



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Lauri Karri

YLEISAIKATAULUN LAADINTA KERROSTALOKOHITESSA

Tekniikka ja liikenne
2011

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Lauri Karri
Opinnäytetyön nimi	Yleisaikataulun laadinta kerrostalokohteessa
Vuosi	2011
Kieli	suomi
Sivumäärä	38 + 3 liitettä
Ohjaaja	Martti Laaja

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia Vaasassa sijaitsevasta paikallavaletusta asuinkerrostalostakohteesta yleisaikataulu Peab Oy:n käyttöön. Kerrostalokohde oli kolmas rakennus suuresta ympyräkorttelikonaisuudesta. Peab Oy on Suomen kahdeksanneksi suurin rakennusyhtiö ja osa Pohjoismaista Peab-konsernia. Peab Oy rakentaa ja kehittää asiakkailleen asunto- ja toimitilaratkaisuja valtakunnallisesti ja onkin yksi Pohjoismaiden kolmesta suuresta rakennuskonsernista.

Teoriaosiossa käydään läpi aikataulusuunnittelun laadintaperusteet ja -menetelmät talonrakentamiskohteen aikatauluille. Teoriaosiossa on kuvattu myös talonrakennustyömaalle laadittavia aikatauluja ja niiden keskenäisiä suhteita. Omana osanaan on lisäksi esimerkkikohteen olleen asuinkerrostalon kuvaus ja sen yleisaikataulun laadinta. Aikataulusuunnittelun teoriaosa ja esimerkkikohteen yleisaikataulu on laadittu Ratu-kirjallisuuden mukaisilla menettelyillä ja menekkitiedostoilla. Yleisaikataulu on laadinnassa on käytetty Planet+ 6.4 -aikatauluohjelmistoa.

Lopputuloksena tästä opinnäytetyöstä saatiin Planet+ -ohjelmistolla laadittu yleisaikataulu, jota tullaan käyttämään kyseisen kerrostalokohteen tuotannonohjauksen apuna.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
rakennustekniikan koulutusohjelma

Author	Lauri Karri
Title	General Schedule Drafting for High-rise Building Project
Year	2010
Language	Finnish
Pages	38 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Martti Laaja

The purpose of this study is to establish general schedule for the use of Peab Ltd's construction site. The target was the third high-rise building of a large circle block. Peab is Finland's eighth-largest construction company and part of the Nordic countries Peab group. Peab Ltd builds and develops residential and office solutions nationwide and is one of the of three major construction group in the Nordic countries.

The theory section goes through scheduling drafting criteria and methods of making house construction schedules. In the theory part there is also described construction worksite timetables and their relations. As part of the theory there is also a description of the building project and how the general timetable is made. The theory about scheduling and building project general schedule has been prepared in accordance with the literature of the Finnish Ratu procedures and files. Planet + 6.4 scheduling software was used in the preparation of the general Schedule.

The end result of this thesis was general schedule, which will be used for the building project production control.

Keywords Scheduling, construction production, general schedule

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
2	OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA RAJAUKSET	9
	2.1 Tavoitteet	9
	2.2 Rajaukset.....	9
3	AIKATAULUSUUNNITTELUN PERUSTEET.....	10
	3.1 Aikataulusuunnittelun tärkeimmät käsitteet	10
	3.2 Rakentamisessa käytetyt yleisimmät aikataulumuodot	11
	3.2.1 Jana-aikataulu.....	12
	3.2.2 Paikka-aikakaavio	12
	3.2.3 Tuotantoaikakaavio	13
	3.3 Aikataulusuunnittelu ja sen vaiheet rakennushankkeessa.....	14
	3.3.1 Kireyden tarkistaminen	14
	3.3.2 Tehollisen rakennusajan laskeminen.....	15
	3.3.3 Rakennuskohteen jakaminen osakohteisiin.....	16
	3.3.4 Tehtävien muodostaminen	17
	3.3.5 Tehtävien työmenekkien ja keston laskenta.....	18
	3.4 Tehtävien sijoittaminen aikatauluun	21
	3.4.1 Tahdistus	21
	3.4.2 Rytmitys	23
	3.4.3 Aikataulun piirto	24
	3.4.4 Aikataulun tarkastaminen.....	25
	3.5 Aikataulusuunnittelun tasot	26
	3.5.1 Yleisaikataulu.....	26
	3.5.2 Rakentamisvaiheaikataulu.....	27
	3.5.3 Viikkoaikataulu	28
	3.5.4 Tehtäväsuunnitelma	28
4	ESIMERKKIKOHTTEEN KUVAUS.....	30
	4.1 Kohteen rakenteet	31
	4.2 Kohteen keskeiset tiedot ja tunnusluvut	32

5	YLEISAIKATAULUN LAADINTA.....	33
5.1	Tärkeimmät lähtötiedot.....	33
5.2	Tehtävien muodostaminen.....	33
5.3	Määrälaskenta.....	34
5.4	Tehtävien ajoitus ja tahdistus.....	35
5.5	Valmis yleisaikataulu.....	35
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	37
	LÄHTEET.....	38
	LIITTEET	

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Janaikataulu.	s. 12
Kuvio 2. Paikka-aikakaavio.	s. 12
Kuvio 3. Tuotantoaikakaavio.	s. 13
Kuvio 4. Osakohdejako.	s. 16
Kuvio 5. Lohko- ja osakohdejaon vaikutus rakennusajan keston.	s. 17
Kuvio 6. Tahdistamaton ja tahdistettu aikataulu.	s. 22
Kuvio 7. Rytmittämätön ja rytmitetty aikataulu.	s. 23
Kuvio 8. Jana-aikataulun toimivuuden tarkastaminen paikka-aikakaavion avulla.	s. 25
Luettelo 1. Tehtäväluettelo.	s. 18
Kuva 1. Kompassi 3 ilmakehä.	s. 30

LIITELUETTELO

LIITE 1. Yleisaikataulu esimerkkikohteesta.

LIITE 2. Yleisaikataulu esimerkkikohteesta alatehtävät esillä.

LIITE 3. Yleisimmät esimerkkikohteen rakennetyypit.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään Peab Oy:lle. Peab Oy on Suomen kahdeksanneksi suurin rakennusyhtiö ja osa pohjoismaista Peab-konsernia. Peab on yksi Pohjoismaiden kolmesta suuresta rakennuskonsernista. Peab Oy rakentaa ja kehittää asiakkailleen asunto- ja toimitilaratkaisuja valtakunnallisesti. Opinnäytetyössä laaditaan asuinkerrostalosta Yleisaikataulu Peab Oy:n käyttöön.

Talojen rakentaminen toteutetaan rakennussuunnitelmien ja aikataulujen mukaisesti. Aikataulut ovat rakennushankkeen toteutuksen malleja, joissa asetetaan tavoitteet koko hankkeelle. Aikataulusuunnittelu onkin siksi erittäin tärkeä rakentamisen vaihe. Aikatauluja on eri tasoisia, mm. rakentamisvaihe aikataulu, viikkoaikataulu ja yleisaikataulu. Niiden laadintaperusteet ovat kuitenkin pääperiaatteiltaan lähes samanlaiset. Tavanomaisimmat laadintaperusteet esitetään opinnäytetyössä, ja niitä sovelletaan yleisaikataulun laadintaan esimerkkikohteesta.

Yleisaikatalun huolellinen laadinta ja sen valvonta on keskeinen asia rakennuskohteen toteutusvaiheen onnistumiselle. Yleisaikataulu on työmaan keskeisin osapuolten välinen informaatioväline sekä hankkeen valvonnan peruste. Tässä opinnäytetyössä yleisaikataulu laaditaan Planet+ -ohjelmistolla.

2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA RAJAUKSET

2.1 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata laadintaperusteet ja -menetelmät talonrakentamiskohteen aikatauluille ja soveltaa menetelmiä käytännössä esimerkkikohteen yleisaikataulun laadinnassa. Tavoitteena on tarkka tutustuminen esimerkkikohteen tietoihin ja laatia Ratu -tiedostojen ja Planet+ -aikatauluohjelmiston avulla toimiva ja mahdollisimman tuotannon mukainen yleisaikataulu Peab Oy:n rakennuskohteen käyttöön. Osatavoitteina on kuvata kokonaisuutena talonrakennustyömaalle laadittavia aikatauluja ja niiden keskinäisiä suhteita sekä verrata ja kuvata jana-aikataulun ja paikka-aikakaavion ominaisuuksia.

2.2 Rajaukset

Työssä keskitytään aikataulun laadintaperusteisiin, eikä niinkään aikataulun valvontaan tai ohjaukseen. Kaikki laadintaperusteet ovat esitetty Ratu-aikataulutiedostojen ja -kirjojen mukaisesti. Yleisaikataulu laaditaan paikalla valetusta kerrostalokohteesta.

