



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

FINNFOREL OY:N VARKAUDEN KIERTOVEDASILAITOKSEN RAKENNUSVAIHEEN AIKA- TAULUJEN ANALYSOINTI

TEKIJÄ: Eemeli Puustinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Eemeli Pekka Johannes Puustinen			
Työn nimi Finnforel Oy:n Varkauden kiertovesilaitoksen rakennusvaiheen aikataulujen analysointi			
Päiväys	10.12.2019	Sivumäärä/Liitteet	29/7
Ohjaaja(t) Hannu Haaranen, pt. tuntiopettaja Savonia Matti Ylikärppä, pt. tuntiopettaja Savonia			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy/Harri Väkeväinen, Tommo Toroi, Petri Koljonen, Juuso Hytti			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarjota toimeksiantajalle Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy:lle näkökulmia ja ratkaisumalleja Varkauteen Finnforel Oy:lle toteutetun kiertovesiviljelytekniikkaan perustuvan kalan- kasvatustieteen rakentamisen aikaisiin mahdollisiin aikatauluja koskeviin ongelmatilanteisiin. Lisäksi tarkoituksena oli tuottaa työvaiheaikataulu (T3) teräsrungon, ulkoseinä- ja vesikattoelementtien asennuksille, sekä tuottaa hankkeen jana muotoisen yleisaikataulun pohjalta paikka-aikakaavio.</p> <p>Perehdyin opinnäytetyöhöni käyttämiini teoria-aineistoihin sekä hankkeen suunnitelmiin, erityisesti aikatauluihin, kevään 2017 aikana. Keräämiäni tietojen pohjalta analysoin hankkeen yleisaikataulua käännettyäni sen ensin paikka-aikakaavioksi ja suunnittelin opinnäytetyöhöni sisältyvän työvaiheaikataulun. Aikatauluohjelmana käytin toimeksiantajalla käytössä olevaa PlaNet-ohjelmaa.</p> <p>Tuloksena saatiin työvaiheaikataulu teräsrungon, ulkoseinä- ja vesikattoelementtien asennukselle ja paikka-aikakaavio yleisaikataulusta. Lisäksi keväällä 2017 pyrin tuomaan toimeksiantajan tietoon oman analysointini pohjalta aikatauluissa havaitsemani muutamat mahdolliset törmäyskohdat ja epä johdonmukaisuudet.</p>			
Avainsanat aikataulut, aikataulusuunnittelu, paikka-aikakaavio, työvaiheaikataulu			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Eemeli Pekka Johannes Puustinen			
Title of Thesis Analysis of the Construction Stage Schedules of Finnforel Oy's Circular Aquaculture Plant in Varkaus			
Date	December 10, 2019	Pages/Appendices	29/7
Supervisor(s) Mr Hannu Haaranen, Senior Lecturer Mr Matti Ylikärppä, Lecturer			
Client Organisation /Partners Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy/Harri Väkeväinen, Tommo Toroi, Petri Koljonen, Juuso Hytti			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final project was to offer to the client company Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy perspectives and solutions to scheduling problems during the construction of the fish farming plant based on circular aquaculture technology. The plant was built in Varkaus for the Finnforel Oy. The purpose was also to produce a work schedule for the installation of the steel frame, exterior wall elements and roof elements and to produce a place-time-chart schedule based on general gantt chart of the project.</p> <p>The theoretical material used in the thesis and the plans of the project were studied during the spring of 2017. Especially the timetables of the project were studied. Then, based on the information that had been collected, the projects general schedule was analyzed. At first the projects general gantt chart was transformed into a place-time-chart. In addition, the work schedules for the installations of the steel frame, the exterior wall elements and the roof elements were planned. PlaNet program was used as a scheduler because it was used by the client organisation at the time.</p> <p>The results of the thesis were the work schedules for the installations of the steel frame, exterior wall elements and roof elements and a place-time-chart formed general schedule. In addition, the client organisation was informed about a few potential collision points and inconsistencies that had been noticed in the projects schedules while analyzing the material.</p>			
<p>Keywords scheduling, schedules, timetables</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Taustat ja tavoitteet.....	5
1.2	Toimeksiantajan esittely	6
2	AIKATAULUT	7
2.1	Hankeaikataulu eli projektiaikataulu	7
2.2	Yleisaikataulu	7
2.3	Rakentamisvaihe aikataulu	9
3	AJANKÄYTