



Juuso Oilinki

**PAIKKA-AIKAKAAVION SOVELTUVUUS KERROSTALON RA-  
KENNUSAIKATAULUJEN LAADINTAAN**

**PAIKKA-AIKAKAAVION SOVELTUVUUS KERROSTALON RA-  
KENNUSAIKATAULUJEN LAADINTAAN**

Juuso Oilinki  
Opinnäytetyö  
Kevät 2012  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, tuotantotekniikka

---

Tekijä: Oilinki Juuso

Opinnäytetyön nimi: Paikka-aikakaavion soveltuvuus kerrostalon rakennusaikataulujen laadintaan

Title of thesis: Place-time graph suitability of an apartment building in drawing up schedules

Työn ohjaaja: Antero Stenius

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2012 Sivumäärä: 51 + 15 liitettä

---

Opinnäytetyössä käsiteltiin kerrostalohankkeen ajallista suunnittelua perehtymällä erityisesti työmaan rakennusaikataulujen laadintaan. Opinnäytetyö laadittiin rakennusliike Temotek Oy:lle.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia paikka-aikakaavion soveltuvuutta kerrostalon rakennusaikataulujen laadintaan. Opinnäytetyössä perehdyttiin myös rakennushankkeen aikataulusuunnitteluun, lähtökohtiin aikataulun laatimiselle sekä työmaalla esiintyviin aikataulumuotoihin. Opinnäytetyössä keskityttiin juuri tuotannon aikataulusuunnitteluun.

Opinnäytetyön esimerkkikohteena toimi Temotek Oy:n rakennusvaiheessa oleva asuinkerrostalo asunto-osakeyhtiö Utajärven Jokihovi, johon työssä laadittiin työmaalla tehtyjen jana-aikataulujen rinnalle paikka-aikakaaviot. Opinnäytetyössä tarkennettiin myös työmaalla tehtyjä jana-aikatauluja lisäämällä tärkeimmät sähkö- ja putkityöt aikatauluissa kuvattujen rakennustöiden rinnalle.

Opinnäytetyössä todettiin, että rakennusliikkeillä tulisi olla aikatauluohjelma, joka esimerkiksi hankkeen sisätyövaiheaikataulua laadittaessa muodostaisi automaattisesti myös paikka-aikakaavion. Näin paikka-aikakaavio valmistuisi samalla hetkellä jana-aikataulun kanssa kertoen tuotannon mahdolliset häiriöt havainnollisemmin ja nopeammin kuin jana-aikataulusta käy ilmi.

---

Asiasanat: Rakentaminen, aikataulu, laadinta, paikka-aikakaavio

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 RAKENNUSHANKKEEN AJALLINEN SUUNNITTELU	7
2.1 Rakennushankkeen aikataulu	7
2.2 Rakennushankkeen kestot	8
2.3 Rakennusaikataulun kireys	9
2.4 Tehollisen rakentamisajan määrittäminen	9
2.5 Kohteen jakaminen osakohteisiin	10
2.6 Työtehtävien mitoitus	12
2.7 Riippuvuudet, työjärjestyksen määrittäminen	13
2.8 Tahdistus ja rytmitys	15
2.9 Aikataulutehtävien muodostaminen	17
2.10 Aikataulun esitysmuodot	18
2.10.1 Jana-aikataulu	18
2.10.2 Vinoviiva-aikataulut	19
2.10.3 Valvontavinjetti	22
3 KERROSTALOTYÖMAAN AIKATAULUT	24
3.1 Yleisaikataulu	24
3.2 Alustava yleisaikataulu	25
3.2.1 Alustavan yleisaikataulun lähtötiedot	26
3.2.2 Alustavan yleisaikataulun laadinta	26
3.3 Sopimusyleisaikataulu	27
3.4 Työaikataulu	27
3.5 Rakentamisvaihe aikataulu	29
4 AS. OY UTAJÄRVEN JOKIHOVI	32
4.1 Työmaan toteutus	34
4.2 Jokihovin aikataulusuunnittelun lähtökohdat	37
4.3 Yleisaikataulu	38
4.4 Jokihovin runkovaihe aikataulu	41
4.4.1 Runkovaihe aikataulun muoto	42

4.4.2 Jokihovin varatyökohteet	44
4.5 Sisätyövaihe aikataulu	44
4.6 Aikataulun seuranta ja valvonta	46
5 POHDINTA	48
LÄHTEET	50
LIITTEET	51

# 1 JOHDANTO

Työmaan aikataulu on rakennusalalla yksi keskeisimmistä asioista, jota seurataan ja valvotaan jatkuvasti. Aikataulu suunnitellaankin heti rakennushanketta käynnistettäessä, jo hankesuunnitteluvaiheessa (RT 10–10387. 1989, 4). Aikataulun merkitystä ei voi olla korostamatta, sillä rakennusalalla aikataulussa pysyminen on yksi suuri onnistumisen merkki, joka kertoo hyvin suunnitellusta ja toteutuneesta työstä (Kankainen – Siikanen 2004, 6).

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia paikka-aikakaavion soveltuvuutta kerrostalon rakennusaikataulujen laadintaan. Tarkoituksena on havainnollistaa, helpottaa ja lisätä paikka-aikakaavion käyttöä jana-aikataulun rinnalla laadittaessa rakennusvaiheessa olevan kerrostalon aikatauluja. Opinnäytetyössä kerrotaan myös yleistä tietoa aikataulusta, sen suunnittelusta ja laadinnasta, tarkennuksesta toteutusvaiheessa sekä seurannasta ja valvonnasta.

Opinnäytetyössä perehdytään Temotek Oy:n kerrostalokohteen asunto-osakeyhtiö Utajärven Jokihovin aikataulusuunnitteluun. Opinnäytetyö pitää sisällään kohteen yleisaikataulun, runkoaikataulun sekä sisätyövaiheaikataulun. Kyseiset työmaalla laaditut aikataulut ovat perinteisiä jana-aikatauluja, joiden yhteyteen opinnäytetyössä laaditaan paikka-aikakaaviot. Opinnäytetyössä esitetään paikka-aikakaavioiden hyödyllisyys ja tarpeellisuus työmaan aikatauluseurannan kannalta. Kyseinen kohde on juuri sopiva kuvaamaan esimerkein rakennushankkeen aikataulua asuinrakentamisessa, sillä se sisältää tämän hetken tavanomaiset suunnitteluratkaisut ja työntoteutuksen menetelmät.

## **2 RAKENNUSHANKKEEN AJALLINEN SUUNNITTELU**

Rakennushankkeen aikataulu on työmaan tärkein toteutuksen malli, sillä sen avulla kuvataan realistisesti koko hankkeen eteneminen. Se on tuotannon suunnitelma, joka kertoo tiedoillaan muun muassa yksittäisille työtehtäville asetetut tavoitteet. Tavoitteiden tulee olla realistisia ja toteutettavissa olevia, mitattavia, aikaan ja tuotokseen sidottuja määreitä. (Mäki – Koskenvesa 2007, 18.)

### **2.1 Rakennushankkeen aikataulu**

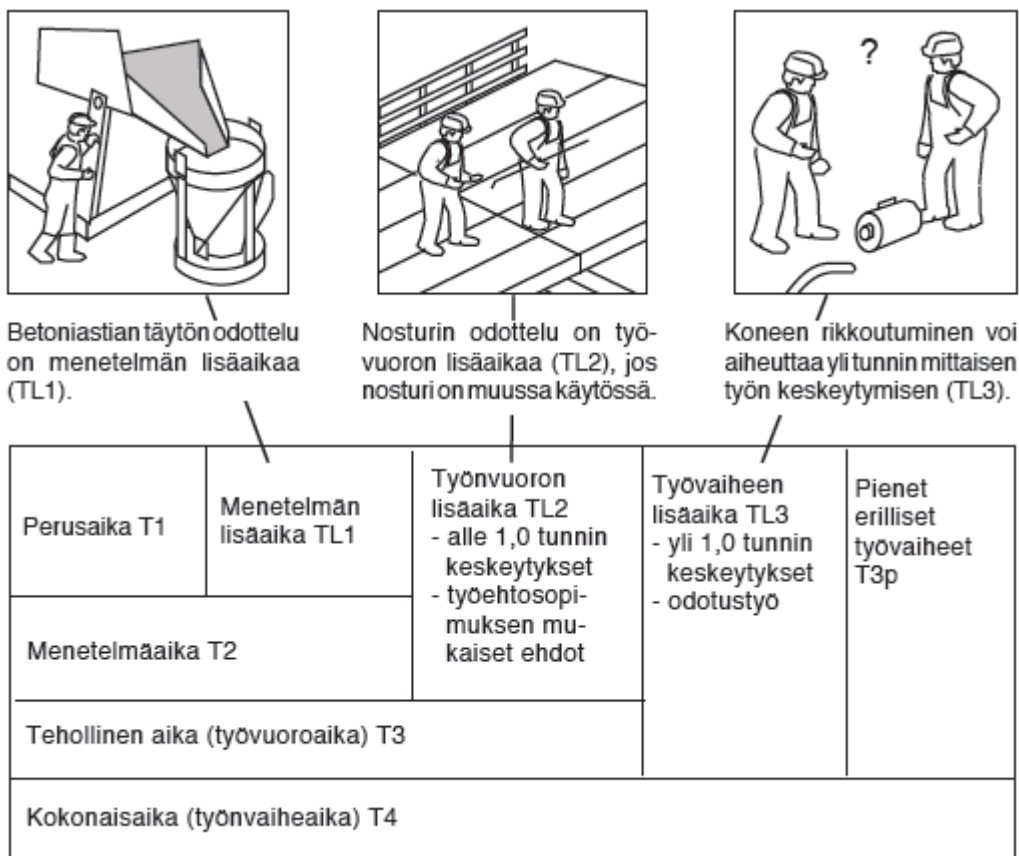
Rakennushankkeen aikataulun tarkoituksena on kuvata hankkeen kulku tuotantoa ohjaten ja valvoen. Erilaisten aikataulumuotojen tulee olla kyseisiä tehtäviä kuvatessaan juuri niihin soveltuvia, tarkkuustasoltaan sopivia ja ymmärrettäviä, mutta myös tavoitteellisia. Kaikkein keskeisintä aikataulun onnistumisen kannalta on päivittää ja tarkentaa uutta tietoa aikatauluun hankkeen edetessä, jolloin tuotannon mahdolliset poikkeamat voidaan huomata aikaisemmin. Näin suunnitelmien ja tilanteiden muuttumiseen osataan varautua ja reagoida. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 62.)

Aikataulu on rakennushankkeelle se tekijä, joka määrittää ja kiinnittää useita hankkeelle tärkeitä tekijöitä. Näitä tekijöitä ovat hankkeen kustannukset, sopimukset ja asiakirjat (esimerkiksi aliurakoitsijat, laadunvarmistus) sekä resurssit koko rakennushankkeen ajaksi. Tämän vuoksi aikataulun suunnittelulle tulee varata riittävästi aikaa, jotta esimerkiksi aliurakoitsijoiden kanssa tehdyt sopimustekniset asiat ja päätökset saadaan sovittua yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 62.)

Rakennushankkeen aikataulun suunnittelutapa noudattaa yleisiä suunnitelmia ja menetelmiä. Aikataulun runko laaditaan yleensä hyvin samalla tavalla kohteesta riippumatta, vain kohteen tiedot muuttuvat. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 62.)

## 2.2 Rakennushankkeen kestot

T4-aika, eli kokonaisaika (työnvaiheaika) kuvaa kaikkia työhön käytettyjä työtunteja sisältäen myös tunnin mittaiset sekä pidemmät työn keskeytykset. Kokonaisaika käytetään kuvaamaan hankkeen kustannuksia ja alustavaa yleisaikataulua. T4-aika (kuva 1) saadaan määritettyä työmenekkeistä kertomalla työvuorajat (T3-ajat) työvaiheen TL3-lisäkertoimella. (Palomäki – Mäki – Koskenvesa 2010, 8.)



KUVA 1. Aikataulukäsitteet (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 63)

TL3-kerroin, eli työvaiheen lisäaikakerroin kuvaa työssä ilmeneviä yli tunnin mittaisia keskeytyksiä. Keskeytykset voivat olla esimerkiksi koneiden rikkoontumisia, odotusaikoja, tapaturmia tai säähaittoja. TL3-kertoimella muutetaan työvuoroaika (T3-aika) työnvaiheajaksi. Tyypillisesti TL3-kertoimet ovat työlajeista riippuen 1.0–1.3. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 63.)

T3-aika, eli työvuoroaika kuvaa työn tehollista aikaa, joka kuluu itse työn tekemiseen. T3-ajat ovat tavoitteellisia työmenekkejä, jotka eivät sisällä yli tunnin



mittaisia työn seisauksia tai odotuksia. T3-aikaa käytetään rakentamisvaihe- ja viikkoaikataulujen sekä tehtäväsuunnitelmien laatimiseen. (Palomäki – Mäki – Koskenvesa 2010, 8.)

### 2.3 Rakennusaikataulun kireys

Aikataulun kireys tutkitaan vertaamalla hankkeen toteuttamiseen laadittua aikataulua aikataululliseen normaalikeston. Normaalikestolla tarkoitetaan rakennussuunnitelmien mukaista ja kohteen laajuuteen verrattavaa tavanomaista rakennusaikaa, josta on vähennetty lomapäivät ja ennalta tiedetyt työn keskeytykset, esimerkiksi arkipyhät. Hankkeen normaalikesto voidaan laskea ajoituskustannusmallin (Poikonen – Kiiras 1989) avulla. Malli laskee kohteen normaalikeston koko työmaan tuotannon laajuuden, eli kokonaistyöpanoksen avulla. (Mäki – Koskenvesa 2007, 20.)

Suurien kohteiden (kokonaistyötuntimäärä yli 10 000 työntekijätuntia) normaalikesto lasketaan kaavalla 1 (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 66).

$$T_N = 4,6 \times \ln(\text{hankkeen kokonaistyötuntimäärä}) - 36,6 \quad \text{KAAVA 1}$$

$T_N$  = hankkeen normaalikesto

Pienempien kohteiden (alle 10 000 työntekijätuntia) normaalikesto lasketaan kaavalla 2 (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 66).

$$T_N = 2 + (3,8 \times \text{hankkeen kokonaistyötuntimäärä} / 10\,000) \quad \text{KAAVA 2}$$

$T_N$  = hankkeen normaalikesto

Kohteen aikataulu on kireä, jos se on yli 20 % lyhyempi kuin kohteen laskettu normaalikesto. Aikataulun kireyttä tutkittaessa on otettava huomioon kesälomat. Jos kohteen aikataulu ylittää sille lasketun normaalikeston, laadittua aikataulua voidaan lyhentää. (Mäki – Koskenvesa 2007, 20.)

### 2.4 Tehollisen rakentamisajan määrittäminen

Hankkeen tehollinen rakennusaika ei ole sama aika kuin hankkeen koko rakennusaika. Hankkeen koko rakennusaika sisältää usein tuotantoa hidastavia ja keskeyttäviä tekijöitä, joita ovat esimerkiksi lomat, arkipyhät, sääolot (pakkanen,

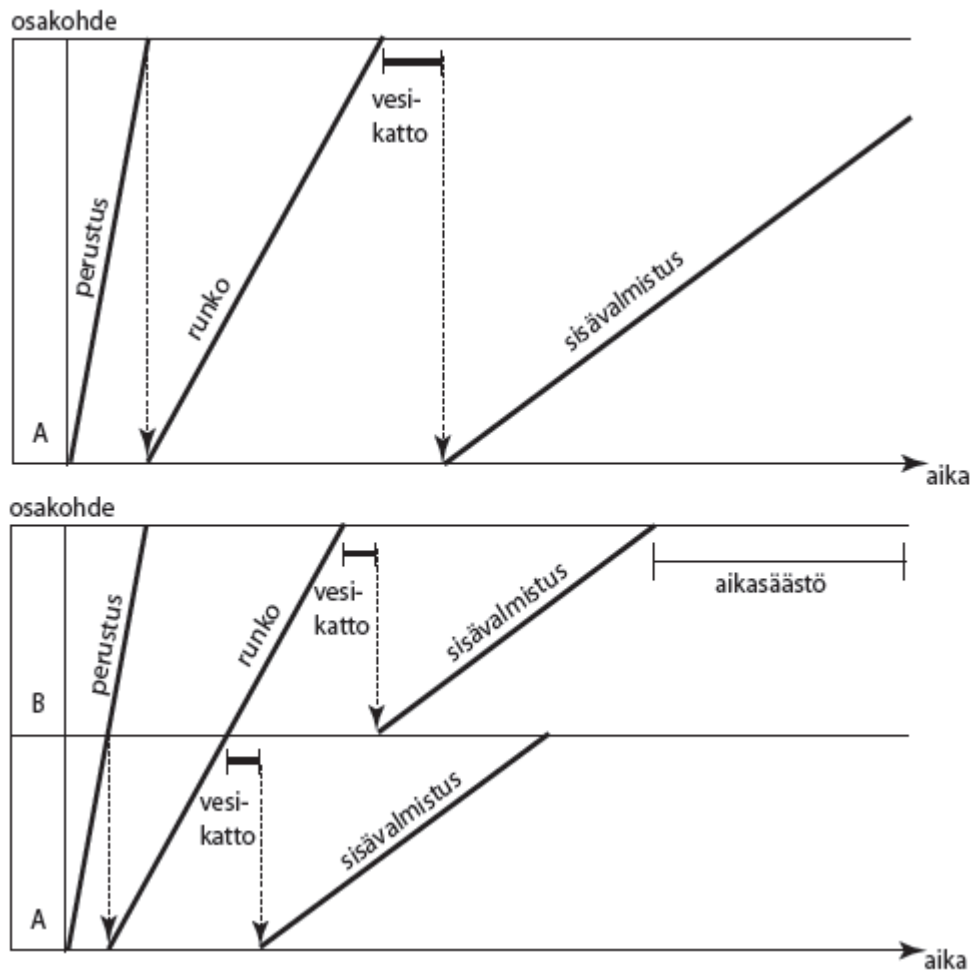
sade, kova tuuli) ja tuotannon häiriöt. Tehollisten työpäivien määrä koko rakennusajasta laskettaessa on suunnittelun alussa: perustusvaiheessa 20 %, runkovaikheessa 30 % ja sisävalmistusvaiheessa 50 %. (Mäki – Koskenvesa 2007, 20 - 21.)

Laadittaessa yleisaikataulua voidaan suunnittelussa käyttää T4-aikoja, mutta tavoitteellisen aikataulun tekee teholliset T3-ajat. Tavoitteellisia, tehollisia T3-aikoja käytetään, kun työ sujuu ilman edellä mainittuja työn keskeytyksiä. Aikataulua ei saa kuitenkaan laatia niin, ettei häiriöitä huomioida. Ne tulee huomioida aikatauluun kyseisissä tehtävissä esiintyvänä häiriöpelivaroina, eli häiriöille varataan aikaa. (Mäki – Koskenvesa 2007, 20.)

Tavanomaisen talonrakennustuotannon aikataulun suunnittelussa häiriöille varattua aikaa voidaan määrittää häiriövarauksilla. Häiriövaraukset ovat kokonaisajasta laskettuna: perustusvaiheen töissä 5 %, runkovaiheen töissä 10 % ja sisävalmistustöissä 2 %. (Mäki – Koskenvesa 2007, 21.)

## **2.5 Kohteen jakaminen osakohteisiin**

Yleensä rakennuskohde jaetaan pienempiin kokonaisuuksiin, jotka ovat lohkoja tai työkohteita (kuva 2). Lohko on rakennuksen fyysinen osa, kuten esimerkiksi rakennus tai rakennuksen osa, jossa työt tehdään kokonaan valmiiksi yhtenä kokonaisuutena. Työkohde on taas lohkon osa, jossa suoritetaan vain yhtä työvaihetta kerrallaan. Kun työvaihe on saatu valmiiksi, työkohde on vapaana seuraavalle työtehtävälle. (Mäki – Koskenvesa 2007, 21.)



KUVA 2. Lohkojaon vaikutus rakennusaikaan (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 73)

Lohkot muodostetaan rakennuskohteesta siten, että tuotantotekniikaltaan erilaiset ja poikkeavat rakennusosat erotetaan toisistaan. Myös suunnitteluratkaisuilla, sijainniltaan ja kerrosluvultaan poikkeavat kohteen osat eritellään omiksi lohkoikseen. Lohkojen välisinä ”rajoina” toimivat moduulilinjat, liikunta- ja työsaumat. Lohko on rakennuksen pystysuuntainen kokonaisuus aina kellarikerroksesta ylimpään kerrokseen saakka. Jokainen lohko on oma kokonaisuus, joka toteutetaan kuin itsenäinen rakennushanke. Lohkon laajuus on tavallisesti 3 000 - 5 000 brm<sup>2</sup>. (Mäki – Koskenvesa 2007, 21.)

Lohkojärjestelyn etuna on se, että työvaihe, esimerkiksi runko saadaan valmiiksi osassa rakennuskohdetta, jolloin voidaan nopeammin aloittaa sisätyövaiheet kyseisissä rakennusosissa. Ilman lohkojakoa runkoa tehtäisiin koko rakennuksen laajuudelta, sisätyövaiheiden odottaessa rungon päättymistä. Ilman erillisiä

lohkoja seuraavat työvaiheet odottaisivat paljon kauemmin omaa vuoroaan käynnissä olevilta töiltä. Lohkojako aikaistaa tehtävien aloitusta ja näin lyhentää koko rakennusaikaa tai vastaavasti pidentää tehtävien välisiä aloitusvälejä, jolloin aikatauluun saadaan häiriöherkkyyttä, pelivaraa ajan suhteen. (Mäki – Koskenvesa 2007, 21.)

Lohkojen keskinäisen suoritusjärjestyksen kertoo Hossin sääntö, joka sanoo, että ensimmäiseksi lohkoksi valitaan se rakennuksen osa, jossa perustus- ja runkovaiheen kesto on lyhin. Säännön mukaan viimeiseksi lohkoksi valitaan se rakennuksen osa, jossa sisätyövaiheiden kesto on jäljelle jääneistä lyhin. (Mäki – Koskenvesa 2007, 21.)

## **2.6 Työtehtävien mitoitus**

Jotta aikataulu voidaan laatia, tulee kullekin työtehtävälle määrittää niiden kestot. Työtehtävien kestot saadaan selville tahdistavan työryhmän työmenekkitiedon tai työsaavutustiedon ja suoritemäärän avulla. Tehtävien perustyöryhmät selviävät Ratu-tiedostoista, mutta hyvin usein työryhmän kokoonpanoa muutetaan työmaan tuotannon tarpeita paremmin kuvaavaksi. Työryhmän koko voidaan myös laskea, mikäli tehtävälle asetettu työn kesto, työmenekki ja kohteen laajuustiedot ovat selvillä. Tavanomaisissa ja tyyppillisissä rakennuskohteissa pyrkimyksenä on, että sama työryhmä jatkaa hankkeen työtehtäviä tehtävästä toiseen. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 78.)

Jokaisen yksittäisen tehtävän työmenekkitieto voidaan määrittää käyttämällä kokemusperäistä tietoa, yrityksen omaa tietoa tai Ratu-tiedostojen antamaa työmenekkitietoa. Muiden urakoitsijoiden työmenekkitiedot ja työryhmät saadaan tiedostoista tai urakoitsijoilta. Niiden realistisuutta tulee verrata Ratu-tiedostojen antamiin tietoihin tai omaan kokemukseen. Työmenekkiä selvittäessä tulee huomioida kohteen tai rakennusosan, käytettävän työmenetelmän sekä olosuhteiden vaikutus tehtävän toteutuksen läpiviemiseksi. Tarvittaessa työmenekkejä voidaan korjata paremmin kohdetta kuvaaviksi tiedoiksi. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 78.)

Kun tehtävän suorit määrä, työryhmä ja työmenekki ovat selvillä, voidaan tehtävälle määrittää kokonaistyömenekki, eli työhön käytettävien työtuntien kokonaismäärä. Tämän jälkeen tehtävän kesto lasketaan jakamalla kokonaistyötuntimäärä työryhmän työntekijöiden lukumäärällä ja kokonaistyövuoron pituudella (normaalisti 8 h/työvuoro). Tehtävän kesto voidaan määrittää myös työsaavutuksen, eli tuotantonopeuden avulla. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 78.)

## **2.7 Riippuvuudet, työjärjestyksen määrittäminen**

Rakennuskohteen työjärjestyksestä suunniteltaessa rakennus jaetaan edellä mainittuihin lohkoihin ja osatyökohteisiin. Lohko- ja osakohdejaon perusteella suoritustajärjestyksestä laaditaan ensimmäinen alustava työnkulkupiirros kuvaamaan tehtävien työjärjestyksestä. (Mäki – Koskenvesa 2007, 22.)

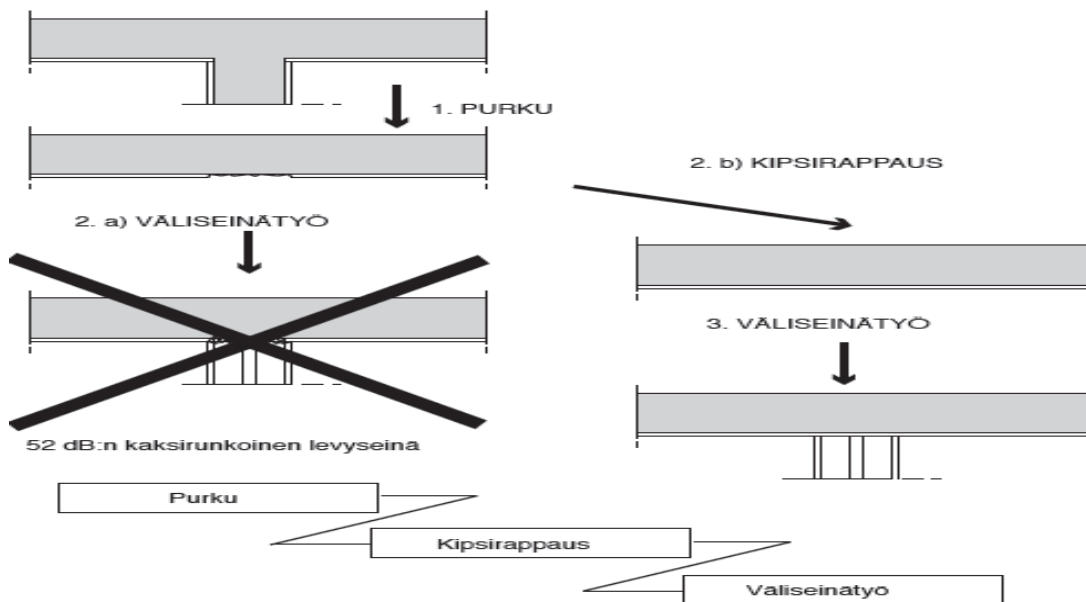
Työmaalla kaikki työvaiheet ovat tavalla tai toisella sidoksissa toisiinsa. Nykyisen työn tekeminen vaikuttaa seuraavaan työvaiheeseen ja edellinen työvaihe on vaikuttanut tähänhetkiseen työhön. Tehtävien välisiä vaikutuksia kuvataan riippuvuuksilla, jotka määrittävät tehtävien keskinäisen työjärjestyksen. Riippuvuudet tulee voida tunnistaa, koska usein työ nähdään vain valmiina kokonaisuutena. Osa riippuvuuksista voidaan havaita jo suunnitelma-asiakirjoista, mutta suurin osa riippuvuuksien havaitsemisista tapahtuu työmaakokemuksella. Tärkeintä olisi luoda itselle selkeä kuva, mitkä asiat ja missä järjestyksessä tekevät valmiin lopputuotoksen. (Mäki – Koskenvesa 2007, 22.)

Tehtävien väliset riippuvuudet voidaan jakaa neljään ryhmään:

1. Luonnolliset riippuvuudet ovat työtehtävien etenemiseen vaikuttavia riippuvuuksia. Ne kuvaavat konkreettisesti tehtävien työjärjestyksen esimerkiksi betoniseinän valmistuksessa. Muottiin on ensin sidottava rauditus, ennen kuin voidaan aloittaa betonointi, ja muotti voidaan purkaa vasta, kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden.
2. Olosuhderiippuvuudet ovat etenkin sopimuksista, sääolosuhteista ja työmaajärjestelyistä johtuvia riippuvuuksia. Sopimusten mukaan ja työjärjestelyn toteutuksen kannalta esimerkiksi sisätyövaihe voidaan aloittaa rakennuksen ylimmästä kerroksesta.

3. Tekniset riippuvuudet aiheutuvat toteutusteknisistä seikoista, joita ovat esimerkiksi rakennuksen valettavien laattojen ja tillijulkisivujen liikunta- ja työsaumat, jotka aiheuttavat sen, että työ täytyy jakaa toteutuksen kannalta useampaan osaan.
4. Resurssiriippuvuudet kuvaavat resurssien siirtymistä työkohteesta ja työtehtävästä toiseen. Esimerkiksi puurungon tehnyt kirvesmiestyöryhmä siirtyy tekemään vesikattoa. Resurssiriippuvuus kuvaa myös sitä, että työryhmä tai nosturin kuljettaja voi tehdä vain yhtä työtä kerrallaan, jolloin kyseiset resurssit ovat käytössä. Esimerkkinä toimii parvekelaattojen elementtiasennustyö, jota voitaisiin tehdä useassa kohteessa samanaikaisesti, mutta resurssiriippuvuus (tässä tapauksessa nosturi) estää tämän. (Mäki – Koskenvesa 2007, 22.)

Työvaiheiden suoritusjärjestystä kuvaavat riippuvuudet voidaan jakaa tehtävien välisiin riippuvuustyyppeihin (kuva 3). Useimmiten riippuvuustyyppit ovat loppu-alkuriippuvuuksia, eli edellisen työvaiheen tulee olla valmiina, ennen kuin seuraava työvaihe voidaan aloittaa. Esimerkkinä mainittakoon raudoitus, jonka tulee olla valmis ennen betonointia. (Mäki – Koskenvesa 2007, 22.)



KUVA 3. Työtehtävien suoritusjärjestystä kuvaavia riippuvuusmalleja (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 81)

Riippuvuustyyppit voivat olla myös alku-alkuriippuvuuksia, eli seuraava työvaihe voidaan aloittaa, kun edellinen työvaihe on aloitettu. Aikaisemman työvaiheen ei tarvitse olla valmis, riittää, että se on aloitettu ja, että seuraava työvaihe ei tavoita sitä. Työt etenevät porrastetusti. Tällainen työ on esimerkiksi väliseinätyö, jossa pystyrunko kulkee levytyksen ja villoituksen edellä. (Mäki – Koskenvesa 2007, 22.)

Väliseinäesimerkkiin liittyy myös loppu-loppuriippuvuus. Ennen kuin väliseinätyö voidaan lopettaa, tulee LVIS-töiden olla valmiina kyseisen väliseinätyön osalta. Edeltävän työtehtävän on valmistuttava ennen seuraavan tehtävän valmistumista. (Mäki – Koskenvesa 2007, 22.)

Alku-loppuriippuvuus on riippuvuus, jossa edeltävä tehtävä on aloitettava, ennen kuin seuraava tehtävä voi loppua. Kyseinen riippuvuus tulee ilmi tehtävissä, joissa työtehtävä luo edellytykset toisen tehtävän onnistumiseksi. Esimerkkinä toimii talvibetonointi, jossa betonia on lämmitettävä ja suojattava kylmältä betonoinnin onnistumiseksi. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 82.)

## **2.8 Tahdistus ja rytmitys**

Tehtävien mitoituksen ja riippuvuuksien määrittelyn jälkeen tehtävät voidaan piirtää aikatauluun. Piirrettäessä tehtävät paikka-aikatauluun voidaan eri tehtävien tuotantonopeuksia ja työtehtäville varattujen työkohteiden riittävyyttä tarkastella ja vertailla hyvin helposti työtehtävien kesken. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84.)