3 AIKATAULUSUUNNITTELUN PERUSTEET

Aikataulusuunnittelun tarkoituksena on kuvata koko hankkeen työnkulkua. Keskeisimmät osat tuotannosuunnittelua on ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ajallinen suunnittelu selkeyttää hankkeen kulkua ja mahdollistaa ennakoivan tuotannon ohjauksen. Kaikkia tehtäviä ja töitä ei voida tehdä yhtä aikaa, joten ne on eriteltävä ja määriteltävä niiden suoritusjärjestys. Aikataulujen laatimisessa on huomioitava myös sen yhteensovittaminen työmaan mahdollisten virheiden ja hankintojen kanssa. Hyvä aikataulusuunnittelu on perusedellytys hankkeen onnistumiselle. Aikataulu tulisikin aina suunnitella siten, että sen avulla voisi mahdollisimman hyvin ohjata tuotantoa. Sitähän voidaan pitää hankkeen toteutuksen mallina ja sen onkin oltava toteuttamiskelpoinen. Kaikkien osapuolien näkökulmat on otettava huomioon ja on tehtävä tiivistä yhteistyötä, jotta aikataulusta saadaan mahdollisimman hyvin tuotannon mukainen. Aikataulusta on tulee käydä ilmi aikataululliset tavoitteet sekä työvoiman käyttö. Ajallisen suunnittelun epäonnistuminen aiheuttaa myöhästymisiä, kustannuksien ylityksiä ja laatuvirheitä. /3/

3.1 Aikataulusuunnittelun tärkeimmät käsitteet

Aikataulusuunnittelun perusedellytys on tietää työtehtävien kesto. Töiden kestoihin vaikuttaa suoritemäärät, työsaavutukset ja työryhmien koot. Kestot lasketaan useimmiten Ratu-korttien ja -tiedostojen menekeillä ja menetelmillä. Ratu-tiedostot sisältävät hyvien rakennustapamenetelmien työmenetelmäkuvaukset ja niihin liittyvät menekkitiedostot. Opinnäytetyössäni käyttämäni Ratu Aikataulukirjaan on koottu Ratu-tiedostojen työmenekki- ja työsaavutustiedot. /2/

Suoritemäärä on määrällinen aikaansaannos, jolla kuvataan yhden suoritteen tai työn määrää, esimerkiksi listoituksen määrä juoksumetreinä, raudoituksen määrä kiloina tai levytyksen määrä neliöinä. /3/

Työsaavutus on tuotettujen suoritteiden määrä tietyssä aikayksikössä, esimerkiksi kpl/tv, kg/h tai m³/tth. Työsaavutuksesta voidaan käyttää myös nimityksiä teho ja kapasiteetti. /3/

Työmenekki on työsaavutuksen käänteisluku ja se kuvaa aikaa, joka tarvitaan yhden suoriteyksikön aikaansaamiseen. Se kertoo koneen, työntekijän, työtyhmän käyttämän ajan yhtä suoriteyksikköä kohden, esimerkiksi tth/m². /3/

Työntekijätunti (tth) on työhön käytetty tuntimäärä. Esimerkiksi kahden työntekijän työskennellessä kuusi tuntia, on yhteensä kulunut kaksitoista työntekijätuntia. /3/

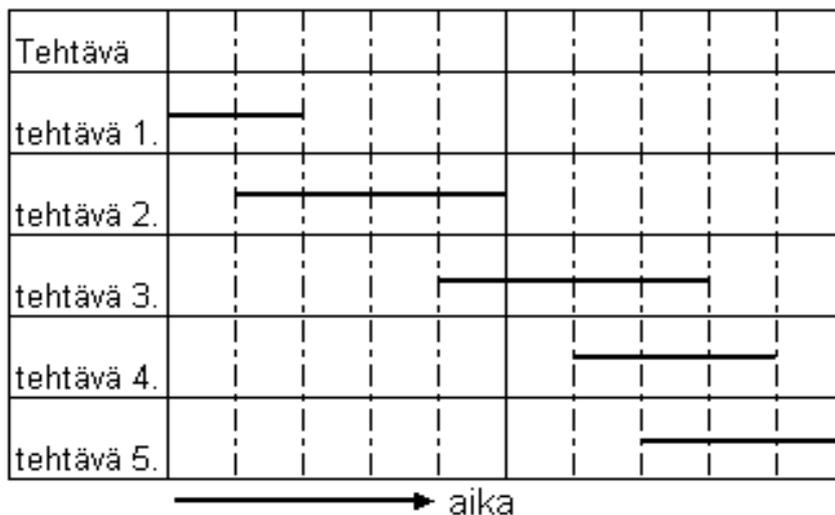
Tehollinen aika, työvuoraika eli T3 aika tarkoittaa työmenekkiä, johon ei sisälly yli tunnin pituisia keskeytyksiä tai häiriöitä. T3 aikoja käytetään rakentamisvaihe aikataulujen, viikkoaikataulujen ja tehtäväsuunnitelmien laskennassa. /3/

Kokonaisaika, työvaihe aika eli T4 aika sisältää kaikki työssä käytettyjä tunteja, myös pitkätkin keskeytykset. Kokonaisaikoja käytetään yleisaikataulujen laadinnassa. /3/

3.2 Rakentamisessa käytetyt yleisimmät aikataulumuodot

Jana-aikataulut ja paikka-aikataulukaaaviot ovat yleisimpiä rakentamisessa käytettyjä aikatauluja. Oikean aikataulumuodon valinta on tärkeää ja sen on sovittava tuotannon ohjaamiseen. Aikataulujen tulkintaa ja lukemista voi harjoitella. Yrityksillä on usein yhteiset pelisäännöt aikataulujen laadinnasta, jotta myös muut kuin itse tekijä saa laaditusta aikataulusta selvää. Aikataulumuodon valinnan lisäksi tärkeää on myös laatijan pätevyys. Huonosti laaditusta aikataulusta ei ole hyötyä tuotannon ohjauksessa. Jana-aikataulu, paikka-aikakaavio ja tuotantoaikataulu kuvaavat samaa kuvitteellista tuotantoa. Ne ovat vain eri aikataulumuodossa. /3/

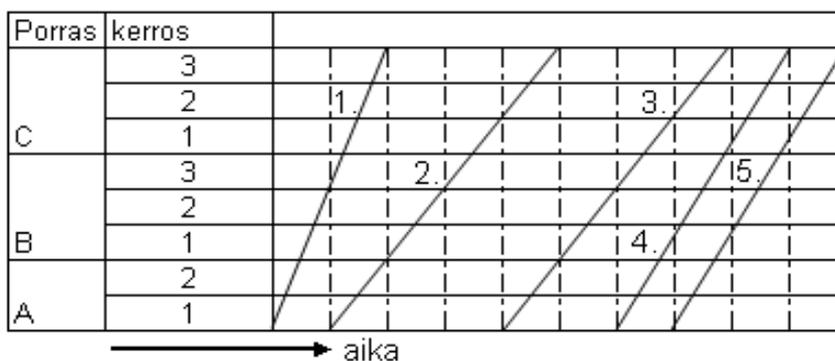
3.2.1 Jana-aikataulu



Kuvio 1. Janaaikataulu.

Jana-aikataulu (Kuvio 1) on rakentamisen perinteisin aikataulumuoto. Pystyakselilla on luettelo tehtävistä ja vaaka-akselilla on aika. Tehtävän suunniteltu kesto ilmenee vaakasuoralla janalla. Janojen pituudet on laskettava työmenekkitiedoilla tai päätettävä kokemusperäisillä tiedoilla. Tehtävien lisäksi vasemmassa reunassa usein luetellaan lisätietoja, kuten määriä, työmenekkejä, ryhmäkoot ja työn kestot. Jana-aikataulu tuo selkeästi esille hankkeen keston ja sen eri vaiheet. Siitä käy ilmi myös tehtävien suoritusjärjestys ja hyvin laadittuna jana-aikataulusta voi nähdä myös tehtävien mahdolliset riippuvuudet. /3/

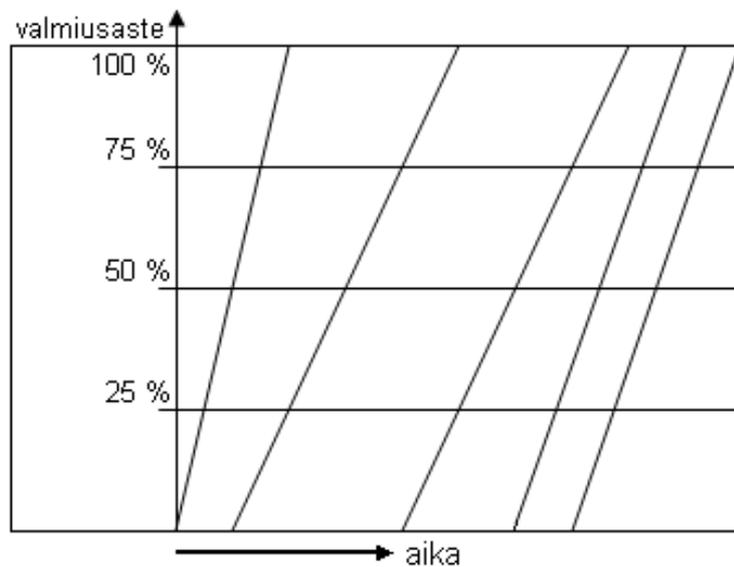
3.2.2 Paikka-aikakaavio



Kuvio 2. Paikka-aikakaavio.

Paikka-aikakaaviossa aika esitetään vaakarivillä kuten jana-aikataulussakin, mutta tehtävät esitetään vinoviivoin. Rakennuksen valmistunutta määrää kuten kerroksia tai portaita esitetään pystyakselilla. Kuten Kuvio 2:ssa, työt voidaan jaotella osakohteisiin ja kuvata pystyakselin jaottelulla. Paikka aikakaaviossa vinoviivoilla kuvataan tehtävien kestot ja suoritusjärjestys. Vinoviivojen kaltevuus kuvaa tuotannon nopeutta. Paikka-aikakaaviosta saakin jana-aikataulua selkeämmin käsityksen hankkeen ja sen osakohteiden laajuudesta. Paikka-aikakaaviosta voidaan todeta tuotantonopeuden ja aloitusajankohtien poikkeamat eri osissa, joten se on erittäin hyvä väline tuotannon valvonnassa ja ohjauksessa. /3/

3.2.3 Tuotantoaikakaavio



Kuvio 3. Tuotantoaikakaavio.

Tuotantoaikakaavio (Kuvio 3) kuvaa hankkeen tuotantonopeutta eli määrällistä valmistumista. Vaaka-akselina on aika ja pystyakselissa kuvataan tehtävän valmiusaste (prosentuaalinen toteutuminen) tai suoritemäärä (esim. kpl, m²). Tuotantoaikataulun laadinta on hyvin lähellä paikka-aikakaavion laadintaa. Kuten paikka-aikakaaviossa akselien suhteet pyritään valita niin, että tehtävät ovat noin 45° asteen kulmassa. Tuotantoaikataulu on paikka-aikataulua yksinkertaisempi vinoviiva-aikataulu ja se onkin hyvä laatia silloin kun aikataulua ei voida jakaa selkeisiin osakohteisiin. /2/

3.3 Aikataulusuunnittelu ja sen vaiheet rakennushankkeessa

Ohessa käydään läpi yleiset talonrakennuskohteiden aikataulusuunnittelun vaiheet. Vaiheiden järjestys ei ole aina tämän kappaleen mukainen, vaan aikataulusuunnittelussa on tyypillistä, että palataan välillä aikaisempiin suunnitteluvaiheisiin täydentämään valintojen ja päätöksiä puutteita. Onnistunut suunnittelu edellyttää erityisesti huolellista perehtymistä itse rakennuskohteeseen. Aikatauluista saadaan toimivia ja kaikkien osapuolien näkökulmien huomioon ottavia, kun suunnittelussa tehdään yhteistyötä. /1/

3.3.1 Kireyden tarkistaminen

Urakasopimukseen kirjatussa urakka-ajassa on huomioitu rakennuttajan käsitys sopivasta urakka-ajasta. Urakka-ajan pituuteen vaikuttaa myös viranomaisten toiminta, kohteen suunniteltu käyttöönotto ja rakennusmarkkinoiden eri suhdanteet. /1/

Rakennusyrietykset laativat omasta tuotannostaan tuotanto-ohjelman, jonka avulla on tarkoitus saada tuotanto mahdollisimman sopivaksi rakennusmarkkinoiden suhdanteisiin ja asettaa hankkeelle tavoitteet. Tuotanto-ohjelma on siis yksi hankkeen työsuunnittelun lähtötiedoista. Rakentamisessa tuotanto ei kuitenkaan aina suju suunnitellulla tavalla. Usein syntyy häiriötekijöitä ja erimerkiksi aloitusajankohdat eivät aina ole parhaita mahdollisia. Tämän vuoksi rakennushankkeen aikataulun kireys on tarkistettava. /1/

Kireys saadaan selville vertaamalla toteuttamiseen varattua aikaa normaalikeston. Normaalikesto on hankkeen suunnitelmien ja tavanomaisen kireystason mukainen rakennusaika. Se ei sisällä tiedossa olevia keskeytyksiä eikä kesälomakuukausia. Eri yritysten toteutuneiden kohteiden kestoista ja kokonaistyömenekeistä on tehty tilastollisesti ajoituskustannusmalli, jonka avulla määritellään normaalikesto. Mallissa normaalikesto lasketaan alla olevilla kaavoilla. Kaava valitaan riippuen kaikkien työmaalla tehtävien töiden kokonaistyöpanoksen suuruudesta. /1/

Isoissa hankkeissa (kokonaistyöpanos yli 10 000 tth)

$$\text{normaalikesto } T_n = 4,6 \times \ln (\sum \text{tth } (1\dots 9)) - 36,6$$

Pienissä hankkeissa (kokonaistyöpanos alle 10 000 tth)

$$\text{normaalikesto } T_n = 2 + 3,8 (\sum \text{tth } (1\dots 9) / 10\,000)$$

, joissa $(\sum \text{tth } (1\dots 9))$ on kokonaistyöpanos Talo 80:n nimikkeistön rakentamisosien pääryhmien mukaan. /1/

Esimerkki normaalikeston laskennasta:

rakennusvaiheiden työmenekit:

- maarakennus	2000 tth
- perustusvaihe	4000 tth
- runkovaihe	10000 tth
- sisävalmistusvaihe	12000 tth
- käyttö- ja yhteiskustannus	2000 tth
yhteensä	30000 tth

$$T_n = 4,6 \times \ln (\sum \text{tth } (1\dots 9)) - 36,6$$

$$T_n = 4,6 \times \ln (30000) - 36,6$$

$$= 10,8 \text{ kk}$$

Rakennusvaiheen normaalikesto on siten 11

Urakka-ajan (sisältäen kesälomat) ollessa yli 20% normaalikestoä lyhyempi, on hankkeen aikataulu kireä. Aikataulun ollessa pidempi kuin normaalikesto, voidaan sitä lyhentää. /1/

3.3.2 Tehollisen rakennusajan laskeminen

Rakennushanke ei etene jatkuvalla syötöllä sille varatussa ajassa. Rakentamisessa on tyypillistä, että tuotannossa esiintyy keskeytyksiä, jotka on huomioitava aikataulun laadinnassa. Lomiin ja arkipyhiin voi varautua kohtalaisen helposti olemassa olevilla tiedoilla, mutta sääolot, sairastumiset ja virheet tuotannossa on vaikeampi ennakoita. Talonrakennustuotannon aikataulusuunnitteluun on laadittu tavanomaiset häiriövaraukset, joiden avulla varataan riittävä aika suurhäiriöille. Näillä varauksilla saadaan aikataulu lähemmäksi realista toteutumista.

Yleisaikataulun suunnittelussa käytettävät T4-menekit sisältävät pitkät keskeytykset ja omaavat jo nämä häiriövaraukset. /1/

Häiriövaraukset kokonaisajasta laskettuna /1/

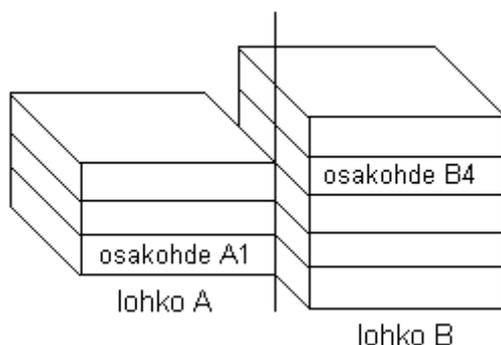
- perustusvaiheen töissä 5 %
- runkovaiheen töissä 10%
- sisävalmistustöissä 2%

Häiriövaraukset tehollisia työpäiviä laskettaessa koko rakennusajasta /1/

- perustusvaiheen kesto on 20 %
- runkovaiheen kesto on 30%
- sisävalmistusvaiheen kesto on 50%

3.3.3 Rakennuskohteen jakaminen osakohteisiin

Jotta laajan rakennuskohteen rakennusaikaa saataisiin lyhyemmäksi, tulee töitä pystyä limittämään keskenään. Kohde on tämän vuoksi syytä jakaa eri lohkoihin ja osakohteisiin tai työkohteisiin. Hyvällä jaolla varmistetaan töiden yhtäjaksoinen eteneminen rakennuskohteessa. Lohkojaon perusajatus on, että seuraava tehtävä päästään aloittamaan, kun edellinen työ on saatu lohkoissa valmiiksi. /3/



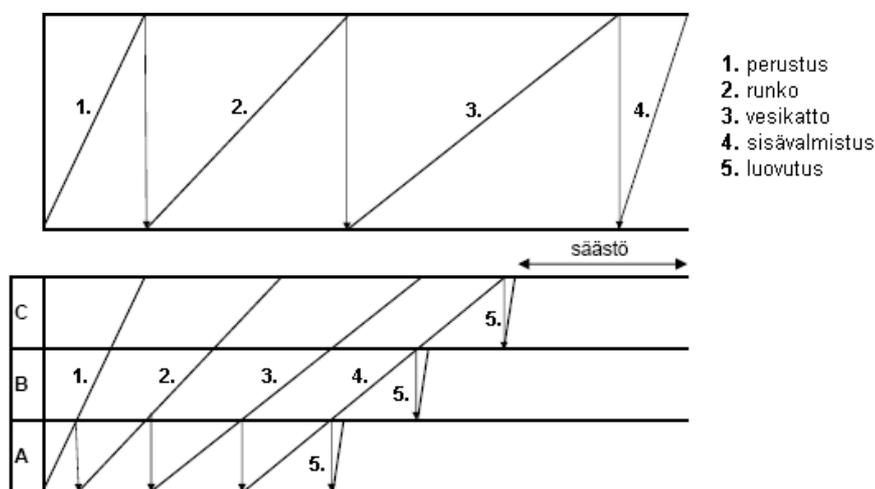
Kuvio 4. Osakohdejako.

Esimerkki kerrostalokohteen lohko ja osakohdejaosta (kuvio 4). /3/ Jako nimetään usein myös rapun perusteella. Esimerkiksi lohko A voisi olla rappu A ja sen osakohde kerros A1.

