ohjaus. s.10.



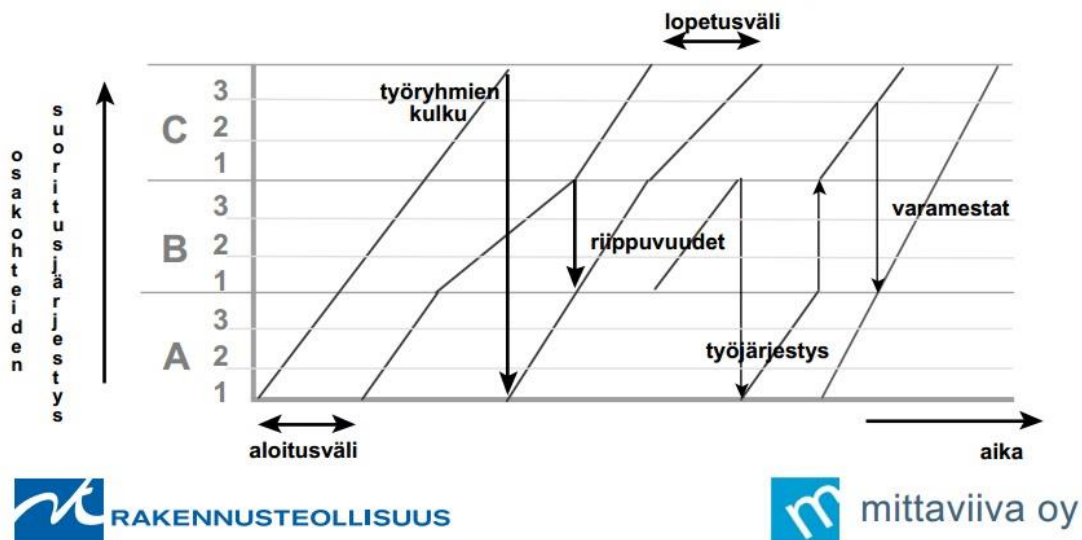
Vinoviiva-aikataulukaavioissa tehtävät esitetään vinoviivoina. Kuvassa 3. näytetään, miten vinoviiva-aikataulu toimii. Suomessa on käytössä vinoviiva-aikataulujen muodoista tuotantokaavio ja paikka-aikakaavio. Tuotantokaaviossa esitetään tuotannon eteneminen ajan ja tuotannon määrän suhteessa. Paikka-aikakaavio taas kuvaa tuotannon etenemistä ajan ja paikan suhteessa.<sup>21</sup>

## RatuFlow

Aikataulusuunnittelun perusteet ja vaiheet perustuen Ratu -tuotannosuunnittelujärjestelmään  
- opetusaineisto verkkoympäristöön

### Paikka-aikakaavio

- kuvaa tuotantoa  
- sitoo ajan ja paikan



Kuva 3. Vinoviiva-aikataulun toimintaperiaate.<sup>22</sup>

Paikka-aikakaavion laatiminen edellyttää, että tuotanto sidotaan aikaan ja paikkaan. Tehtäessä aikataulua kyseinen rakennuskohde jaetaan osakohteisiin ja näiden osakohteiden rakentamiselle määritetään suoritusjärjestys. Tehtävien väliltä tulee selvittää riippuvuudet ja jokaiselle tehtävälle määritetään resurssit sekä kesto. Näiden avulla tehtäville annetaan suoritusjärjestys. Aikatauluun merkitään ne tehtävät, jotka ovat kohteen kannalta kriittisiä ja työkohteita sitovia.<sup>23, 24</sup>

<sup>21</sup> Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s. 23.

<sup>22</sup> Internet: [http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/pdf/1\\_1\\_12\\_paikkaaika\\_periaate.pdf](http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/pdf/1_1_12_paikkaaika_periaate.pdf). 21.3.2014

<sup>23</sup> Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s. 25-26.

Periaatteena paikka-aikakaaviossa on, että pystyakselilla esitetään rakennuskohteen paikat eli osakohteet. Vaaka-akselille taas sijoitetaan aika viikkoina tai työpäivinä. Aikatauluun piirretään vinoviivoina tehtävien eteneminen paikan ja ajan suhteen. Vinoviivoilla osoitetaan tehtävien kestot, suoritusjärjestys sekä toteutuksen aikavälit. Vinoviiva-aikatauluissa voidaan esittää esimerkiksi välitavoitteet pystyviivoina.<sup>25, 26</sup>

Yleisaikatauluna käytetään yleensä paikka-aikakaaviota. Tämä johtuu siitä, että kyseinen aikataulutyyppi soveltuu tuotannon ajallisen valvonnan ja ohjauksen välineeksi. Paikka-aikakaaviosta voi todeta helposti poikkeamat, jotka liittyvät tuotantonopeuteen, tehtävien aloituksiin tai suoritusjärjestyksiin. Hyödyllinen puoli paikka-aikakaaviossa on, että siinä yhdistyy paikkatieto ja aikataulu sekä siitä näkyy tuotantonopeus.<sup>27</sup>

## 2.2 Talotekniikka-aikataulusuunnittelun perusteita

Aikataulujen tarkoitus on esittää rakennushankkeessa toimivien eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittaminen. Aikatauluilla varataan eri urakoitsijoille realistinen aika tehdä jokainen työvaihe. Aikataulut ovat työvoiman käytön, työnsuunnittelun ja hankintojen ajoituksen lähtökohta, jota ilman realistista aikataulua on mahdoton tehdä. Aikatauluissa ei ole järkevää esittää kaikkia lyhytkestoisia talotekniikkatehtäviä, vaan niihin kannattaa sijoittaa ainoastaan kriittiset työvaiheet eli ne, jotka vaikuttavat eniten muihin työtehtäviin, välitavoitteisiin ja koko rakennusurakkaan.<sup>28</sup>

---

<sup>24</sup> Kankainen, J. Sandvik, T. 2002. Rakennushankkeen ohjaus. s. 12.

<sup>25</sup> Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s. 25-26.

<sup>26</sup> Kankainen, J. Sandvik, T. 2002. Rakennushankkeen ohjaus. s.12.

<sup>27</sup> Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s. 26.

<sup>28</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2.

Rakennusten LVV-töiden suoritus aloitetaan pääsääntöisesti pohjakerroksesta, josta edetään ylöspäin ja samalla tehdään mahdollisesti lämmönjakohuonetta. Riippuvuus merkitsee näissä töissä sitä, että rakennuksen täytyy olla rakennusteknisiltä töiltä siinä vaiheessa, että LVV-töiden suorittaminen on mahdollista. Rakennusteknisten yhteensovitusten lisäksi täytyy ottaa huomioon muut talotekniikkatyöt. Putkirakenteille, jotka jäävät peittoon, täytyy suorittaa tarkastukset ennen kuin ne peitetään.<sup>29</sup>

Asuinkerrostaloissa, joissa on keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä, töiden suoritus aloitetaan yleensä yläpohjassa sijaitsevista kanavista. Siitä edetään siten, että seuraavaksi asennetaan järjestyksessä ylhäältä alaspäin pystykanavat ja vaakakanavat. Tämän vaiheen jälkeen suoritetaan tiiviyskokeet ja sitten eristetään kanavat. Seuraavaksi on vuorossa päätelaitteiden asennus. Ilmastointikoneiden asennusaikataulun riippuvuuteen rakennustöistä vaikuttaa koneiden tyyppi sekä niiden sijoitus. Asuinkerrostaloissa on tapana asentaa ilmastointikoneet samaan aikaan, kun asennetaan yläpohjan kanavia tai tilanteessa, joka sopii muuten aikatauluun ja rakennusvaiheeseen. Ilmanvaihtotöiden aikatauluja tehdessä täytyy ottaa huomioon kaikki talotekniikkatyöt sekä rakennustekniset työt.<sup>30</sup>

Sähkötöiden aikataulua tehdessä pidetään lähtökohtana, että sähkötyöt tehdään pääsääntöisesti rakennuksissa pohjakerroksesta kohti ylintä kerrosta. Karkea suoritusjärjestys on, että ensin tehdään johtoreitit, sitten johdotukset ja lopuksi sähkötöiden kalustus. Rakennusteknisten töiden osalta rakennuksen valmius tulee olla sillä asteella, minkä kukin sähkötyövaihe vaatii. Sähkötöiden osalta muiden talotekniikkatöiden huomioiminen on erityisen tärkeää. Esimerkki tästä on, että IV-kojeet ja lämpökeskus edellyttävät sähkö- ja automatiikka-asennusten olevan valmiita.<sup>31</sup>

Rakennushankkeen tuotannon vauhti määritellään yleisaikataulussa. Yleisaikataulu määrittelee hankkeen talotekniikka-asennusten tuotantovauhdin. Talotekniikka-urakoitsijat on hyvä valita ajoissa, jotta LVISA-urakoitsijat ehtivät tekemään omat aikataulusa. Talotekniikka-aikataulujen kuuluu perustua rakennushankkeen suunnitelmiin.

---

<sup>29</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.3.

<sup>30</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297. s.2.

<sup>31</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.3.

Suunnitelma-aikataulun noudattaminen ja suunnittelunohjaus on erittäin tärkeää suunnittelun onnistumiselle. Talotekniikka-aikataulu täytyy sitoa aina yleisaikatauluun.<sup>32</sup>

Laadittaessa alustavaa yleisaikataulua rakennushankkeeseen, kaikkia talotekniikkaurakoitsijoita ei useinkaan ole valittu. Tässä tilanteessa pääurakoitsija laatii rakennusteknisten töiden aikataulun ja tekee tehtäväluettelon talotekniikkatöistä. Sitten, kun talotekniikkaurakoitsijat on valittu, on suositeltavaa järjestää aikataulukokous. Pääurakoitsijan kannattaa ohjata talotekniikkaurakoitsijoita antamaan esityksensä aikatauluisista kyseisessä kokouksessa. Talotekniikka-aikataulun tehtävät muodostetaan joko talotekniikkajärjestelmittäin tai tehtäväkokonaisuuksittain. Lohkoajattelu kannattaa viedä talotekniikkatöihin, jolloin tiedetään, miten resurssitarve muuttuu lohkoittain kohteessa. Yleisaikataulu, johon on sovitettu talotekniikkatyöt, tulee hyväksyä työmaakokouksessa ja tämä tulee kirjata kokouspöytäkirjaan. Aikataulun täytyy olla realistinen, selkeä, havainnollinen ja se täytyy hyväksyä yhteisesti.<sup>33</sup>

Talotekniikka-aikataulun laatimisessa on otettava huomioon eri tekijöitä, joita on listattu seuraavassa:

- hankkeeseen liittyvät kriittiset työt on selvitettävä
- kohteen lohkojako
- aikataulunimikkeet valitaan kohteen mukaan ja otetaan huomioon hankintajakso
- tutkitaan kohteen rakenneratkaisut
- säätöihin ja mittauksiin on varattava tarpeeksi aikaa
- suurten osien ja laitteiden nostot ja haalaukset on otettava huomioon
- ulkopuolisten liittymien teko ja käyttöönotto kannattaa merkitä aikatauluun
- teknisten tilojen valmistuminen ja lämpöjen päälle kytkentä merkitään aikatauluun

---

<sup>32</sup> Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s. 53.

<sup>33</sup> Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s. 53-54.

- aikataulutehtävät perustetaan resursseihin
- riippuvuudet töiden välillä sijoitetaan aikatauluun.<sup>34, 35</sup>

Talotekniikka-aikataulun tarkistaminen tapahtuu niin, että tutkitaan tehtävän tahdistuminen yleisaikataulun kanssa. Lisäksi täytyy tarkistaa tehtävien kestojen realistisuus. Vertailu talotekniikkatöiden ja rakentamistöiden aikataulujen yhteensopivuudesta tapahtuu yhdistämällä kriittiset talotekniikkanimikkeet ja rakennustöiden nimikkeet samaan paikka-aikakaavioon. Aikataulujen yhteensovittaminen on tärkeää, koska jos tätä ei tehdä, on hankkeen tuotannonohjaus hankalaa. Rakennus- ja talotekniikkatöiden yhdistämisellä samaan paikka-aikakaavioon nähdään yhdestä aikataulusta töiden riippuvuudet.<sup>36</sup>

---

<sup>34</sup> Anssi Koskenvesa. Satu Sahlstedt. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s. 53-54.