Tahdistuksen tarkoituksena on kehittää työmaalle aikataulullinen suunnitelma, jossa eri työtehtävät etenevät työmaalla samassa tahdissa osakohteesta toiseen ilman tuotannon häiriöitä. Nämä häiriöt johtuvat usein tehtävien erilaisesta tuotantonopeudesta, jolloin voi tulla tilanne, jossa samassa työkohteessa työskentelee useita työryhmiä. Tahdistus pyrkii luomaan täysin erilaisillekin työtehtäville (työmäärä, työn sisältö erilaiset) saman tuotantonopeuden, jolloin edellinen työtehtävä ehtii päättyä työkohteessa, ennen kuin seuraava tehtävä alkaa kyseisessä kohteessa. Tahdistus luo kullekin tehtävälle oman työrauhan työkohteessa. Tahdistuksen toimintaperiaate perustuu riittäviin tehtävien välisiin

aloitus- ja lopetusväleihin sekä erityisesti tehtävien tasaisiin tuotantonopeuksiin. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84.)

Tehtävien keskinäinen tahdistus luodaan tehtävien työsisältöä muuttamalla ja käyttämällä joissakin rakennustöissä suurempaa työryhmää kuin tavanomaisesti käytettäisiin. Muuttamalla työryhmän kokoa vaikutetaan samalla työmenekkiin, koska työnjako muuttuu ammatti- ja aputöissä. Työryhmän muutoksista muodostuukin usein työkauppoja ja –urakoita. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84.)

Tahdistus lasketaan määrittämällä aikataulutehtäville tahdistettava kesto ja määräämällä aloitusväli tehollisen rakennusajan sekä aikataulutehtävien lukumäärän mukaan. Tavanomaisissa rakennuskohteissa aloitusväli on 10 - 15 työvuorua ja tavoitteena on, että työryhmällä on 2 - 4 varatyökohdetta tuotannon häiriöiden varalta. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84.)

Tahdistus lasketaan kaavalla 3 (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84).

$$T_t = T - (n-1) * ta$$

KAAVA 3

$T_t$  = tahdistava kesto

$T$  = tehollinen rakennusaika

$ta$  = tehtäville valittu aloitusväli

$n$  = tahdistettavien tehtävien lukumäärä.

Aloitusvälin riittävyys voidaan tarkistaa kaavalla 4 (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84).

$$T_a = 2 T_t / m$$

KAAVA 4

$T_a$  = aloitusväli

$T_t$  = tahdistava kesto

$m$  = työkohteiden lukumäärä.

Tahdistava kesto kertoo, missä ajassa kaikki työtehtävät tulee suorittaa. Yksittäisen työtehtävän suoritusajaksi voidaan vaikuttaa muuttamalla työryhmien lukumäärää, tehtävien työsisältöä tai työryhmän kokoonpanoa. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 85.)



Asuinrakentamisessa tyypillisimmät tehtävien tahdistusongelmat ilmenevät runko- ja sisävalmistusvaiheen välillä. Runkovaiheen tehtävien tuotantonopeudet ovat hitaita verrattaessa niitä sisävalmistusvaiheen tehtävien tuotantonopeuksiin. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 85.)

Rytmitys auttaa vähentämään työtehtävien välisiä keskeytyksiä, joita usein syntyy, kun täysin erityyppiset tehtävät siirtyvät työkohteesta toiseen. Rytmitystä tehdään:

- siirtämällä tehtävien aloituksia
- käyttämällä työkohteissa erikokoisia työryhmiä
- lisäämällä varatyökohteita
- muuttamalla tehtävien keskinäistä työjärjestystä
- hyödyntämällä suurtehtäviä. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 85.)

## **2.9 Aikataulutehtävien muodostaminen**

Aikataulussa esitettävät tehtävät ovat töitä, jotka tarvitsevat aikaa ja resursseja. Näistä tehtävistä suunnitellaan ja luodaan aikatauluja, jotta ne voitaisiin hallitusti toteuttaa työmaalla tarvittavien määräysten ja suunnitelmien edellyttämällä tavalla. Aikataulutehtävien tulee olla kokonaisuuksiltaan sellaisia, että niitä voidaan ohjata ja valvoa työmaalla. (Mäki – Koskenvesa 2007, 23.)

Työmaalla on tärkeää huomioida kaikkien urakoitsijoiden työtehtävät laadittaessa hankkeelle aikataulua. Näitä työtehtäviä ovat esimerkiksi tontin raivaus, louhinta, perustusten teko ja elementtien asennus. Tehtäviin kuuluu usein varsinaisen työn lisäksi täydentäviä, aloittavia, ylläpitäviä ja lopettavia työsuorituksia. Tällaisia työsuorituksia ovat esimerkiksi materiaalien siirrot, aputyöt, siivous, väliaikaisten telineiden ja kaiteiden asennus ja purku. (Mäki – Koskenvesa 2007, 23.)

Aikataulutehtävät jaetaan tarvittaessa tehtäväkokonaisuuksista erilleen osatehtäviksi, jos ne poikkeavat toisistaan eriaikaisen työn toteutuksen, sijainnin tai työn luonteen perusteella. Tällaisia tehtäviä voivat olla esimerkiksi kerrostalon runkorakenteiden teko, jotka ovat jaettu kerroskohtaisiksi tehtäviksi. (Mäki – Koskenvesa 2007, 23.)



Jotta jana-aikataulu olisi käyttökelpoinen, tulee työmaan tehtävät jakaa sopiviin paloihin, työkokonaisuuksiin. Tällaisia kokonaisuuksia ovat esimerkiksi sisätyö- vaiheesta alakattotyöt, laatoitus, mattotyöt ja väliovet. Jokaiselle työkokonai- suudelle määritetään aloitus- ja lopetushetki. Kun työtehtävien aloitus- ja lope- tushetket ovat selvillä, saadaan näiden kahden hetken välisestä ajasta työsuoi- ritteen ajallinen kesto. Jana-aikataulussa tehtävien suoritusta ja toteutumaa voi- daan seurata esimerkiksi värittämällä toteutuneet osat tai asettamalla nykyhet- ken viiva aikatauluun, josta selviää aikataulun tämänhetkinen tilanne. (Kosken- vesa – Sahlstedt 2011, 21.)

Jana-aikatauluun voidaan tehtävänimikkeiden ja kestojen lisäksi sijoittaa muita- kin hankkeelle tärkeitä tietoja, kuten tehtävien suoritelmäärät, työmenekit, työ- saavutukset sekä esimerkiksi työryhmät. Lisäksi aikatauluun voidaan lisätä myös välitavoitteita, kuten ”lämpö päälle”, jota kuvataan pystysuoralla viivalla. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 22.)

Jana-aikataulun huonoina puolina ovat niiden puutteet aikataulun laadun tarkas- teluun ja tuotannon valvontaan. Jana-aikataulussa ei voi esittää selkeästi ja ha- vainnollisesti tehtävien kulkua ajan ja paikan suhteen. Jos tehtävät halutaan sitoa paikkoihin, tulee jana-aikataulun lisäksi tehdä paikka-aikakaavio, jossa tehtävät ovat sijoitettu paikkakohtaisesti. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 22.)

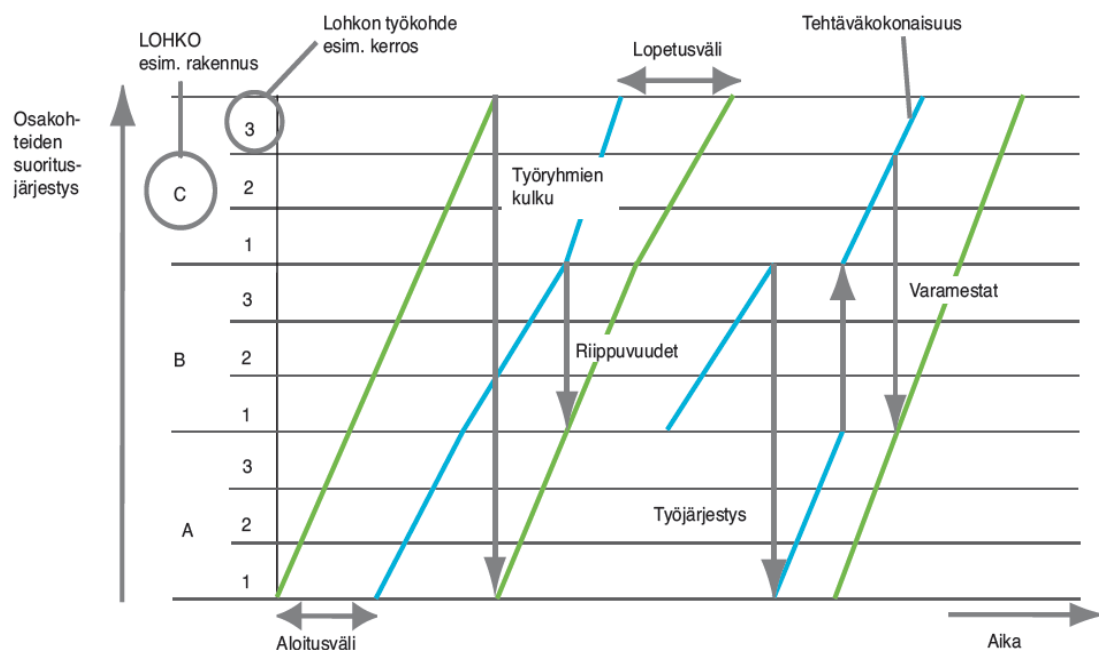
### **2.10.2 Vinoviiva-aikataulut**

Suomessa käytössä olevia vinoviiva-aikataulumuotoja ovat edellä mainittu paik- ka-aikakaavio ja tuotantoaikakaavio. Paikka-aikakaavio kuvaa työtehtävien ajan ja paikan suhdetta tuotannon etenemiseen, ja tuotantoaikakaavio kuvaa tuotan- non etenemistä ajan ja tuotannon suhteessa. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 25.)

Paikka-aikakaavion laadintaa varten kohde, esimerkiksi kerrostalo pilkotaan pienempiin osakokonaisuuksiin esimerkiksi rappuihin (A, B ja C) ja kerroksiin (1, 2 ja 3). Näille osakokonaisuuksille valitaan loogisin suoritusjärjestys kohteita toisiinsa vertaamalla ja arvioimalla kohteiden välisiä riippuvuuksia. Lisäksi tuo- tannon tehtävät jaetaan ja eritellään pienempiin kokonaisuuksiin. Tehtävien suoritusjärjestys luodaan kriittisen polun tapaan, eli tehtävien väliset riippuvuu-

det tarkastetaan ja jokaisen työtehtävän kesto ja resurssit arvioidaan huolellisesti. Näin tehtävät saavat oikean järjestyksen. Paikka-aikakaavioon ei sisällytetä kaikkia kohteen työtehtäviä, vain resursseiltaan ja ajankäytöltään kriittiset ja merkittävät tehtävät. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 25.)

Paikka-aikakaaviota kuvataan taulukolla (kuva 5), joka laaditaan siten, että pystyakselille sijoitetaan kohteen pienemmät osakohteet esimerkiksi kerrokset ja vaaka-akselille sijoitetaan tehtävien kesto, eli aika. Aika ilmoitetaan työviikkoina tai työvuoroina (työpäivinä). Paikka-aikakaavioon piirretään tehtävät vinoviivoin ajan ja paikan suhteen. Viivan kaltevuus kertoo tehtävän tuotantonopeuden, ”mitä jyrkempi viiva, sitä nopeampi työvaihe”. Tehtävien viivat osoittavat ajan lisäksi myös tehtävien suoritusjärjestyksen sekä tehtävien väliset aloitus- ja lopetusvälit. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 25.)



KUVA 5. Paikka-aikakaavion periaate (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 25)

Jana-aikataulun lisäksi myös paikka-aikakaavioon voidaan sisällyttää sopimusteknisiä seikkoja, jotka vaikuttavat aikataulun laadintaan. Tällaisia seikkoja voivat olla kohteelle määritetyt välitavoitteet, luovutukset ja katselmukset. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 26.)

Paikka-aikakaavion etuna on se, että sillä voidaan esittää jokaisen tehtävän tuotantonopeus sekä aika ja paikka. Näiden etujen ansiosta paikka-aikakaavio mahdollistaa täysin erilaisten töiden tahdistamisen, eli niiden yhteensovittamisen vastaamaan kohteen tuotannon kulkua. Paikka-aikakaavio kuvaa selkeästi ja havainnollisesti tuotannon mahdolliset ongelmakohdat. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 26; Kankainen – Siikanen 2004, 6.)

Paikka-aikakaavion esittämä ajan ja paikan tieto kertoo myös, mitä työtehtäviä kulloinkin tehdään rakennuksen eri osakohteissa. Tämä on tärkeää, sillä jo aikataulun suunnitteluvaiheessa voidaan sanoa, menevätkö tuotannon tehtävät mahdollisesti toistensa päälle vai onko tehtävillä riittävästi joustoa toisiinsa nähden mahdollisia häiriöitä varten. Tehtävien päällekkäisyys tarkoittaa, että useita tehtäviä tehdään samassa paikassa, jolloin tehtävät ovat toistensa tiellä. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 26.)

Paikka-aikakaaviota käytetään usein koko hanketta kuvaavana yleisaikatauluna, mutta se soveltuu myös erillisten tuotannon tehtävien ajalliseen suunnitteluun, seurantaan ja ohjaukseen. Paikka-aikakaavion käytettävyys aikatauluna on erittäin hyvä hyödynnettäessä sitä tuotannon tehtävien aikatauluttamisessa. Paikka-aikakaavio antaa tiedot tehtävien tuotantonopeudesta, aloitus- ja lopetusajankohdista, suoritusjärjestyksestä ja töiden mahdollisesta tahdistamisesta sekä tehtävien suorituspaikoista. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 26.)

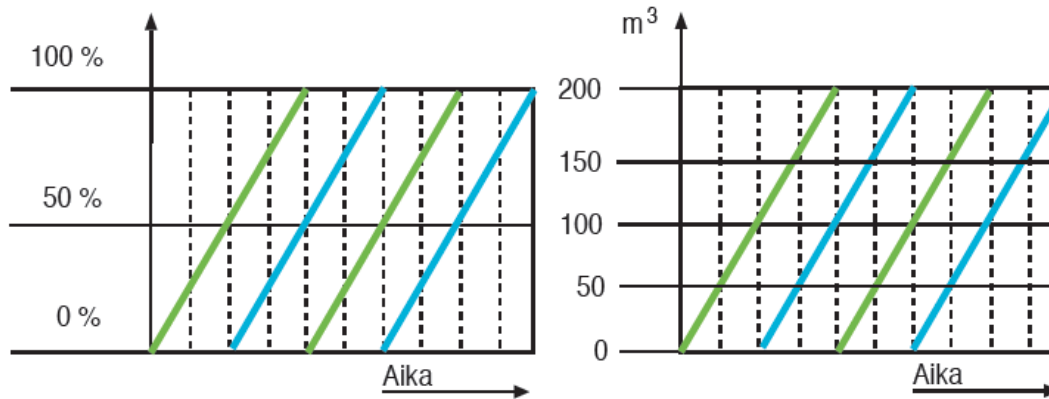
Tuotantoaikakaavion (kuva 6) rakenne on taulukko, jossa vaaka-akselilla kulkee kohteen toteutusaika ja pystyakselilla valmistuneen tuotannon määrä tai valmiusaste. Määrätieto on tuotantoaikakaavion oleellisin ja tärkein lähtötieto. Valmiusaste prosentti ilmoittaa aikataulutehtävän toteutuneen määrän suhteen tehtävän kokonaistymäärään. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 27.)

Valmiusaste prosentti lasketaan kaavalla 5 (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 27).

$VA \% = \text{tehty määrä} / \text{kokonaistymäärä} * 100 \%$ .

**KAAVA 5**

VA % = valmiusaste prosentti



KUVA 6. Esimerkkejä tuotantoaikakaaviosta (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 27)

Tuotantoaikakaaviota käytetään usein yksittäisen työtehtävän tuotantonopeuden valvontaan. Kaavio näyttää selkeästi, paljonko tehtävää työtä on jäljellä ja vastaako tehtävän tuotantonopeus suunniteltua nopeutta. Tuotantoaikakaaviolla nähdään, pysyykö tehtävän suoritus ennalta suunnitellussa aikataulussa vai ei. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 27.)