Lohkot on hyvä rajata yleensä moduulilinjojen, liikunta- tai työsaumojen perusteella. Yhden lohkon sopivana kokona voidaan pitää 3000–5000 brm². Pienemmissä kohteissa lohkojaon tekeminen vaikeutuu. /2/

Jo lohko- ja osakohdejaon tekemisessä on syytä miettiä niiden toteutusjärjestystä. Toteutusjärjestyksen valinnalla on suuri vaikutus rakentamisen sujuvuuteen ja siten aikataulun kireyteen. Tyypillinen lohkojaon etu on, että rungon valmistuessa yhdessä rakennuskohteen osassa, pystytään sisävalmistustyöt aloittamaan jo aikaisemmin. Ilman lohkojakoja ennen sisävalmistustöihin siirtymistä rungon tulisi olla valmis koko kohteessa. /3/

Lohkojen suoritusjärjestys voidaan optimoida käyttämällä ns. Hossin sääntöä, jolloin työt aloitetaan lohkoista, jossa on lyhin perustus ja runkovaiheen kesto. Viimeisenä valitaan lohko, jossa sisävalmistusvaiheen kesto on lyhin jäljelle jääneistä lohkoista. /2/



Kuvio 5. Lohko- ja osakohdejaon vaikutus rakennusajan kestoön.

Kuviossa 5 lohko- ja osakohdejaon vaikutukset rakennusajan kestoön. Esimerkkikuvasta näkee kuinka aikataulu on saatu lyhyemmäksi liittämällä ja lomittamalla töitä lohkojen ja osakohteiden avulla. Nuolet kuvaavat riippuvuuksia alkaviin töihin. /2/

3.3.4 Tehtävien muodostaminen

Maalaus, runkotyöt, elementtiasennukset, tasoitustyöt ja laatoitustyöt ovat esimerkkejä aikatauluun sijoitettavista tehtävistä. Isossa kohteessa tehtäviä on paljon ja pienemmät tehtävät muodostavat usein isompia kokonaisuuksia. Aikataulutehtävät on muodostettava siten, että tehtävien ja sitä kautta koko rakennustyömaan eteneminen tapahtuu tavoitteen mukaisesti. Laadittaessa

tehtäviä on ne tehtävä sellaisiksi kokonaisuuksiksi, että niiden toteutumista voidaan ohjata ja valvoa. Tehtäviä valitessa on tärkeätä ottaa huomioon kaikki eri osapuolet ja niiden yhteistoiminta. Tehtävät syntyvät pää- ja aliurakoitsijan työntekijöiden työnvaiheista ja työlajeista. /2/

Tehtäviin kuuluu usein myös aloittavia, lopettavia ja ylläpitäviä töitä, kuten siivouksia, siirtoja ja telinetöitä /2/. Tehtävät laaditaan lohkoittain (kts. Rakennuskohteen jakaminen osakohteisiin) ja sen vuoksi myös tehtävien suoritelmäärät on selvitettävä lohkoittain. Tämän vuoksi määramittausluettelossa on eritelty määrät eri työkohteittain. /1/

Tarvittaessa tehtäviä on jaettava osatehtäviksi. Eriaikaiset toteutukset, työn erikoisluonteet ja aika- tai paikkakohdat vaikuttavat tehtävien jakoon. Esimerkiksi muotin pystytys ja pystyrakenteiden teko on tavanomainen osatehtävä.

Luettelo 1. Tehtäväluettelo.

TEHTÄVÄLUETTELO

nro	tehtävä	Yhteensä		Osakohteet		
		määrä	yks	A	B	C
20	maalauk	8400	m ²	2800	2800	2800
21	laatoitus	...	...	...	...	...
22	kalusteet	...	...	...	...	...
23	parketti	...	...	...	...	...
24	listoitus	...	...	...	...	...

Luettelossa 1 ote tehtäväluettelomallista. Luettelossa esitetään aikataulutehtävien nimet, määrät, yksiköt sekä osakohteittaiset määrät. /1/

3.3.5 Tehtävien työmenekkien ja keston laskenta

Tehtävien muodostamisen jälkeen tulee laskea, kuinka kauan tehtävät kestävät. Tehtävien kestot tulee tietää erityisesti yleisaikataulun ja rakentamisvaihe aikataulujen laatimisen vuoksi. Monesti tehtäväluettelo päivitetään merkitsemällä luetteloon menekit, työpanokset ja ryhmät ennen kuin aloitetaan aikataulun teko. Laskentaa varten on laadittu Ratu- työmenekkitiedostot ja yrityksen omat laskentatiedostot. Aikataulun laatija käyttää usein myös omaa kokemusperäistä kestotieto laskennan apuna. /3/

Arvioidessa työmenekkejä ja -saavutuksia on otettava huomioon useita eri tekijöitä. Näitä ovat mm. kohteen vaativuus tai koko, työntekijöiden ja ryhmien ammattitaito, suoritelmäärät, rakenneratkaisut, olosuhteet ja käytössä oleva kalusto. /2/

Työmenekin ja kohteen määrätietojen perusteella lasketaan tehtävien kokonaistyömenekit. Kun lisäksi työryhmän koko on laskettu tehtävän työmenekin, laajuuden ja suunnitellun keston perusteella, voidaan laskea tuotantonopeus eli työsaavutus. /3/

Ratu-korteissa olevat menekit ovat työvuoroaikoja T3-aikoja, joihin ei sisälly yli tunnin pituisia keskeytyksiä tai häiriöitä. T3- aikoja käytetään pääasiassa toteutusaikataulujen, kuten viikkoaikataulujen, rakentamisvaihe aikataulujen ja tehtäväsuunnitelmien kestojen laskemisessa. T3 laskettaessa pyritään tavoitteelliseen laskemiseen. Yleisaikataulujen laadinnassa käytetään vuorostaan kokonaisaikoja T4, jotka saadaan kertomalla T3-aika työvaiheen lisäaikakertoimella. Lisäaikakerroin on esitetty Ratu-korteissa työmenekkien yhteydessä ja se vaihtelee 1,0...1,30 välillä riippuen työajista. Suoraan T4-ajat löytyvät Talo 90 -nimikkeistön mukaan Ratu Aikataulukirjasta jolloin lisäaikakerrointa ei tarvita. T4 -ajat sisältävät pitemmätkin keskeytykset ja ovat sen vuoksi käytössä yleisaikataulujen laadinnassa. /3/

Ratu-korttien menekkilaskennassa käytettävät laskentakaavat /2/ :

$$\text{työsaavutus [yks/h]} = \frac{1}{\text{työmenekki [tth/yks]}}$$

$$\text{työsaavutus [yks/tv]} = \frac{\text{työryhmä} \times 8 \text{ tth/tv}}{\text{työmenekki [tth/yks]}}$$

$$\text{kokonaistyömenekki [tth]} = \text{määrä [yks]} \times \text{työmenekki [tth/yks]}$$

$$\text{työn kesto [h]} = \frac{\text{kokonaistyömenekki [tth]}}{\text{työryhmä [tt]}}$$

$$\text{työn kesto [tv]} = \frac{\text{kokonaistyömenekki [tth]}}{\text{työryhmä [tt]} \times 8 \text{ [h/tv]}}$$

Laskentaesimerkki käyttäen Ratu-kortin menekkejä:

väliseinämuurauksen keston laskenta					
menekit Ratu -kortista 41-0289					
kohteessa on 400 m2 puhtaaksi muurattavaa väliseinää. tiili 270 x 130 x 75 mm					
menekit ja kestot					
työosat	työmenekki (T3)	yks	suoritemäärä	yks	Yht. (tth)
Valmistelevat työt					
Tiilien siirrot, lyhyt matka	0,1	tth/siirto	160	siirtoa	0,1x160 = 16
Mittaus					
väliseinä	0,06	tth/m2	400	m2	24
Laastinvalmistus, mylly					
- tiili 270 x 130 x 75 mm	0,47	tth/m2	400	m2	188
Väliseinämuuraus					
Puhtaaksi muurattu					
- tiili 270 x 130 x 75 mm	0,54	tth/m2	400	m2	216
Lopettavat työt					
Kohteen siivous, välineiden puhd.	0,01	tth/m2	400	m2	4
				yht	448
suoritemäärän ollessa 400 m2 suoritemääräkerroin on 1.00					
suoritemäärän vaikutus = 1,00 x 448 tth = 448 tth					
Työn kesto 2 työntekijän työryhmällä (2 RAM)					
Kesto (T3) = 448 tth / (2 tt x 8 tth/tv) = 28 tv					
Aikataulussa käytettävä tehtävän kesto on siis 28 päivää					

Tehtävien muodostuksessa täytyy ottaa huomioon myös tehtävien riippuvuudet. Riippuvuus voi olla tehtävien välisen työjärjestyksen määräävä, ehdoton tai valittu rajoitus. Töiden työjärjestys määräytyy useimmiten teknisten, työkohderiippuvuuksien tai resursseista johtuvien riippuvuuksien perusteella. Työkohderiippuvuus on rakennustuotannossa tyypillistä, sillä kaikissa työkohteissa ei tehdä kaikkia töitä. Riippuvuudet aiheuttavat tehtävien välille viiveitä, lykäten seuraavan tehtävän alkua. Tämän aikaeron suuruus riippuu suuresti jostain neljästä riippuvuustyypistä /1/ :