<sup>35</sup> Mäki, T. Olenius, A. Koskenvesa, A. 2003. Aikataulukirja 2004. s. 38.

<sup>36</sup> Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. s. 53-54.

### 3 Aikataulutehtävien määrittäminen

#### 3.1 Ratu-kortit

Ratu Net on rakentamisen tuotannosuunnittelun tietopankki. Kyseisessä tietokannassa on ohjeita muun muassa rakentamisen turvallisuuteen, työhönopastukseen, tuotantoon ja aikataulujen laadintaan liittyen. Tässä palvelussa on suomalaisen rakennustuotannon ammattitaitoa tallennettuna jo yli kolmelta vuosikymmeneltä. Tämän tietokannan tarkoituksena on parantaa rakentamisen laatua, tuottavuutta ja työturvallisuutta.<sup>37</sup>

Tässä koko opinnäytetyössä, seuraavissa kappaleissa sekä aikatauluissa olevat talotekniikan aikataulunimikkeet ovat otettu Ratu-korteista joko sellaisenaan, muokattuina tai yhdisteltyinä. Nämä aikataulunimikkeet sijoitetaan seuraavissa kappaleissa rakennushankkeen eri vaiheisiin. Lisäksi selvitetään, mitä rakentamistöitä liittyy näihin Ratu-korttien aikataulunimikkeisiin.

#### 3.2 Maanrakennukseen ja perustuksiin liittyvät LVISA-työt ja niiden nimikkeet

Maanrakennukseen ei liity monia LVIS-työvaiheita, mutta nämä vähäisetkin ovat todella tärkeitä. Taulukossa 1. on maanrakennukseen ja perustuksiin liittyvät talotekniikan aikataulunimikkeet. Maan alle tehtävien sähköistyksien ja viemärintien tekeminen jälkikäteen on kallista ja usein vaikeaa. Tilanteessa, jossa sähköjohdotus on unohdettu tehdä, voi sen tekeminen jälkikäteen olla vaikeaa, koska sitä ympäröivät rakenteet voivat estää kaivamisen isokokoisella kaivinkoneella. Tällöin sähkökaivannon tekeminen voidaan joutua suorittamaan pienellä kaivinkoneella varovasti, vahingoittamatta ympäröiviä rakenteita. Työn ollessa hidasta aikatauluviiveet ovat mahdollisia ja tällöin myös kustannukset nousevat.

---

<sup>37</sup> Internet: <http://www.rakennustieto.fi/ratu>. 13.3.2014.

Perustusvaiheessa tulee tarkistaa perustuksiin tulevat LVS-läpiviennit ennen valuja, jotta niitä ei jouduta tekemään myöhemmin. Läpivientejä tehtäessä myöhemmin niiden tekoon menee moninkertainen aika verrattuna, että läpivientejä varten laitettaisiin varausputket valmiiksi valuun. Perustuksiin kannattaa laittaa varmuuden vuoksi varausputkia 2-3 kappaletta, jotta mahdolliset lisäkaapelit saadaan tuotua alapohjaan helposti.

38,39

Taulukko 1. Maanrakennus- ja perustusvaiheen talotekniikan aikataulunimikkeet. Muokattu lähteistä.<sup>40, 41</sup>

<b>Talotekniikan aikataulunimikkeet</b>	
<b>LVI-työt</b>	<b>Sähkötyöt</b>
Kaivot ja viemärit	Aluesähköistys
Ulkopuoliset putkistot ja liittymät	Maadoitus

### *Sähkötyöt*

#### *Aluesähköistys*

Maanrakennusvaiheeseen liittyy sähkötöiden aikataulunimikkeistä ainoastaan aluesähköistys. Maaurakoitsija kaivaa kaapeliojat, joihin sähköurakoitsija asentaa suunnitelmassa olevat kaapelit. Valokuitua varten tulee asentaa varausputket. Varauspuket asennetaan siksi, että valokuitutoimittajaa ei välttämättä aluksi tiedetä. Valokuitutoimittaja voi asentaa myöhemmin kaapelinsa näihin varausputkiin. Aluesähköistys pitää sisällään aluekaapelien, valaistuksen maakaapelien sekä autopaikoituksen kaapelien asennuksen. Valaistuspylväitä ja autonlämmityspylväitä ei maanrakennuksen alkuvaiheessa kannata asentaa, koska pihojen pintoja ei vielä kaapeleita asennettaessa tehdä oikeaan korkoon. Valaistus- ja autonlämmityspylväiden asennus suoritetaan siinä vai-

<sup>38</sup> Järvinen, H. 2006. Talotekniikkaa Rakentajalle. s.12.

<sup>39</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 14.3.2014

<sup>40</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

<sup>41</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2.

heessa, kun pihojen pintoja tehdään valmiiksi. Tässä vaiheessa sähköasentajat asentavat pylväät toimintakuntoon.<sup>42,43</sup>

### *Maadoitus*

Ainoa perustuksiin liittyvä sähkötyö on perustusten maadoittaminen. Maadoitus voidaan suorittaa asentamalla erillinen maadoituselektrodi tai vaihtoehtoisesti asentamalla kuparilenkkejä perustuksista perustuksien ympärille. Tämä aikataulunimike ei ole peräisin Ratu-korteista, vaan se on lisätty, koska sen huomioon ottaminen koettiin tarpeelliseksi.<sup>44</sup>

### *LVV-työt*

Maanrakennuksen LVV-töistä kaivojen ja putkien asennuksen suorittaa pääsääntöisesti maaurakoitsija. Vesi- ja lämpöjohtojen asennuksen suorittaa putkiurakoitsija. Ennen pihojen pintojen tekemistä kaivot ja ulkopuoliset putkistot olisi hyvä videokuvata ja hankkia kuvauksesta raportti. Tällöin saadaan korjattua mahdolliset painumat tai tukkeumat valmiita pintoja rikkomatta. Kuvausvastuu voitaisiin antaa maanrakennusurakoitsijalle sopimusta tehdessä. Tällöin pääurakoitsijan ei tarvitsisi toimia välikätenä kuvauksissa, vaan maanrakentaja saisi heti tiedon mahdollisten korjausten tarpeellisuu-  
desta.

### *Kaivot ja viemärit*

Ennen kaivojen asentamista niiden pohjat täytyy kaivaa oikeaan korkoon, sekä tiivistää pohjat huolellisesti. Kaivojen pohjat on kaivettu ja tiivistetty. Kaivojen paikat tulee tarkistaa niiden asennusvaiheessa, etenkin sadevesikaivojen, jotta ei synny ongelmia sadevesien ohjauksessa pihoja tehtäessä. Kaivoja koskeva aikataulunimike sisältää sadevesikaivojen, tarkistuskaivojen, tarkistusputkien ja perusvesikaivojen asennuksen. Kaivoja asennettaessa asennetaan samalla kaivoihin liittyvät viemärit eli jätevesi- ja sadevesiviemärit. Kuvassa 4. näkyy ulkopuolisia putkia ja kaivoja. Ennen viemäreiden

---

<sup>42</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2-3.

<sup>43</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 14.3.2014

<sup>44</sup> Internet: <https://www.oulunseudunsahko.fi//Sahkoverkko/Rakentajainfo-sahkoliitymiin/Maadoitukset>. 17.3.2014.

asennusta on tärkeää tarkistaa, että kaivannot kaatavat riittävästi oikeaan suuntaan, jotta vesi kulkeutuu niin kuin on suunniteltu. Lisäksi putkien ja viemäreiden pohjat tulee tiivistää huolellisesti, jotta vesi ei jää seisomaan viemäriin syntyneeseen painaumaan. Kyseiseen työvaiheeseen kuuluu myös salaojaputkien ja -kaivojen asennus.<sup>45, 46, 47</sup>



Kuva 4. Ulkopuolisia putkia ja kaivoja. Kuva: Aleksi Valli.

---

<sup>45</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2.

<sup>46</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 7.2.2014

<sup>47</sup> Järvinen, H. 2006. Talotekniikkaa rakentajalle. s.10.

### *Ulkopuoliset putkistot ja liittymät*

Ulkopuolisten putkistojen ja liittymien asennuksen aloittamisen edellytyksenä on, että niitä varten on tehty kaivannot. Kaivantojen ei täydy olla valmiita koko työmaan osalta, vaan sieltä, mistä asennus aloitetaan. Kaivantojen pohjat täytyy myös olla tiivistetty suunnitelmien mukaisesti, jotta putkiin ei syntyisi painumia. Ulkopuoliset putkistot ja liittymät käsittävät ulkopuolisten vesijohtojen ja lämpöjohtojen asennuksen.<sup>48</sup>

### 3.3 Runkoon liittyvät LVISA-työt

Tässä osiossa käsitellään runkoon liittyviä talotekniikkatöitä. Ennen rungon aloittamista on ensiarvoisen tärkeää tarkistaa, että talotekniikan vaatimat reiät ovat reikäkuivissa. Tarkistamisen avuksi on tarpeellista järjestää risteilypalavereita eri suunnittelijoiden kanssa sekä käskeä pääsuunnittelijaa tarkistamaan risteävyydet. Lisäksi rungon edessä on syytä tarkistaa, että elementeissä on tarvittavat läpivientireiät. Taulukossa 2. on esitetty runkoon liittyvät talotekniikan aikataulunimikkeet.<sup>49</sup>

Taulukko 2. Runkovaiheeseen liittyvät talotekniikan aikataulunimikkeet. Muokattu lähteistä.<sup>50, 51, 52</sup>

<b>Talotekniikan aikataulunimikkeet</b>		
<b>LVI-työt</b>	<b>Sähkötyöt</b>	<b>Ilmanvaihtotyöt</b>
Pohjajohdot	Runkoputkitus	Runkokana- vat
Nousujohdot	Julkisivujen valaisimien johdot ja rasiat	
Vesipostit		
Pohjaviemärit		

<sup>48</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

<sup>49</sup> Järvinen, H. 2006. Talotekniikkaa Rakentajalle s.6.

<sup>50</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2.

<sup>51</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297. s.2.

<sup>52</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

## *Sähkötyöt*

### *Putkitus*

Putkitukset on sähkötöiden vaihe, joka käsittää runkoputkituksen, väliseinäputkituksen ja -johdotuksen sekä alakattojen putkituksen. Putkitus on syytä kuitenkin jakaa osiin, koska runkoputkitus tehdään rungon nousun mukana, kun taas väliseinä ja alakatto-putkitukset aloitetaan myöhemmin. Väliseinäputkitus ja -johdotus voidaan aloittaa vasta kun väliseinien toisen puolen levytys on tehty. Väliseinien teko taas aloitetaan vasta, kun vesikatto on vedenpitävä. Alakattojen putkitus päästään aloittamaan suurin piirtein samaan aikaan kun väliseinienkin putkitus.<sup>53</sup>

### *Runkoputkitus*

Kun onteloiden saumat ovat muotitettu ja raudoitettu, niihin asennetaan tarvittavat sähköputkitukset. Sähköurakoitsijaa täytyy informoida, milloin saumat valetaan, että putket saadaan valmiiksi valuun. Pääurakoitsijan työnjohdon kannattaa varmistaa ennen valua suunnitelma-asiakirjoista, että kaapeleille on tarpeeksi putkia. Sellaisessa tilanteessa, jossa sähköurakoitsija ei ole työmaalla tarkistamassa sähköputkien määrää valussa, kannattaa valuun laittaa ylimääräinen varausputki. Tilanteessa, jossa valusta on jäänyt pois putket, joista sähkökaapelit vedetään, joudutaan tekemään lisätyötä, jotta saadaan johdotus tehtyä. Tällainen lisätyö kasvattaa kustannuksia.<sup>54,55</sup>

## *LVV-työt*

### *Pohjajohdot*

Ensimmäisen ja toisen kerroksen holvien valmistuttua on mahdollista aloittaa pohjajohdoten asennus, joka pitää sisällään lämmönjaon ja vedenjaon pohjajohdot. Tämä johtuu siitä, että pohjajohdot täytyy saada kannakoitua holveihin. Lisäksi putkilävistyksien ja alapohjan täytyy olla valmiita. Putkiurakoitsijan tarvitsemat korkomerkit täytyy lisäksi

---

<sup>53</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2-3.

