



SAVONIA

RS-kohteen yleisaikataulu

Pasi Tauru

Opinnäytetyö

Valitse kohde.

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Pasi Tauru			
Työn nimi RS -kohteen yleisaikataulu			
Päiväys	5.12.2012	Sivumäärä/Liitteet	34 / 2
Ohjaaja(t) Pasi Haataja, Lehtori			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) NCC Rakennus Oy			
Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä aikataulun laadintaprosessiin ja laatia yleisaikataulu NCC Rakennus Oy:n As Oy Kuopion Ruustinnanpihan kolme kerrostaloa käsittävään kerrostalokohteeseen. Opinnäytetyössä perehdyttiin aikatauluttamista koskeviin rakennusalan yleisiin sopimusehtoihin jotka ottavat kantaa aikataulusuunnitteluun ja työmaan johtovelvollisuuksiin. Työssä esitetään myös talonrakentamisessa käytettyjä aikataulusuunnittelun perusteita ja vaiheita, joihin tutustuttiin kirjallisuuden avulla. Opinnäytetyön loppuosassa esitellään aikataulutettu esimerkkikohteeseen ja sen rakenteelliset ratkaisut sekä kerrotaan kohteen yleisaikataulun muodostamisesta. Aikataulu tehtiin käyttäen Vico Control 2009 aikataulu-ohjelmaa. Tämän opinnäytetyön tuloksena laadittiin tuotantoon sopiva yleisaikataulu. Työn avulla saatiin lisätietoa Vico Control 2009 aikatauluohjelman ominaisuuksista sekä yleisaikataulun laadintaprosessista. Rakennusalan yleisten sopimusehtojen tutkimisen ansiosta myös työmaan johtovelvollisuudet ja niiden kautta aikataulun laadintavastuu realisoituivat.			
Avainsanat			
Yleisaikataulu, YSE 1998, työmaan johtamisvelvollisuudet, aikataulut.			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Pasi Tauru			
Title of Thesis General Schedule of a Construction Site			
Date	5.12.2012	Pages/Appendices	34 / 2
Supervisor(s) Mr Pasi Haataja, Lecturer			
Client Organisation/Partners NCC Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this study was to get acquainted with a schedule development process and to establish a general schedule for the use of NCC Ltd`s construction site called Ruustinnanpiha. The construction site consists of three high-rise buildings.</p> <p>First this thesis focused on the general conditions of construction in terms of scheduling. In the theory part were also presented the scheduling drafting criteria and the terms and methods of making house construction schedules. Finally, the description of the building project and how the general timetable was made were presented. The general schedule was drawn up by using the Vico Control 2009 program.</p> <p>As a result of this thesis was created a general schedule suitable for the production. The work provided further insights into the properties of Vico Control 2009 program, as well as the general characteristics of the general scheduling process. In addition, the examination of the general construction conditions realized the responsibilities of the site management in drafting schedules.</p>			
Keywords			
General schedule, YSE 1998, construction site management responsibilities, scheduling			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
2	YSE 98 AIKATAULUTTAMISVELVOITE.....	8
3	AIKATAULUSUUNNITTELU.....	11
3.1	Aikataulusuunnittelun käsitteitä.....	11
3.2	Aikataulumuodot.....	14
3.2.1	Tehtäväluettelo.....	14
3.2.2	Jana-aikataulu.....	15
3.2.3	Paikka-aikakaavio.....	16
3.2.4	Tuotantoaikakaavio.....	16
3.3	Aikataulusuunnittelun vaiheet.....	17
3.3.1	Reunaehtojen selvitys.....	18
3.3.2	Tehtävänimikkeet ja suoritemäärät.....	18
3.3.3	Tehtävien kestot.....	19
3.3.4	Tehtävien väliset riipuvuudet, tahdistus ja rytmitys.....	20
3.3.5	Aikataulun kireyden tarkistaminen.....	21
3.3.6	Tuloksen analysointi.....	22
3.3.7	LVIS- aikataulun laatiminen.....	23
3.3.8	Valmis aikataulu.....	23
3.4	Aikataulutasot.....	24
3.4.1	Yleisaikataulu.....	24
3.4.2	Rakentamisvaiheaikataulu.....	25
3.4.3	Viikkoaikataulu.....	25
3.4.4	Tehtäväsuunnittelu.....	26
4	KOHTEEN ESITTELY.....	27
4.1	Rakenteelliset ratkaisut.....	27
5	YLEISAIKATAULUN LAATIMINEN KOHTEESEEN.....	29
5.1	Lähtötiedot ja lohkojako.....	29
5.2	Tehtävien muodostaminen, tahdistus ja rytmitys.....	30
5.3	Riskien kartoittaminen.....	31
5.4	Aikataulu.....	32
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	33
	LÄHTEET.....	35

LIITTEET

Liite 1 Yleisaikataulu

Liite 2 Runkoaikataulu

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään NCC Rakennus Oy:lle. NCC Oy on Pohjoismaiden johtavia kiinteistö ja rakennusalan yrityksiä. NCC:n toimialana on asunto-, toimitila-, liike- ja julkinen rakentaminen sekä infrarakentaminen. NCC Rakennus Oy toimii valtakunnallisesti viideksi alueyksiköksi jakautuen.

Rakentaminen on työnjohtajan näkökulmasta ongelmien ratkomista ja niiden minimointia. Suunnittelulla ongelmien määrää voidaan vähentää, koska huonokin suunnitelma on parempi kuin toimiminen ilman suunnitelmaa. Suunnittelun perustana rakentamisessa toimivat aikataulut, joiden tehtävänä on esittää toteutuksen malli ja tavoitteet. Ilman tavoitteita ja mallia toteutuksesta järjestelmällinen toiminta olisi vaikeaa.

Rakentamisessa yleisaikataulu on hankkeen toteutuksen ja suunnittelun selkäranka johon muut suunnitelmat perustuvat. Yleisaikataulun merkittävyyden vuoksi sen suunnitteluun tulisi varata aikaa, resursseja ja ammattitaitoa. Yhteisesti hyväksytty yleisaikataulu toimii myös informaatiovälineenä sekä rakennushankkeen osapuolia sitovana asiakirjana.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia tuotantoon soveltuva yleisaikataulu esimerkkikohteeseen. Työssä esitetään myös talonrakentamisessa käytettyjä aikataulusuunnittelun perusteita ja vaiheita. Aikataulusuunnittelun lähtökohtana on työtehtävien keston selvittäminen sekä erilaisten työaikakäsitteiden tunteminen joiden perusteita käsitellään opinnäytetyössä. Aikataulusuunnittelu voidaan jakaa vaiheisiin jotka alkavat reunaehtojen selvittämisellä ja päättyvät valmiiseen aikatauluun. Työn lopussa esitellään esimerkkikohde ja kerrotaan sen yleisaikataulun muodostamisesta. Työssä tarkastellaan myös rakennusalan yleisten sopimusehtojen mukaisia työmaan johtovelvollisuuksia ja niiden johdosta tulevia aikataulutusta velvollisuuksia.

Opinnäytetyö käsittelee aikataulun laadintaan käytettäviä perusteita ja laadintatapaa sekä aikataulun laadintavastuuta. Aikataulun seuranta ja ohjausta käsitellään työssä suppeasti. Aikataulu on laadittu pääasiassa Ratu-aikataulutiedostojen mukaisesti mutta myös kokemuseräistä sekä yhtiön jälkilaskentaan perustuvaa tietoa käyttäen. Rakennusalan yleisten sopimusehtojen tutkimisessa keskitytään aikatauluun liittyviin kohtiin.

2 YSE 98 AIKATAULUTTAMISVELVOITE

Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998 on tarkoitettu elinkeinonharjoittajien välisiin rakennusurakoihin ja ne soveltuvat muutoksitta myös sivu- ja aliurakoihin. YSE 98 määrittelee myös työmaan johtovelvollisuudet ja niiden mukana tulevat aikatauluttamisvelvoitteet. (Ratu 417-T, 1.) Tässä luvussa tarkastellaan urakan aikataulun laatimista ja noudattamista rakennusalan yleisten sopimusehtojen perusteella. Näitä kohtia käsitellään YSE 98 luvussa 1 urakan sisältö ja laajuus.