### 2.10.3 Valvontavinjetti

Valvontavinjetti on kuva tai matriisi, josta voidaan helposti ja nopeasti tarkastaa työvaiheiden tämänhetkiset valmiusasteet. Valvontavinjetti kertoo, onko kyseinen tehtävä jo tehty, onko se parhaillaan menossa vai onko sitä vielä aloitettu. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 30.)

Matriisissa (kuva 7) kerrotaan suunnitellut työt ja osakohteet sekä niiden aloitus- ja lopetusajankohdat. Työn eteneminen merkitään matriisiin raksein, vinoviivoin sekä värien avulla. Kun työt ovat kohteessa aloitettu, vedetään ruudun läpi poikkiviiva, ja kun työt ovat päättyneet, vedetään ruudun yli toinen viiva. Ensimmäinen poikkiviiva voidaan piirtää myös silloin, kun 50 % osakohteen töistä on valmiina. Jos valvontavinjetin tehtävien toteutumista merkitään värein, ovat värit tyypillisesti vihreä, sininen ja punainen. Vihreä väri kertoo kohteen olevan valmis, sininen sen, että kohde on aloitettu ja työt ovat käynnissä, ja punainen kertoo töiden olevan myöhässä. Valvontavinjetti auttaa seuraamaan kohteiden sitoutumista ja vapautumista etenkin peräkkäisten tehtävien osalta, jolloin voidaan ohjata tehtävien oikea-aikaista kulkua tuotannon sujuvuuden turvaamiseksi. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 30 - 31; Kankainen – Siikanen 2004, 20.)

Tehtävä	Kerros ja B-porras					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Kiviväliseinät	5	5	7	7	12	12
	6	7	7	11	12	12
Betonipintojen jälkityö	10	10	11	12	13	13
	11	11	12	12	13	14
Levyväliseinät ja -katot	11	11	12	14	16	17
	11	12	13	15	17	17
Lattialaatoitus	14	14	13	18	17	17
	14	14	14	18	18	17
Tasoitetyöt	17	16	14	21	20	18
	18	17	16	23	21	20

ei ajankohtainen

ajallaan

etuajassa

jäljessä

työtä ei aloitettu

työstä tehty 50 %

työ valmis

KUVA 7. Valvontavinjettikuva, jossa on hyödynnetty värejä ja rasteja (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 31)

### **3 KERROSTALOTYÖMAAN AIKATAULUT**

Työmaan aikataulussa pysyminen on hankkeen tuotannon ohjauksen perusta. Aikataululla on välitön vaikutus hankkeen kustannuksiin, laatuun sekä turvallisuuteen. Tuotannon pysyessä suunnitellussa aikataulussa töitä voidaan tehdä kustannustehokkaasti ilman kiirettä, laadun ja turvallisuuden pysyessä hyvällä tasolla. Oikeilla aikataulutekniikoilla voidaan tehostaa niin aikatauluihin sidottujen välitavoitteiden merkitystä kuin aikataulupoikkeamiin reagoimista riittävän nopeasti. (Kankainen – Siikanen 2004, 6.)

#### **3.1 Yleisaikataulu**

Yleisaikataulun tarkoituksena on esittää selkeästi koko hankkeen suunniteltu työnkulku. Yleisaikataulun ulkomuoto voi olla hyvin erilainen kohteista riippuen. Yleisaikataulu saakin muodot rakennuttajan aikataulusuunnittelusta, jossa esitetään pääurakoitsijalle rakennushankkeen työvaiheiden ajoitukset ja niiden kestot. (Mäki – Koskenvesa 2007, 27.)

Pääurakoitsija luo rakennuttajan esittämästä aikataulusuunnitelmasta oman työmaan toteutusta ja ajoitusta vastaavan aikataulumallin, yleisaikataulun. Yleisaikataulussa ovat esitettynä kohteen pääresurssit, jotka ovat lähtötietoina tuleville resurssisuunnitelmille, kuten henkilöstö-, kalusto- ja hankintasuunnitelmille. Yleisaikataulun pääresursseista muodostuvat myös kohteen tarkemmat aikataulut, kuten rakentamisvaihe- ja viikkoaikataulut. (Mäki – Koskenvesa 2007, 27; Kankainen – Siikanen 2004, 14.)

Työmaan tärkein ja keskeisin aikataulu on yleisaikataulu, sillä se on useiden rakennushankkeessa mukana olevien osapuolten yhteinen informaatioväline ja työnjohdon valvonnan peruste. Onnistuneen työn tuloksena on se, että suunnitelma- ja hankinta-aikataulu toimivat yhdessä työmaan yleisaikataulun kanssa. (Mäki – Koskenvesa 2007, 27.)

Ennen kuin rakennustyöt aloitetaan, tulee yleisaikataulun olla valmis. Yleensä yleisaikataulu laaditaan urakasopimuksen jälkeen tai sitten, kun päätös rakentamisen aloittamisesta on tehty. Yleisaikataulun laadintaan osallistuvat työpääl-

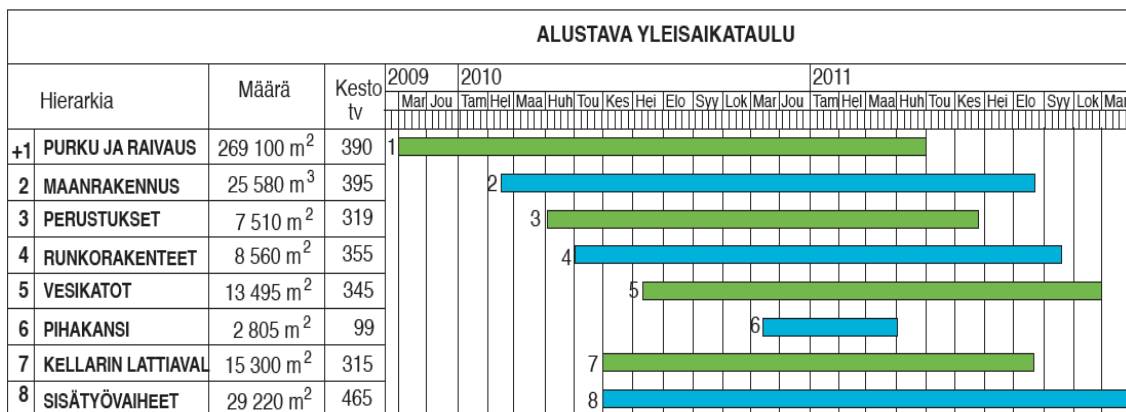


likkö, työsuunnittelija tai työmaainsinööri sekä vastaava työnjohtaja. (Mäki – Koskenvesa 2007, 27.)

Työmaan yleisaikataulu perustuu kolmeen aikataulumuotoon, jotka poikkeavat toisistaan ajankohdiltaan, sisällöiltään sekä käyttötarkoituksiltaan. Kyseiset aikataulumuodot ovat alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu sekä työaikataulu. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 43.)

### 3.2 Alustava yleisaikataulu

Ennen rakentamispäätöstä tai urakkatarjouksen antamista päätoteuttaja laatii hankkeelle alustavan yleisaikataulun (kuva 8). Alustava yleisaikataulu laaditaan vain karkealla pääpiirteet-esittävällä tasolla, mikä antaa ennakkokuvaa tulevista päätyövaiheista ja niiden etenemisestä. Alustava yleisaikataulu toimiikin rakennuttajan ja päätoteuttajan välisenä työkaluna, jolla nähdään, miten hankkeen työvaiheet sopivat rakennuttajan hankesuunnitteluvaiheessa esittämiin lähtötietoihin ja ylipäätään koko rakennusaikaan. Näin voidaan päätellä tulevan hankkeen aikataulullista kireystasoa eli sitä, onko aikataulu tavanomainen vai erityinen hanketta vastaaviin kohteisiin verrattuna. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 43.)



KUVA 8. Esimerkki alustavasta yleisaikataulusta (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 44)

Alustavan yleisaikataulun pääasiallinen käyttötarkoitus on tuotannosuunnittelun erilaisten vaihtoehtojen tutkiminen ja vertaileminen. On tärkeää, että hankkeen vaihtoehtoisia toteutustapoja vertaillaan, jotta hankkeen ajankäyttöä voi-

daan vertailujen perusteella jakaa mahdollisimman tehokkaasti suunnittelun, hankintojen ja toteutuksen kesken. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 43.)

Alustavalla yleisaikataululla nähtäviä ja arvioitavia tekijöitä ovat

- aikataulun kireys
- vaadittavien välitavoitteiden toteutuminen
- työvaiheiden ajoittumiset (vuodenajat)
- aikaan sidotut työmaan kustannukset ja yhteiskustannukset
- tarvittava henkilöstö ja kalusto
- tärkeimpien alihankkijoiden ja materiaalitoimittajien toimitusajat (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 43).

### **3.2.1 Alustavan yleisaikataulun lähtötiedot**

Jotta alustavasta yleisaikataulusta saataisiin toimiva kokonaisuus, tulee rakennuskohteeseen perehtyä huolellisesti. Alustavaa yleisaikataulua suunniteltaessa tulee hankkeen lähtötiedot olla selvillä. Tällaisia lähtötietoja ovat tarjouspyyntöasiakirjat, joista hankekohtaisia asiakirjoja ovat kaupalliset ja tekniset asiakirjat. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 43; RT 16–10768 2002, 1.)

Kaupallisista asiakirjoista urakkaohjelma määrittää kohteen laadunvarmistuksen, mahdolliset sakolliset välitavoitteet sekä urakka-aikaa koskevat asiat. Urakkarajaliite on myös tärkeä kaupallinen asiakirja alustavaa yleisaikataulua laadittaessa. Urakkarajaliitteen avulla urakoitsija muodostaa selkeät rajat suoritusvelvollisuuksistaan ja näin myös urakkahintaansa vaikuttavista tekijöistä. Teknisiä asiakirjoja ovat hankkeen työpiirustukset, rakennus- ja työselostukset. Teknisistä asiakirjoista käyvät ilmi kaikki tärkeät rakennuskohteen mitattavat osat, kuten laajuus. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 43; RT 16–10768 2002, 1.)

### **3.2.2 Alustavan yleisaikataulun laadinta**

Alustavan yleisaikataulun laatimiseksi valitaan työmaan tärkeimmät tehtävät (20 - 40) ja luodaan niistä aikataululuonnos. Kyseiset tehtävät valitaan rakennuskohteen rakennussuunnitelmien, rakennuskuvien ja työpiirustusten sekä kokemuksen perusteella. Kullekin työtehtävälle määritetään aloitus- ja valmis-

tusajankohta sekä esitetään myös koko hankkeen valmistumisajankohta ja asetetut välitavoitteet. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 44.)

Tehtäväluettelon lisäksi aikatauluun merkitään kunkin tehtävän määrä ja yksikö, jotka saadaan määräluettelosta. Jokaiselle tehtävälle määritetään resurssit ja työmenekit, joiden lähtötietoina voivat toimia yrityksen omat tiedostot, kokemusperäinen tieto tai Ratu-tiedostot. Lähtötieto tulee merkitä aikatauluun, jotta tiedetään, millä perusteella ja tiedoin aikataulu on laadittu. Lopuksi menekkitietojen perusteella lasketaan ja määritetään kullekin tehtävälle työn kesto kokonaisuutena (T4-aika). (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 44.)

Alustavan yleisaikataulun esitystapana toimii yleisimmin jana-aikataulu tai paikka-aikakaavio. Laadittaessa aikataulua tulee suunnittelussa ehdottomasti ottaa huomioon työn seisaukset, kuten pakkaspäivät, arkipyhät ja työehtosopimuksen mukaiset vapaapäivät. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 44.)

### **3.3 Sopimusyleisaikataulu**

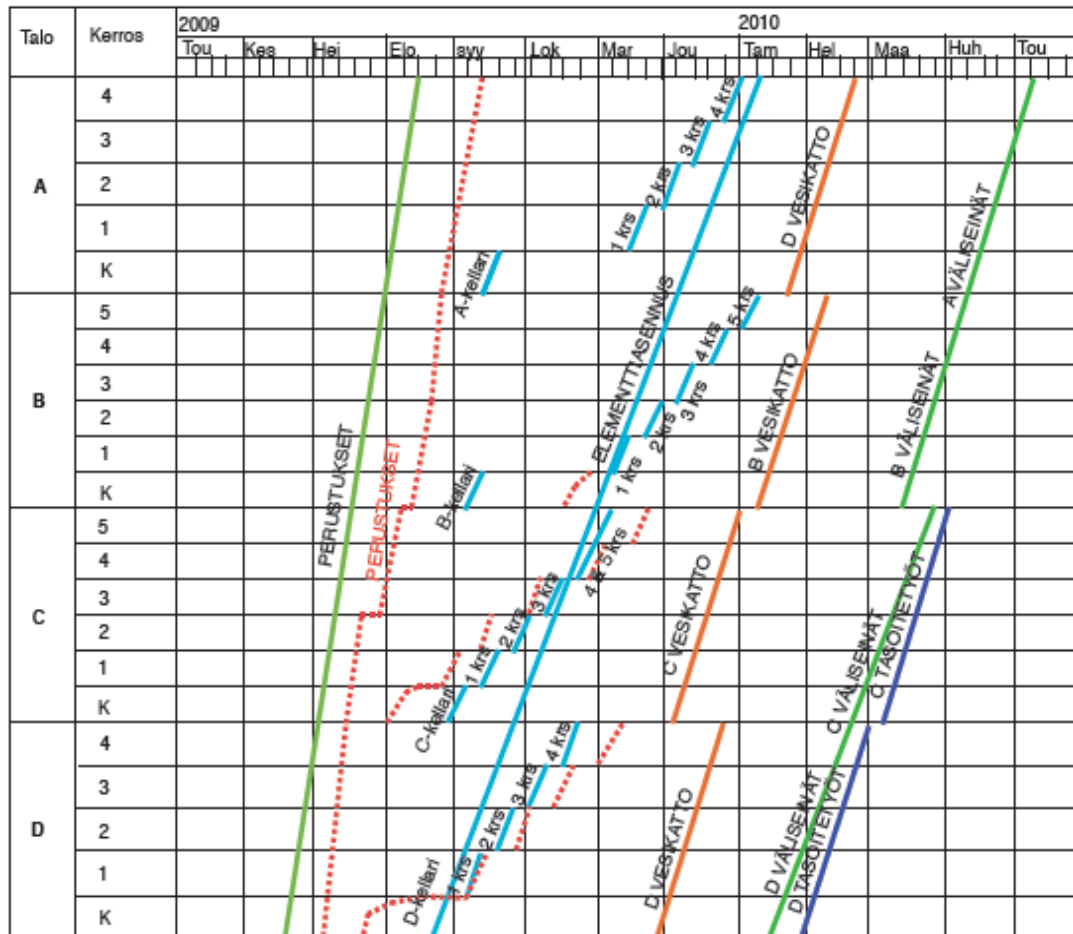
Tarvittaessa alustavasta yleisaikataulusta voidaan laatia sopijaosapuolten hyväksymä sopimusyleisaikataulu. Sopimusyleisaikataulu voi olla uudelleen muokattu ja tarkennettu versio alustavasta yleisaikataulusta. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 45.)

Sopimusyleisaikataulu on rakenteeltaan hyvin samanlainen alustavan yleisaikataulun kanssa. Siitä löytyvät hankkeen tärkeät sopimuksin sidotut ajankohdat töiden aloitus- ja valmistuspäivineen sekä välitavoitteineen. Myös sopimusyleisaikataulu perustuu kokonaisuutena. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 45.)

### **3.4 Työaikataulu**

Työaikataulu laaditaan alustavan yleisaikataulun tai sopimusyleisaikataulun pohjalta, kun pääurakoitsija tarkentaa aikataulusuunnittelua eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittamista varten. Työaikataulu toimiikin työmaalla urakoitsijoiden välisenä yhteisenä aikatauluna. Työmaalla työaikataulua tyypillisesti kutsutaan yleisaikatauluksi. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 45.)