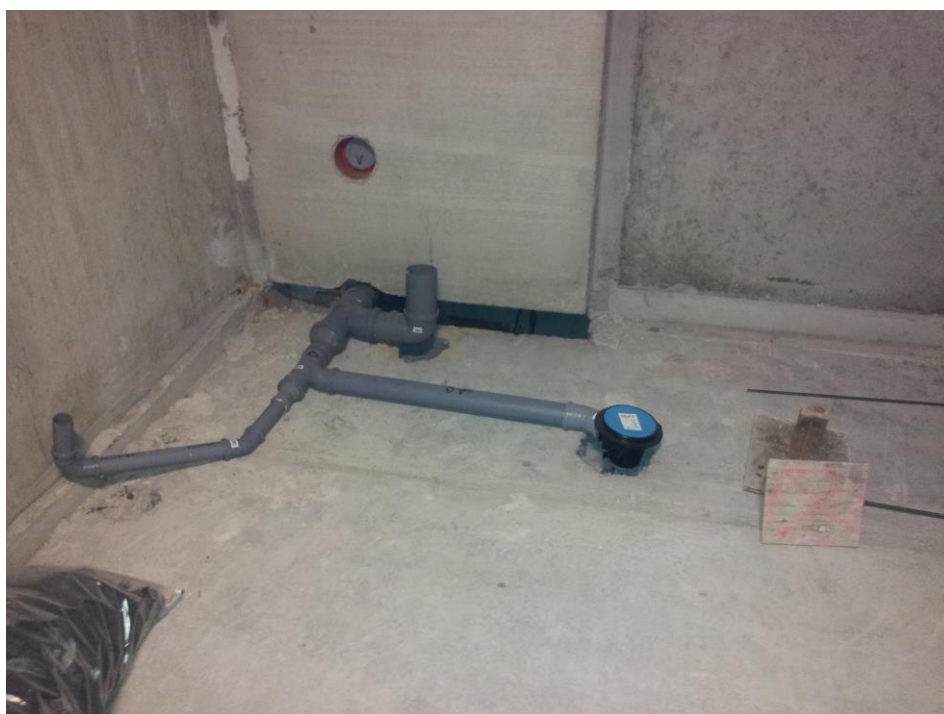
<sup>54</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2.

<sup>55</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 14.3.2014

merkitä. Tarvittavista korkomerkeistä on hyödyllistä keskustella jo LVV-töiden aloituspalaverissa. Tällöin tiedetään paremmin, milloin korkomerkkien tulisi olla paikallaan.<sup>56</sup>

### *Nousujohdot*

Nousujohdot kulkevat kohteessa Elpo-hormeissa. Elpo-hormeissa on valmiina suunnitelma-asiakirjojen mukaiset putkien ja viemäreiden haaroitukset. Kuvassa 5. on tehty viemäreiden hajoitukset kylpyhuoneeseen. Valmiisiin haaroituksiin liitetään kerroksien jako- ja kytkentäjohdot. Nousujohtoihin kuuluvat lämmönjaon ja vedenjaon nousujohdot sekä viemäreiden nousut.<sup>57, 58, 59</sup>



Kuva 5. Elpo-hormi, josta tehty viemäreiden hajoitukset. Kuva: Aleksi Valli

---

<sup>56</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

<sup>57</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

<sup>58</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 7.2.2014.

<sup>59</sup> Internet: <http://www.rudus.fi/tuotteet/elpohormi>. 9.2.2014.

### *Vesipostit*

Julkisivuun tulevien vesipostien suojaputkien asennus täytyy ottaa huomioon julkisivujen muurauksia tai julkisivuelementtejä asennettaessa. Ennen muurausta kannattaa asentaa vesipostin suojaputki, jolloin vältetään vesipostin putken läpiviennin poraamiselta myöhemmin. Suojaputken kaato tulee tarkistaa ja sen tulee olla ulospäin, mutta ei liikaa, jotta vesipostin saa asennettua. Tämä ei ole Ratu-korttien mukainen aikataulunimike.<sup>60</sup>

### *Pohjaviemärit*

Ennen pohjaviemäreiden asentamista pitää olla valmiina eri rakentamis- ja maanrakennustöitä. Alapohjan alapuoliset rakenteet ja alapohjan täytöt täytyy olla valmiiksi tehtyjä. Runkolinjoituksien reitit pitää olla kaivettuina ja tasoitettuina suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Lisäksi seinien linjat ja lattiakorot täytyy olla merkittyinä. Reikien varaukset täytyy olla avattuina. Pohjaviemäreille, joita kannatetaan kantavasta laatasta, täytyy tehdä väliaikainen kannatus ennen kantavan laatan asennusta. Tuulettuvan alapohjan osalta viemärit tuodaan sisään ja pohjaviemärit asennetaan sokkeliasennuksen jälkeen. Työvaihe pitää sisällään sisäpuoliset pohjaviemärit ja sadevesiviemärit.<sup>61, 62</sup>

### *IV-työt*

Keskitettyssä ilmanvaihtojärjestelmässä kanavien asennus aloitetaan yläpohjan kanavista. Kanavien asennusta jatketaan ylhäältä alaspäin asentamalla ensin pystykanavat ja vaakakanavat. Toinen ilmanvaihtojärjestelmä on hajautettu ilmanvaihtojärjestelmä. Tässä asennus aloitetaan kellarikerroksen tai huoneistojen IV-kanavista.<sup>63</sup>

---

<sup>60</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 14.3.2014

<sup>61</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

<sup>62</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 7.2.2014.

<sup>63</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297. s.2.

### *Runkokanavat*

Kyseisessä kohteessa ilmanvaihdon runkolinjat ovat valmiina Elpo-hormeissa, joten ilmanvaihdon osalta ei ole varsinaista runkokanavien asennusvaihetta. Elpo-hormeissa on valmiina tarvittavat suunnitelmien mukaiset haaroitukset.<sup>64, 65, 66</sup>

### *Julkisivujen valaisimien johdot ja rasiat*

Tässä kohteessa osa julkisivuista muurataan. Sähkötöiden osalta täytyy muistaa asentaa näille osille tulevien valaisimien johdot paikalleen ennen muurausta. Lisäksi julkisivuun on merkittävä valaisinrasioiden paikat, jotta muurarit voivat muurata valaisinrasiat oikeaan kohtaan. Tämä aikataulunimike ei ole Ratu-kortin mukainen, vaan se on lisätty sen huomioimiseksi

## 3.4 Sisävalmistusvaiheeseen liittyvät LVISA-työt

Sisävalmistusvaiheeseen liittyy useita talotekniikan aikataulunimikkeitä. Taulukossa 3. on esitetty tähän rakennusvaiheeseen liittyvät talotekniikkatyöt.

---

<sup>64</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297. s.2.

<sup>65</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 7.2.2014.

<sup>66</sup> Internet: <http://www.rudus.fi/tuotteet/elpohormi>. 9.2.2014.

Taulukko 3. Sisävalmistusvaiheen talotekniikkatyöt. Muokattu lähteistä.<sup>67,68, 69</sup>

<b>Talotekniikan aikataulunimikkeet</b>		
<b>LVI-työt</b>	<b>Sähkötyöt</b>	<b>Ilmanvaihtotyöt</b>
Märkätilojen viemäroinnit	Mukavuuslattia lämmitys	Ilmastointikone asennukset
Lattialämmityksen putket	Putkitus ja johdotus	Haarakanavat
Jako- ja kytkentäjohdot	Kojeisto- ja keskusasennukset	Päätelaiteasennukset
LVI-eristystyöt	Kaapelihyllyt ja -tikkaat	IV-eristystyöt
Ilmastointikonehuoneen putkiasennukset	Johtokourut	Ilmavirtojen säätö- ja mittaustyöt
	Kaapeloinnit	IV-tarkastukset ja toimintakokeet
Vesi- ja viemärikalusteiden asennus	Sähkökalustus	
	LVI-laitteiden sähköistys	
LVI-tarkastukset ja toimintakokeet	Sähkötöiden asennustapatarkastukset ja toimintakokeet	
Erityisjärjestelmien laite ja verkosto asennukset	Sähköpääkeskus	
Lämmönjakohuone		
Lämmöt päälle -valmius		

### 3.4.1 Lattiavalut

Tässä luvussa käsitellään lattiavaluihin liittyviä aikataulunimikkeitä. Näissä kohdissa käydään läpi, miten nämä työt liittyvät lattioiden valamiseen. Märkätilojen valuihin liittyy

<sup>67</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297. s.2.

<sup>68</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

<sup>69</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2.

useita eri töitä ja niiden yhteensovittaminen on tärkeää, jotta saadaan suoritettua lattiavalut aikataulussa.<sup>70</sup>

### *Sähkötyöt*

#### *Mukavuuslattialämmitys*

Vesikaton valmistuttua aletaan valamaan kylpyhuoneiden lattioita. Kaikkiin kylpyhuoneisiin tulee sähköinen mukavuuslattialämmitys. Lattiavalujen valupäiviä suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon, kuinka nopeasti lattialämmityskaapeleita ehditään asentamaan, jotta kaapelit ovat varmasti asennettuina valupäivänä.<sup>71, 72</sup>

### *LVV-työt*

#### *Vesikiertoisen lattialämmityksen putket*

Ulkoseiniin rajoittuviin märkätiloihin tulee vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä. Vesikiertoisen lattialämmityksen putket asennetaan märkätilojen viemäröinnin jälkeen, jotta tiedetään miten putket voidaan vetää. Lattiakorkojen takia lattialämmityksen putket eivät välttämättä mahdu viemäreiden alle, jonka takia työjärjestys on tämä. Viemärit voidaan kiinnittää holviin kierretangoilla ja irrottaa lattialämmityspotkien asennuksen ajaksi. Ennen lattiavalujen suorittamista on huolehdittava, että lattialämmityspotket on asennettu valettavilla alueilla. Lattialämmityksen putket on asennettu kuvassa 6.<sup>73, 74</sup>

---

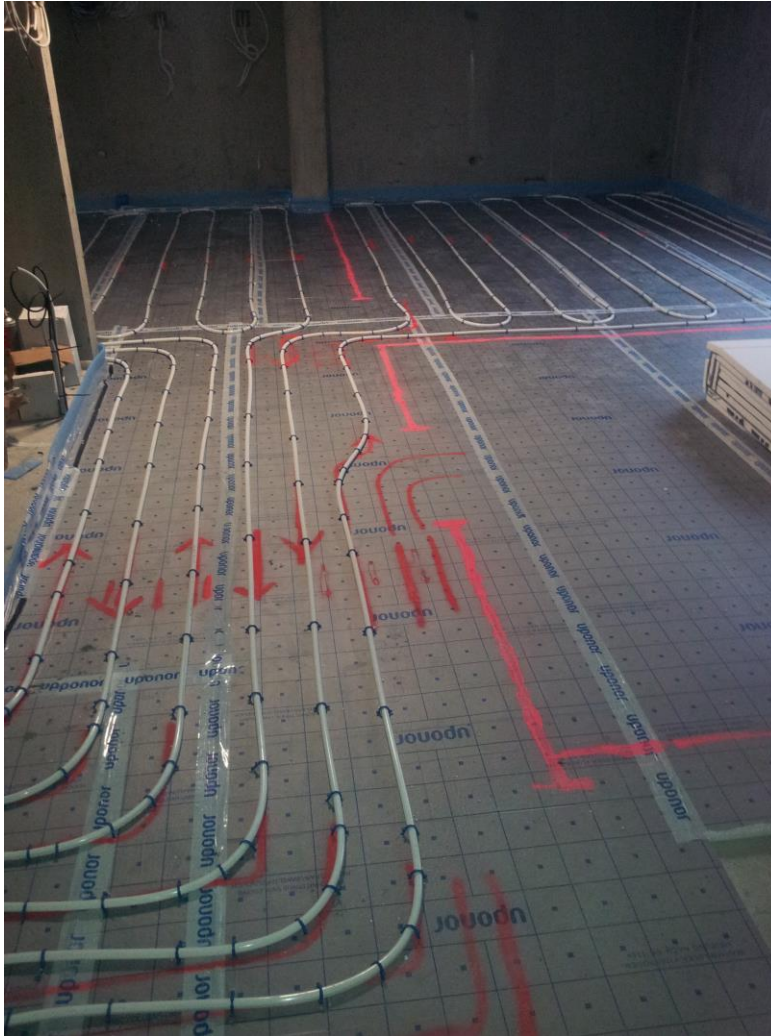
<sup>70</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Miko Ahvonen. Vastaava työnjohtaja Juha Honkanen. 5.12.2013

<sup>71</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2.