Urakoitsijalla on seuraavia suoritusvelvollisuuksia (Ratu 417-T, 4):

1§ Pääsuoritusvelvollisuus

1. Urakoitsija on velvollinen sovittua urakkahintaa tai muuta maksuperustetta vastaan tekemään kaikki urakkasopimuksen ja siinä noudatettavaksi määrättyjen sopimusasiakirjojen edellyttämät työt ja toimenpiteet sekä hankinnat aikaansaadakseen näissä asiakirjoissa määritetyn työntuloksen ja luovuttamaan sen sopimusasiakirjojen mukaisesti tehtynä valmiina tilaajalle.

2§ Sivovelvollisuudet

1. Mikäli näiden sopimusehtojen tarkoittamissa kaupallisissa asiakirjoissa ei ole toisin sanottu, jokaisen urakoitsijan urakkaan kuuluvat omaa suoritustaan koskien myös seuraavat velvollisuudet:
 - d) omaa urakkaansa koskevan aikataulun laadinta

4§ Työmaan johtovelvollisuudet

1. Työmaan johtovelvollisuuksista vastaa pääurakoitsija.
2. Mikäli kaupallisissa asiakirjoissa ei ole toisin sanottu, työmaan johtovelvollisuuksiin kuuluvat seuraavat velvollisuudet:
 - c) työmaan aikataulun laatiminen
 - d) työmaan töiden järjestely ja yhteensovitus

Rakennusalan yleisissä sopimusehdoissa veloitetaan kaikki urakoitsijat laatimaan omista töistään aikataulun. Työmaan johtovelvollisuuksista vastaa yleensä pääurakoitsija jonka vastuulla on työmaan työaikataulun laatiminen ja töiden järjestely sekä

yhteensovittaminen, ellei kaupallisissa asiakirjoissa ole muuta mainittu. (Ratu 417-T, 4.)

Urakoitsijoiden ja tilaajan velvollisuudet työn toteutuksessa ja yhteistoiminnassa (Ratu 417-T, 4):

5§ Työaikataulu

1. Työmaan johtovelvollisuuksista vastaava urakoitsija laatii yhteistyössä muiden urakoitsijoiden ja tilaajan kanssa työmaan työaikataulun, jossa esitetään työvaiheiden ja niiden edellyttämien hankintojen keskinäinen suoritusjärjestys ja eteneminen siten, että kaikki urakoitsijat ja asiantuntijat voivat tahdistaa tehtävänsä sen mukaisesti.
2. Urakoitsijan on osallistuttava tilaajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa työaikataulun ja työsuunnitelman laatimiseen. Aikataulua laadittaessa on otettava huomioon toimintakokeiden ja koekäytön vaatima aika sekä urakoitsijan omien töiden järjestely. Työaikataulu hyväksytään yhteisesti noudatettavaksi ja aikataulun tarkentumista lukuun ottamatta sitä voidaan muuttaa vain yhteisesti sopimalla.

7§ Yhteistoiminta

1. Urakoitsijan on tiedottamalla, sopimalla ja muulla yhteistoiminnalla tilaajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa varmistettava rakennustyön sujuva ja turvallinen suoritus sekä järjestettävä ja suoritettava työnsä siten, että ne eivät tarpeettomasti häiritse tilaajan tai muiden urakoitsijoiden töitä samalla rakennustyömaalla.
2. Urakoitsijan on noudatettava työmaan johtovelvollisuuksista vastaavan antamia töiden järjestelyä ja yhteensovitusta koskevia ohjeita sekä 1. Momentin mukaisesti sovittuja velvoitteita.

8§ Tilaajan myötävaikutusvelvollisuus

3. Ellei kaupallisissa asiakirjoissa ole toisin sanottu, tilaajan myötävaikutusvelvollisuutena on lisäksi:
4. Laatia yhteistyössä urakoitsijan kanssa suunnitelma-aikataulu ja toimittaa sovituksessa aikataulussa sopimuksen edellyttämät suunnitelmat ja muut asiakirjat urakoitsijalle rakennustyön etenemisen mukaan siten, että urakoitsijalle jää riittävä aika hankintojen ja valmistamien toimenpiteiden suorittamiseen

Työmaan johtovelvollisuuksista vastaava urakoitsija laatii yhteistyössä muiden urakoitsijoiden kanssa työmaan työaikataulun, joka yhteisesti hyväksyttynä tulee toimimaan hankkeen osapuolia sitovana yleisaikatauluna. Hankkeeseen osallistuvien tulee toiminnallaan kaikin tavoin varmistaa sujuva ja turvallinen suoritus sekä häiriötön toteutus. Urakoitsijoiden on myös noudatettava työmaan johtovelvollisuuksista vastaavan yleisaikatauluun perustuvaa aikataulusuunnittelua ja työnsovittelua. Tilaajan myötävaikutusvelvollisuutena on, ellei muuta ole sovittu laatia urakoitsijan kanssa suunnitelma-aikataulu jonka perusteella suunnitelmat toimitetaan urakoitsijoille (Ratu 417-T, 5.)

3 AIKATAULUSUUNNITTELU

Aikataulusuunnittelun tavoitteena on kuvata koko hankkeen työnkulku ja tavoitteet. Ajallinen suunnittelu selkeyttää hankkeen kulkua ja mahdollistaa ennakoivan tuotannon ohjauksen. (Ratu S-1216 2008, 2.) Ajallinen suunnittelu jakautuu ennakkosuunnitteluun ja työnaikaiseen suunnitteluun. Ennakkosuunnittelun tarkoituksena on löytää hankkeelle laadullisesti ja taloudellisesti paras mahdollinen toteutustapa. Työaikaisen suunnittelun tavoitteena on tarkentaa ja ylläpitää laadukasta ja taloudellista toteutusta. Hankkeen toteutuksen suunnittelu voidaan jakaa kolmeen osioon ajalliseen suunnitteluun, menetelmäsuunnitteluun ja taloudelliseen suunnitteluun. Ajallisessa suunnittelussa selvitetään kestoa ja ajankohtaa, menetelmäsuunnittelussa resursseja ja työmenetelmiä sekä taloudellisessa suunnittelussa taloudellisinta toteutustapaa. (Saarijärvi Jorma 2008.)

Tuotannon ohjaaminen ja seuraaminen edellyttävät laadukkaita ja riittävän tarkkoja aikatauluja. Tuotannon ohjaus on osa hankkeen johtamisjärjestelmää joka perustuu tulosjohtamisen periaatteisiin. Tulosjohtamisen keskeiset periaatteet ovat: 1 tavoitteet: jotka tulee suunnitella haastaviksi. 2 Valvonta: jossa hankkeeseen osallistuvien tulee tuntea tuotannon toteutuminen ja poikkeamista aiheutuvat seuraamukset. 3 Ohjaustoimenpiteet: joilla pyritään palauttamaan tuotanto suunnitelmien mukaiseksi. Tuotannossa tapahtuvat häiriöt aiheuttavat aikataulullisia viivästyksiä, laatuongelmia sekä kustannusten ylittymisiä. Aikataulusuunnittelun tulisi näin olla tuotantolähtöinen huomioiden myös mahdolliset häiriöt ja poikkeamat riittäväillä marginaaleilla aikataulussa. (Kankainen & Sandvik 1999, 14.) Aikataulua suunnitellessa hankkeeseen osallistuvien osapuolien yhteistyö on ensiarvoisen tärkeää. Aikataulu johon rakennushankkeen osapuolet ovat päässeet vaikuttamaan on heidän mielekkäämpi sitoutua.

3.1 Aikataulusuunnittelun käsitteitä

Aikataulusuunnittelua ja realististen tavoitteiden asettamista varten tulee tietää työtehtävien kesto. Työtehtävien kestoihin vaikuttavia tietoja ovat työsaavutukset, työmenekit ja kapasiteetit sekä työryhmien koko. (Mäki & Koskenvesa 2007, 9.) Työsaavutuksina ja työmenekkeinä käytetään pääasiassa Ratu-tiedoston menekkitietoja.

Alla esitetyt käsitteet ovat Ratu aikataulukirjasta (Mäki & Koskenvesa 2007, 48 - 49):

Työmenekki-käsitteet

Tietyn työvaiheen kesto voidaan laskea joko työmenekkiä tai työsaavutusta käyttämällä. Yhden resurssin työsaavutukset esitetään joko yksiköinä / työvuoro tai yksiköinä / työntekijätunti (yks. / tv tai yks. / tth).

Työmenekit ja työsaavutukset voidaan jakaa neljään tasoon riippuen siitä, kuinka paljon lisä- ja hukka-aikoja niihin sisällytetään.

T1 = Perusaika

T2 = Menetelmäaika

T3 = Työvuoroaika

T4 = Työvaiheaika

Vastaavasti työsaavutukset.