Työaikataulussa tehtävät ovat suunniteltu tarkemmin ja jaoteltu lohkoihin tai osakohteisiin (kuva 9). Lisäksi työaikataulu sisältää myös talotekniikkatöiden merkittävimmät tehtävät. Työaikataulun päätarkoituksena on toimia koko työmaan yhteisenä aikataulullisena valvonnan ja ohjauksen välineenä, joka kertoo hankkeen osapuolille keskeiset työvaiheet, tapahtumat, resurssit ja tehtävien kestot. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 45.)



KUVA 9. Esimerkki työaikataulusta paikka-aikakaavion muodossa (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 47)

Työmaalla muut aikataulut perustuvat työaikatauluun. Työaikataulu pyritään saamaan mahdollisimman pian valmiiksi, kun talotekniset työt on aloitettu. Työaikataulun lähtötietoina käytetään jo tehtyä alustavaa yleisaikataulua tai sopimusyleisaikataulua. Työaikataulu poikkeaa kahdesta edellä mainitusta siten, että se ei perustu kokonaisaikoihin (T4-ajat), vaan tehollisiin työvuoroaikoihin (T3-ajat). (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 45.)

Työaikataulussa työtehtävät ja niiden ajoitukset laaditaan alustavaa yleisaikataulua yksityiskohtaisemmiksi ja tarkemmiksi. Tämä on työn toteutuksen ja valvomisen kannalta tärkeää, koska esimerkiksi alustavassa yleisaikataulussa kohdassa runko voi olla useita työtehtäviä. Työtehtävät voivat olla paikalla valetavan seinän muotti-, rauditus- ja betonointityötä tai elementtien asennusta ja niiden saumausta. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 46.)

Työaikataulussa työtehtävät järjestetään loogiseen toteutusjärjestykseen. Tehtävät jaetaan myös lohkoihin ja osakohteisiin ja tehtävien eteneminen suunnitellaan niin, että tehtävien välille jätetään pelivaraa, eli aikaa mahdollisille häiriöille, jotta häiriöt eivät vaikuta rakennuksen valmistumisajankohtaan. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 46.)

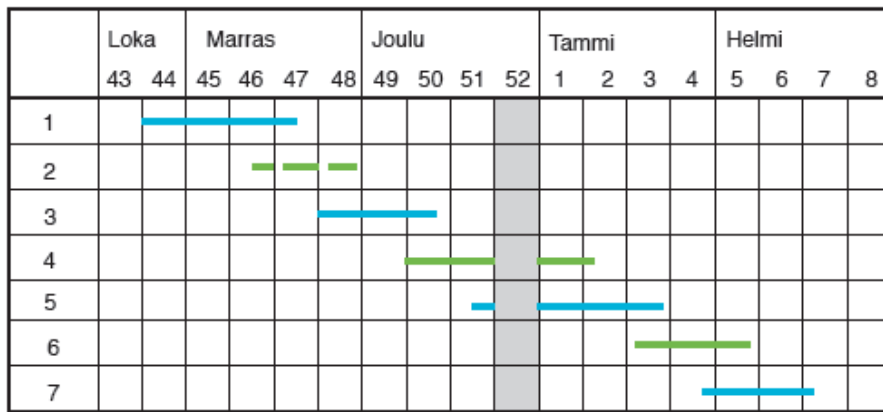
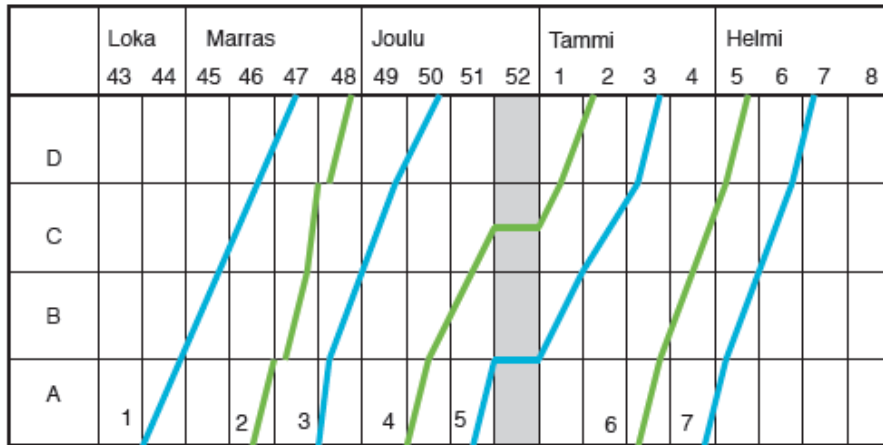
Hyvän työaikataulun tunnusmerkkejä eivät ole aikataulussa esitettävien tehtävien suuri lukumäärä, vaan aikataulun selkeys ja havainnollisuus. Työaikataulussa tulee esittää tehtävien aloitus- ja valmistumispäivämäärien lisäksi asetetut välitavoitteet sekä luovutustoimenpiteet. Lisäksi työaikataulun tulee ottaa kantaa esimerkiksi rakenteiden kuivumiseen. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 47.)

Työaikataulun esitystapoina ovat jana-aikataulu ja paikka-aikakaavio. Työaikataulusta voidaan tehdä myös vinjettikuva, jolla voidaan seurata esimerkiksi kohteen sisätyövaiheiden valmistumista. Työn tämänhetkistä tilannetta voidaan seurata selkeästi paikka-aikakaavion avulla, jolla nähdään heti, etenevätkö tehtävät niille asetetuissa puitteissa vai ei. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 47.)

### **3.5 Rakentamisvaiheaikataulu**

Työaikataulusta voidaan laatia lähtötietojen tarkennettua rakentamisvaiheaikataulu (kuva 10). Rakentamisvaiheaikataulun tarkoituksena on työaikataulussa esitettyjen tavoitteiden saavuttaminen. Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan yleensä 2 - 6 kuukauden mittaisille rakentamisvaiheille. (Mäki – Koskenvesa 2007, 28.)

Rakentamisvaiheaikataululla kuvataan yleensä maanrakennus-, perustus- ja runko- sekä sisätyövaiheita. Hyvin usein myös viimeistely- ja luovutusvaiheista muodostetaan rakentamisvaiheaikataulut. (Mäki – Koskenvesa 2007, 28.)



- 1 Väliseinät
- 2 Pintabetoni
- 3 Tasoite / maalaus
- 4 Kalusteasennus
- 5 Mattotyöt
- 6 Sisäovet / lisat
- 7 Loppusiivous

KUVA 10. Rakentamisvaiheaikataulu esitettyinä paikka-aikakaaviona ja jana-aikatauluna, esimerkkinä sisävalmistusvaiheen työt (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 55)

Vaihesuunnitelma laaditaan aina tiettyä ajanjaksoa kohti ja tavoitteena on jonkin työtehtävän valmistuminen sille asetettuihin tavoitteisiin nähden. Tällainen tehtävä voi olla esimerkiksi parveke-elementtien asennuksen aloittaminen ja sen läpivieminen ensimmäisestä kerroksesta aina ylimpään kerrokseen. Vaihesuunnitelmassa tulee huomioida paitsi kyseinen tehtävä, mutta myös tehtävää edeltävät työvaiheet, jotka tulee olla valmiina ennen varsinaista tehtävää. Parveke-elementtien asennuksissa edeltäviä työvaiheita ovat esimerkiksi rakennuksen runkorakenteet. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 55.)

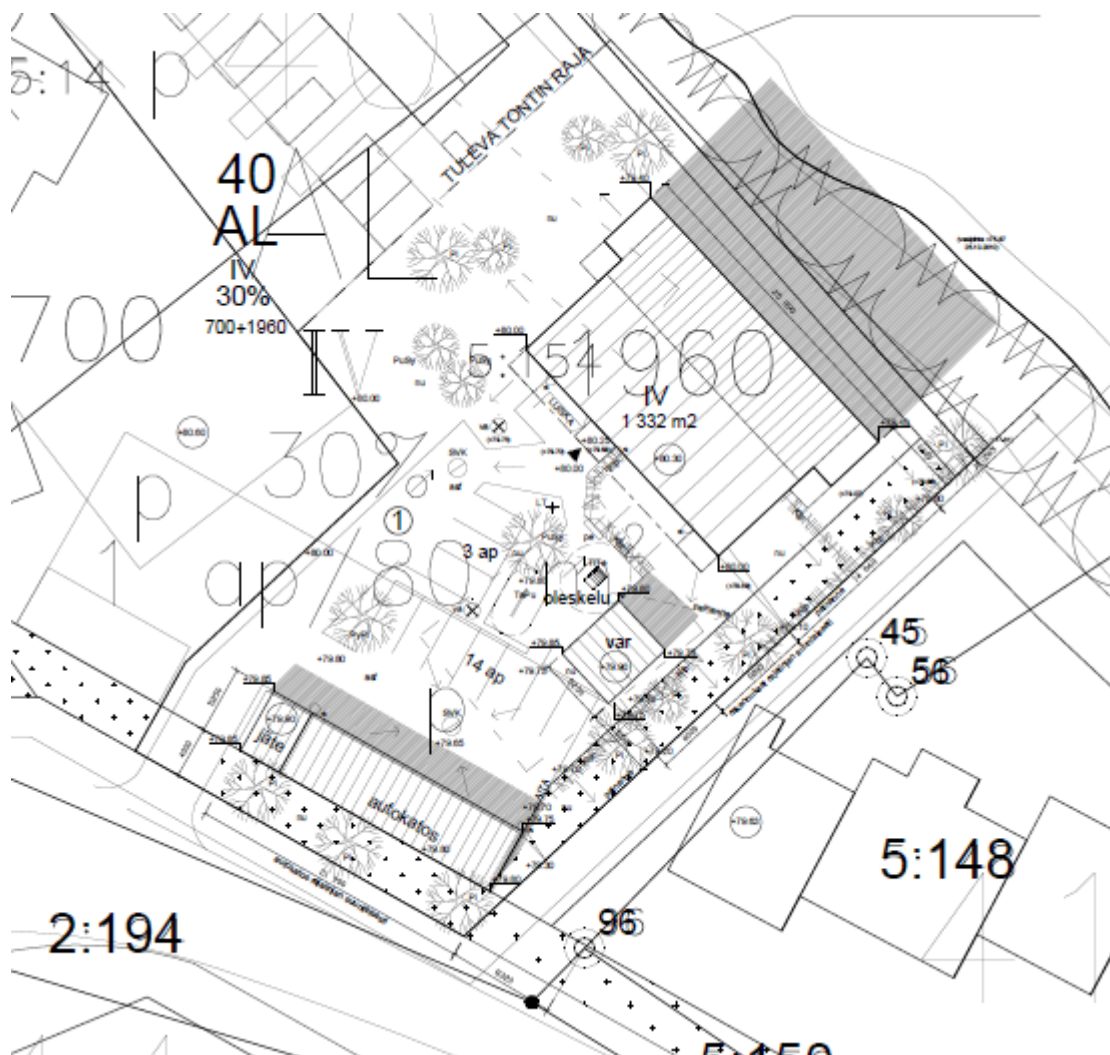
Rakentamisvaihe aikataulun tärkeimpinä lähtötietoina toimivat

- työaikataulu ja tarkemmat tuotantosuunnitelmat, kuten muottisuunnitelmat.
- tekniset suunnitelmat sekä tarkistettu määrälaskelma
- sopimusasiakirjat, eritoten kiinteät päivämäärät
- työmenetelmät ja käytettävissä olevat resurssit
- tuotantotiedostot: yrityskohtaiset, Ratu-tiedostot sekä toteutuneet tiedot.  
(Mäki – Koskenvesa 2007, 28 – 30.)

Rakentamisvaihe aikataulun laadintavastuu on työmaalla. Rakentamisvaihe aikataulu laaditaan aikaisemman työaikataulun tai yleisaikataulun perusteella. Aikataulussa on esitettävä pääurakoitsijan rakennusteknisten töiden lisäksi myös tärkeimpien sivu- ja aliurakoitsijoiden tehtävät. Tehtävät tulee esittää mitoitettuna, tahdistettuna ja riippuvuus-tarkasteltuina, jolloin varmistetaan, että kaikilla työtehtävillä on vapaa työskentelytila. Jotta työmaalla sitoudutaan noudattamaan aikataulua, tulee aikataulutehtävät suunnitella yhdessä kaikkien merkittävimpien urakoitsijoiden kesken. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 56.)

## 4 AS. OY UTAJÄRVEN JOKIHOVI

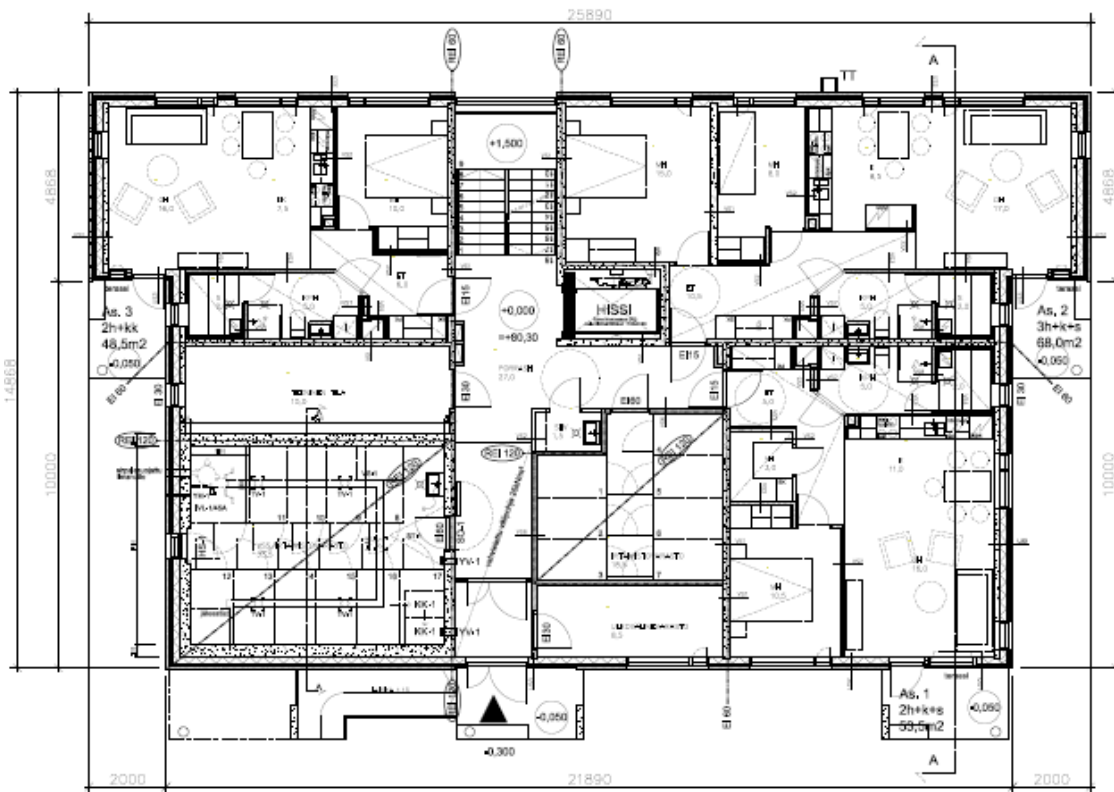
Opinnäytetyön esimerkkikohteena toimii Utajärven Jokihovi, joka on neljäkerroksinen asuinkerrostalo Utajärven keskustassa Oulujoen varrella (kuva 11). Jokihovin huoneistot sisältävät vesikiertoisen lattialämmityksen kaukolämmöllä, koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon sekä parkettilattiat. Jokihovin suunnitteluratkaisut edustavat matalaenergiatasoa. (As. Oy Utajärven Jokihovi. 2011.)