<sup>72</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Miko Ahvonen. Vastaava työnjohtaja Juha Honkanen. 5.12.2013

<sup>73</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2.

<sup>74</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 7.2.2014.



Kuva 6. Lattiaan on asennettu vesikiertoisen lattialämmityksen putkia. Kuva: Aleksi Valli.

### *Märkätilojen viemäröinnit*

Märkätilojen viemäröinnit asennetaan ennen lattialämmityspotkia. Seiniin täytyy merkitä valmiin lattiapinnan korko, jotta putkiasentaja saa asennettua putket oikeaan korkoon ja saa putkien kaadot oikein. Putkiasentajan kanssa tulee käydä läpi, onko korko valmiin laattapinnan korko vai valupinnan korko.<sup>75, 76</sup>

<sup>75</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2.

<sup>76</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 7.2.2014.

### 3.4.2 Väliseinät

#### *Sähkötyöt*

Ennen väliseinätöiden aloittamista tulee tarkistaa, että ryhmäkeskukset sopivat niille suunniteltuihin paikkoihin, jos ne tulevat kevyisiin väliseiniin. Mahdollisia ongelmia voi syntyä, jos esimerkiksi lattialämmityksen jakotukki on suunniteltu ryhmäkeskuksen alapuolelle. Tällöin tilanpuutteen takia voidaan joutua joko ryhmäkeskusta tai jakotukki-kaappia siirtämään. Kun ryhmäkeskuksen paikka on varmistunut ja tiedetään minkä kokoinen ryhmäkeskus on, niin saadaan väliseinien runkoa tehdessä tuet ryhmäkeskuksen rungolle heti oikeaan kohtaan. Kuvassa 7. on sähkökeskuksen runko väliseinässä. Ennen väliseinien jälkimmäisen puolen levytystä tulee asentaa ryhmäkeskusten rungot paikoilleen.



Kuva 7. Ryhmäkeskuksen runko väliseinässä. Kuva: Aleksi Valli

### Väliseinäputkitus ja -johdotus

Kun kevyiden väliseinien runko ja ensimmäisen puolen levytys on tehty, voidaan aloittaa väliseinän putkitus. Kevyiden väliseinien putkituksessa tulee ottaa huomioon, että putkitus on oltava valmiina ennen kuin väliseinien jälkimmäinen puoli levytetään. Kuvassa 8. on asennettu väliseinään sähköjohtoja. Väliseiniin asennetaan putkitusvaiheessa myös rasioiden rungot. Sähköasentajien tulee merkitä väliseiniin rasioiden paikat ja kummalle puolelle seinää rasia tulee. Väliseinien tuplausvaiheessa väliseinäasentajat asentavat rasiat paikoilleen ja tekevät niiden kohdille reiät seinään. Väliseiniin asennetaan myös sähköjohdotuksia ilman suojaputkia. Niiden asennus otetaan huomioon väliseinien rakentamisessa samalla tavalla kuin sähköputkitus.<sup>77</sup>



Kuva 8. Väliseinän ja alakaton johdotus kesken. Kuva: Aleksis Valli

---

<sup>77</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2-3.

### *Kaapeloinnit*

Keskusten väliset johdot päästään asentamaan, kun pää- ja ryhmäkeskuksien rungot ovat paikoillaan. Ryhmäjohdot päästään asentamaan putkiin, kun putkitukset on tehty. Tilanteessa, jossa ryhmäjohtoja ei tarvitse asentaa putkiin, täytyy johdotus suorittaa väliseinien ensimmäisen ja toisen puolen levytyksen välissä. Telejärjestelmien johdot on asennettava ennen kuin ryhmäkeskuksen takaseinä on levytetty umpeen. Kaapelointiin kuuluu myös ovipuhelinjärjestelmä, palovarointijärjestelmä ja LVI-koneiden johdot. Kaikki nämä täytyy asentaa putkiin tai vaihtoehtoisesti seinän sisälle ennen levytystä. Lattialämmityksen ohjauslaitteiden kaapelointi on myös tärkeää muistaa tehdä kohteessa.<sup>78</sup>

### *LVV-työt*

#### *Jako- ja kytkentäjohdot*

Kevyisiin väliseiniin täytyy tehdä kiinnitysvarauksia jako- ja kytkentäjohtoja varten. LVV-työnjohdon ja -asentajien kanssa tulee käydä läpi kiinnitysvarauksien tarve ennen väliseinätöiden aloittamista, jotta seiniä ei jouduta purkamaan ja lisäämään niihin kiinnitystukia. Muutamia jako- ja kytkentäjohdot tulevat uppoasennuksina, jolloin niiden tekeminen täytyy ottaa huomioon väliseinien asennuksessa. Seiniin upotettavien jako- ja kytkentäjohtojen asennus tulee sovittaa väliseinien ensimmäisen ja toisen puolen levytyksien väliin. Monet jako- ja kytkentäjohdot tulevat kuitenkin pinta-asennuksina, joten niihin ei vaikuta väliseinien levytys. Tällaisia ovat esimerkiksi märkätilojen suihkujen kytkentäjohdot, jotka tulevat pinta-asennuksina. Työvaihe sisältää lämmönjaon pohjajohdot, kerroshaaroituksen sekä vedenjaon pohjajohdot ja kerrosjohdot. Lisäksi työvaihe sisältää kerrosviemärit haaroituksineen ja kerrossadevesiviemärit.<sup>79</sup>

---

<sup>78</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2-3.

<sup>79</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

## *IV-työt*

### *Haarakanavat*

Haarakanavien asennus voidaan aloittaa, kun väliseinien paikat on merkitty lattiaan ja kattoon. Näiden avulla ilmanvaihtoasentaja tietää, mihin kohtaa putkien täytyy tulla. Haarakanavia ovat kellarikerrosten kanavat, yläpohjan kanavat, kerrosten kanavat sekä kylpyhuoneiden ilmanvaihtotyöt.<sup>80</sup>

### 3.4.3 Alakatot

#### *Sähkötyöt*

##### *Putkitukset ja johdotukset*

Alakattojen runkojen valmistuttua aloitetaan alakattojen putkitukset. Kaapeleita ei aina tarvitse vetää putkiin alakatoissa. Tällöin täytyy huolehtia, että kaapelointi tulee tehtyä ennen kuin alakatot levytetään umpeen.<sup>81</sup>

##### *Kaapelihyllyt ja -tikkaat*

IV- ja LV-runkoputkitusten valmistuttua ja kaapelihyllyjen taustojen maalauksen jälkeen päästään asentamaan kaapelihyllyt ja -tikkaat. Työjärjestys johtuu siitä, että kaapelihyllyt olisivat edessä runkoputkituksia tehdessä ja vaikeuttaisivat näin asennustyötä.<sup>82</sup>

#### *LVV-työt*

Märkätilojen jako- ja kytkentäjohdot.

Ennen märkätilojen alakattojen tekemistä täytyy asentaa märkätiloihin tulevat jako- ja kytkentäjohdot niiltä osin, jotka tulevat kattoon. Tämän takia täytyy informoida LVV-asentajia siitä, milloin katot laitetaan umpeen kussakin märkätilassa.<sup>83</sup>

---

<sup>80</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297. s.2.

<sup>81</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2.

<sup>82</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2.

### *LVV-eristystyöt*

Kun putkistot on koepaineistettu ja pintarakenteet valmiiksi tehty, on aika aloittaa LVV-eristystyöt. Tässä eristyksillä tarkoitetaan lämmitys- ja talousvesijärjestelmän sekä jäte- ja sadevesiviemäreiden eristyksiä. Eristyksien teossa täytyy ottaa huomioon, että ne tulee tehdä ennen kuin alakatot laitetaan umpeen, kuten kuvassa 9. on tehty.<sup>84</sup>



Kuva 9. Eristettyjä LV-putkia katossa. Kuva: Aleksi Valli

---

<sup>83</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.3.

<sup>84</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

## *IV-työt*

Ennen kuin alakatot laitetaan umpeen, täytyy huolehtia, että kaikki IV-putket on asennettu ja että putket tulevat tarpeeksi pitkälle suhteessa alakaton pintaan, jotta päätelaitteet saadaan asennettua.<sup>85</sup>

### 3.4.4 Ilmastointikonehuone

#### *Ilmastointikonehuoneen putkiasennukset*

Kyseisellä työvaiheella tarkoitetaan ilmastointipattereiden lämmitysvesiverkostoa. Lattiatapinnoite on hyvä olla asennettuna ja suojattuna. Ilmastointikonehuoneen suurimmat ilmastointikanavat on asennettu, koska putkiasennukset voivat haitata niiden asennusta, jos ne asennetaan putkiasennustöiden jälkeen. Ilmastointikoneet ja ilmastointipatterit täytyy olla asennettu, koska niihin tulee putkiliitännät.<sup>86</sup>

#### *Koneasennukset konehuoneittain*

Ilmastointikonehuoneen valmistuttua rakennusteknisiltä töiltä ja ollessa valmiiksi maalattu asennetaan ilmastointikonehuoneen koneet. Ilmastointikonehuoneeseen tulee ilmastointikoneet, paikalla koottavat koneyksiköt ja kierrätysilmalaitteet.<sup>87</sup>

### 3.4.5 Valmiit pinnat

#### *Sähkötyöt*

#### *Kojeisto- ja keskusasennukset*

Pintojen valmiiksi maalauksen jälkeen sähköasentajat pääsevät asentamaan ja kytkeämään ryhmäkeskuksia..<sup>88</sup>

---

<sup>85</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297. s.2

<sup>86</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

<sup>87</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

<sup>88</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2.

### *Sähköpääkeskus*

Sähköpääkeskuksen on oltava rakennusteknisiltä töiltään täysin valmis ennen kuin kojeistoja aloitetaan asentamaan. Kaikkien pintojen täytyy olla valmiiksi maalattuja, koska maalauksen suorittaminen kojeistojen takaa on todella hidasta ja tätä kautta kallista. On tärkeää muistaa, että kojeille on olemassa haalausreitti, jotta kojeistot saadaan sähköpääkeskukseen ilman ongelmia.<sup>89</sup>

### *Sähkökalustus*

Sähkötöiden viimeistelyvaiheen työt on hyvä yhdistää yhdeksi työvaiheeksi. Kaikkien pintojen valmiiksi maalauksen jälkeen alkaa viimeinen sähkötöiden asennusvaihe, joka on sähkökalustus. Kuvassa 10. näkyy millainen on tilanne, kun sähkökalustus voi alkaa. Tämän vaiheen jälkeen sähkötöiden osalta on jäljellä vain erilaisten toimintakokkeiden ja tarkastusten tekeminen. Sähkökalustuksen aikana asennetaan rasiakojeet, varsinaiset kojeet, peitelevyt ja valaisimet. Julkisivujen valaisimet voidaan myös asentaa tässä vaiheessa.<sup>90</sup>



Kuva 10. Pinnat valmiiksi maalattuina, sähkökalustus voidaan aloittaa. Kuva: Aleksi Valli

<sup>89</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2-3.