K1 = Perustyösaavutus

K2 = Menetelmätyösaavutus

K3 = Työvuorotyösaavutus

K4 = Työvaihetyösaavutus

Työmenekki ja työsaavutus ovat käänteislukuja. Esimerkiksi

Työmenekki = 0,5 tth / m² Työsaavutus = 1 : 0,5 tth/ m² = 2 m² / tth

Kokonaisaika, työvaiheaika eli T4 aika sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, myös tunnin mittaiset ja pidemmät työskentelyn keskeytykset. Kokonaisaikaa käytetään kustannusten arvioimiseen ja yleisaikataulujen laadintaan.

Kriittinen polku käsittää tehtävät joissa ei ole pelivaraa, eli tehtävien ajoitus vaikuttaa aina hankkeen kestoan.

Kriittinen tehtävä on tehtävä jonka kesto ei voida muuttaa vaikuttamatta hankkeen kestoan ja valmistushetkeen.

Resurssi on suoritteiden varmistamiseksi tarvittava panos tai tuotannon-tekijä. Rakennushankkeen resursseja ovat esimerkiksi työvoima, materiaalit ja kalusto.

Riippuvuus on tehtävien välisen järjestyksen määräävä ehdoton tai valittu rajoitus, joka voi johtua tehtävien välisistä suhteista tai resursseista.

Suoritemäärä on toiminnan määrällinen aikaansaannos, esimerkiksi tehty laudoitusmäärä neliöinä tai raudoituksen kiloina.

Tahdistus on resurssien, lähinnä työryhmän ja tehtävän työsisällön suunnittelu siten, että tahdistavat työt toteutuvat annetun aikataulun puitteissa.

Tehollinen aika, työvuoroaika eli T3 ajat ovat tavoitteellisia työmenekkejä, jotka eivät sisällä yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä. Tehollista aikaa käytetään rakentamisvaiheaikataulujen, viikkoaikataulujen ja tehtäväsuunnitelmia laskettaessa.

Työmenekki on aika jonka työntekijä, työryhmä tai kone tarvitsee yhden suoriteyksikön aikaansaamiseksi, esimerkiksi tth/m² tai kone –h/m³.

Työntekijätunti (tth) on työntekijäkohtainen työtunti. Jos esimerkiksi kolmen työntekijän työryhmä työskentelee kaksi tuntia, on yhteensä kulunut kuusi työntekijätuntia.

Työsaavutus on aikayksikössä tuotettujen suoritteiden lukumäärä, esimerkiksi kpl/tv, m³/h.

Kokonaisaika, työvaihe aika eli T4 aika sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, myös tunnin mittaiset ja pidemmät työskentelyn keskeytykset. Kokonaisaikaa käytetään kustannusten arvioimiseen ja yleisaikataulujen laadintaan.

Perusaika T1	Menetelmän lisäaika TL1	Työnvuoron lisäaika TL2	Pelivarat TL3- aika
Menetelmäaika T2		alle 1,0 tunnin keskeytykset	
Tehollinen aika (työvuoroaika) T3		Pienet erilliset työvaiheet (T3p)	
Kokonaisaika (työnvaiheaika) T4			

Taulukko1. Työaikakäsitteet (Ratu S-1216 2008,10)

3.2 Aikataulumuodot

Tuotannon ohjaaminen on aikataulun tärkein tehtävä joten oikean aikataulumuodon valitseminen on toteutuksen kannalta ratkaiseva tekijä. Eri aikataulut kuvaavat samaa kuvitteellista tuotantoa erilaisissa aikataulumuodoissa. Yleisimpiä rakentamisessa käytettyjä aikataulumuotoja ovat jana-aikataulut ja paikka-aikataulukaaaviot. Aikataulumuoto valitaan tuotantoa mahdollisimman hyvin ohjaavaksi. (Ratu S-1216 2008, 6.) Aikataulut tulisi suunnitella mahdollisimman selkeiksi yleisten ohjeiden ja käsitysten mukaisesti, jotta niiden tulkitseminen olisi helppoa. Yleensä rakennusyhtiöillä on omat ohjeet eri aikataulumuotojen käyttämisestä aikataulun suunnitteluprosessissa.

3.2.1 Tehtäväluettelo

Tehtäväluettelo on taulukkomuotoinen listaus, johon merkitään vastuuhenkilöt, suoritusajankohta ja mahdollisesti kuittaus. Tehtäväluettelo soveltuu lyhytkestoisiin, nopeampoihin vaiheisiin, kuten työmaan aloitukseen ja luovutusvaiheeseen. (Kankainen & Sandvik 1999, 10.) Tehtäväluettelo toimii myös muistilistana työnjohdolle nopeampoisissa paljon tehtäviä sisältävissä työvaiheissa.

Tehtävä	Aika	Allekirjoitus
teht. 1	maanantai, vk 4	
teht. 2	tiistai, vk 4	
teht. 3	torstai, vk 4	
teht. 4	perjantai, vk 4	

Taulukko 2. tehtävälueetelo (Ratu S-1216 2008,3)

3.2.2 Jana-aikataulu

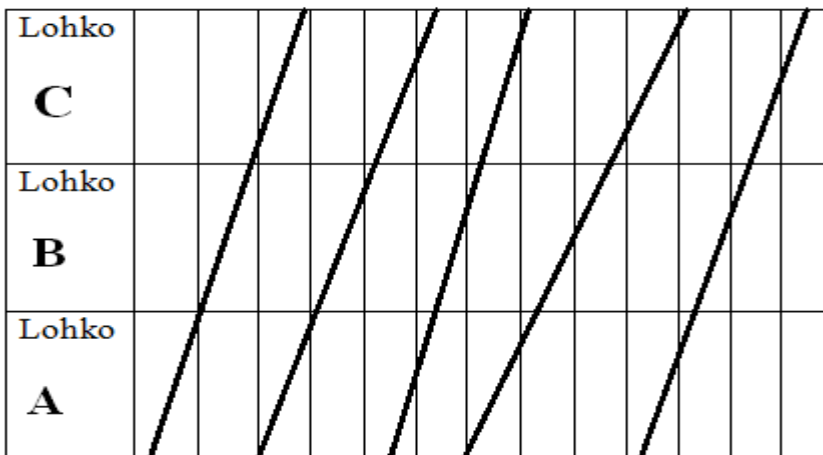
Jana-aikataulu on perinteinen ja yleisimmin käytetty aikataulumuoto. Siinä tehtävät esitetään niiden pituuden mukaisesti janoina kalenteripohjalla. Tehtävän kestot laskeaan työmenekkitiedostoja tai omaa kokemusperäistä tietoa käyttäen. Jana-aikataulussa esitetään usein myös suoritemääriä, työmenekkejä ja resursseja. Jana-aikataulusta pystyy selkeästi näkemään eri vaiheiden keston ja suoritusjärjestyksen sekä mahdollisesti myös riippuvuuksia. Alustava aikataulu ja yleisaikataulu esitetään yleensä janamuodossa mutta myös muita aikatauluja on hyvä havainnollistaa jana-aikataululla sen selkeyden takia. Jana-aikataulu ei sovellu mittaviin ja laajalla alueella tapahtuvan toiminnan suunnitteluun. (Saarijärvi Jorma 2008.) Janamuodossa on myös vaikea esittää tehtävien eteneminen ajan ja paikan suhteen, jolloin se ei ennusta mahdollisia tulevia tuotannon häiriöitä.

Teht.																		
teht. 1	■	■	■															
teht. 2			■	■	■													
teht. 3					■	■	■	■										
teht. 4										■	■	■	■					

Kuvio 3. Jana-aikataulu (Ratu S-1216 2008,6.)