KUVA 11. Utajärven Jokihovin asemakaava (Ark-piirustusluettelo, As. Oy Utajärven Jokihovi. 2011)

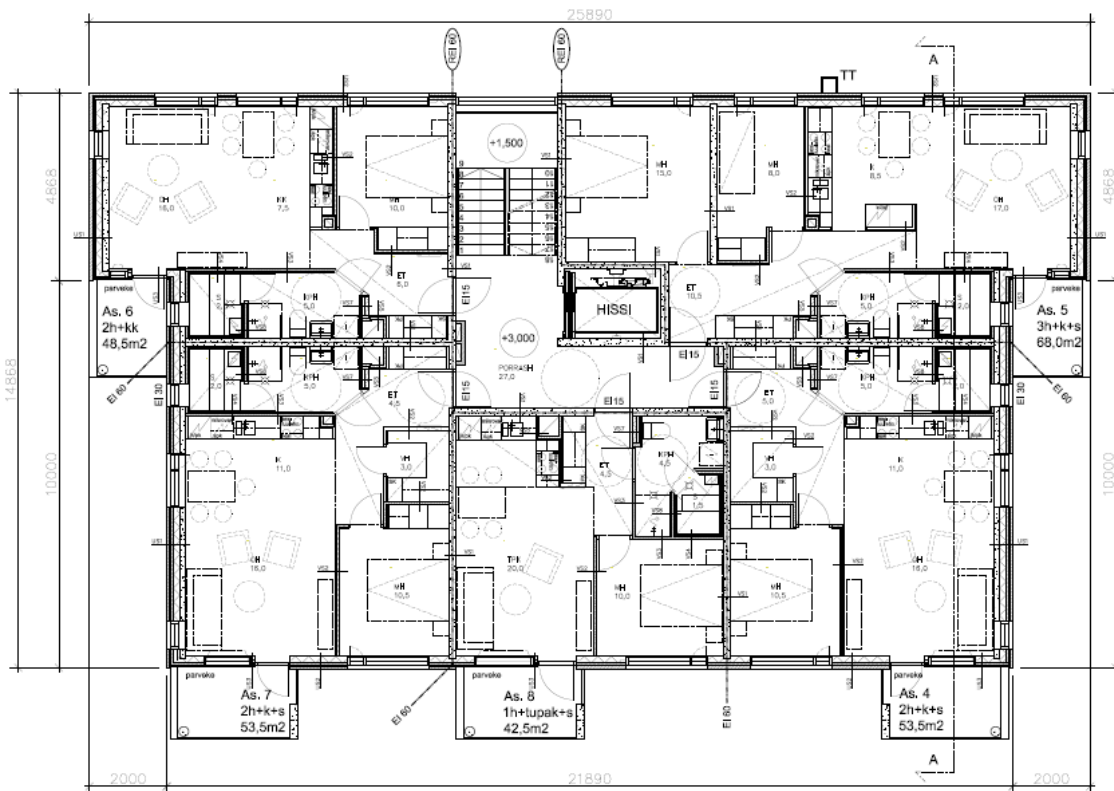


Utajärven Jokihovi on 18 asuinhuoneiston kerrostalo, jonka huoneistoala on 968 m<sup>2</sup> ja yhteenlaskettu kerrosala on 1 380 kem<sup>2</sup> (Ark-piirustusluettelo, As. Oy Utajärven Jokihovi. 2011). Jokihovin asuinhuoneistot ovat neljässä kerroksessa, joista ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevat myös talon yhteiset tilat, kuten varastot. Ensimmäinen kerros poikkeaa hieman ylemmistä kerroksista suunnitteluratkaisuiltaan etenkin väestönsuojan, teknisen tilan ja edeltä mainittujen varastojen osalta (kuva 12).



*KUVA 12. Ensimmäisen kerroksen pohjakuva (Ark-piirustusluettelo, As. Oy Utajärven Jokihovi. 2011)*

Kerrokset 2 - 4 ovat suunnitteluratkaisultaan identtisiä (kuva 13).



KUVA 13. Kerroksien 2 - 4 pohjakuvat (Ark-piirustusluettelo, As. Oy Utajärven Jokihovi. 2011)

#### 4.1 Työmaan toteutus

Utajärven Jokihovin aloituspalaveri pidettiin 27.5.2011, jolloin työmaa lähti virallisesti liikkeelle. Tuona aikana kohteessa olivat käynnissä tontin pintamaiden poisto sekä pohjen teko ja tiivistäminen täyttömailla. Mursketäytöt ja tiivistystyöt olivat kerrostalon ja autokatoksen osalta jo valmiita seuraavalla viikolla alkaville kerrostalon paalutukselle sekä autokatoksen anturan ja perusmuurin muottitöille.

Autokatoksen perusmuurin ja kerrostalon paalutuksen jälkeen työt keskittyivät kerrostalon perustuksien tekoon, perusmuuriin, hissikuiluun sekä väliseinänturoihiin. Tästä työt etenivät maanvaraisen laatan hiekkatäyttöihin ja tiivistyksiin sekä laatan eristystöihin.

Seuraavana töinä olivat väestönsuojan muottityöt, raudoitus ja betonointi sekä maanvaraisen laatan raudoitus, jonka jälkeen vuorossa oli kohteen suurin, päivän kestänyt maanvaraisen laatan betonointi.

Kantavan laatan valmistuttua alkoivat kohteen paikalla valettavien betoniseinien ja holvien työt. Ennen seinien ja holvien töitä työnjohto oli yhdessä työntekijöiden kanssa laatinut kohteeseen muottisuunnitelman, jota työmaalla noudatettiin. Paikalla valettavat seinät toteutettiin suurmuotein ja holvit koostuivat lähes kokonaan ontelolaatoista. Paikalla valettavaa holvia oli kohteessa vain porrashuoneessa ja muutamissa seinälinjoissa. Tontilla oli autonosturi, jolla suurmuotit ja elementit siirrettiin paikoilleen. Työmaalla työskentelivät tuolloin vastaava työnjohtaja, työmaainsinööri, kaksi kirvesmiestä, raudoittaja, rakennusapumies, autonosturinkuljettaja, sähkö- ja putkimies sekä kaivinkoneen kuljettaja.

Kantavien betoniseinien (kuva 14) ja holvien työt etenivät muottisuunnitelman mukaan sujuvasti kerroksesta toiseen kerrosten samanlaisten rakenneratkaisujen takia. Myös kerroksien parveke-elementit, laatat, pilarit ja piellelementit sekä portaat kiinnitettiin seinien ja holvien töiden yhteydessä.



*KUVA 14. Betoniseinä valmiina muotin tuplaukseen*

Myös sähkö- ja putkityöt työt etenivät runkotöiden lomassa (kuva 15). Etenkin sähkömiestä tarvittiin työmaalla päivittäin runkotöiden yhteydessä, koska muotteihin tuli sähkövarauksia. Putkimiehiä tarvittiin runkotöiden aikaan rakennuksen viemäriinlinjojen asentamiseen.



*KUVA 15. Paikalla valettavan holvin raudoitus viemäri- ja sähköasennuksineen*

Kerrostalon puurunkotyöt käynnistyivät myös, kun betoniseinien muottityöt olivat kolmannessa kerroksessa menossa. Puurunko tuli kohteen pidemmille julkisivuseinille ja puurunkotyöt valmistuivat ennen ristikoiden asennusta. Vesikatotöiden ohessa alkoivat myös asuntojen ja teknisten tilojen kiviväliseinien muuraustyöt alemmissä kerroksissa.

Betoniseinien ja viimeisen ontelolaattakuorman asennuksen ja juotosvalujen jälkeen alkoivat kerrostalon ristikoiden asennustyöt, vesikaton teko sekä rakennuksen vaipan eristys ja julkisivun muuraustyöt. Myös ikkunoiden ja ulko-ovien asennus alkoi. Kerrostalon vaippa tuli syksyllä saada pian tiiviiksi rakenteiden lämmittämisen ja kuivattamisen mahdollistamiseksi. Rakennuksen lämmitysjär-

jestelmä, vesikiertoinen lattialämmitys tuli käynnistää mahdollisimman pian pin-tabetonilaattojen saavuttaessa riittävän lujuuden, jotta rakenteet ehtisivät kuivua riittävästi ennen sisätyövaiheiden aloittamista.

Sisätyövaiheen aloittivat huoneistojen kevyet väliseinät, jotka toteutettiin pelti-rangoilla ja kipsilevyillä. Seuraavina töinä olivat asuntojen eteisten ja märkätilo-  
jen alaslaskettujen kattojen asennus, jossa kulkivat etenkin koneellisen ilman-  
vaihdon tulo- ja poistoilmakanavat sekä asuntojen käyttövesiputket. Huoneisto-  
jen betoni- ja väliseinät maalattiin sekä sisäkatot saivat rappauksen pintaan.  
Asuntojen lattioiden pintamateriaaleina olivat parketti ja märkätiloissa (pesu-  
huone ja sauna) laatoitus. Huoneistojen porraskäytäviin johtavat ovet olivat uu-  
sia, määräysten mukaisia palo- ja desibelioivia.

Jokihovin valmistuminen eteni suunnitellulla aikataululla ja valmistumisajankoh-  
ta oli maaliskuu 2012. Tontin piha-alueet, vihertyöt sekä asfaltointi jäivät kevää-  
seen talven lumen, roudan ja pakkasten takia.

#### **4.2 Jokihovin aikataulusuunnittelun lähtökohdat**

Utajärven Jokihovin aikataulusuunnittelu lähti työmaalla liikkeelle kohteen ra-  
kennuskuviin tutustumalla jo edellisellä työmaalla. Aivan aluksi rakennuskuvista  
tuli selvittää alustavia kohteen työvaiheita, kuten kerrostalon ja autokatoksen  
perusmuurin suunnitteluratkaisuja. Pian tuli kiinnittää huomiota myös tontille  
tehtyyn pohjatutkimukseen, joka kertoi muun muassa kohteen maa-ainesten  
kerrostumat. Pohjatutkimuksen avulla päästiin suunnittelemaan työmaan aloit-  
tavia työtehtäviä, tontin raivausta ja maa-ainesten poistoa.

Rakennuskuviin tutustuttiin huolellisesti, koska varsinaista työmaalla tehtyä ai-  
kataulua ei vielä ollut. Kuvia tulikin seurata perusteellisesti ja aloittavat työvai-  
heet tuli selvittää mahdollisimman hyvin, jotta tulevat työt etenisivät suunnitel-  
lusti. Aluksi työmaan työt olivat pää-asiassa maa-ainesten poisvientiä ja täyttö-  
maiden tuontia ja niiden tiivistämistä. Työt etenivät nopeasti kahdella kaivinko-  
neella ja kahdella kasettikuorma-autolla, joten pohjatyöt olivat pian valmiita koh-  
teen perustustöille.

### 4.3 Yleisaikataulu

Ensimmäinen työmaalla tehty aikataulu oli kohteen yleisaikataulu (liite 1), joka laadittiin yhdessä vastaavan mestarin ja insinööriopiskelijan kanssa. Työmaan työt olivat tuolloin tontin täyttömaiden tiivistyksiä sekä kerrostalon pohjatöiden tekoa tuleville autokatoksen ja kerrostalon hissikuilun perustustöille.

Yleisaikataulun lähtötiedot perustuivat työmaalla laskettuihin määrätietoihin ja vastaavan mestarin kokemusperäisiin työmenekkitietoihin. Määrätiedot laskettiin rakennuskuvista, vaikka ne olivat valmiiksi määritetty koko hankkeen tarjouserittelyssä. Määrät oli kuitenkin hyvä tarkistaa kuvista. Samalla kohteen rakennuskuvat tulivat tutummiksi ja yksityiskohdat, detaljit kävivät selvemmiksi ja töiden kokonaiskuva hahmottui paremmin.

Yleisaikataulun laadinnassa keskityttiin koko hankkeen tuotannon läpiviemiseen, työkokonaisuuksien aikataulutukseen ja niiden toteutukseen. Kohteen suurina tehtäväkokonaisuuksina olivat muun muassa alkavat perustus- ja runkotyöt, vesikaton teko, rakennuksen vaipan eristys sekä julkisivun muuraustyöt.

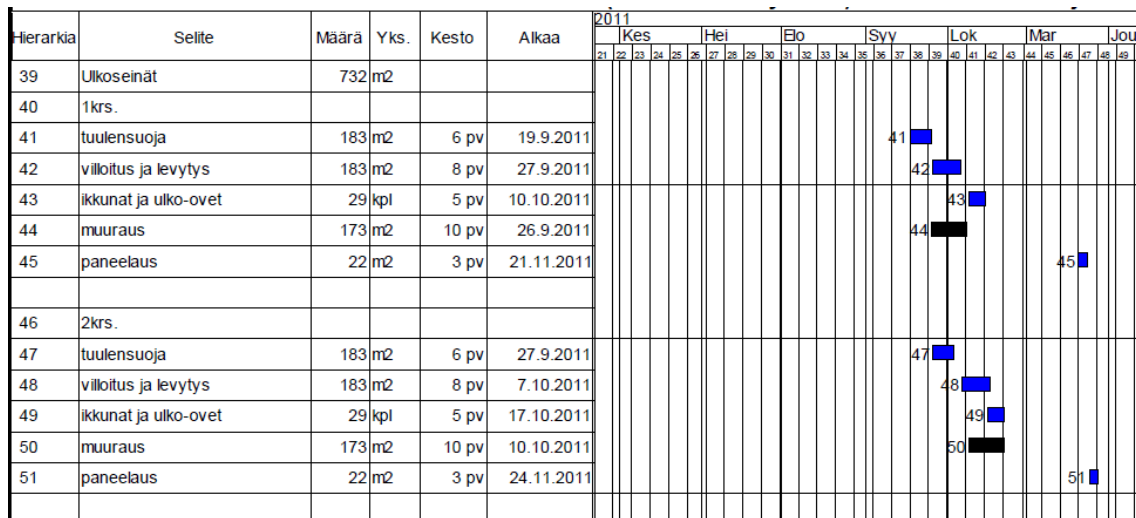
Yleisaikataulussa kuvattiin rakennuksen runko-, vaippa- ja julkisivutöiden lisäksi myös syksyn ja talven pääsisätyövaiheet. Sisävalmistustöinä tulivat olemaan pintalattioiden betonoinnit, väliseinien asennukset sekä tasoite- ja maalaustyöt. Muun muassa laatoitustyöt, saunojen paneloinnit, kalusteet ja lattiapäällysteet otettiin myös yleisaikataulussa huomioon.

Yleisaikataulun pohjalta kohteeseen laadittiin erilliset runko- ja sisävalmistusvaiheaikataulut. Nämä rakentamisvaiheaikataulut kuvasivat tarkemmin ja eriteltivät yksityiskohtaisemmiksi yleisaikataulun esittämiä työtehtäviä. Esimerkiksi yleisaikataulun kevyet väliseinät eriteltiin sisätyövaiheaikataulussa ensimmäisen puolen levytykseen ja toisen puolen tuplaukseen. Myös tulevien runkotöiden kestot tarkentuivat runkoaikataulussa aiemmin laaditusta yleisaikataulusta.

Muita yleisaikataulussa huomioitavia ja esitettäviä tehtäviä olisivat olleet putki- ja sähköurakoitsijoiden päätyövaiheet. Putkitöistä mainittavia töitä olisivat olleet vesi- ja viemäri- sekä lämpörunkojen asennustyöt. Myös pintalattioiden vesikier-toisen lattialämmityskaapelin asennustyöt sekä alakattojen ilmanvaihtokanavien

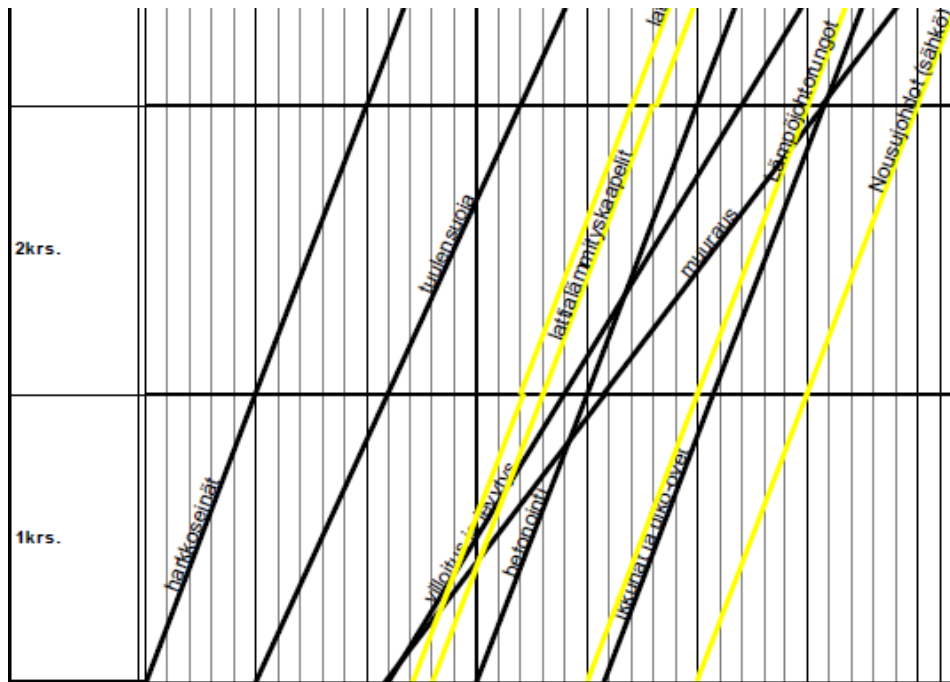
asennustyöt olisi voitu yleisaikataulussa kuvata. Sähkötoista päänousujohtojen, asuntojen sähköpääkeskusten, väliseinien sähkövarausten sekä pintalattioiden sähköputkituksien asennustyöt olisi voitu myös huomioida.