<sup>90</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2.

### *Asennustapatarkastukset ja toimintakokeet*

Asennuksien valmistuttua päästään suorittamaan järjestelmiin vaadittavat toimintakokeet ja lopputarkastus. Valaistuksenohjaukset ja muut toimintakokeet suoritetaan, antennit ja telelaitteet tarkistetaan. Sähköistys tarkistetaan kaikkialla ja lopulta pidetään lopputarkastus. Lisäksi täytyy tarkastaa LVI-järjestelmien toiminta, jotta tiedetään, toimivatko niiden sähkökytkennät. Tarkastuksissa mahdollisesti ilmi tulleet virheet korjataan ja tämän jälkeen kohde on sähkötöiden osalta valmis.<sup>91</sup>

### *LVV-työt*

#### *Vesi- ja viemärikalustus*

Laatoituksen ollessa valmis kylpyhuoneessa voidaan aloittaa vesi- ja viemärikalusteiden asennus. Näihin kalusteisiin kuuluvat WC-istuimet, pesualtaat, suihkut, pesupöydät, sekoittimet, hanat, huuhtelualtaat, erityisvesikalusteet, kuivaus- ja kiertovesipatterit sekä muut vesi- ja viemärikalusteet. Kyseisen työvaiheen jälkeen LVV-töiden asennukset ovat valmiit.<sup>92</sup>

#### *Tarkastukset ja toimintakokeet*

Kun kaikki asennukset ovat valmiita LVV-töiden osalta, aloitetaan säädöt, tarkastukset ja toimintakokeet. Tämä on erittäin tärkeä vaihe LVV-töissä. Kyseinen vaihe tulee suorittaa huolellisesti, jotta järjestelmät saadaan toimimaan oikein. Tämän vaiheen säätöihin kuuluu kolme merkittävää tehtävää, ne ovat verkoston vesivirtojen säätö ja vesijohtoverkoston tasapainotus sekä lämmitysverkoston perussäätö. Lisäksi suoritetaan seuraavat tarkastukset ja toimintakokeet, viranomaisten vaatimat tarkastukset, laitteiden toimintakokeet, laite- ja asennustapatarkastukset, tarkistusmittaukset sekä koeikäyttö. Edellä mainituista töissä voi löytyä ongelmia tai puutteita järjestelmässä tai laitteissa. Nämä ongelmat tulee korjata ja suorittaa uudelleen ne tarkastukset, joissa on-

---

<sup>91</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2-3.

<sup>92</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2.

gelmia ilmeni. Kun järjestelmä uudelleentarkastuksen jälkeen toimii eikä puutteita löydy, ovat LVV-työt valmiita.<sup>93</sup>

#### *IV-työt*

##### *Väestönsuojalaitteet*

Myös väestönsuojaan kuuluu ilmanvaihtoon liittyviä asennuksia. Väestönsuojaan tulee väestönsuojan ilmanvaihtokojeet. Väestönsuojan laitteiden asennus tulisi suorittaa ennen kuin väestönsuojaan asennetaan verkkohäkkikomeroita, koska nämä haittaavat laitteiden haalusta sisään sekä niiden asennusta. Väestönsuojan lattia ja seinät tulee pinnoittaa valmiiksi ennen kuin koneita asennetaan, jotta pinnoitustyö on helpompi suorittaa esteettömästi.<sup>94</sup>

##### *Päätelaitteasennukset*

Kiinnitysalustojen teon ja valmiiksi maalauksen jälkeen päästään asentamaan ilmastointijärjestelmän päätelaitteita. Päätelaitteet kannattaa asentaa vasta maalauksen jälkeen siksi, että maalausta varten ei tarvitse tehdä ylimääräistä työtä ja suojata päätelaitteita. Päätelaitteisiin kuuluvat tuloilmalaitteet, poistoilmalaitteet sekä siirto- ja ulkoilmalaitteet.<sup>95</sup>

#### *IV-eristystyöt*

Tiiviyskokeet täytyy suorittaa ennen kuin voidaan tehdä eristyskiä. Tämä johtuu siitä, että ennen eristämistä vuodot voidaan paikallistaa helpommin ja korjata ne rikkomatta valmiita eristyskiä. Ilmastointijärjestelmät täytyy eristää kylmissä tiloissa.<sup>96</sup>

---

<sup>93</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

<sup>94</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297. s.2-3.

<sup>95</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297. s.2.

<sup>96</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297. s.2.

#### *IV-säädöt, -mittaukset, -tarkastukset ja -toimintakokeet*

Urakoitsija suorittaa ilmapirtojen säädöt ja mittaukset ennen kuin ilmastointijärjestelmien tarkastukset ja toimintakokeet pidetään. Ennen kuin ilmanvaihdon tarkastuksia ja toimintakokeita voidaan pitää, rakennuksen on oltava tiivis. Jos rakennus ei ole tiivis, lukemat tulevat olemaan heikkoja. Jotta rakennus on tiivis, ovet ja ikkunat tulee olla asennettuina. Pölyävät työvaiheet ovat suoritettu, jotta ilmastointikanavat eivät likaantuisi ja tällöin aiemmin suoritettut mittaukset eivät vastaa valmiin rakennuksen ilmastointijärjestelmän toimivuuden lopputilaa. Siivoukset täytyy olla suoritettu ennen tiiviyskokeita. Ilmastointijärjestelmän LVIS-työt on oltava valmiita ja rakennukseen tulee lopullinen sähkövirta. Tarkastuksissa tarkistetaan laitteet ja niiden asennustapa. Lisäksi suoritetaan viranomaisten kohteessa vaatimat tarkastukset, laitteiden toiminta testataan, tehdään tarkastusmittaukset ja järjestelmä koekäytetään.<sup>97</sup>

#### 3.4.6 Lämmönjakohuone

Ennen kuin aloitetaan lämmönjakohuoneen koneiden asennustöitä tai putkitöitä lämmönjakohuoneessa, on syytä tehdä lämmönjakohuoneen seinien ja katon maalaus. Lisäksi lämmönjakohuoneen lattia tulee pinnoittaa ennen, kuin koneita aloitetaan asentamaan. Lämmönjakohuoneen talotekniikka-asennusten järjestyksestä on tärkeä sopia etukäteen kaikkien talotekniikkaurakoitsijoiden kanssa. Tällöin vältetään siltä, että lämmönjakohuoneessa olisi samaan aikaan eri urakoitsijoita suorittamassa asennuksia toistensa tiellä. Kuvassa 11. on työssä käsitellyn kohteen lämmönjakohuone.<sup>98</sup>

---

<sup>97</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297. s.2.

<sup>98</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.



Kuva 11. Kyseisen kohteen lämmönjakohuoneen putkistoasennuksia. Kuva: Aleksi Valli.

### *Sähkötyöt*

Lämmönjakohuoneeseen tulevien sähköasennusten toteuttaminen. VAK-laitteiden asennukset.<sup>99,100</sup>

### *LVV-työt*

### *Lämmönjakohuoneen asennustyöt*

Kaukolämmön liittymä täytyy olla tuotu lämmönjakohuoneeseen asti. Lämmönjakohuoneessa tehdään useita LVV-töitä, näitä ovat lämmönsiirtimien ja lämpökeskuksien

---

<sup>99</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298. s.2.

<sup>100</sup> Haastattelu: Työmaainsinööri. Lauri Karjalainen. 7.2.2014.

asennukset. Lisäksi asennetaan lämpöjohto, vesijohto ja viemärit. Lisäksi täytyy asentaa polttimet, kattilat, varaajat, laitteet, varusteet sekä hoitotasot.<sup>101</sup>

### *Lämmöt päälle -valmius*

Lämmöt päälle -työvaihe on erittäin tärkeä työvaihe. Kun rakennuksessa saadaan lämmöt päälle, voidaan kylmänä vuodenaikana rakennuksen lämmitys lopettaa väliaikaisilla lämmittimillä. Tällöin päästään eroon väliaikaisten lämmittimien vuokratuksesta ja saadaan ne viemästä tilaa työmaalta. Lisäksi, kun lämmöt saadaan päälle ajoissa ennen työmaan luovutusta, lämmitysjärjestelmä pystytään sisäänajamaan ja järjestelmän säädöt kohdalleen. Lämpöjen päälle laittamisella on tiettyjä edellytyksiä. Vesikaton täytyy olla vedenpitävä, ulko-ovet ja ikkunat täytyy olla asennettu. Lämmitysjärjestelmien viranomaistarkastukset sekä muut vaadittavat tarkastukset täytyy olla suoritettu. Muita edellytyksiä ovat lämmönjakohuoneen asennusten suorittaminen, lämmitysjärjestelmien putkien liittäminen sekä lämmönlähteen sähköjen ja automatiikan kytkeminen.<sup>102</sup>

### *IV-työt*

Lämmönjakohuoneen ilmanvaihtoputket tulee käydä asentamassa ennen kuin mahdollinen alakatto levytetään.

### 3.5 Johtopäätökset aikataulutehtävistä

Edellisissä luvuissa käsitellyt talotekniikkatyöt ja niiden yhteys rakennustöihin antavat ohjeistuksen siitä, millaisia asioita täytyy ottaa huomioon eri talotekniikkatöissä. Näiden kappaleiden avulla saa pohjatiedot, joiden avulla osataan talotekniikkatöitä ottaa huomioon paremmin rakentamisessa. Tässä luvussa oli tärkeintä tunnistaa talotekniikan aikataulutehtävät eri rakentamisvaiheissa. Luvun 4 avulla esimerkiksi työnjohtaja saa tietoa koko hankkeeseen liittyvistä talotekniikkatöistä ja saa mahdollisesti apua omien töidensä aikataulutukseen sekä töiden aikataulun hallintaan.

---

<sup>101</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

<sup>102</sup> Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296. s.2-3.

Tässä työssä käsiteltyjen töiden yhteyksien avulla oli myös tarkoitus luoda selvitys, jonka avulla on mahdollista luoda talotekniikan malliaikataulut. Näistä talotekniikkatöiden sijoitteluista saadaan luotua jäljempänä työssä esiteltyt talotekniikka-aikataulut eri rakennusvaiheisiin.

Talotekniikkatöihin liittyviä rakentamistöitä on käsitelty tässä työssä ottaen huomioon merkittävimmät kyseiseen talotekniikkatyöhön liittyvät rakentamistyön asiat. Tätä ohjeistusta olisi mahdollista kehittää vielä. Tässä työssä käsiteltyjen aikataulutehtävien lisäksi, jokaisessa rakentamisvaiheessa voisi käsitellä tarkemmin siihen liittyvien talotekniikkatöiden ja rakentamistöiden yhteyttä. Lisäksi voisi käsitellä niitä talotekniikkatöitä, joiden käsittely on jätetty tästä insinööriyöstä pois. Näin olisi mahdollista tehdä vielä tarkempi selvitys töiden yhteydestä jokaisessa rakentamisvaiheessa. Tämä ei ole kuitenkaan tässä työssä tarkoituksenmukaista, vaan se tulisi tehdä jatkotutkimuksissa.