- loppu-alkuriippuvuus: tehtävä voidaan aloittaa vasta kun edellinen tehtävä on saatu täysin valmiiksi. esim. raudoitus-betonointi

- alku-alkuriippuvuus: tehtävät voidaan aloittaa kun edellinen tehtävä on aloitettu. esim. myötytyö-raudoitus
- loppu-loppuriippuvuus: tehtävää ei voida lopettaa ennen kuin edellinen työ on lopetettu. esim. väliseinätyö-vesijohtotyö
- alku-loppuriippuvuus: tehtävää ei saa lopettaa ennen kuin edellä oleva tehtävä on aloitettu. esim. betonointi-pohjaveden pumppaus

3.4 Tehtävien sijoittaminen aikatauluun

Tehtävien muodostuksen jälkeen aloitetaan aikataulun teko. Sijoittaessa tehtäviä aikatauluun on tärkeimmät huomioon otettavat asiat tehtävien tahdistus, rytmitys ja työryhmien käytön jatkuvuus. Lisäksi kaluston ja työkohteiden riittävyys on otettava tutkittava. Vaiheet ovat samat, on kyseessä sitten rakentamisvaiheaikataulu, viikkoaikataulu tai yleisaikataulu. /2/

3.4.1 Tahdistus

Tehtävien tahdistus tehdään, jotta tehtävistä saadaan yhtä pitkiä, tasaisesti lyheneviä tai piteneviä. Tämä mahdollistaa tehokkaamman rakennusajan käytön ja tehtävien helpomman ohjattavuuden. Tehtävien tahdistus tapahtuu muuttamalla tehtävien työsisältöä, työryhmien määrää tai työryhmän kokoonpanoa. Ennen kuin tehtävien tahdistusta on niille laskettava tahdistava kesto ja määrättävä aloitusväli seuraavan kaavan avulla /1/:

$T_t = T - (n - 1) \times t$, missä

T_t = tahdistava kesto

T = tehollinen rakennusaika

t = tehtäville valittu aloitusväli

n = tahdistettavien tehtävien lukumäärä

Valitun aloitusvälin riittävyys voidaan tarkistaa seuraavalla kaavalla /1/:

$T_a = 2T_t/m$, missä

T_a = aloitusväli

T_t = tahdistava kesto

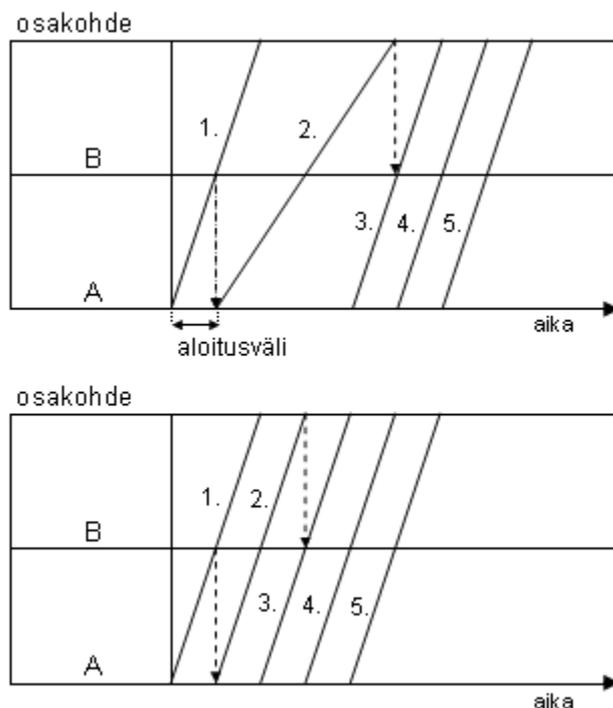
m = työkohteiden määrä (=lohko x kerros)

Tavaomaiseksi tehtävän aloitusväliksi talonrakennuskohteissa valitaan 10–15 työvuorota. Tärkeää on pyrkiä saamaan riittävästi varatyökohteita häiriöiden varalle. /1/

Pääasiassa tahdistukset tehdään muuttamalla työsisältöä tai lisäämällä toinen työryhmä. Tahdistus työryhmän koon muuttamisellakin voidaan tahdistaa, mutta on otettava huomioon, että ryhmää ei voi rajattomasti kasvattaa tai pienentää. Ryhmän kokoonpanon muutoksessa muuttuu helposti työnjako, mikä taas voi vähentää tehokkuutta. Töille on aina jokin optimaalinen ryhmäkoko, jolloin työ on kaikkein tehokkainta. /2/

Kun tehtävät on tahdistettu, saadaan niistä lopulliset aikataulutehtävät. Näitä ovat perinteiset työvaiheet, ja suurtehtävät, joissa työryhmän töinä on eri työlajien töitä. /2/

Tahdistuksen vaikutus aikatauluun:



Kuvio 6. Tahdistamaton ja tahdistettu aikataulu.

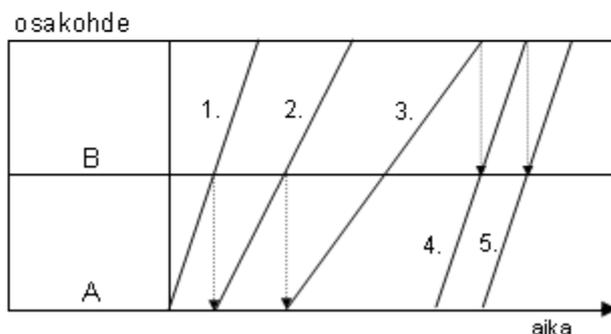
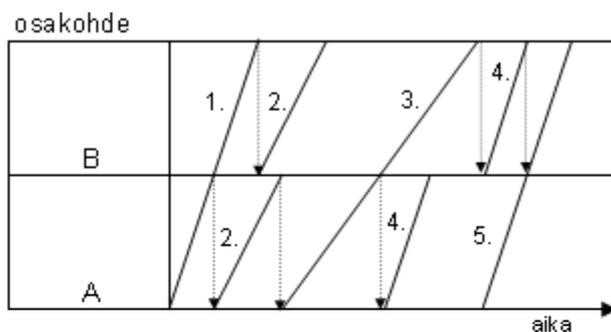
Tahdistamaton aikataulu (kuvio 6): tehtävä 2 etenee muita tehtäviä hitaammalla tuotantonopeudella.

Tahdistettu aikataulu (kuvio 6): tehtävä 2:een lisätään toinen työryhmä, jolloin tehtävien tuotantonopeudet saadaan tasaiseksi ja aikaa säästyy.

3.4.2 Rytmitys

Jos suoritemäärät poikkeavat merkittävästi toisistaan eri työkohteissa, saadaan työt jatkuviksi ilman keskeytyksiä rytmittämällä tehtävät. Aikataulua laatiessa rytmittäminen, tahdistus ja työryhmien käyttö voidaan hyvin tutkia jana-aikataulun ja paikka-aikakaavion avulla. Rytmitys voidaan tehdä siirtämällä tehtävien aloituksia tai muuttamalla niiden työjärjestystä. Lisäksi tehtävissä voidaan käyttää erikokoisia työryhmiä eri työkohteissa ja työkohteen ulkopuolelle järjestää varatyökohteita. /2/

Rytmityksen vaikutus aikatauluun:



Kuvio 7. Rytmittämätön ja rytmitetty aikataulu.

Rytmittämätön aikataulu (Kuvio 7): tehtävät keskeytyvät, kun osakohde saadaan valmiiksi. Rytmitetty aikataulu (Kuvio 7): tehtävät eivät enää keskeydy, vaan jatkuvat osakohteesta toiseen. /1/

Tahdistuksen, rytmityksen ja työryhmien käytön suunnittelun jälkeen työvaiheet, työlajit ja suurtehtävät ovat valmiita sijoitettavaksi aikatauluun. Työvaiheet ja työlajit koostuvat työstä, joka vaatii vain tiettyä osaamista. Esimerkiksi muottityö koostuu useista työvaiheista: muottien pystytys, varausten teko, tuenta, laattojen ja palkkien muottityö. Kun työvaiheet ovat ajallisesti toteutettavissa lähellä toisiaan samalla työryhmällä, voidaan niistä muodostaa suurtehtävä. Suurtehtävät sisältävät yleensä noin 2-5 alatehtävää. Suurtehtävän alatehtävinä voi olla esimerkiksi muottityö, raudoitus, betonointi ja purku. Alatehtävät voivat sisältää eri työlajien töitä. Ne on valittava siten että ei jää ehdottomia riippuvuuksia tehtävien välille. Suurtehtävien kesto saadaan, kun alatehtävien kokonaistyömenekkien summa jaetaan työntekijöiden määrällä. Suurtehtävien laatiminen on hyvä ratkaisu tuotannon rytmitys ja tahdistus ongelmiin, sekä se vähentää tehtävien työkohderiippuvuuksia ja helpottaa työnjohdon valvontaa ja ohjausta. /1/

3.4.3 Aikataulun piirto

Paikka-aikakaavion suunnitteluvaiheessa käytetään kestona tehollista rakennusaikaa, jotta tahdistus ja rytmitys voidaan tehdä. Akselit tulee valita niin, että tehtävät tulevat noin 45° kulmaan. Pystyakselille sijoitetaan lohkot ja niiden kerrokset. /1/

Talonrakennuksessa tehtävät ryhmitetään tyypillisesti rakennusvaiheittain seuraavasti /1/:

- perustusvaihe
- runkovaihe
- täydentävä vaihe
- sisävalmistusvaihe
- luovutusvaihe

Tehtävät tulee piirtää aina sijaintinsa mukaiseen kerrokseen ja lohkkoon. Sijoittaessa tehtäviä on varmistettava jokaisesta osakohteesta, että sisävalmistustyöt eivät ala ennen kuin rakennus on vesitiivis. Aikatauluun on

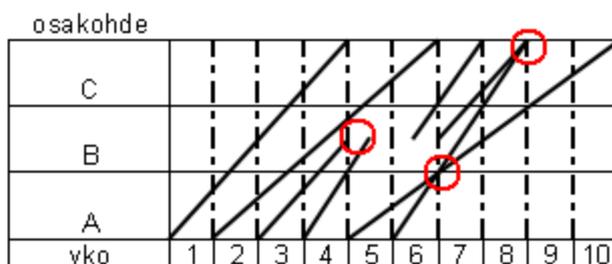
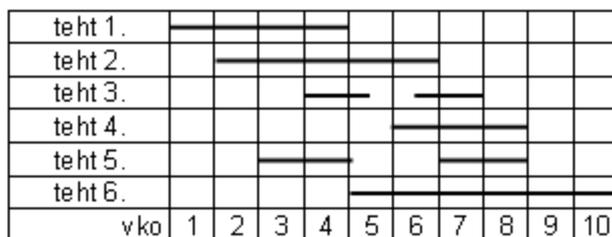
huomioitava myös riittävät odotusajat. Odotusaikaa tarvitsee esimerkiksi betonin kuivuminen. /1/

Paikka-aikakaavio piirretään suunnittelun lopussa uudelleen niin, että tuotannon keskeytykset (lomat, suurhäiriöt, virhevaraukset jne) merkitään niiden todennäköisimpiin esiintymisajankohtiin. /1/

3.4.4 Aikataulun tarkastaminen

Valmis aikataulu tulee aina tarkistaa. Kahden aikataulutyyppin avulla voidaan hyvin tutkia laaditun aikataulun toteutuskelpoisuutta. Jos aikataulu on laadittu jana-aikatauluksi, voidaan se tarkistaa paikka-aikakaaviolla. Menettelyllä saadaan hyvin selville resurssiriippuvuudet sekä tehtävien liian tiukat aloitus- ja lopetusvälit. Paikka-aikakaaviosta selviää myös onko tehtävien suoritusjärjestykset oikeanlaiset. Tarkistuksessa on huomioitava myös aikataulun liiallinen kireys. Jos tahti on liian tiukka, ei ole aikaa reagoida poikkeamiin. /3/

Esimerkki jana-aikataulun toimivuuden tarkastus paikka-aikakaavion avulla



Kuvio 8. Jana-aikataulun toimivuuden tarkastaminen paikka-aikakaavion avulla.

Paikka- aikakaaviossa tehtävien päällekkäisyys, oikeat suoritusjärjestykset ja liian lyhyet aloitus- ja lopetusvälit on helppo todeta (Kuvio 8). /3/

Aikataulu laadinnassa on onnistuttu, kun se täyttää hyvän aikataulun tunnuspiirteet. Niitä on /3/:

- kohde suunniteltu lohkoittain
- kohteen kriittisien tehtävien osalta on käytetty paikka-aikakaaviota
- talotekniset työt on mitoitettu ja sovitettu yhteen rakennusteknisten töiden kanssa
- tehtävillä on teknisesti oikea toteutusjärjestys
- tehtävät on tahdistettu ja rytmitetty
- työryhmille on merkattu varatyökohteet
- häiriöiden pelivarat on merkattu
- itseluovutukselle on varattu aikaa
- kuivumisajat ja muut odotusajat on huomioitu
- toteutuskelpoisuus on arvioitu

3.5 Aikataulusuunnittelun tasot

Rakentamisessa ajallisessa suunnittelussa on monta eri tasoa. Karkeamman tason suunnitelmat määrittelevät tarkempien tasojen tavoitteita. Näistä karkein, eli yleisaikataulu on koko työmaan tai isomman vaiheen aikataulu, jolla ei suoranaisesti ohjata työmaata. Yleisaikataulun avulla ei pystytä tarvittavan hyvin havaitsemaan tuotannon aikapoikkeamia, minkä vuoksi laaditaan tarkemmat aikataulut. Työmaanohjaukseen käytetään yleisaikataulun pohjalta laadituilla rakentamisvaihe aikatauluilla sekä viikko- ja tehtäväsuunniteluilla. Näillä tarkemmilla aikataulusuunnitelmilla varmistetaan, että hankkeen tavoitteet saavutetaan. Eritasoisten aikataulujen laadinta on periaatteiltaan sama, mutta erona työmenekkitietojen tarkkuustasot. Esimerkiksi Ratu-korttien T4-ajat yleisaikatauluille ja T3-ajat tarkemmille aikatauluille. /2/

3.5.1 Yleisaikataulu

Yleisaikataulu on koko hankkeen suunnitellun työnkulun malli. Se on malli toteutukselle ja ajoituksen ohjaukseen. Se laaditaan heti urakkasopimuksen solmimisen jälkeen ennen rakennustöiden aloitusta. Yleisaikataulun laatii

työmaamestari, -insinööri tai työpäällikkö. Yleisaikataulun raamit saadaan rakennuttajan aikataulusuunnittelulla. Siksi rakennuttajalla tulee olla realistinen näkemys vaiheiden kestoista ja ajoituksista. Yleisaikataulusta käy ilmi työvoima-, kalusto- ja hankintaresurssit, jotka ovat lähtötietoina tarkemmille suunnittelutasoille. Yleisaikataulun laadinnassa on otettava huomioon myös hankinta-aikataulun ja suunnitelma-aikataulun yhteensopivuus. /2/

Laadinnan lähtötietoina ovat tekniset piirustukset, muut tekniset suunnitelmat, määrälaskelma, kustannusarvio, työmenetelmävalinnat ja sopimusasiakirjat. Loma ja vapaapäivät sekä rakennusolosuhteet on myös tärkeä ottaa huomioon. Suunnittelun perustana ovat sopimuksista saadut kiinteät päivämäärät, joiden raameihin yleisaikataulu laaditaan. /2/

Yleisaikataulussa esitettävät tehtävänimikkeet valitaan teknisten suunnitelmien perusteella. Aikatauluun valitaan usein 20...30 tärkeää tehtävää, riippuen rakennuskohteen monimuotoisuudesta ja vaikeudesta. Jos yleisaikataulu laaditaan Ratu-korttien perusteella, laadinnassa käytetään T4-kokonaisaikoja (työvaiheajoja). Yrityksillä voi olla myös omat tietokannat ja kokemusperäiset tiedot. Aikataulun realistisuuden kannalta on tärkeä mitoitaa myös aliurakoitsijoiden työt ja huomioitava niistä syntyvät riippuvuudet. Tehtävien kestojen laskentatueksi voi toteutuneista kohteista saada laskentatietoja. /2/

Yleisaikataulun yleisimmät esitysmuodot ovat paikka-aikakaavio ja jana-aikataulu. Tehtävien kestot esitetään 0,5 viikon ja niiden ajankohdat yhden viikon tarkkuudella. Yleisaikataulussa esitetään: aikataulutehtävä, nimikkeistötunnus, tehtävien suoritämäärät ja niiden yksiköt, menekit tai työsaavutukset, tehtävän työryhmä, kesto sekä ajoitukset. /2/

3.5.2 Rakentamisvaiheikataulu

Rakentamisvaiheikataulu laaditaan tärkeimmille rakennusvaiheille, kuten maarakennus-, runko-, sisävalmistus- ja viimeistelyvaiheille. Rakentamisvaiheikataulun tarkoituksena on varmistaa yleisaikataulun

tärkeimpien tavoitteiden saavuttaminen. Rakentamisvaihe aikataulu antaa vuorostaan puitteet viikko aikataulujen laadintaan. /3/

Laadinnassa käytetään tehollisia T3-aikoja, jolloin yleisaikataulun luomat raamit rakentamisvaiheelle saa tarkemmat mitoitukset. Rakentamisvaihe aikataulun laadinnan lähtötietoina on yleisaikataulu, tarkentuneet määrälaskennat, tarkat tuotantosuunnitelmat, työmenetelmät, kalustot, resurssit ja tuotantotiedostot. Tuotantotiedostot voivat olla yritys kohtaisia tai Ratu-korttien T3 aikoja. /2/

Kuten Yleisaikataulu, rakentamisvaihe aikataulu esitetään jana-aikatauluna tai paikka-aikakaaviona. Tehtävien kestot esitetään 1 työvuoron tarkkuudella ja niiden ajankohta 0,5 viikon tarkkuudella. Rakentamisvaihe aikataulun esitystapa on pääperiaatteeltaan sama kuin yleisaikataulussa. /2/

3.5.3 Viikko aikataulu

Viikko aikataululla pyritään varmistamaan töiden tavoitteiden saavuttaminen lyhyellä aikajänteellä. Se laaditaan yleisimmin 1..3 viikoksi tehtävien toteutuksen mukaan. /3/

Jos viikko aikataulu laaditaan Ratu-tiedostoilla, käytetään T3-aikoja. Valmista aikataulua voidaan pitää myös sivu- ja aliurakoitsijoiden toimintaohjeena /2/.