Yleisaikataulun muoto oli jana-aikataulu (kuva 16), jossa tehtävät oli esitetty töiden loogisessa etenemisjärjestyksessä. Tehtävät sisälsivät myös tiedot töiden aloitusajankohdista, kestoista sekä määristä. Yleisaikataulussa tehtävät olivat myös jaoteltu kullekin kerrokselle, mikä loi tehtäville havainnollistavat osakohteet.



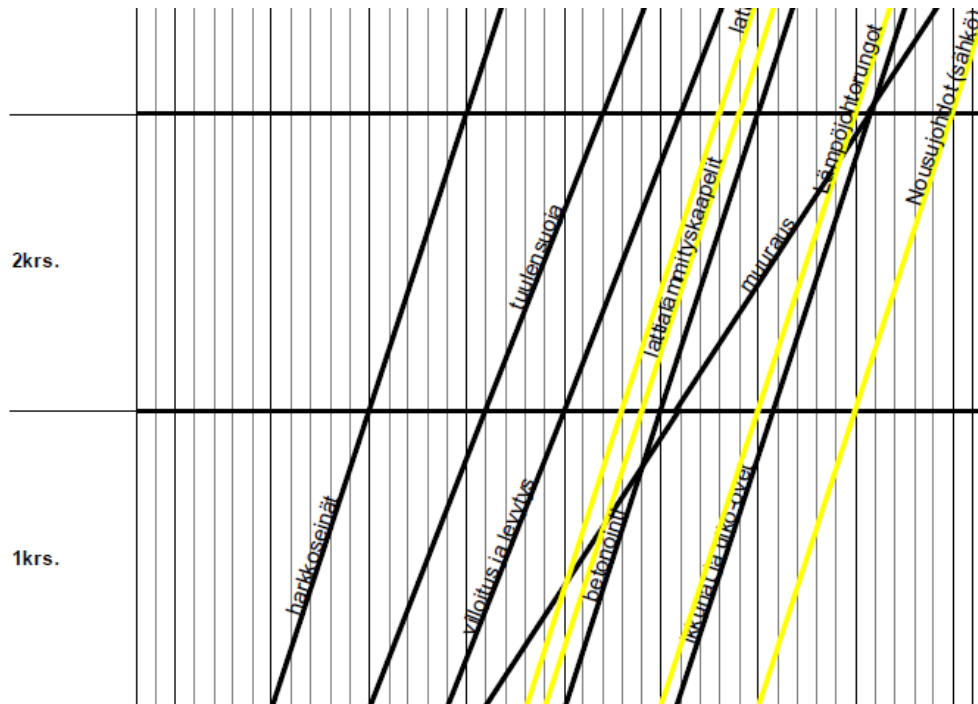
KUVA 16. Ote kohteen yleisaikataulusta

Yleisaikataulusta olisi voitu laatia myös paikka-aikakaavio kuvaamaan kohteen tuotannon kulkua. Se olisi kertonut selkeämmin ja havainnollisemmin yleisaikataulun esittämät tehtävät ja niiden vaikutukset toisiinsa nähden kuin jana-aikataulu. Etenkin peräkkäisten tehtävien erilaiset tuotantonopeudet ja niistä mahdollisesti aiheutuneet tehtävien päällekkäisyydet (kuva 17) olisi paikka-aikakaaviolla kyetty havaitsemaan nopeasti.



KUVA 17. Paikka-aikakaaviosta havaitaan villoitus- ja levytystyön päällekkäisyys pintalattiatöiden kanssa

Paikka-aikakaavion avulla kyseisten tehtävien päällekkäisyys voitiin estää tahdistamalla villoitus- ja levytystyö vastaamaan tuotannon kulkua. Villoitus- ja levytystyön työryhmää suurennettiin, jolloin työn tuotantonopeus kasvoi (kuva 18).



KUVA 18. Villoitus- ja levytystyön tahdistus



#### 4.4 Jokihovin runkovaiheaikataulu

Jokihovin työmaalla laadittiin yleisaikataulun pohjalta runkovaiheaikataulu (liite 2) kuvaamaan kohteen rungon valmistumista. Työt olivat tuolloin edenneet kerrostalon perusmuurin muotti- ja rauditustöihin. Runkoaikataulun lähtötiedoista määrät ja kestot perustuivat työmaan yleisaikatauluun. Runkotöiden aloitusajankohdat olivat muuttuneet aiemmin laaditusta yleisaikataulusta, joten runkoaikataulu kuvasi betonirungon toteutusta niin ajallisesti kuin tehtävien toteutuksen kannaltakin havainnollisemmin kuin työmaan laaja yleisaikataulu.

Runkoaikataulussa keskityttiin parasta aikaa meneillä oleviin kerrostalon perustustöihin sekä rakennuksen tuleviin runkorakenteisiin. Juuri nämä työvaiheet sisälsivät tuolloin keskeisimmät ja kriittisimmät tehtävät aikataulussa pysymisen kannalta. Tämän takia perustus- ja runkorakenteiden työkokonaisuuksien toteutusta ja läpiviemistä suunniteltiin työnjohdon osalta yhdessä työntekijöiden kanssa. Etenkin kantavien betoniseinien muottisuunnitelmaan, suurmuottien määrään ja muottikiertoon kiinnitettiin huomiota. Ensimmäisen kerroksen väestönsuoja vaati myös huomiota ja se suunniteltiin toteutettavaksi samanlaisella manto-muottikalustolla kuin kerrostalon perusmuurikin (kuva 19).



*KUVA 19. Väestönsuojan toteutus manto-muottikalustolla*

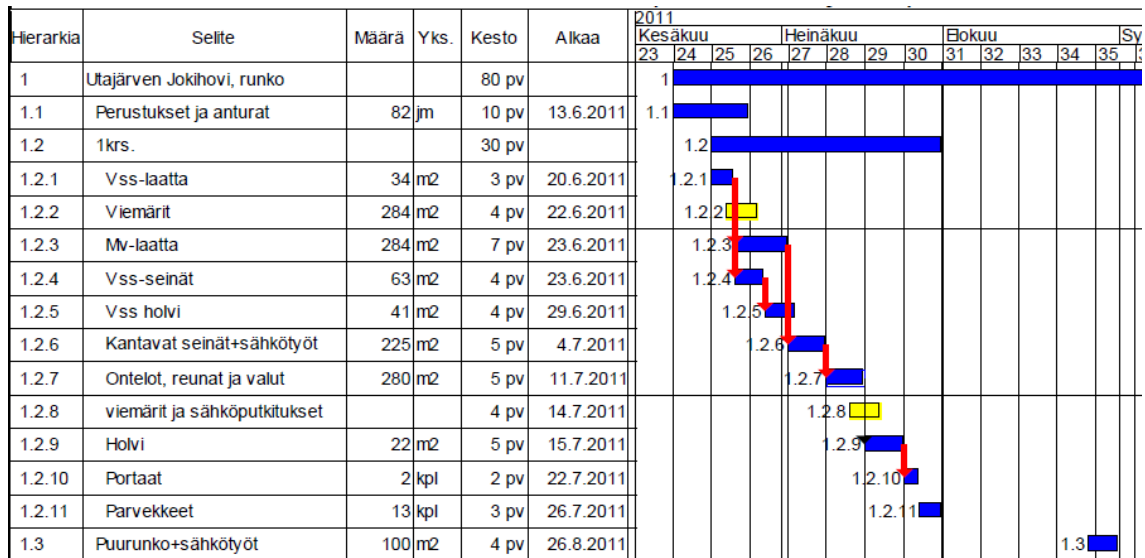
Jokihovin runkoaikataulussa otettiin hyvin huomioon työntekijöiden lomat, koska ajankohtana oli kesä. Aikataulussa oli riittävästi pelivaraa, joustoa työntekijöiden lomille. Joustoa lisäsi työntekijöiden lomien porrastus, eli työmaalla oli vain yksi työmies poissa kerrallaan. Tämä omalta osaltaan helpotti myös aikataulutavoitteiden saavuttamista.

Kohteen runkoaikataulussa pysyttiin hyvin, vaikka viimeinen ontelolaattakuorma myöhästyikin suunnitellusta aikataulusta. Aikaisemmat ontelo- ja parveke-elementtikuormat tulivat oikeilla ajoillaan, joten runkotyöt etenivät pääasiassa niin kuin oli suunniteltu. Ontelolaattojen myöhästymisestä huolimatta runkoaikataulua pystyttiin kuromaan kiinni ja olemaan sitä hieman jopa edellä, kun kaikki työmiehet olivat kesälomansa pitäneet ja tulleet töihin.

#### **4.4.1 Runkovaihe aikataulun muoto**

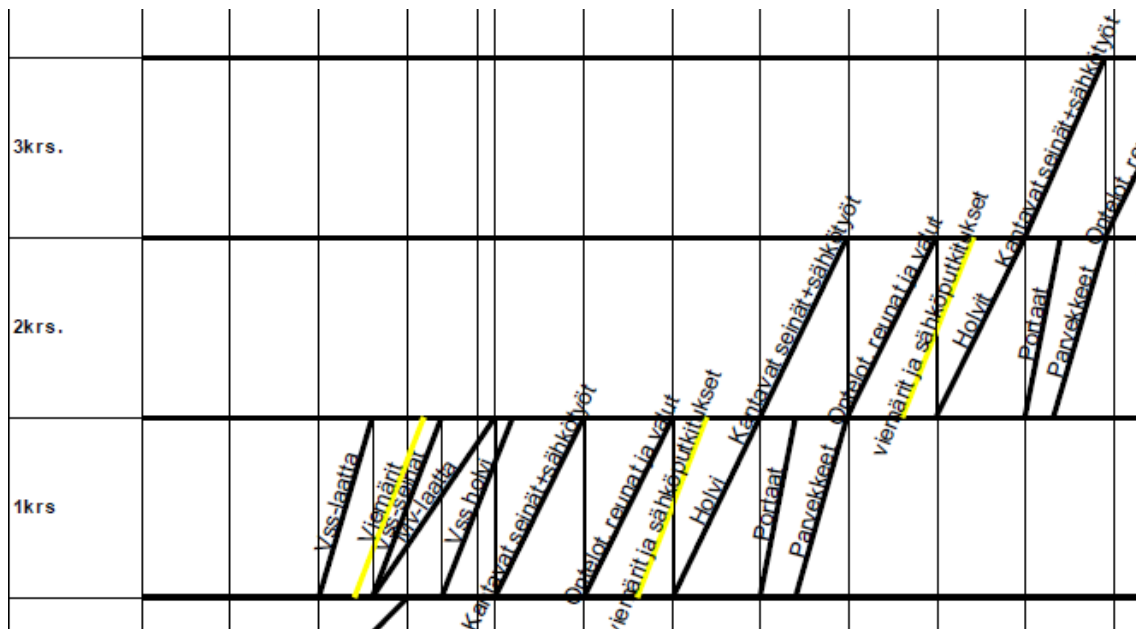
Jokihovin runkoaikataulun muoto oli jana-aikataulu. Jana-aikataulussa rakennuksen runko oli jaettu kerroskohtaisiksi kokonaisuuksiksi kuvaten työtehtävät niiden etenemisjärjestyksessä aina perustuksista vesikattoon asti. Runkoaikataulun tehtävät oli kuvattu yksityiskohtaisesti ja selkeästi. Ainoastaan vesikatto olisi voitu jakaa pienempiin osatehtäviin, kuten kattokannattajat, raakapontti sekä vesikate.

Työmaalla laadittuun runkoaikatauluun olisi voitu merkitä myös sähkö- ja putkiurakoitsijoiden tärkeimmät rungon ohessa etenevät työtehtävät (kuva 20). Etenkin betoniseinien ja holvin sähkövarauksien asennustyöt sekä maanvaraisen laatan ja paikallavaluholveihin tulleet putkityöt (viemäriinjat) olisi voitu runkoaikataulussa osoittaa.



KUVA 20. Runkoaikataulu, joka sisältää sähkö- ja putkiasennustyöt

Kerrostalon runkoaikataulusta ei laadittu paikka-aikakaaviota (kuva 21). Se olisi soveltunut kohteeseen hyvin, sillä siinä olisi kerrottu tehtävien väliset tahdistukset ja niiden rytmitykset sekä tehtävien tuotantonopeuksien mahdolliset poikkeamat selkeämmin kuin jana-aikataulussa. Näin aikataulun seuranta ja valvonta olisi helpottunut sekä mahdollisiin häiriökohtiin olisi voitu reagoida nopeammin.



KUVA 21. Rungon valmistumista kuvaava paikka-aikakaavio

#### **4.4.2 Jokihovin varatyökohteet**

Kesän ja alkavan syksyn aikana runkotyöt etenivät suunnitellun aikataulun mukaisesti, ilman suuria töiden katkoksia tai keskeytyksiä. Kerrostalotyömaalla riitti aina varatyökohteita työmiehille, joten jos työtehtävä jostain syystä hidastui tai keskeytyi tai sen ei tarvinnut valmistua niin nopeasti, voitiin miehille antaa muita työtehtäviä. Tällainen varatyötehtävä oli esimerkiksi puurungon teko, johon voitiin irrottaa työmies betoniseinien muottitöistä. Ylimpien kerrosten betoniseinien muottitöiden tuotantonopeutta voitiin laskea, koska ontelolaattojen tuotanto oli elementtitehtaalla myöhästynyt.

Työmaan muina hyvinä varatyökohteina toimivat runkotöiden aikaan myös kohteen autokatos sekä erillinen varastorakennus. Varatyökohteet poikkesivat perinteisistä ja tavanomaisista varatyökohteista, sillä kohteet eivät tarjonneet samanlaista työtä kuin varsinainen työkohde. Jokihovin varatyökohteet olivat työmaan ”luonnollisia” työkohteita pääasiallisille töille, joten erillisiä, täysin samoja töitä tarjoavia varatyökohteita ei tarvinnut erikseen suunnitella ja järjestää. Varatyökohteille riitti se, että rakennusmateriaalit, kiinnitystarvikkeet sekä tarvittava kalusto olivat työmaalla käytettävissä.

#### **4.5 Sisätyövaiheaikataulu**

Runkovaiheaikataulun lisäksi työmaalla laadittiin toinenkin rakentamisvaiheaikataulu, sisätyövaiheaikataulu (liite 3). Sisätyövaiheaikataulu tarkensi yleisaikataulun pääsisätyövaiheita yksityiskohtaisemmiksi ja eritteli tehtäväkokonaisuuksien työvaiheita toisistaan. Esimerkiksi märkätilojen laatoitukset jaettiin seinä- ja lattialaatoituksiin (kuva 22). Myös muun muassa tasoitetyöt eriytettiin omiksi työtehtäviksi märkätilojen ja kuivien tilojen osalta.