3.2.3 Paikka-aikakaavio

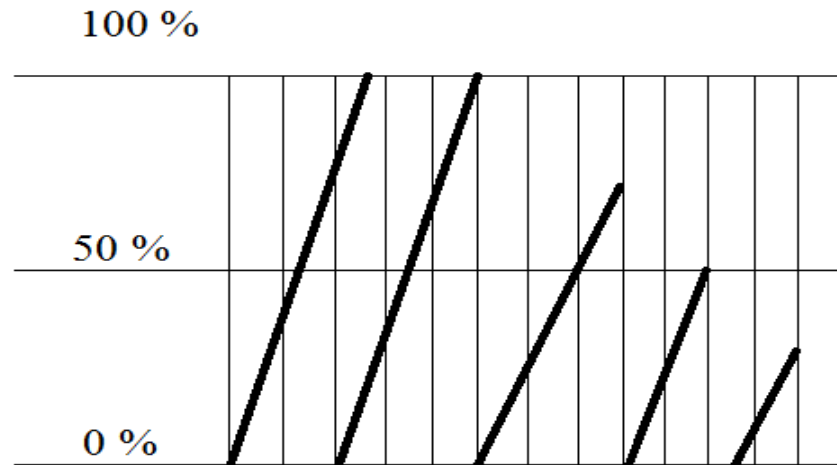
Paikka-aikakaaviossa eli vinoviiva-aikataulussa esitetään ajankäytön lisäksi hankkeen lohkojako. Mittavissa kohteissa työsuunnittelussa voidaan näin paremmin perehtyä töiden tahdistukseen. Paikka-aikataulussa vinoviivoilla kuvataan tehtävien kestoa sekä suoritusjärjestystä ja viivojen kaltevuudella osoitetaan tuotannon nopeutta. Paikka-aikataulu soveltuu hyvin tuotannon suunnitteluun ja antaa lähtökohdat tehokkaalle valvonnalle ja ohjaukselle. Vinoviiva-aikataulusta on helposti havaittavissa paikkakohtaisesti tehtävien tuotantonopeus, aloitus- ja lopetusajankohdat, rakentamisjärjestys, riippuvuudet sekä häiriöt. Paikka-aikakaavio on hyvä väline tuotannon valvontaan ja ohjaamiseen. (Ratu S-1216 2008, 6-7.)



Kuvio 4. Paikka-aikataulu. (Ratu S-1216 2008,6.)

3.2.4 Tuotantoaikakaavio

Tuotantoaikakaaviossa seurataan vinoviivoilla työn valmiusastetta suhteessa toteutusaikaan. Valmiusasteen kuvaajan perusteena voidaan käyttää suoritemäärää tai prosentuaalista määrää. Tuotantoaikakaaviota voidaan käyttää tuotannon vaiheiden kehityksen ja tuotantonopeuden seurantaan. Tuotantoaikakaavio soveltuu kohteisiin, jotka eivät ole jaettavissa selkeisiin osakohteisiin. (Ratu S-1216 2008,7.)



Kuvio 5. Tuotantoaikakaavio. (Ratu S-1216 2008,7.)

3.3 Aikataulusuunnittelun vaiheet

Aikataulusuunnittelu voidaan käsittää prosessina jossa aikataulua kasataan vaiheittain, eri vaiheiden merkitys ja keskinäinen järjestys on riippuvainen hankkeen laajuudesta ja teknisestä vaikeudesta, kokonaiskeston kireydestä sekä aliurakointiasteesta ja työvoiman käyttöperiaatteesta. Laajuuden ja teknisen vaikeuden perusteella talonrakennushankkeet jaetaan tavanomaisiin tai erityiskohteisiin. Aikataulusuunnittelun jakaminen vaiheisiin selkeyttää aikataulun laadintaa ja varmistaa kattavuuden. Vaiheiden järjestys ei ole kiinteä ja aikataulusuunnittelulle on tyypillistä palaaminen aikaisempiin suunnitteluvaiheisiin. Suunnittelun edetessä paljastuvat aikaisemmissa vaiheissa tehtyjen päätösten ja valintojen puutteet ja tämän vuoksi joudutaan suunnittelussa palaamaan taaksepäin. (Kankainen & Sandvik 1999, 16):

Opinnäytetyössä aikataulusuunnittelun vaiheiden osittelussa käytetään yhtiön aikataulusuunnittelunprosessiin perustuvaa ohjetta, joka poikkeaa osin yleisesti käytetystä Rakennushankkeen ohjaus 1999 –kirjan käyttämästä mallista. Eroavaisuuksia on vaiheiden sisällössä ja järjestyksessä, ei niinkään kattavuudessa.

Rakennushankkeen ohjaus 2008 -kirjan mukaiset vaiheet ovat (Kankainen & Sandvik 1999, 16.)

- Rakennusaikataulun kireyden tarkastus
- Tehollisen rakennusajan laskeminen

- Kohteen jakaminen osakohteisiin ja osakohteiden työjärjestyksen valinta
- Resurssilaskenta ja aikataulun tarkistus
- Tehtävälueetelon teko
- Aikataulun laadinta.

3.3.1 Reunaehtojen selvitys ja lohkojako

Ensimmäisessä vaiheessa perehdytään asiakirjoihin, kuten piirustuksiin ja työselityksiin. Selvitetään otollisin aloitusajankohta jossa huomioidaan mm. resurssit ja vuodenaikojen vaikutus työvaiheisiin. Kohteen suuruusluokka hahmotellaan, jonka jälkeen mietitään työmenetelmiä, alustavasti resurssien käyttöä sekä tehdään lohkojako. (Saarijärvi Jorma 2008.)

Lohkojaolla eli rakennuskohteen jakamisella lohkoihin, osakohteisiin tai työkohteisiin pyritään lyhentämään rakennusaikaa. Lohkojaolla töitä limitetään keskenään niin että työt jatkuisivat rakennuskohteessa yhtäjaksoisesti. Lohkojako tehdään rutiinikohteissa usein päättelemällä ja erityiskohteissa Hossin sääntöä noudattaen. Erityisesti toteutusjärjestyksen huolellisella suunnittelulla voidaan vaikuttaa aikataulun sujuvuuteen. (Kankainen & Sandvik 1999, 19-20.) Reunaehtojen ja lohkojaon avulla laaditaan jana- tai paikka-aika muotoinen yleisaikataulupohja.

Hossin säännöllä tarkoitetaan Kankaisen ja Sandvikin (1999, 20) mukaan sitä, että
-ensimmäiseksi lohkoksi valitaan se, jonka perustus ja runkovaihe on lyhin.
-viimeiseksi valitaan se, jonka sisävalmistusvaihe on jäljellä olevista lyhyin.

3.3.2 Tehtävänimikkeet ja suoritemäärät

Yleisaikatauluun perustetaan tavoitearvion avulla päätehtävänimikkeitä, joita on yleensä 20-35, joista paikka-aikakaaviossa 15-20 mestaa sitovaa tehtävää. Suurissa kohteissa tehtäviä on paljon jolloin pienemmät tehtävät muodostavat suurempia kokonaisuuksia. Aikataulutehtävät suunnitellaan siten että niiden toteutumista voidaan valvoa ja ohjata. Nimikkeistö eritellään lohkojaon perusteella jonka jälkeen selvitetään

päätehtäville määräluettelosta lohkoittain jaetut suoritemäärät ja varmistetaan peittävyyden riittävydestä. (Kankainen & Sandvik 1999, 21-22.)

3.3.3 Tehtävien kestojen määrittäminen

Tehtävien kestot määritetään jotta yleisaikataulun ja sen pohjalta laskettavan rakentamisvaihe aikataulun muodostaminen onnistuisi luotettavasti. Tehtävien kestot lasketaan käyttäen työmenekki- tai työsaavutuslaskentaa. Lähtötietoina käytetään RT-kortistoa, jälkilaskentaan tai omaan kokemukseen perustuvaa tietoa. Työmenekkejä ja -saavutuksia laskettaessa on huomioitava useita tekijöitä joita ovat mm. kohteen vaativuus ja koko, työntekijöiden ja työryhmien ammattitaito, suoritemäärät, rakenneratkaisut, olosuhteet ja käytössä oleva kalusto. (Mäki & Koskenvesa 2007, 8, 23.)

Työmenekin ja määrätietojen avulla lasketaan tehtävien kokonaistyömenekit. Työsaavutus eli tuotantonopeus voidaan selvittää kun työryhmän koko on mitoitettu työmenekin, laajuuden ja suunnitellun keston perusteella. Tulokseksi saatavien päätehtävien kestot pyöristetään täysille työpäiville. (Ratu S-1216 2008,4.) Kestoja on syytä tarkastella tässä vaiheessa kriittisesti jotta aikataulusta saadaan todenmukainen. Joissain tapauksissa työn keston laskeminen edellyttää tarkempaa aikataulusuunnittelua jotta työvaiheen tai tehtävän kesto voidaan määrittää luotettavasti, tästä esimerkkinä toimii esimerkkikohteeseen yleisaikatauluvaiheessa laadittu rakentamisvaiheen runko aikataulu.