## 4 Malli LVISA-töiden aikataulutukseksi As Oy Lotanmäki Espooseen

Sellaisissakin kohteissa, jotka ovat suunniteltu hyvin, voi esiintyä lisä- ja muutostöitä. Tällaisia voivat olla esimerkiksi käyttäjän halusta johtuvat sähköpistorasioiden paikkojen muutokset. Niitä voi tulla yllättäen eteen esimerkiksi asukastarkastuksen yhteydessä. Tästä syytä niihin on syytä varautua aikataulussa. Aikataulusta ei tule tehdä liian tiukkaa, vaan sinne tulee sijoittaa varauksia, jotta yllättävässä tilanteessa ei jäädä heti aikataulusta jälkeen. Tällöin aikatauluviiveeseen välittömästi reagoitaessa voidaan vielä pysyä aikataulussa, eikä muihin töihin synny viiveitä.<sup>103</sup>

### 4.1 Aikataulumuoto

Aikataulut, joihin on viety talotekniikkatyöt, voidaan tehdä paikka-aikakaavio- tai jana-aikataulumuotoon. Pääurakoitsijan kannalta järkevin aikataulumuoto on paikka-aikakaavio. Se on yleisesti käytössä oleva aikataulumuoto suurissa rakennusliikkeissä. Kyseinen aikataulu on vinoviiva-aikataulu, jossa pystyakselilla on paikat ja vaakakselilla aika. Tästä aikataulumuodosta on helppo seurata missä kukin työvaihe on menossa missäkin osakohteessa ja mikä siellä alkaa seuraavaksi, sekä kuinka kauan on aikaa suorittaa kyseinen tehtävä ennen kuin seuraava alkaa. Sijoittamalla TATE-työt paikka-aikakaavioon nähdään nopeasti, mitkä TATE-työt pitää suorittaa eri rakennustöiden väleissä. Tämä helpottaa työnjohtajien työskentelyä verrattuna siihen, että käytettäisiin jana-aikataulua. Jana-aikataulua käytettäessä työnjohtaja joutuisi katsomaan ensin jana-aikataulusta talotekniikkatehtävän aikataulun ja sitten miettimään, miten se sijoittuu yleisaikataulussa. Tällä tavalla sijoittamalla samaan paikka-aikakaavioon taloja rakennustekniikat, työnjohtaja näkee suoraan miten työt liittyvät toisiinsa. Toimimalla näin tehostetaan työnjohtajien ajankäyttöä aikataulujen suhteen.

Tehtäessä aikatauluja, joihin on sijoitettu talotekniikkatyöt, kannattaa rakennushanke jakaa kolmeen osaan: maanrakennus ja perustus-, runko- ja sisävalmistusvaiheeseen. Tehtäessä kyseinen jako saadaan parannettua merkittävästi aikataulun luettavuutta, koska jos samaan aikatauluun laitettaisiin kaikki työt, tulisi aikataulusta todella sekavan näköinen. Jaon jälkeen jokaisen aikataulun aika-akseli lyhenee ja eri töiden väleihin tulee tilaa ja näin sinne on helpompi sijoitella enemmän töitä.

---

<sup>103</sup> Järvinen, H. 2006. Talotekniikkaa rakentajalle. s.7.

Tässä työssä kaikki aikataulut on tehty paikka-aikakaaviomuotoon. Ratkaisu on tehty tässä luvussa käsiteltyjen syiden takia. Tässä työssä esiteltävät malliaikataulut antavat esimerkin talotekniikka-aikatauluista. Tämän insinööriyön aikatauluissa talotekniikkatyöt on sijoitettu väleihin, joissa ne tulee suorittaa. Niitä ei ole mitoitettu määrien ja mekkien mukaan. Tämä ei ole tarpeellista, koska tehtävät on pakko suorittaa näissä väleissä, koska rakentamistyöt rytmittävät rakentamista. Eikä pääurakoitsijan tarvitse mitoittaa resursseja talotekniikkatehtäville.

#### 4.2 Mitkä LVISA-työt aikataulutehtäviksi?

Talotekniikan aikataulunimikkeitä on paljon. Ei ole järkevää mahduttaa kaikkia aikataulunimikkeitä aikatauluun, koska se heikentäisi aikataulun luettavuutta. Tärkeintä on valita talotekniikan aikataulunimikkeistä kaikkein merkityksellisimmät yleisaikataulun kannalta. Merkityksellisimpiä ovat ne, jotka vaikuttavat eniten eri rakentamistöiden sujuvaan etenemiseen. Kaikkia pieniä yksityiskohtia ei siis ole välttämätöntä asettaa talotekniikan aikatauluun. Tässä työssä jokaiseen rakennusvaiheeseen liittyvistä talotekniikkatöistä on valittu eniten rakennustyötä tahdistavat talotekniikkatyöt. Kaikki Ratun mukaiset talotekniikan aikataulunimikkeet löytyvät liitteistä 1, 2 ja 3. Jokaiseen työssä olevaan rakentamisvaiheeseen on tehty taulukko, jossa käsitellään talotekniikkatöitä niihin liittyen. Näistä on valittu talotekniikan aikataulunimikkeet malliaikatauluihin.

#### *Aikataulupohja*

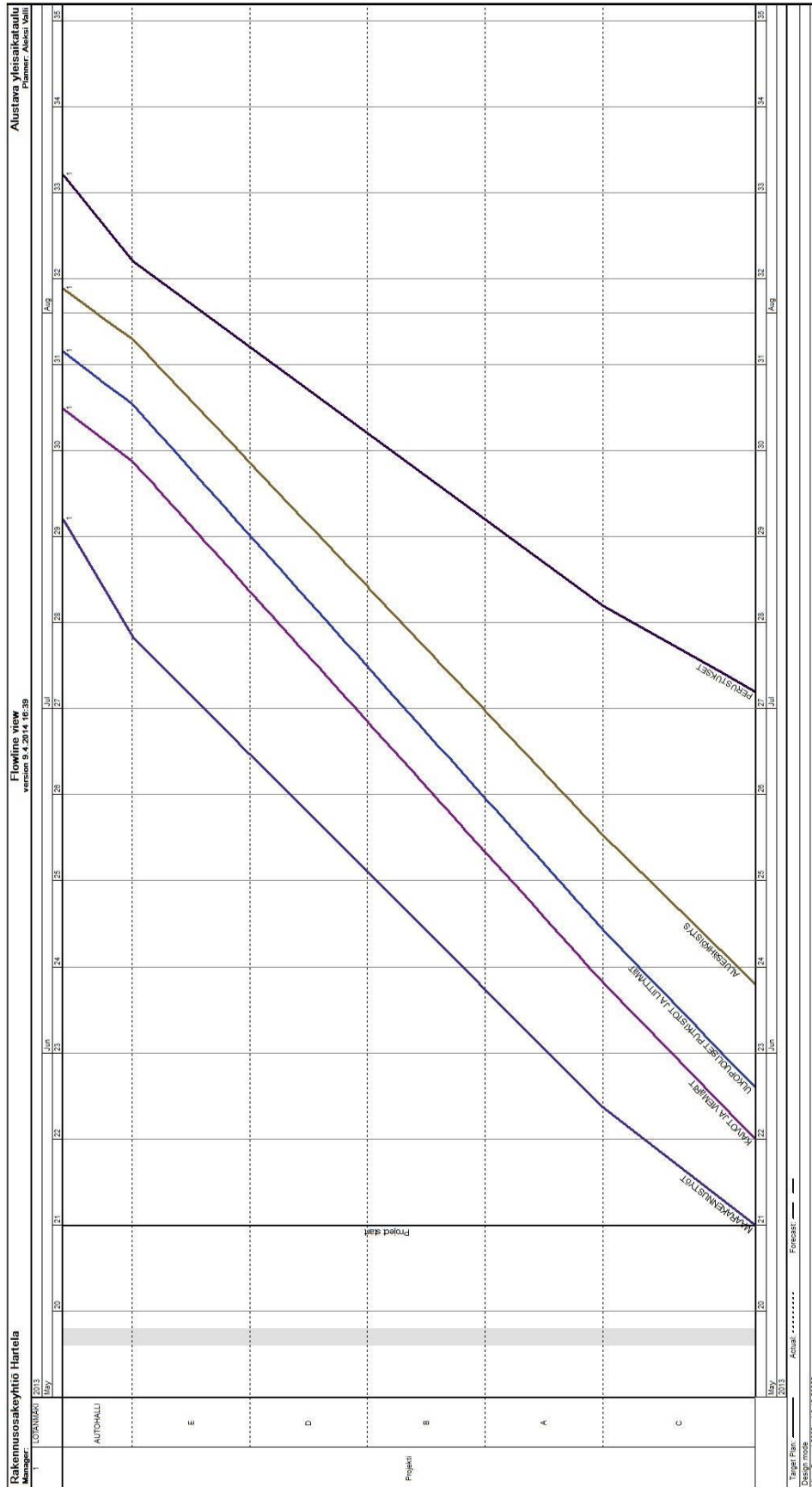
Tässä opinnäytetyössä esitettävien aikataulujen pohjana on käytetty työmaan valmista yleisaikataulua. Kyseinen aikataulu on työmaainsinööri Lauri Karjalaisen suunnittelema. Yleisaikataulu oli tehty Vico Control -aikatauluohjelmalla, josta on muokattu samalla ohjelmalla eri rakennusvaiheiden talotekniikka-aikataulut. Aikataulupohja oli tehty paikka-aikakaaviomuotoon. Aikataulussa oli valmiina kaikki rakentamistyöt.

### 4.3 Maanrakennus- ja perustusvaiheen talotekniikka-aikataulu

Maanrakennus- ja perustusvaiheen talotekniikka-aikataulu on yksinkertainen. Kyseessä olevaan aikatauluun ei tule montaa talotekniikan aikataulunimikettä, koska edellä mainittuihin rakennusvaiheisiin ei liity monia tehtäviä. Eri kohteiden maanrakennus- ja perustusvaiheen aikataulut eivät eroa suurelta osin toisistaan, ellei niissä ole joitakin erityisjärjestelmiä tai esimerkiksi erilainen lämmitysjärjestelmä. Tämä johtuu juuri edellä mainitusta syystä eli talotekniikkanimikkeiden vähyydestä näissä rakentamisvaiheissa. Lisää talotekniikkanimikkeitä luova lämmitysjärjestelmä voisi olla maanlämpö, koska siinä täytyy asentaa maahan maalämmön keruujärjestelmä. Kuvassa 12. on malli kyseisen vaiheen talotekniikka-aikataulusta.

Talotekniikan aikataulunimikkeistä on aikatauluun otettu:

- kaivot ja viemärit
- ulkopuoliset putket ja liittymät
- aluesähköistys.



Kuva 12. Maarakennus- ja perustusvaiheen talotekniikka-aikataulu.