6	Vesieristykset seinät	369 m <sup>2</sup>	19 pv	29.11.2011	
6.1	4krs.				
6.2	seinien vesieristys	92 m <sup>2</sup>	5 pv	29.11.2011	
6.3	3krs.				
6.4	seinien vesieristys	92 m <sup>2</sup>	5 pv	6.12.2011	
6.5	2krs.				
6.6	seinien vesieristys	92 m <sup>2</sup>	5 pv	13.12.2011	
6.7	1krs.				
6.8	seinien vesieristys	92 m <sup>2</sup>	4 pv	20.12.2011	
7	Laatoitukset seinä	388 m <sup>2</sup>	28 pv	7.12.2011	
7.1	4krs.				
7.2	seinien laatoitus	97 m <sup>2</sup>	7 pv	7.12.2011	
7.3	3krs.				
7.4	seinien laatoitus	97 m <sup>2</sup>	7 pv	16.12.2011	

KUVA 22. Ote sisätyövaiheaikataulun esittämistä tehtävistä

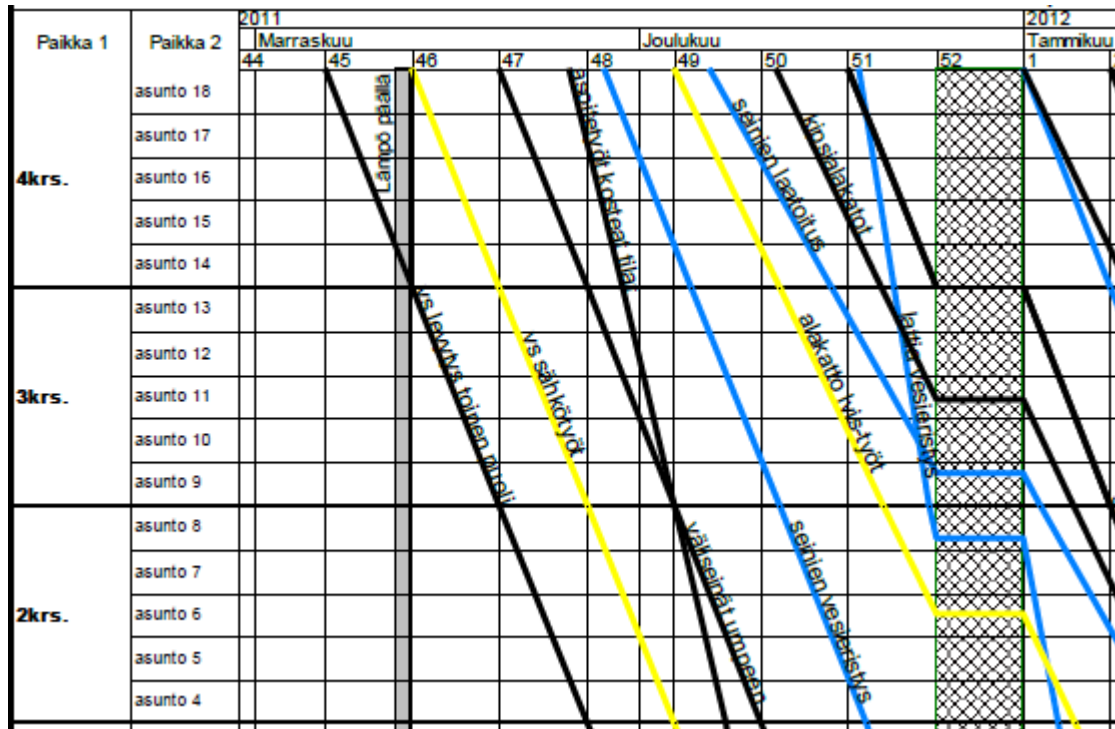
Sisätyövaiheaikataulussa näkyi myös kohteen tärkein välitavoite, eli rakennuksen lämmityksen käyttöönotto. Joululomaviikko (viikko 52) oli myös aikataulussa huomioitu. Lisäksi sisätyövaiheaikatauluun oli lisätty kohteen valmistumista edeltäviä, tärkeitä työvaiheita, kuten loppusiivous, koekäytöt, itselle luovutus sekä viranomaistarkastukset. Myös vastaanottotarkastuksen, rakennuksen luovutuksen sekä kevään viimeisten pihatöiden ajankohdat olivat selvillä.

Kohteesta ei laadittu erillistä luovutusvaiheaikataulua, koska se sisällytettiin sisätyövaiheaikatauluun. Sisätyövaiheaikataulu kuvasi tarkasti kohteen viimeisimmät työvaiheet loppusiivouksesta koekäyttöihin, vastaanottotarkastuksiin ja kohteen luovutukseen. Hyvin suunnitellulla sisätyövaiheaikataululla varmistettiin kohteen valmistuminen sovittuna ajankohtana.

Kohteeseen laadittiin sisätyövaiheaikataulu, koska työtehtävät olisivat voineet mennä toistensa päälle pelkän yleisaikataulun pohjalta. Tästä seuraisi, että erilaisille työtehtäville ei olisi kohteessa tilaa, vaan ne olisivat toistensa tiellä. Tämän takia tarvittiin tarkempaa sisätöitä kuvaavaa aikataulua.

Sisätyövaiheaikataulusta olisi voitu tehdä myös paikka-aikakaavio janaaikataulun rinnalle. Paikka-aikakaavio olisi auttanut hahmottamaan työkohteiden riittävyyttä peräkkäisille työtehtäville. Paikka-aikakaaviossa näkyisi, ehtiikö edellinen työvaihe, esimerkiksi kevyiden väliseinien sähköasennukset päättyä

kohteessa ennen seuraavan työvaiheen, väliseinän tuplauksen aloittamista. Paikka-aikakaavio olisi voitu laatia myös kerrostasoja kuvaavaa jana-aikataulua tarkemmaksi, huoneistokohtaiseksi aikatauluksi, jolloin työkohteiden ja varatyökohteiden riittävyys olisi voitu selvästi varmistaa (kuva 23).



KUVA 23. Sisätyövaiheaikatauluun laadittu paikka-aikakaavio

Paikka-aikakaavio olisi näyttänyt myös tehtävien mahdolliset tuotantonopeuksien poikkeavuudet, jotka saattaisivat aiheuttaa tehtävien päällekkäisyyksien lisäksi myös myöhästymisiä. Tämän takia myös putki- ja sähköurakoitsijoiden päätyötehtävät tulisi etenkin sisätyövaiheaikataulussa ottaa huomioon tehtävien suuren lukumäärän takia. Ne tulisi tahdistaa vastaamaan pääasiallisten rakennustöiden tuotantonopeuksien kulkua. Helpoiten yksittäisen työtehtävän tahdistus muihin tehtäviin nähden onnistuu muuttamalla tehtävän työryhmän kokoa.

#### 4.6 Aikataulun seuranta ja valvonta

Kohteen aikataulua valvottiin työmaalla. Työnjohto seurasi toteutuneiden tehtävien ajankestoja ja vertasi niitä suunniteltuihin kestoihin. Aikataulullista valvontaa seurattiin myös Temotek Oy:n toimistolta käsin pyytämällä työmaalta työvaihe ilmoitus. Työvaihe ilmoituksessa kuvattiin työmaan tämänhetkinen valmi-

usaste ja tilanne sekä arvioitiin seuraavien alkavien tehtävien aloitusajankohtia. Myöhemmin työvaihe ilmoitus korvattiin työmaalla tehtävällä viikkopalaverilla, jossa käytiin tarkemmin, viikkokohtaisesti läpi työmaan tilanne sekä aikataulu.

Työnjohto seurasi työmaalla päivittäin tehtävien aikataulua, jolloin pystyttiin varautumaan esimerkiksi seuraavien tehtävien vaatimiin materiaali- sekä kalustohankintoihin. Päivittäinen aikatauluseuranta mahdollisti paremman ennakoitavuuden ja suunniteltavuuden tuleville tapahtumille.

Kohteen aikataulun valvontaa helpotti paljon kerrostasojen samankaltaisuus. Toteutuneiden työtehtävien kestoja voitiin helposti verrata kerrosten kesken. Esimerkiksi neljännen kerroksen väliseinätöiden kestoilla voitiin päätellä, tarvitseeko seuraavien kerrosten väliseinätyötä nopeuttaa vai riittääkö nykyinen tuotantonopeus. Työn nopeutta voitaisiin yksinkertaisesti kasvattaa työryhmää suurentamalla. Näin yhden kerroksen työtehtävillä voitiin suunnitella ja seurata muidenkin kerrosten kestot. Suunnittelemalla ja valvomalla huolellisesti yhden kerroksen sisätyövaiheiden aikataulullinen toteutus voitiin arvioida koko kerrostalon sisätyövaihe aikataulun toteutuma hyvinkin tarkasti.

Kohteen sähkö- ja LVI-urakoitsijan aikataulutietoutta olisi voinut kartuttaa työmaalla enemmän. Urakoitsijoiden olisi pitänyt yhdessä sopia yhteinen aikataulu, jota kaikki noudattaisivat. Tällainen aikataulu perustuisi tässä tapauksessa kolmen eri urakoitsijan laatimaan yhteiseen yleisaikatauluun, jossa olisi esitetty kunkin urakoitsijan tärkeimmät tehtävät. Näin tekemällä töiden yhteensovittaminen helpottuisi sekä vähennettäisiin edelleen riskiä myöhästyä aikataulusta. Hyvin usein LVISA-urakoitsijoilta ei saa tarkkaa aikataulukuvaa heidän hankkeeseen kuuluvastaan työkokonaisuudesta, vaan heidän työnsä ikään kuin ”kulkee siinä hankkeen rakennustöiden lomassa”.

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia paikka-aikakaavion soveltuvuutta kerrostalon aikataulujen laadintaan. Tarkoituksena oli havainnollistaa ja osoittaa paikka-aikakaavion hyödyllisyys perinteisten jana-aikataulujen rinnalla kuvattaessa kerrostalotyömaan aikatauluja.

Utajärven Jokihovista laadittiin työmaalla kolme aikataulua, yleisaikataulu, runkoaikataulu sekä sisätyövaihe aikataulu. Ne olivat kaikki jana-aikatauluja, joiden yhteyteen opinnäytetyössä luotiin paikka-aikakaaviot. Paikka-aikakaaviot osoitettiin erittäin hyödyllisiksi kyseisten aikataulujen seurannan ja valvonnan kannalta. Paikka-aikakaaviot kertoivat yhdessä jana-aikataulujen kanssa työmaan tulevan aikataulun havainnollisemmin ja yksityiskohtaisemmin kuin kyseiset jana-aikataulut yksistään. Opinnäytetyössä kohteen aikatauluihin lisättiin myös tärkeimmät putki- ja sähköurakoitsijoiden työt.

Runkoaikataulun osalta osakohteiden riittävydessä ja tehtävien päällekkäisyydessä ei ollut ongelmaa, sillä runkotyöt toteutettiin yhdellä työryhmällä. Tästä huolimatta paikka-aikakaavio oli tarpeellinen, sillä se toi esille erilaisten tuotantotehtävien keskinäiset tuotantonopeudet. Näistä tuotantonopeuksista voitiin havaita ja erottaa tehtävien väliset ajalliset poikkeavuudet.

Myös yleisaikataulun sekä sisätyövaihe aikataulun rinnalle paikka-aikakaavio soveltui hyvin. Yleisaikataulun paikka-aikakaaviossa esitettiin tehtävät, jotka eivät näkyneet runko- ja sisävalmistusvaiheen paikka-aikakaavioissa, koska tehtävien paikkatiedot olivat etenkin yleisaikataulussa ja sisävalmistusvaiheessa erilaiset. Lisäksi rakentamisvaihe aikataulut kuvasivat niissä esitetyt tehtävät tarkemmin kuin yleisaikataulu. Sisätyövaihe aikatauluun paikka-aikakaavio toi tärkeän paikkatiedon osakohteiden riittävydestä peräkkäisille sisätyövaiheen tehtäville.

Laadittujen paikka-aikakaavioiden perusteella töiden tahdistusta jouduttiin tekemään työtehtävien päällekkäisyyksien estämiseksi. Tahdistukset koskivat pääosin LVISA-töitä, jotka tuli saada etenemään varsinaisten rakennustöiden ohessa. Yleisaikataulun pohjalta laaditussa paikka-aikakaaviossa nähtiin myös



tahdistuksen tarpeellisuus rakennustöiden osalta. Villoitus- ja levytystyöt menivät paikka-aikakaaviossa pintalattiatöiden kanssa ristiin. Tahdistuksen avulla villoitus ja levytystyöhön lisättiin resursseja, minkä jälkeen työ nopeutui vastaten tuotannon kulkua.

Paikka-aikakaaviota tuli osata tulkita oikein. Esimerkiksi kohteen sisätyövaihe-aikataulussa väliseinien tuplaus ja märkätilojen tasoitetyöt menivät päällekkäin. Kyseisten tehtävien hetkellinen päällekkäisyys ei estänyt töiden tekoa, sillä tehtävillä oli eri työkohteet (märkätila, kuivat tilat). Sama työkohte oli puolestaan seinien laatoitustyöllä ja lattian vesieristyksellä, jotka päällekkäisyydellään aiheuttivat työkohteen riittämättömyyden. Kyseiset tehtävät tuli tahdistaa niin, etteivät ne menneet toistensa päälle. Juuri erilaisten työtehtävien suuri lukumäärä vaikeutti yksistään jana-aikataululla tehtävää tuotannon suunnittelua.

Paikka-aikakaavion soveltuvuus kerrostalon aikataulujen laadintaan oli todella hyvä. Kaavion käytettävyys ja sen laatiminen ei ollut vaikeaa. Työmaalla paikka-aikakaavion puuttumisen suurimpana syynä oli todennäköisesti käytettävän aikatauluohjelman puutteellisuus. Tämän takia tehtävien oleelliset paikka- sekä tuotantonopeustiedot saattoivat jäädä joiltakin osin hyödyntämättä.

Utajärven Jokihovin valmistumisajankohta oli maaliskuu 2012. Jokihovi valmistui suunnitellussa aikataulussa ja kohteeseen laaditut jana-aikataulut pitivät paikkaansa. Työtehtävien, etenkin sisätyövaiheiden seuranta olisi ollut paikka-aikakaavion avulla helpompaa. Paikka-aikakaaviolla olisi voitu nähdä koko sisätyövaiheen tehtävien mahdolliset ongelmakohdat jo alusta asti, kun taas jana-aikataulussa ongelmat olisivat saattaneet tulla esille vasta töitä tehtäessä. Jana-aikataulujen rinnalle laadittujen paikka-aikakaavioiden avulla kerrostalon aikataulujen seuranta ja valvonta helpottui ja nopeutui huomattavasti.

## LÄHTEET

Ark-piirustusluettelo, As. Oy Utajärven Jokihovi. 2011. Arkkitehtitoimisto Linja-arkkitehdit Oy.

As. Oy Utajärven Jokihovi. 2011. Temotek Oy. Saatavissa: <http://www.temotek.fi/asunnot/utajarven-jokihovi>. Hakupäivä 18.11.2011.

Kankainen, Jouko – Siikanen, Pekka 2004. Työpäällikön käsikirja, Osa 1 Aikataulunhallinta. Helsinki: Rakennusteollisuus RT ry.

Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Tampere: Rakennustieto Oy.

Mäki, Tarja – Koskenvesa, Anssi 2007. Aikataulukirja 2008. Jyväskylä: Rakennustieto Oy.

Palomäki, Jenni – Mäki, Tarja – Koskenvesa, Anssi 2009. Rakennustöiden menekit 2010. Kolofon Baltic OU, Viro 2009: Rakennustieto Oy.

RT 10–10387. 1989. Rakennushankkeen kulku. Rakennustieto Oy. Saatavissa: [http://www.rakennustieto.fi/RT/RTnayte\\_1010387.pdf](http://www.rakennustieto.fi/RT/RTnayte_1010387.pdf). Hakupäivä 17.3.2012.

RT 16–10768. 2002. Urakkamuodot ja -asiakirjat. Rakennustieto Oy. Saatavissa: [http://www.rakennustieto.fi/RT/RTnayte\\_1610768.pdf](http://www.rakennustieto.fi/RT/RTnayte_1610768.pdf). Hakupäivä 19.3.2012.

## **LIITTEET**

Liite 1 Jokihovin yleisaikataulu

Liite 2 Runkovaihe aikataulu

Liite 3 Sisätyövaihe aikataulu