Ratu-korttien työsaavutusten ja menekkien laskennassa käytetään seuraavia kaavoja. (Mäki & Koskenvesa 2007, 9):

$$\text{Työsaavutus [yks/tth]} = \frac{1}{\text{Työmenekki [tth/yks]}}$$

$$\text{Työsaavutus [yks/tv]} = \frac{\text{Työryhmä} \times 8 \text{ tth/tv}}{\text{Työmenekki [tth/yks]}}$$

$$\text{Kokonaistyömenekki [tth]} = \text{Määrä [yks]} \times \text{Työmenekki [tth/yks]}$$

$$\text{Työn kesto [h]} = \frac{\text{Kokonaistyömenekki [tth]}}{\text{Työryhmä [tt]}}$$

$$\text{Työn kesto [tv]} = \frac{\text{Kokonaistyömenekki [tth]}}{\text{Työryhmä [tt] x 8 [h/tv]}}$$

3.3.4 Tehtävien väliset riippuvuudet, tahdistus ja rytmitys

Riippuvuuksien tarkastelulla pyritään optimoimaan tehtävien suorituspaikat sekä aloitus- ja lopetusvälit aikataulussa. Tehtävien välillä voi olla pakollisia teknisiä riippuvuuksia, valinnaisia riippuvuuksia, viiveeseen perustuvia riippuvuuksia sekä resurssi-riippuvuuksia. Riippuvuudet aiheuttavat tehtävien välille viiveitä, siirtäen näin seuraavan tehtävän alkua. Viivästymisen suuruus vaihtelee alla esitettyjen riippuvuustyyppien mukaan. (Kankainen & Sandvik 1999, 23.)

- loppu-alkuriippuvuus, mikä tarkoittaa sitä, että tehtävää ei saa aloittaa, ennen kuin edeltävä tehtävä on tehty kokonaan valmiiksi (raudoitus - betonointi)
- alku-alkuriippuvuus, mikä tarkoittaa sitä, että tehtävän saa aloittaa, kun edellinen tehtävä on aloitettu (muottityö – raudoitus)
- loppu-loppuriippuvuus, mikä tarkoittaa sitä, että edeltävää tehtävää ei voi lopettaa ennen kuin jäljessä tuleva tehtävä on lopetettu (väliseinätyö - vesijohtotyö)
- alku-loppuriippuvuus, mikä tarkoittaa sitä, että jäljessä olevaa tehtävää ei saa lopettaa ennen kuin edellä oleva tehtävä on aloitettu (betonointi - pohjaveden pumppaus)

Tehtävät tahdistetaan, jotta niistä saadaan yhtä pitkiä, tasaisesti lyheneviä tai piteneviä. Tahdistuksella pyritään rakennusajan tehokkaampaan käyttöön ja tehtävien helpompaan ohjattavuuteen. Tahdistusta voidaan säädellä muuttamalla tehtävien työsiältöä sekä työryhmien määrän tai kokoonpanon vaihtamisella. Työn tahdistuksessa on huomioitava että töille on olemassa aina jokin optimaalinen ryhmäkoko, jolloin työn tekeminen on kaikkein tehokasta. (Kankainen & Sandvik 1999, 27.)

Aikataulun rytmittämisellä pyritään suoritemääriltään erilaisten työkohteiden työt saamaan jatkuviksi. Rytmitystä voidaan vaihtaa tehtävien aloituksia tai työjärjestystä

muuttamalla, varatyökohteiden suunnittelulla sekä työryhmien kokoa muuttamalla. (Kankainen & Sandvik 1999, 28.)

3.3.5 Aikataulun kireyden tarkistaminen

Rakennusaika on urakkasopimuksessa määrätty rakennuttajan käsitys kohtuullisesta urakka-ajasta. Urakka-aikaan vaikuttavat kohteen suunniteltu käyttöönottoajankohta, rahoitustilanne sekä viranomaisten toiminta ja suunnitelmien valmistuminen. Rakennusyhtiöiden omassa tuotannossa käytetään tuotanto-ohjelmaa joka ohjaa myös hankkeen ajoitusta. Tuotanto-ohjelmalla yritys pyrkii sopeuttamaan tuotantonsa markkinatilanteeseen sopivaksi, varmistamaan hankkeiden aloitusedellytykset ja asettamaan hankkeille tavoitteet. Tuotanto-ohjelma asettaa tavoitteet myös hankkeen aloitusajankohdalle, kestolle sekä resurssien saatavuudelle ja käytölle. (Kankainen & Sandvik 1999, 16-17.)

Rakennusaikataulun kireys tutkitaan vertaamalla hankkeen toteuttamiseen varattua aikaa normaalikeston. Normaalikestolla tarkoitetaan hankkeen rakennussuunnitelmien ja tavanomaisen kireystason mukaista rakennusaikaa, josta on vähennetty kesälomakuukaudet ja ennalta tiedetyt keskeytykset. Kaava valitaan kohteessa tehtävien töiden kokonaistyöpanoksen suuruudesta riippuen. (Kankainen & Sandvik 1999, 16-17). Normaalikesto lasketaan alla olevilla kaavoilla (Kankainen & Sandvik 1999, 16-17):

Isoissa hankkeissa, joissa kokonaistyöpanos yli 10 000 tth

$$T_n = 4,6 \times \ln(\sum t_{th}(1...9)) - 36,6, \text{ missä}$$

T_n = normaalikesto (kk)

Pienissä hankkeissa, joissa kokonaiskesto alle 10 000 tth

$$T_n = 2 + 3,8 \times (\sum t_{th}(1...9)/10\,000, \text{ missä}$$

T_n = normaalikesto (kk)

$\sum t_{th}(1...9)$ = hankkeen kokonaistyöpanos (tth), määritettynä TALO-80 rakentamisosien pääryhmien 1...9 mukaisesti.

3.3.6 Tuloksen analysointi

Aikataulun luonnoksen valmistuttua ryhdytään tarkastelemaan aikataulua mitoittavia tekijöitä. Yleisaikataulussa tarkasteltavia asioita ovat kokonaisajan riittävyys, välitavoitteet, resurssien riittävyys, työjärjestys sekä mahdolliset riskit ja mahdollisuudet. (Saarijärvi Jorma 2008.)

Kokonaisajan riittävyyttä tarkasteltaessa on huomioitava että tuotannossa esiintyy häiriöitä ja keskeytyksiä jotka tulisi huomioida aikataulun laadinnassa. Tiedossa oleviin lomiin ja arkipyhiin varautuminen on kohtalaisen helppoa mutta yllättäviin ja äkillisiin häiriöihin kuten sairastumisiin ja tuotannon häiriöihin varautuminen on vaikeampaa. Talonrakennuksen aikataulusuunnittelussa tavanomaisiin häiriöihin on varauduttu häiriövarauksilla, joissa varataan riittävä aika suurhäiriöille. Tällä tavalla laadittu aikataulu on realistisempi. Yleisaikataulun suunnittelussa käytettävät T4 menekit sisältävät pitkät keskeytykset ja omaavat jo nämä häiriövaraukset. (Kankainen & Sandvik 1999, 18-19.) Alla Rakennushankkeen ohjaus –kirjan esittämä malli, tavanomaisessa talonrakennustuotannossa aikataulujen suunnittelussa käytettäviin suurhäiriövarauksiin. (Kankainen & Sandvik 1999, 18):

Häiriövaraukset kokonaisajasta laskettuna

- | | |
|--------------------------|-----|
| - Perustusvaiheen töissä | 5% |
| - Runkovaiheen töissä | 10% |
| - Sisävalmistustöissä | 2% |

Häiriövaraukset tehollisia työpäiviä laskettaessa koko rakennusajasta

- | | |
|---------------------------------|-----|
| - Perustusvaiheen kesto on | 20% |
| - Runkovaiheen kesto on | 30% |
| - Sisävalmistusvaiheen kesto on | 50% |

Välitavoitteita tulisi laatia riittävästi ja sellaisista kokonaisuuksista joilla on merkitystä koko hankkeen etenemiselle. Välitavoitteiden asettamisella pyritään erillisistä tehtävistä koostuvasta joukosta muodostamaan tavoitteellinen kokonaisuus, jonka avulla tuotantoa pyritään seuraamaan ja ohjaamaan mahdollisimman tarkasti.

Riskien ja mahdollisuuksien tarkastelu tehdään jotta mahdollisesti tuleviin poikkeamiin osattaisiin varautua ajoissa. Riski voi esimerkiksi olla rakennus-aineiden hin-

nan kohoaminen ja mahdollisuus vaihtoehtoisella työtavalla toteutettava työvaihe jonka seurauksena syntyy kustannussäästöjä. Edellä esitettyjen vaiheiden tarkastelun seurauksena syntyneet johtopäätökset siirretään aikatauluun.

3.3.7 LVIS-aikataulun laatiminen

Talotekniikan aikataulusuunnittelun tulee olla samalla tasolla rakennusteknisen aikataulun kanssa, jotta tuotantoa voitaisiin ohjata kokonaisvaltaisesti. Aikataulussa käytettävät nimikkeet tulee ratkaista kohdekohtaisesti. Hyvässä LVIS-aikataulussa nimikkeiden ja niiden jaon tulee perustua realistisiin resursseihin ja aikataulujen paikka- ja aluejaon tulee toimia myös talotekniikan osalta. LVIS-aikataulu pyritään laatimaan yleisaikataulun pohjalta urakoitsijoiden kanssa yhteistyössä. Yleisaikatauluun sidotun ja oikein muodostetun talotekniikka-aikataulun seuraaminen mahdollistaa työnsuunnittelun sekä poikkeamien havainnoinnin ajoissa.

3.3.8 Valmis aikataulu

Valmis aikataulu tulee aina tarkastaa. Kahdella eri aikataulutyyppillä laaditut aikataulut voidaan tarkastaa vertailemalla niitä toisiinsa. Menetelmällä tarkastetaan resurssiriippuvuudet sekä tehtävien aloitus- ja lopetusvälit. Paikka-aikakaaviosta voidaan arvioida myös suoritusjärjestystä. Tarkastuksessa on huomioitava myös aikataulun liiallinen kireys. (Ratu S-1216 2008,7.) Aikataulun laadinnassa on onnistuttu, kun se täyttää hyvän aikataulun tunnuspiirteet. Niitä ovat (Ratu S-1216 2008,7.) mukaan:

- kohde on suunniteltu lohkoittain
- kriittisten tehtävien osalta suunnittelussa on käytetty paikka-aikakaaviota
- talotekniset työt on mitoitettu ja sovitettu yhteen rakennusteknisten töiden kanssa
- tehtävillä on oikea tekninen toteutusjärjestys
- tehtävät on tahdistettu ja rytmitetty
- tehtävillä on varatyökohde ja kohteessa tehdään vain yhtä työtä kerrallaan
- häiriöille on varattu pelivaraa
- itselleluovutukselle on varattu aikaa
- betonin kuivumisajat ja urakkaohjelman reunaehdot on otettu huomioon
- aikataulun toteutuskelpoisuus on arvioitu.

3.4 Aikataulusot

Rakennustöissä käytettäviä aikatauluja on monen tasoisia ja niillä kaikilla on oma merkityksensä rakennushankkeessa. Periaatteena on että yleisaikataulu luo raamit tarkentuvaa aikataulusuunnittelua varten. Hyvin tehdyn yleisaikataulun pohjalta tarkempien aikataulujen laatiminen on vaivattomampaa. Työmaan ohjaamiseen käytetään rakentamisvaihe aikataulua sekä viikko- ja tehtäväsuunnittelua. Tarkentuvalla aikataulusuunnittelulla ohjataan tuotantotapaa sekä varmistetaan hankkeen tavoitteiden saavuttaminen. (Mäki & Koskenvesa 2007, 8.)

3.4.1 Yleisaikataulu

Yleisaikataulun tehtävänä on esittää koko hankkeen suunniteltu työnkulku. Yleisaikatauluja voidaan laatia hyvin eritasoisina. Pääurakoitsijan yleisaikataulu on kohteen toteutuksen ja ohjauksen malli. Yleisaikataulussa huomioidaan pääresurssit, jolloin se toimii myös pohjana resurssisuunnittelulle. Resurssisuunnittelussa perehdytään työvoima-, hankinta- ja kalustus suunnitteluun. Yleisaikataulu ohjaa myös tarkemman tason suunnittelua, kuten rakentamisvaihe- ja viikkoaikatauluja sekä tehtäväsuunnittelua. (Mäki & Koskenvesa 2007, 27-28.)

Yleisaikataulu toimii tärkeimpänä informaatiövälteenä hankkeen eri osapuolten välillä. Yhteisesti hyväksytty yleisaikataulu on hankkeen työnaikaisen valvonnan perusta. Yleisaikataululla ohjataan suunnitelma-aikataulua sekä hankinta-aikataulua, joiden tulee olla yhteen sovitettuja. (Mäki & Koskenvesa 2007, 27-28.)

Alustavat yleisaikataulut laaditaan käyttäen kokonaisaikoja eli T4 työvaihe aikoja kun taas työmaata ohjaavaan yleisaikataulun laskentaan käytetään T3 tehollisia työvuo-roaikoja joissa huomioidaan häiriöt eli yli tunnin mittaiset katkokset. (Mäki & Koskenvesa 2007, 27-28.)

3.4.2 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikataulu saa lähtötietonsa yleisaikataulusta ja se laaditaan osaan rakentamisvaiheista, joissa vaaditaan suunnittelun selkeyttämiseksi koko vaiheen kestävää aikataulusuunnittelua. Rakentamisaikatauluvaiheiden pituus vaihtelee rakentamisvaiheen keston mukaan ja se voidaan tehdä myös tietyille ajanjaksolle. Yleisimmin rakennusvaiheaikataulu laaditaan maanrakennus-, perustus-, runko-, sisävalmistus- sekä luovutusvaiheista. (Mäki & Koskenvesa 2007, 28-30.)

Työmaa laatii rakentamisvaiheaikataulun tärkeiksi katsomistaan tai ennalta määrättyistä työvaiheista ja sillä on tärkeä osuus tarkkuutensa vuoksi tuotannon valvonnassa ja ohjauksessa. Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan käyttämällä tehollisia T3-aikoja. Vaiheaikatauluun otetaan yleisaikataulun perusteella nimikkeitä resurssiryhmien mukaan. Aikataulu esitetään mitoitettuna, tahdistettuna ja riippuvuuksiltaan yhteen sovitettuina. Rakentamisvaiheaikataulun laadinta on hyvä tehdä ali- ja sivurakoitsijoiden kanssa yhteistyössä jolloin sitoutuminen aikataulutavoitteisiin paranuu. (Mäki & Koskenvesa 2007, 28-30.)

3.4.3 Viikkoaikataulu

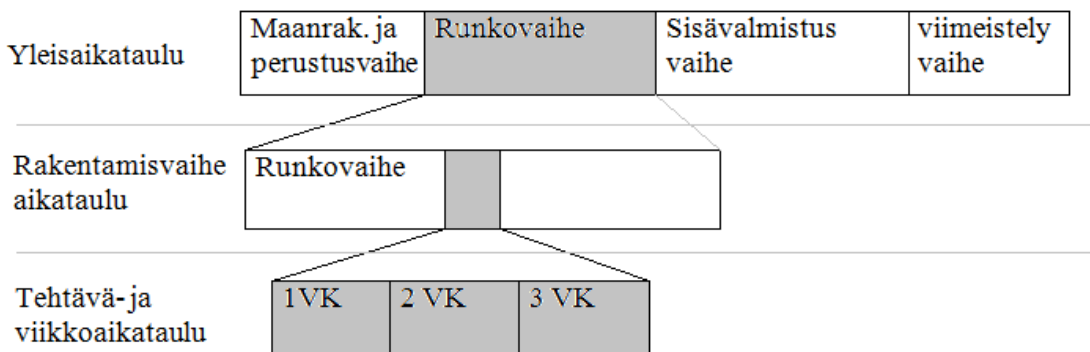
Viikkoaikataululla varmistetaan lyhyen aikavälin tavoitteiden toteutuminen, resurssien tehokas käyttö sekä riittävyys. Viikkoaikataulu laaditaan yleensä 1-3-viikoksi toteutettavien tehtävien mukaan. Viikkoaikataulun tavoitteet muodostuvat rakentamisvaihe- ja yleisaikataulujen perusteella. Laadintaan käytettäviä lähtötietoja ovat: edellinen viikkoaikataulu, henkilöresurssit, tekniset erityissuunnitelmat, materiaalien ja kaluston tilaukset ja toimitusajankohdat sekä tehtävien valmiusaste. (Mäki & Koskenvesa 2007, 31-33.)

Viikkoaikataululla tarkastellaan töiden yhteensopivuudessa mahdollisesti ilmeneviä ongelmia ja se toimii myös tarkentavana informaatiovälineenä työkunnille sekä sivu- ja aliurakoitsijoille. Viikkoaikataulujen laadintavastuu on työnjohtajilla jotka suunnittelevat oman vastualueensa työtehtävien toteutuksen. Viikkoaikataulujen yhteensovittamisen ja hyväksymisen suorittaa vastaava työnjohtaja. (Mäki & Koskenvesa 2007, 31-33.)

3.4.4 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnitelma on tarkin aikataulusuunnitelma työmaalla ja sillä pyritään varmistamaan yksittäisen tehtävän ajalliset, laadulliset ja taloudelliset tavoitteet. Tehtäväsuunnittelu tehdään aikataulullisesti kriittisistä tai pitkäkestoisista aikataulutehtävistä tai laatusuunnitelman mukaisista ennakkoon sovituista tehtävistä. (Mäki & Koskenvesa 2007, 33-37.)

Tehtäväsuunnittelussa aikataulutehtävä suunnitellaan kokonaisvaltaisesti ja sen toteutusta seurataan sekä ohjataan suunnitelmien mukaan. Tehtäväsuunnittelussa huomioidaan työnosat, välitavoitteet, kustannustavoitteet, tehtävien yhteistoiminta, resurssit, aloitusedellytykset, potentiaaliset ongelmat ja laadunvarmistustoimenpiteet. Tehtäväsuunnitelman laatii työnjohtaja, vastaava työnjohtaja tai kyseisen tehtävän suorittava urakoitsija. (Mäki & Koskenvesa 2007, 33-37.)



Kuvio 6. Aikataulutaset.

4 KOHTEEN ESITTELY

Laatimani yleisaikataulun esimerkkikohteena on NCC rakennus Oy:n uudisrakennuskohde As. Oy Kuopion Ruustinnanpiha Pappilanmäellä. Ruustinnanpiha on Pappilanmäelle rakennettavan kaksiosaisen hankkeen ensimmäinen vaihe. Ruustinnanpihan rakennuskohde muodostuu kolmesta asuinkerrostalosta, kahdesta kolmikerroksisesta lamellimaisesta ja yhdestä näiden väliin rakennettavasta viisikerroksisesta pistemäisestä kerrostalosta. Rakennukset muodostavat myöhemmin rakennettavan kohteen kahden kerrostalon kanssa suojaisen sisäpihan.

Ruustinnanpihaan asuntoja valmistuu 47. Asunnot ovat kooltaan 36,5 m² – 124 m². Kaikissa asunnoissa on vähintään yksi lasitettu parveke tai terassi ja miltei kaikissa oma sauna, isommissa asunnoissa myös viherhuone. Taloissa on omat kuivaushuoneet ja varastotilat joihin on esteetön hissiyhteys asunnoista. Kohteen väestönsuoja on sijoitettu C-talon pohjakerrokseen. Tekniset tilat sijaitsevat talojen kellarikerroksissa. Autokatokset ja avo-pysäköintipaikat on sijoitettu korttelin reunoille. Autokatoksen yhteydessä on myös jätekatos. Ruustinnanpihan kohde toteutetaan NCC:n Tähtikoti konseptin mukaisesti jossa erityistä huomiota kiinnitetään laatuun.

4.1 Rakenteelliset ratkaisut

Perustukset ja alapohja tehdään teräsbetonista. Huoneistojen väliset ja porrashuoneen vastaiset seinät, hissikuilut sekä väli- ja yläpohjat ovat paikalla valettua teräsbetonia. Portaat ovat betonielementtirakenteiset. Vesikatteena on kumibitumikermi. Ulkoseinät ovat betoni- tai puurakenteisia ja tiilipintaisia. Parvekkeet kantavine rakenteineen ovat teräbetonirakenteisia, kaiteet ovat alumiinirunkoisia ja turvalasilla varustettuja. Kosteiden tilojen väliseinät ovat pääosin kivirakenteisia, muut kevyet väliseinät ovat metallirankaisia kipsilevyseiniä.

Asuntojen ikkunat ovat sisäänaukeavia ja tehdasmaalattuja puu-alumiini-ikkunoita. Parvekeovet ovat yksilehtisiä ulosaukeavia vakio-ovia. Huoneistojen kerrostaso-ovet ovat vakiomallisia viilupintaisia EI-30 ovia. Asuinhuoneistojen lattiapinnat ovat parkettia ja porrashuoneissa askeläänieristettyä muovimattoa. Huoneistojen seinät maalataan tai tapetoidaan. Kylpyhuoneet ja wc-tilat ovat laatoitettuja.

Asunnot varustetaan huonekohtaisesti säädettävällä koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla. Ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan suodattimella ja lämmöntalteenotolla. LTO-laitteet sijaitsevat asuntojen pesuhuoneissa. Lämmitysmuotona on kaukolämpöön liitetty vesipatterilämmitys. Pesu- ja löylyhuoneissa on lisäksi sähköinen lattian mukavuuslämmitys.



Kuva 1. Väritetty Ruustinnanpihan asemakuva

5 YLEISAIKATAULUN LAATIMINEN KOHTEESEEN

Ruustinnanpihan esimerkkikohteen aikataulun laadinnassa apuna käytettiin NCC:n aikaisemmin rakentamien kohteiden seurannassa syntynyttä aikataulutietoa. Erityisesti hyötyä oli viereiselle tontille urakoidun VVO:n vuokratalokohteen yleis- ja runko-aikatauluista, kohteiden samankaltaisuuden vuoksi. Työsaavutusten ja aikataulutehtävien laadinnassa apuna käytin yhtiön palveluksessa olevien työnjohtajien kokemusperäistä tietoa.

Yleisaikataulu laadittiin Control 2009 aikatauluohjelmalla paikka-aikakaavion esitysmuotoon (liite 1). Määrät aikatauluun tuotiin lohkoittain jaetusta Exel -pohjaisesta määräluettelosta. Aikataulujen laadinnassa käytettiin Ratu Aikataulukirjan yleisaikataulun laadintaan käytettäviä T4- kokonaisaikoja.

5.1 Lähtötiedot ja lohkojako

Yleisaikataulun laadinnassa käytettyjä tärkeimpiä lähtötietoja olivat tekniset suunnitelmat, määräluettelo, Ratu -Aikataulukirja ja yhtiön oma jälkilaskentatieto. Teknisistä suunnitelmista arkkitehti- ja rakennepiirustukset sekä rakennustyöselostukset toimivat aikataulusuunnittelun pohjana. Suunnitelmat olivat opinnäytetyön aloitusvaiheessa kohtuullisen kattavat ja päivityksiä sai tarvittaessa nopeastikin. Suunnitelmien tutkiminen oli vaivatonta käytössä olevan kuvapankin ansiosta.

Työssä käytetty määräluettelo oli laadittu Exel- pohjalle ja määrät oli jaettu pääosin lohkoittain. Aikataulun muodostamiseen tarvittavat tiedot olivat tarkkuudeltaan myös riittäviä. Määräluettelon suuren tietomäärän vuoksi sen käytettävyyttä helpotti luettelon muokkaaminen, jossa vain tehtävän muodostamiseen tarvittavat tiedot jätettiin aikataulusuunnittelussa käytettyyn luetteloon.

Lohkojaoksi muodostui malli jossa talot toimivat omina lohkoinaan (liite 1). Valintaa edesauttoi talojen sopiva koko ja yksiportaisuus sekä kokemusperäinen tieto vastaavista kohteista.

5.2 Tehtävien muodostaminen, tahdistus ja rytmitys

Aikataulutehtävien suunnittelu toteutettiin yhteistyössä kohteen vastaavan mestarin kanssa jolloin töiden toteutustapoihin ja -järjestykseen kiinnitettiin erityistä huomiota. Yleisaikatauluun valittiin päätehtäviksi oleelliset tehtävät maanrakennus-, perustus-, runko-, sisävalmistus- ja luovutusvaiheesta (liite 1). Tehtävien suuren määrän vuoksi osasta tehtäviä muodostettiin kokonaisuuksia esim. maanrakennus, joka sisältää useita alatehtäviä.

Erityistä huomiota kiinnitettiin kohdetalojen runkojen aikataulutehtäviin. Runkojen aikataulujen määrittämiseksi tehtiin tarkempaa aikataulusuunnittelua, jossa muotti- ja kalustosuunnitelman sekä työvoimaresurssien suunnittelun avulla pystyttiin runkojen kestoa ja limitystä tarkastelemaan luotettavasti. Suunnittelun seurauksena muodostui rakennusvaiheen runkoaikataulu jossa aina kahta kohteen taloa rakennetaan limittäen, (C/B ja B/A) jolloin kalusto- ja työntekijäresurssit ovat mahdollisimman tehokkaassa käytössä. Runkoaikataulun määrittämisen johdosta asetettiin taloille lämpöpäällä –välitavoitteet, jotka kuvaavat rakennusten lämmityksien käyttöönottoja (liite 2).