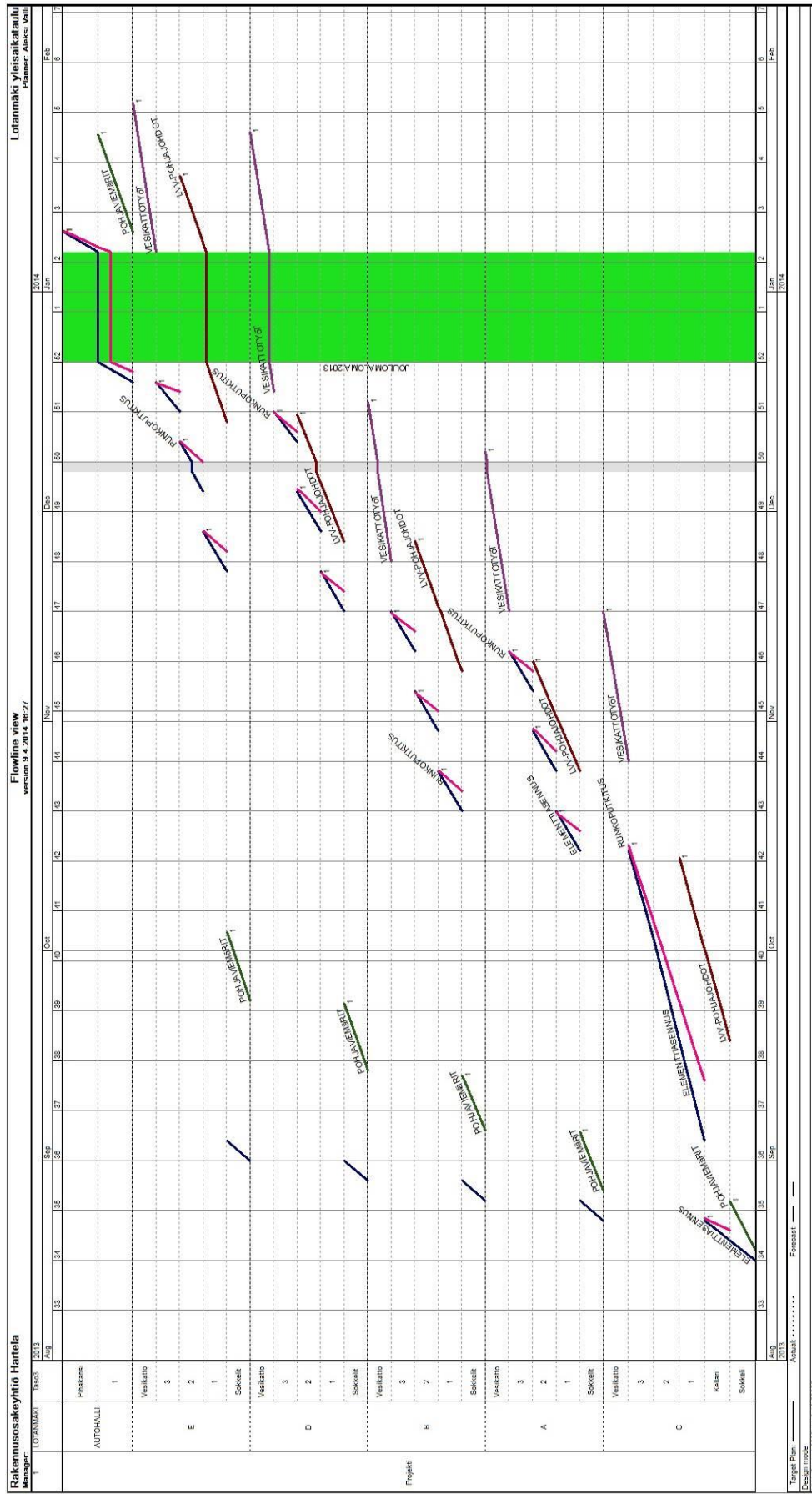
#### 4.4 Runkovaiheen talotekniikka-aikataulu

Runkovaiheen aikataulu etenee talotekniikka-asennuksien osalta tiukasti rungon rakentamisen mukana. Tässä työssä käsitellyssä kohteessa tämä tarkoittaa, että talotekniikka-asennukset liittyvät tiukasti siihen elementtirungon asentamisen edetessä. Kuvassa 13. on paikka-aikakaaviona runkovaiheen aikataulu, johon on sovitettu talotekniikkatyöt.

Aikatauluun on talotekniikan aikataulunimikkeistä otettu:

- pohjaviemärit
- LVV-pohjajohdot
- sähköjen runkoputkitus.

Aikataulussa pohjajohtojen asennus alkaa, kun toisen kerroksen holvi on valmis. Pohjaviemäreiden tekeminen aloitetaan, kun sokkelit on asennettu kyseisessä lohkossa. Sähköjohtojen runkoputkitus etenee rinnan elementtiasennuksen kanssa. Putket täytyy aina asentaa ennen kuin elementtisaumat valetaan.



Kuva 13. Runkovaiheen talotekniikka-aikataulu.

#### 4.5 Sisävalmistusvaiheen talotekniikka-aikataulu

Sisävalmistusvaiheen aikatauluun tulee talotekniikan aikataulunimikkeitä eniten kaikista rakennusvaiheista. Etenkin lattiavaluihin ja väliseiniin sekä alakattoihin liittyy paljon talotekniikkatöitä. Työssä käytetyssä aikataulupohjassa oli valmiiksi aikataulutettuna lattialämmitys, toimintakokeet ja käyttöönotto. Kaikki muut talotekniikan aikataulunimikkeet on lisätty aikatauluun tässä työssä. Kuvassa 14. on esitetty työssä esimerkkinä käytettyyn kohteeseen laadittu malliaikataulu.

Aikatauluun on talotekniikan aikataulunimikkeistä otettu:

- lattialämmitys
- märkätilojen viemäroinnit
- mukavuuslattialämmitys
- IV-haarakanavat
- sähköputkitus ja -johdotus
- sähköpääkeskus
- kaapelihyllyt
- sähkökalustus ja keskukset
- IV-päätelaitteet
- vesi- ja viemärikalusteet
- säätötyöt
- toimintakokeet ja käyttöönotto.



#### 4.6 Johtopäätökset aikataulumalleista

Talotekniikkaurakoitsijat on tärkeää saada sitoutumaan pääurakoitsijan talotekniikka-aikatauluihin. Sitouttaminen kannattaa tehdä viemällä tämä asia talotekniikkaurakoiden urakkasopimukseen ja mahdollisesti tehdä aikataulun välitavoitteista sakollisia. Tällä tavalla saadaan lisättyä talotekniikkaurakoitsijan intressejä noudattaen aikatauluja.

Urakoitsijapalaverien pitäminen joka viikko tai joka toinen viikko parantaa aikataulujen pitävyyttä käytännössä. Näissä palaverissa käydään läpi töiden etenemistä, aikataulujen pitävyyttä sekä ongelmatilanteita. Nämä asiat vaikuttavat aikatauluihin. Säännöllisillä palaverien pitämällä voidaan reagoida ongelmatilanteisiin nopeasti ja näin mahdollisesti välttyä aikataulun venymiseltä. Palaverit auttavat lisäksi töiden yhteensovittamisen organisoimisessa. Tämän takia kannattaisi ottaa urakoitsijapalaveriinkin mukaan talotekniikkaurakoitsijoiden nokkamiehet. Nokkamiehet vastaavat työmaalla käytännön päivittäisestä asennustyön etenemisestä. Tästä johtuen he tietävät usein urakoitsijan työnjohtajaa paremmin heidän urakkansa etenemisestä työmaalla.

Aikaansaadut aikataulumallit antavat hyvän pohjatiedon siitä, missä välissä talotekniikkatyöt täytyy suorittaa kussakin rakennusvaiheessa. Aikatauluihin ei ole mahduttettu kaikkia talotekniikkatöitä, jotta niiden luettavuus on pysynyt hyvänä. Sisävalmistusvaiheen aikataulun voisi mahdollisesti jakaa kahteen osaan, jotta luettavuus selkeytyisi entisestään. Tulostettaessa vähintään A3-kokoiselle paperille sisävalmistusvaiheenkin aikataulun luettavuus on kuitenkin hyvä.

Tässä luvussa esiteltyjä aikatauluja voi käyttää tulevaisuudessa talotekniikka-aikataulujen sovittamiseen yleisaikatauluun. Ne ovat kuitenkin esimerkkejä, jotka eivät päde jokaisessa kohteessa. Jokainen kohde on erilainen ja niihin liittyy eri talotekniikkatöitä. Monet aikatauluissa olevat talotekniikkatyöt ovat kuitenkin yleisiä kerrostalokohteissa ja niiltä osin esimerkkiaikatauluja voi hyödyntää. Tutkimuksessa olevia esimerkkiaikatauluja voisi kehittää eteenpäin. Aikatauluja voisi pilkkoa pienempiin osiin ja tarkastella talotekniikka- ja rakennustöiden yhteyksiä ja mahdollisia eri suoritusjärjestyksiä. Näin saadaan lisätietoja talo- ja rakennustekniikan aikataulutuksien yhteyksistä.

## 5 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin talotekniikkatöiden liittymistä rakentamistöihin. Tarve tutkimukselle syntyi, koska ei ollut tarpeeksi tietoa näiden töiden yhteenliittymisestä. Tutkimuksen näkökulma asiaan oli, että talotekniikkatöitä käsitellään pääurakoitsijan kannalta. Työssä käsiteltiin niitä rakentamistöitä, jotka liittyivät työssä käsiteltävään elementtirunkoiseen kerrostaloon.

Tutkimustulokseen pääsemiseksi aiheita tutkittiin kolmella menetelmällä. Rakennusalan ammattilaisia haastateltiin ja kysyttiin aiheeseen liittyviä asioita. Internet-lähteistä etsittiin aikataulutuksen teoriaa. Ratu-kortteja ja alan kirjallisuutta käytettiin paljon tässä tutkimuksessa, jotta se saatiin suoritettua. Näiden menetelmien avulla päästiin lopputulokseen ja saatiin valmiiksi tämä tutkimus.

Rakentamisen tuotannosuunnittelun sekä tuotannonohjauksen kannalta aikataulut ovat erittäin tärkeitä. Aikataulut täytyy suunnitella hyvin ja ottaa eri asioita huomioon, jotta niistä saadaan toimivia. Yleisaikatauluina käytetään aikataulumuotona yleisesti jana-aikataulua tai paikka-aikakaavioita. Tässä työssä käsiteltiin aikatauluja paikka-aikakaaviomuodossa. Paikka-aikakaavio valittiin tähän työhön sen takia, että siitä näkee suoraan, miten eri työt liittyvät toisiinsa eri osakohteissa. Talotekniikan aikataulutuksessa täytyy ottaa huomioon, miten ne liittyvät eri rakentamistöihin. Tätä kautta saadaan selvitettyä töiden oikea suoritusaika.

Aikataulutehtävät tähän työhön saatiin tutkimalla talotekniikkaan liittyviä Ratu-kortteja. Näistä korteista löydettiin aikataulunimikkeet, joita muokattiin, yhdisteltiin tai ne tuotiin sellaisenaan työhön. Aikataulunimikkeistä otettiin huomioon ne, jotka liittyivät työssä esimerkkinä käytettyyn As Oy Lotanmäki Espoon kerrostalokohteeseen. Tässä työssä ei siis käsitelty kaikkia talotekniikan aikataulunimikkeitä. Kun aikataulunimikkeet olivat selvillä, ne jaoteltiin eri rakentamisvaiheisiin. Rakennushankkeessa on kolme isoa vaihetta. Ne ovat maanrakennus- ja perustusvaihe, runkovaihe ja sisävalmistusvaihe. Aikataulunimikkeet sijoitettiin näihin vaiheisiin ja käsiteltiin mitä rakentamistöitä niihin liittyy. Sisävalmistusvaiheeseen liittyy näistä kolmesta vaiheesta huomattavasti enemmän talotekniikan aikataulunimikkeitä, kuin kahteen muuhun edellä mainittuun. Kaikkiin talotekniikkatöihin liittyy rakentamistöitä. Tässä opinnäytetyössä käytiin läpi, mitä rakentamistöissä täytyy ottaa huomioon, jotta kyseinen talotekniikkatyö pystytään suorittamaan.

Talotekniikan aikatauluista tehtiin mallit As Oy Lotanmäki Espoon kohteeseen. Aikataulumallien pohjana käytettiin työmaainsinöörin laatimia yleisaikatauluja, jotka olivat paikka-aikakaaviomuodossa. Nämä aikataulut oli tehty Vico Control -aikatauluohjelmalla. Samaa ohjelmaa käyttäen tehtiin talotekniikka-aikataulut. Talotekniikka-aikataulut tehtiin kolmeen vaiheeseen eli maanrakennus- ja perustusvaiheeseen, runkovaiheeseen sekä sisävalmistusvaiheeseen. Työssä aiemmassa vaiheessa tehtiin selvitys, miten eri talotekniikkatyöt liittyvät rakentamistöihin. Tämän selvityksen pohjalta sijoitettiin talotekniikkatyöt niihin kohtiin, joissa ne suoritetaan. Näin saatiin luotua mallitalotekniikka-aikataulut rakennushankkeen toteutusvaiheen eri vaiheisiin.