Laadinnan tärkeimpiä lähtötietoja ovat: rakentamisvaihe aikataulu ja edellinen viikko aikataulu, erityissuunnitelmat, henkilöresurssit, materiaalien/kaluston tilaukset ja toimitusjanakohdat, tehtävien valmiusaste. /2/

Viikko aikataulussa tehtävät esitetään kahden tunnin tarkkuudella jana-aikataulussa. Tehtävien ajankohtien tarkkuusvaatimus on 4...8 tuntia. Viikko aikataulussa esiintyy tehtävän nimi, kohde, määrätavoite, menekki tai saavutus, tehtävien riippuvuudet, resurssit ja tehtävien kestot. /2/

3.5.4 Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnitelmat pyritään varmistamaan yksittäisten tehtävien ajalliset, laadulliset ja taloudelliset tavoitteet. Tehtäväsuunnitelma laaditaan kaikista

aikataulullisesti kriittisistä ja pitkistä aikataulutehtävistä. Tehtäväsuunnitelma on tarkin aikataulullinen suunnitelma rakennustyömaalla. Toisin kuin yleisaikataulu, rakentamisvaihe aikataulu ja viikkoaikataulu, tehtäväsuunnitelma sisältää usein myös kustannuslaskelmia. /2/

Tehtäväsuunnitelmassa esiintyy työosat, ajalliset välitavoitteet, kustannustavoitteet, tehtävien yhteistoiminta, resurssit, aloitusedellytykset, potentiaaliset ongelmat ja laadunvarmistustoimenpiteet. Tehtäväsuunnitelma antaa pohjan työnaikaisen seurannan ja ohjauksen välineille, kuten maksuerätaulukolle ja kustannus- ja aikatauluvalvonnalle. /2/

4 ESIMERKKIKOHTTEEN KUVAUS

Laatimani yleisaikataulun esimerkkikohteena on Peab Oy:n uudisrakennuskohde As. Oy Vaasan Kompassi 3 (Kuva 2) Vaasan kasarmialueella. Kompassi 3 on projektin kolmas vaihe ja kolmas asuinkerrostalo suuresta ympyräkorttelikokonaisuudesta.

Vaasan Kompassi muodostuu neljästä erillisestä kerrostalorakennuksesta ja lopputulos on ympyrän muotoinen kortteli. Rakennukset ovat hissillisiä ja maantasokerrokset ovat osittain asuinkerroksia. Kohteen erityisen haasteen tuovat ulkoseinien kaarevat linjat. Kaiken kaikkeaan Kompassi tulee neljästä kerrostalostaan tarjoamaan 145 asuntoa. Asuntojen koot vaihtelevat 38 m² – 119 m². Lähes kaikissa asunnoissa on sauna ja puolilämpimä- tai reppuparveke. Yhteiset tilat, väestönsuoja ja varastot sijaitsee kerrostalojen pohjakerroksissa. Jokainen Kompassin kerrostalo on suunniteltu kahdeksi erilliseksi porraskokonaisuudeksi, jakaen vaiheet kahteen lähes yhtä suureen lohkoon. Kerrosmäärät kuitenkin vaihtelevat, ja jokaisessa kerrostalossa toisessa lohossa on yksi kerros enemmän kuin toisessa. Esimerkkikohteessani Kompassi 3:ssa on A lohossa (A porras) 6 kerrosta, kun taas B lohossa (B porras) 5 kerrosta.



Kuva 1. Kompassi 3 ilmakuva.

Oleskelualueet rakennetaan pääasiassa rakennettavien kerrostalojen muodostamalle sisäpihalle. Paikoitustalo saneerataan viereisellä tontilla sijaitseviin rakennuksiin. Muut autokatospaikat ja pysäköintipaikat sähköpistokkeineen sijoitetaan alueelle. Kompassin suunnittelussa on otettu huomioon 2010 voimaan astuneet energiatehokkuusmääräykset.

Kompassi 1-4 rakennuksiin on suunniteltu kahta erilaista parveketyyppiä. Osa parvekkeista on sisäänvedettyjä puolilämpimiä terasseja, osa tavallisia reppuparvekkeita.

Asunnon ostaja voi vaikuttaa sisustamiseen ilman lisäkustannuksia, mikäli ostopäätös on syntynyt tarpeeksi aikaisessa rakennusvaiheessa.

4.1 Kohteen rakenteet

Perustukset tehdään teräbetonista rakennesuunnitelmien mukaan.

Alapohjarakenteena on kantava teräsbetoni-laatta. Kantavat seinät, väli- ja yläpohjalaatat ovat paikalla valettua betonia ja terästä.

Julkisivumateriaalina ulkokehällä käytetään punaista poltettua tiiltä ja sisäkehällä poltettua vaaleaa tiiltä. Sisäänkäynneissä ja porttikongeissa on käytetty maalattuja pintoja.

Vesikatot ovat tummanharmaata kumibitumikermiä. Pieni osa katoista on peitetty maksaruohopeitteellä.

Asuntojen ikkunat ovat puurakenteisia sisään aukeavia MSE-ikkunoita. Ikkunoiden ulkopuute ja karmien verhous on polttomaalattua alumiinia. Parvekkeiden ja ensimmäisissä kerroksissa olevien pihojen ovet ovat ulosavautuvia lämpöeristettyjä ovia. Kerrostaso-ovat EI 30 -vakio-ovia. Huoneiden sisäovat ovat laakaovia ja saunojen ovet ovat täyslasia.

Huoneistojen väliset seinät ovat teräsbetonirakenteisia. Pesuhuoneiden seinät rakennetaan kivirakenteisista elementeistä. Kaikki pesuhuoneiden seinät ovat laattapinnoitettuja. Muut seinät ovat teräsrunkarunkoisia kipsilevyseiniä.

Asuntojen lattiapinnat ovat parkettia ja porrastasoissa askeläänieristettyä muovimattoa. Asuntojen seinät maalataan ja pesuhuoneet laatoitetaan. Myös alimpien kerroksien porrastasot laatoitetaan.

Sisäänvedetyt parvekkeet ovat puolilämpimiä ja ne varustetaan kaksinkertaisella osaksi avattavalla lasituksella. Puolilämpimien parvekkeiden lämmityksestä vastaa lattialämmitys. Uloke- tai reppuparvekkeet rakennetaan betoni elementein ja varustetaan parvekelasituksella. Niissä lämmitys toimitetaan erillishinnalla.

4.2 Kohteen keskeiset tiedot ja tunnusluvut

Nimi:	As. Oy Vaasan Kompassi 3
Osoite:	Aleksanterinkuja 4, 65100 Vaasa
Sijainti:	Kaupunginosa Keskusta 11, Kortteli 6, Tontti 3
Rakennuskohteen laatu:	Uudisrakennus, asuintalo
Ohjeelliset laajuustiedot:	
kerrosala:	3998 kem2 (+42 kem2 ulkorak.)
Bruttoala:	4137 brm2
Tilavuus:	12411 m3
Rakennuttaja:	As Oy Vaasan Kompassi , Peab Oy
Arkkitehti- ja pääsuunnittelu:	Lassila Hirvilammi arkkitehdit Oy
	Serum Arkkitehdit Oy
Rakennesuunnittelu:	Insinööritoimisto Contria Oy
Sähkö ja LVIA suunnittelu:	Avecon Oy

Kompassi 3:n maarakennustyöt aloitettiin 18.4 2011 ja valmistuminen on suunniteltu marraskuun loppuun 2012.

5 YLEISAIKATAULUN LAADINTA

Esimerkkikohteen Kompassi 3 yleisaikataulun suunnitteluun oli paljon apua edellisten vaiheiden aikatauluista. Kompassi 1:n ja 2:sen ollessa lähes valmiita, mestareilta ja työmaainsinööreiltä sai hyvää kokemuseräistä tietoa aikataulun laadintaan. Eritysen paljon apua oli Kompassi 1:een laaditusta yleisaikataulusta. Vaiheiden samankaltaisuus mahdollisti nopeamman aikataulutehtävien muodostamisen ja joissain tapauksissa myös hyväksi havattujen työsaavutustietojen käytön.

Aikataulun laadinnassa käytettiin Planet+ 6.4 -ohjelmistoa, Excel- taulukkolaskenta -ohjelmistoa ja Ratu Aikataulukirjan yleisaikataulun laadintaan tarkoitettuja T4-kokonaisaikoja. Laadinta ei mennyt täysin seuraavien kappaleiden mukaisessa järjestyksessä, koska edellisiin työvaiheisiin täytyi välillä paneutua uudelleen. Tietojen syöttöä Planet+ -ohjelmistoon ja Excel-taulukoihin tehtiin usein samanaikaisesti. Yleisaikataulu laadittiin jana-aikatauluna.

5.1 Tärkeimmät lähtötiedot

Tärkeimmät käytössä olleet lähtötiedot olivat tekniset suunnitelmat, alku- ja loppupäivämäärä, Ratu Aikataulukirja, työmenetelmävalinnat ja Kompassi 1:n yleisaikataulu. Teknisistä suunnitelmista rakennepiirustukset, arkkitehtipiirustukset, rakennustyöselostus, ovi- ja ikkunaluettelot olivat tärkempiä laskentaan tarvittavia lähtötietoja. Käytössä ei ollut valmiita määrälaskentatietoja, vaan ne piti laskea piirustuksista ja muiden suunnitelmien avulla.