Runkoaikataulun tarkastelun seurauksena pystyttiin suunnittelemaan runkovaiheeseen liittyviä tehtäviä kuten villoitusta ja julkisivumuurausta. Villoitus on työvaiheena suuri jolloin sen merkitys lämmöt päällä -välitavoitteelle ja koko hankkeen aikataululle on merkittävä. Villoitus suunniteltiin alkamaan heti ensimmäisen rungon valmistuttua ja se päätettiin tehdä kahdella työryhmällä työvaiheen nopeuttamiseksi (liite 2).

Julkisivumuurauksen suunnittelussa tuli huomioida erityisesti työntekijäresurssit ja ajankohdan olosuhteet. Työntekijäresurssien käytössä oli suunniteltava työryhmien tehokas liikkuminen työkohteiden ja työvaiheiden välillä, saman ryhmän toteuttaessa julkisivu- ja väliseinämuurauksia. Olosuhteiden vaikutus julkisivumuurauksen tuotantonopeuteen on suuri, jonka seurauksena aikataulun suunnitteluvaiheessa huomioitiin että julkisivumuuraustehtävien paikka aikataulussa voi muuttua huomattavasti.

Aliurakoitsijoiden toimesta suoritettavat aikataulutehtävät pyrittiin suunnittelemaan yleisaikataulun pohjalta urakoitsijoiden kanssa yhteistyössä. Tässä suunnittelussa perehdyttiin resursseihin, tuotantonopeuteen ja työtapoihin. Kaikkia urakkasopimuk-

sia ei vielä aikataulun suunnitteluvaiheessa oltu solmittu, jolloin näiden tehtävien kestot määritettiin Ratu -Aikataulukirja 2008 mukaan tai kokemuksen perusteella. Sisävalmistusvaiheen työtehtävien ajoituksissa huomioitiin myös betonin kuivumiseen laskettu aika.

Yleisaikataulun suunnittelussa huomioitiin myös rakennusalueen laajuus, jossa torninosturin sijoittamisella ja lohkojen valmistusjärjestyksellä oli vaikutusta suunnitelmiin. Maanrakennustöiden etenemisjärjestyksellä pyrittiin huomioimaan autonosturin käyttöä.

5.3 Riskien kartoittaminen

Yleisaikataulun muodostamisen jälkeen pyrittiin kartoittamaan aikatauluun liittyvät mahdolliset riskitekijät. Riskien kartoitus tulisi tehdä aina rakennuskohteen omat erityispiirteet huomioiden. Ruustinnanpihan yleisaikatauluun vaikuttaviksi riskeiksi arvioitiin sääolosuhteet, työvoimaresurssit sekä toimitusten mahdolliset viivästymiset.

Sääolosuhteiden vaikutus aikatauluun arveltiin runkotöiden osalta vähäiseksi johtuen rakentamisajankohdasta. Runkoon liittyvien osien aikataulutehtävien kohdalla sääolosuhteiden merkitys olisi merkittävämpi, jolloin näitä tehtäviä suorittaville resursseille mietittiin ennalta varamestoja sekä aikataulutehtäville vaihtoehtoisia toteuttamisjärjestyksiä. Esimerkkinä julkisivumuuraus joka pyritään suorittamaan talven aikana valmiiksi mutta olosuhteiden niin vaatiessa voidaan siirtää myös keväämmälle.

Työvoimaresursseja tarkasteltiin myös mahdollisena riskitekijänä, tarkastelussa pyrittiin huomioimaan työntekijöiden riittävä määrä ja ammattitaito rakennusvaiheittain. Esimerkiksi runkovaiheen työvoimaresurssit suunniteltiin riittävän suureksi runkoaikataulun avulla, jonka avulla pyritään välttämään resursseista johtuva aikataulun viivästyminen.

Toimitusten mahdollisissa viivästyksissä otettiin huomioon aikatauluun vaikuttavat toimitukset kuten esimerkiksi elementtitoimitukset. Elementtitoimitusten mahdolliset ongelmat vaikuttaisivat yleisaikatauluun runkovaiheen pidentymisenä. Ongelmiin varauduttiin suunnittelemalla työntekijöille varamestoja kuten puurunkojen rakentamiset, jotka edistäisivät rakennuksen vaipan sulkeutumista.

Riskien realisoituminen voisi merkitä kohteen aikataulun venymistä joka taas aiheuttaisi suoria tai välillisiä kustannuksia. Kustannuksia lisäisivät esimerkiksi aikataulun kiinniottoon käytettävät ”ryntäyskustannukset” sekä työvaiheiden siirtyminen yleisaikataulussa, joka aiheuttaisi kustannuspaineita 8- ja 9-litteroille. Ongelmia voisi aiheutua myös aliurakoitsijoiden aikataulutuksen kanssa loppupään aliurakkavaltaisessa sisävalmistusvaiheessa.

5.4 Aikataulu

Valmista yleisaikataulua tarkasteltiin kohteen vastaavan mestarin kanssa ja se todettiin toteuttamiskelpoiseksi. Yleisaikataulua tulisi päivittää riittävän usein jolloin sen tarkkuus myös paranisi. Yleisaikataulu on pyritty laatimaan siten että siinä olevat alatehtävät olisivat helposti löydettävissä ja haluttaessa esitettävissä. Aikataulutehtävien resurssit ja määrät löytyvät myös tehtäväkohtaisesti, jolloin sitä voidaan käyttää hyvänä pohjana myös tarkemmalle aikataulusuunnittelulle kuten viikkoaikatauluille.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä rakennusalan yleisiin sopimusehtoihin, tutustua aikataulun laadinnassa käytettäviin perusteisiin ja menetelmiin sekä laatia NCC:n kolme kerrostaloa käsittävälle kohteelle tuotantoon sopiva yleisaikataulu. Aikataulusuunnittelun perusteisiin ja menetelmiin perehdyin eri lähteiden avulla ja näissä esitellyjä menetelmiä käyttäen laadin esimerkki kohteen yleisaikataulun. Yleisaikataulun laatiminen edellyttää tekijältään syvällistä perehtymistä kohteen suunnitelmiin ja töiden toteutustapoihin sekä laajaa ammattitaitoa rakennustöiden eri osa-alueilta. Yhteistyö rakennushankkeen eri osapuolten kanssa aikataulun suunnitteluvaiheessa vähentää laatijan työmäärää sekä tarkentaa syntyvää yleisaikataulua.

Suuri osa rakennushankkeen epäselvyyksistä ja riitatilanteista johtuu suoraan tai välillisesti aikatauluista tai joskus jopa niiden puuttumisesta kokonaan. Aikataulusuunnittelun tärkeyden vuoksi myös rakennusalan yleiset sopimusehdot käsittelevät aikataulutamista työmaan johtovelvollisuuksien osana. YSE 1998 ottaa selkeästi kantaa aikataulun laadintavastuuseen ja noudattamiseen sekä työmaan johtovelvollisuuksiin. Aikataulusta johtuvien ristiriitaisuuksien välttämiseksi tulisi rakennushankkeen eri osapuolien tuntea rakennusalan yleisten sopimusehdot myös näiltä osin.

Yleisaikataulun muodostaminen Control 2009 –ohjelmalla onnistuu kohtuullisen harjoittelun jälkeen mutta ohjelman monipuolisten ominaisuuksien hyödyntäminen vaatisi jo jatkuvaa ja pidempää työskentelyä ohjelman parissa. Ohjelman käyttöönotossa apuna toimivat työtoverit ja yhtiön koulutustukihenkilö joiden neuvot olivat korvaamattomia. Opinnäytetyölle asetetuissa tavoitteissa onnistuttiin hyvin ja aika näyttää kuinka todenmukaisesti yleisaikataulu kuvaa Ruustinnanpihan hankkeen toteutuksen kulua.

LIITTEET

Kankainen, J.;& Sandvik, T. 1999. Rakennushankkeen ohjaus. 5. painos.
Helsinki: Rakennustieto.

Mäki, T.;& Koskenvesa, A. 2007. Aikataulukirja 2008. 11. painos
Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 417-T Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998.
2008. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu S-1216 Rakentamisen ajallinen suunnittelu. Ajallisen suunnittelun perusteet
2008. Helsinki: Rakennustieto.

Saarijärvi, Jorma. 2008. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu 20.9.2008. Savo-
nia-ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö Kuopio. Rakennustekniikka. Opetus-
moniste.

Paikka-aikakaavio