Tässä työssä tehdyn selvityksen ja malliaikataulujen avulla saa pohjatiedot sille, miten talotekniikkatyöt liittyvät rakentamistöihin toteutusvaiheen eri vaiheissa. Näiden avulla työmaan aikataulunsuunnittelija saa tietoa siitä, miten talotekniikkatyöt tulisi sijoittaa yleisaikatauluun ja missä vaiheessa ne tulisi toteuttaa. Tästä työstä on apua myös työnjohdolle. Etenkin aloittelevat työnjohtajat saavat tämän työn avulla tietoa siitä, mitä talotekniikkatöitä pitää ottaa huomioon eri rakentamistöihin liittyen. Tässä opinnäyte-työssä saavutettiin ne tulokset, jotka sille oli asetettu.

## Lähteet

Haastattelu: Työmaainsinööri Miko Ahvonen. Vastaava työnjohtaja Juha Honkanen. 5.12.2013

Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 7.2.2014

Haastattelu: Työmaainsinööri Lauri Karjalainen. 14.3.2014

Järvinen, H. Talotekniikkaa Rakentajalle. Rakennustieto Oy 2006.

Kankainen, J. Sandvik, T. Rakennushankkeen ohjaus. 4. painos, Rakennustieto Oy 2002, Saarijärvi.

Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Rakennustieto Oy 2011, Tampere.

LVIA työselostus As Oy Lotanmäki Espoo

Mäki, T. Olenius, A. Koskenvesa, A. Aikataulukirja 2004. Rakennustieto Oy 2003, Tampere.

Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G2-0296

Rakennustieto Oy. Ratu-kortti G3-0297

Rakennustieto Oy. Ratu-kortti H-0298

## Internet-lähteet

Mittaviiva Oy internetsivut:  
[http://www.mittaviiva.fi/ratuflow/1\\_1\\_aikataulusuunnittelu.html](http://www.mittaviiva.fi/ratuflow/1_1_aikataulusuunnittelu.html).

Mittaviiva Oy internetsivut:  
[http://www.mittaviiva.fi/ratuflow/pdf/1\\_2\\_1\\_yleisaikataulu.pdf](http://www.mittaviiva.fi/ratuflow/pdf/1_2_1_yleisaikataulu.pdf).

Mittaviiva Oy internetsivut:  
[http://www.mittaviiva.fi/ratuflow/pdf/1\\_1\\_12\\_paikkaaika\\_periaate.pdf](http://www.mittaviiva.fi/ratuflow/pdf/1_1_12_paikkaaika_periaate.pdf)

Oulunseudun sähkön internetsivut: <https://www.oulunseudunsahko.fi/Sahkoverkko/Rakentajainfo-sahkoliitymiin/Maadoitukset>

Rakennustieto Oy internetsivut: <http://www.rakennustieto.fi/ratu>

Rudus Oy internetsivut: <http://www.rudus.fi/tuotteet/elpohormi>

## Ote Ratu-kortista G2-0296

G2-0296

Menekit

2

## LVV-TÖIDEN AIKATAULUTEHTÄVÄT

Aikataulun tavoitteena on esittää rakennushankkeen eri urakoitsijoiden työsuoritusten ajallinen yhteensovittaminen ja varata urakoitsijoille realistinen työaika. Aikataulu on työsuunnittelun, työvoiman käytön arvioinnin ja hankintojen ajoituksen perusta. Aikataulua laadittaessa kiinnitetään erityistä huomiota eri työvaiheiden riippuvuuksiin toisistaan. Aikataulussa esitetään kriittiset työvaiheet eli ne työvaiheet, jotka voimakkaimmin vaikuttavat suoritusajkaan ja sovitusten välitavoitteiden saavuttamiseen.

## LVV-töiden aikataulunimikkeet:

AIKATAULUNIMIKE	SISÄLTÖ	SUUNNITTELUTASO
Ulkopuoliset putkistot ja liittymät	ulkopuoliset jätevesiviemärit ulkopuoliset sadevesiviemärit ulkopuoliset vesijohdot ulkopuoliset lämpöjohdot	koko rakennus
Kaivot	sadevesikaivot tarkistuskaivot tarkistusputket perusvesikaivo	koko rakennus
Pohjaviemärit	sisäpuoliset pohjaviemärit sisäpuoliset pohjasadevesiviemärit	osajako
Lämmönjakohuoneen asennustyöt	lämmönsiirtimet ja lämmönjakokeskukset lämmönjakohuoneen lämpöjohto-, vesijohto- ja viemäriasennukset polttolaineväri, käsittely- ja syöttölaitteet poltinimet kattilat ja varaajat laitteet ja varusteet hoitotasot tehdasvalmisteiset savupiiput	koko rakennus
Jako- ja kytkentäjohdot (lämpö, vesi, viemäri, jäähdytys)	lj-pohjajohdot lj-kerroshaarotukset (jako- ja kytkentäjohdot) vj-pohjajohdot vj-kerrosjohdot (jako- ja kytkentäjohdot) kerrosviiemärit haaroituksineen kerrossadevesiviemärit jäähdytys (jako- ja kytkentäjohdot) kylpyhuone-elementtien kytkentä	osa/kerrosjako
Nousujohdot (lämpö, vesi, viemäri, jäähdytys)	lj-kerrosnousujohdot vj-kerrosnousujohdot viemärien nousujohdot sadevesiviemärien nousujohdot jäähdytys nousujohdot	osa/kerrosjako
Lämmityspatterit lämpö päälle -valmius Vesi- ja viemärikalusteiden asennus	WC-istuimet, pesualtaat ammeet, suihkuallaat, suihkut pesupöydät ja pesualtaat sekoittimet, hanat, kastelupostiit huuhtelualtaat erityisvesikalusteet kuivaus- ja kiertovesipatterit muut vesi- ja viemärikalusteet	osa/kerrosjako osa/kerrosjako osa/kerrosjako
Eristystyöt	lämmitys- ja talousvesijärjestelmän eristys jäte- ja sadevesiviemärieristykset	osa/kerrosjako
Ilmastointikonehuoneen putkiasennukset	ilmastointipattereiden lämmitysvesiverkosto	koko rakennus
Verkon vesivirtojen säätelytyöt	vesijohtoverkon tasapainotukset lämmitysverkon perussäätö	koko rakennus
Eriysjärjestelmien laite- ja verkostoasennukset	lämmöntalteenotto kylmätekniset järjestelmät kaasuverkostot paineilmaverkostot höyryverkostot palontorjuntalaitteet	koko rakennus
Tarkastukset ja toimintakokeet	laite- ja asennustapata tarkastukset viranomaistarkastukset laitteiden toimintakokeet tarkistusmittaukset ja koekäyttö	koko rakennus

## Ote Ratukortista G3-2097

G3-0297

Menekit

2

## IV-TÖIDEN AIKATAULUTEHTÄVÄT

Aikataulun tavoitteena on esittää rakennushankkeen eri urakoitsijoiden työsuoritusten ajallinen yhteensovittaminen ja varata urakoitsijoille realistinen työaika. Aikataulu on työsuunnittelun, työvoiman käytön arvioinnin ja hankintojen ajoituksen perusta. Aikataulua laadittaessa kiinnitetään erityistä huomiota eri työvaiheiden riippuvuuksiin toisistaan. Aikataulussa esitetään kriittiset työvaiheet eli ne työvaiheet, jotka voimakkaimmin vaikuttavat suoritus aikaan ja sovitusten välitavoitteiden saavuttamiseen.

## Iv-töiden aikataulunimikkeet

AIKATAULUNIMIKE	SISÄLTÖ	SUUNNITTELUTASO
Runkokanavat	pystykanavat	osa/roilo(nousukuilu)/kerrosjako
Haarakanavat	kellarikerrosten kanavat yläpohjan kanavat kerrosten kanavat kylpyhuone-elementtien IV-työt	osa/roilo(nousukuilu)/kerrosjako
Koneasennukset huoneistoihin (hajautettu järjestelmä)	ilmastointikoneet lämmöntalteenotto	osajako
Koneasennukset konehuoneittain	ilmastointikoneet paikalla koottavat koneyksiköt kierrätysilmalaitteet lämmöntalteenotto ilmastoinnin jäähdytyslaitteet väestönsuojalaitteet	konehuone
Päätelaitteasennukset	tuloilmalaitteet poistoilmalaitteet siirto- ja ulkoilmalaitteet	osa/kerrosjako
Eristystyöt	ilmastointijärjestelmien eristykset	osa/kerrosjako
Ilmavirtojen säätö- ja mittaustyöt	urakoitsijan tekemät säädöt ja mittaukset	koko rakennus/ lohko jako
Tarkastukset ja toimintakokeet	laite- ja asennustapata tarkastukset viranomaistarkastukset laitteiden toimintakokeet tarkastusmittaukset ja koekäyttö	osa/koko rakennus

## Ote Ratu-kortista H-0298

H-0298

Menekit

2

## SÄHKÖTÖIDEN AIKATAULUTEHTÄVÄT

Aikataulun tavoitteena on esittää rakennushankkeen eri urakoitsijoiden työsuoritusten ajallinen yhteensovittaminen ja varata urakoitsijoille realistinen työaika. Aikataulu on työsuunnittelun, työvoiman käytön arvioinnin ja hankintojen ajoituksen perusta.

Aikataulua laadittaessa kiinnitetään erityistä huomiota eri työvaiheiden riippuvuuksiin toisistaan. Aikataulussa esitetään kriittiset työvaiheet eli ne työvaiheet, jotka voimakaimmin vaikuttavat suoritusajkaan ja sovitusten välitavoitteiden saavuttamiseen.

## Sähkötöiden aikataulunimikkeet:

AIKATAULUNIMIKE	SISÄLTÖ	SUUNNITTELUTASO
Aluesähköistys	valaistus autopaikoitus aluekaapeloinnit	osa/roilo (nousukuilu)/kerrosjako
Muuntamo	muuntamon kojeistot	koko rakennus/ lohko jako
Kojeisto ja keskusasennukset	pääkeskus ryhmäkeskukset, kuilut ryhmäkeskukset, LVIS valvomon laitteet	osa/kerrosjako
Kaapelihyllyt ja tikkaat	kaapelihyllyt ja tikkaat	osa/kerrosjako
Johdokourut	johdokourut	osa/kerrosjako
Putkitukset	runkoputkitus väliseinäputkitus laskettujen kattojen putkitus erikoiset putkitukset	osa/kerrosjako
Kaapeloinnit	keskusten väliset johdot pinta-asennukset ryhmäjohdot putkiin yleiskaapelointijärjestelmä antennijärjestelmä ovipuhelinjärjestelmä palovarointijärjestelmä kulunvalvontajärjestelmä äänentoistajärjestelmä LV-koneiden johdot kytkennät	osa/nousukuilu/kerrosjako
Rasiakojeiden asennus	varsinaiset kojeet peitelevyt	osa/kerrosjako
Valaisimien asennus	varsinaiset valaisinasennukset lamppujen asennukset	osa/kerrosjako
Sähkölämmitysjärjestelmä	sähköpattereiden asennus kaapeloinnit	osa/kerros/koko rakennus
Mukavuuslämpö	lämmityskaapeli lämmityksen ohjauslaite kaapelointi	osa/kerros/koko rakennus
LV-laitteiden asennukset	LV-laitteiden sähköistys	osa/kerros/koko rakennus
Asennustapaturvaukset ja toimintakokeet	LV-toimintakoe LV-koekäyttö valaistushajaukset muut toimintakokeet sähkölaitoksen tarkastus antennitarkastus telelaitteiden kokeet varavoimakoneiden koekäyttö lopputarkastus	koko rakennus/ lohko jako