5.2 Tehtävien muodostaminen

Tehtävät muodostettiin porraskerros- ja kerrosjaon perusteella, esimerkiksi väliseinätyö A1...A6 ja väliseinätyö B1...B5. Jo yleisaikataulussa huomioon otetussa porraskerros- ja kerrosjaosta oli hyötyä myöhemmässä vaiheessa tehtävien aloitusajankohtien suunnittelussa. Esimerkiksi maalaustöiden aloitus voitiin asettaa alkamaan A-portaan kuudennessa kerroksessa, kun tasoitustyöt oli siellä saatu valmiiksi. Osaa tehtävistä ei kuitenkaan jaettu rapun ja kerroksen mukaan,

vaan ne laskettiin erilaisina kokonaisuuksina. Näistä esimerkkinä julkisivumuuraus, jossa tehtävä jaettiin ulkokaaren, sisäkaaren ja päätyjen muuraukseen.

Tehtäviksi valittiin oleellimmat ja selkeät tehtäväkokonaisuudet maarakkennus-, perustus- ja runko-, sisävalmistus- ja luovutusvaiheesta. Tehtävien ajoituksiin, nimiin ja järjestyksiin sai apua Kompassi 1:n yleisaikataulusta. Osa tehtävistä voitiin yhdistää kokonaisuudeksi, joka sisältää montakin työtä. Esimerkiksi ikkunat ja parvekeovet. Usean työn esittäminen yhdessä kokonaisuudessa usein kuitenkin edellyttää niiden olevan toisistaan riippumattomia. Halutessa alatehtävät saa esille tai piiloon Planet+ -ohjelmistossa. Tehtävän alatehtävien eri aloitusajankohdat saa esille tarvittaessa myös omina janoina. Tehtävanimikkeitä muodostettiin yhteensä 38, sisältäen IV-, sähkö- ja putkityöt. Alatehtävineen luku moninkertaistuu.

Tehtävät ja niiden alatehtävät oli hyvä sijoittaa suoraan Planet+ -ohjelmistoon sen hyvien laskuominaisuuksien vuoksi. Näin ylimääräiseltä Excel-taulukko-ohjelmiston käytöltä vältyttiin.

5.3 Määrälaskenta

Määrälaskentaa oli paljon, sillä valmista määrälaskentaluettelo ei ollut. Määrät pystyttiin laskemaan teknisistä suunnitelmista. Osa lasketuista määristä sijoitettiin ensin Excel- taulukkoon, osa suoraan Planet+ -ohjelmistoon. Excel-taulukkoa tarvittiin usein vain määrien muuttamisessa yksiköstä toiseen. Esimerkiksi juoksumetreinä laskettujen seinien muuttaminen neliömetreiksi. Määrälaskenta suoritettiin pääasiassa porras- ja kerrosjaon mukaan. Osassa tehtävistä pelkkä porrasjaon mukainen laskenta oli täysin riittävä.

Kompassi 1:n ollessa kerrosalaltaan ja muodoltaan lähes identtinen kolmosvaiheen kanssa, pystyttiin hyväksi todettuja työsaavutuksia käyttämään yleisaikataulun laadinnassa. Tasoitetöiden, maalaustöiden ja kalustetöiden laskeminen helpottui, kun niiden työsaavutus oli kokemusperäistä. Esimerkiksi tasoitetöissä yhden portaan kerrokseen meni edellisissä vaiheissa noin 6 päivää.

Samoja työn kestoja voitiin käyttää hyvin myös 3-vaiheessa. Samoin samoin voitiin menetellä myös IV-, sähkö- ja putkitöissä.

Työmaamestari oli ennättänyt ennen yleisaikataulun laadintaa valmistelemaan maarakennus- ja runkotöiden aikataulut. Nämä pystyttiin suoraan sijoittamaan yleisaikatauluun ilman erillistä määrälaskentaa.

5.4 Tehtävien ajoitus ja tahdistus

Planet+ -ohjelmisto on hyvin monipuolinen ja vaatii tutustumista, ennen kuin sen käyttö on jouhevaa. Ohjelmisto mahdollistaa erinomaisen tietojen syötön, poistaen lähes täydellisesti tarpeen Excel -taulukkolaskentaan. Työmenekkitietojen, resurssien ja määrien sijoituksen jälkeen ohjelma laskee automaattisesti työn keston. Planet+ -ohjelmistoon sijoitetut tiedot voi myöhemmin helposti tuoda Excel-taulukkolaskentaohjelmaan. Planet+ laskee työn keston joko ryhmän työmenekillä tai työsaavutuksella. Tässä yleisaikataulun laadinnassa käytettiin T4-työsaavutustietoja, jotka saatiin Ratu Aikataulukirjasta.

Tehtävien aloitusajankohdat ovat usein riippuvaisia toisistaan. Osa tehtävistä voitiin tehdä myös samanaikaisesti. Aikataulukirjan esittämien tehtävien riippuvuuksien avulla aloitusajankohdat saatiin mahdollisimman realistisiksi. Osa töistä antoi erityisvaatimuksia. Esimerkiksi betonirungon riittävä kuivuminen oli otettava huomioon ennen pinnoitteita.

Aikataulu laatiessa oli otettava huomioon työryhmät. Kirjaamalla Planet+ -ohjelmistoon työryhmän koko, voitiin tehtävät tahdistaa, jos oli tarvetta nopeuttaa työtä. Aikataulun todenmukaisuun vuoksi oli myös lomat sijoitettava aikatauluun. Näistä huomattavammiksi koituivat kesälomat. Yleisaikatauluun sijoitettiin myös lämpö päälle -tavoiteviiva, joka kuvaa rakennuksen lämmityksen käyttöönottoa. Tämä tavoite voitiin sijoittaa heti rakennuksen tiiveyden saavuttamisen jälkeen.

5.5 Valmis yleisaikataulu

Lopuksi varmistettiin, että tehtävien tekninen työjärjestys ja resurssit ovat realistisia. Yleisaikataulun todenmukaisuus paranee sen päivittämisen myötä.

Tyypillistä onkin, että laadittua aikataulua päivitetään noin parin viikon välein. Kaikkia tehtävien alatehtäviä ei tarvitse näyttää lopullisessa yleisaikataulussa, mutta kuitenkin on hyvä, että ne ja niiden määrät ovat myöhemmässä vaiheessa mahdollisuus avata Planet+ -ohjelmistossa. Laaditussa yleisaikataulussa Planet+ piirsi ylimääräisiä katkoviivoja, joita ei onnistuttu poistamaan. Aikataulu on kuitenkin täysin luettavissa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöni päätavoitteena oli kuvata laadintaperusteet ja -menetelmät talonrakentamiskohteen aikatauluille ja soveltaa menetelmiä käytännössä esimerkkikohteesta laatimassani yleisaikataulussa. Tässä onnistuttiin hyvin ja aikataulun laadinnasta sai selkeän käsityksen. Erityisen selkeästi huomasi, että aikataulun saaminen mahdollisimman hyvin tuotannon mukaiseksi vaatii laatijalta tarkan perehtymisen erityisesti hankkeen teknisiin suunnitelmiin ja työmenettelyihin.

Aikataulusuunnittelun laadintavälineitä on paljon, ja niiden käyttö tuntuukin vaihtelevan riippuen aikataulun laatijasta. Se on myös yrityskohtaista. Yleisaikataulun laadinnassa käytettiin vain osaa aikataulusuunnittelun menettelyistä, joita on selitetty luvussa 3 Aikataulusuunnittelun perusteet.

Yleisaikataulun laadinnan ongelmiin sai avun työmaamestareilta ja -insinööreiltä. Heidän vahva kokemus aikataulujen suunnittelusta saa tehtävien kestot lähemmäksi totuutta. Laskettavaa oli paljon ja laadinta pysyi jatkuvasti mielenkiintoisena. Laaditun yleisaikataulun tuotannonmukaisuutta ei voi ilman sen seuraamista tarkastella, joten sen tarkempi analyysi on vaikeaa. Uskon kuitenkin, että laadittu yleisaikataulu on toteuttamiskelpoinen, sillä apuna olivat edellisten vaiheiden yleisaikataulut. Kompassi 1:n ja 3:n suurin rakenteellinen ero oli niiden kerrosmäärät. Yksi kehittämiskohta edellisten vaiheiden yleisaikatauluihin oli määrien sijoitus Planet+ -ohjelmistoon. Tässä päättötyössä määrät on sovittu jätettävän pois valmiista yleisaikataulusta.

Tavoitteissa onnistuttiin hyvin ja pyrin selvittämään jatkossa kuinka tarkasti laadittu yleisaikataulu kuvaa Kompassi 3:n todellista kulkua.

LÄHTEET

- /1/ Kankainen, Jouko & Sandvik Tom (1999). Rakennushankkeen ohjaus. 5.painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- /2/ Mäki, Tarja & Koskenvesa, Anssi. Aikataulukirja 2008. 11. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- /3/ Ratu -kortti S-1216 (2006). Rakentamisen ajallinen suunnittelu. Rakennustieto Oy. Saatavilla Ratu Net- palvelusta.
- /4/ Saarenpää, Asko (2010). Planet+ -ohjelmisto, Ohje projektiaikataulun laadintaan. ASApron projektipalvelu.
- /5/ Planet+ 6.4 aikatauluohjelma. Artemis Finland Oy.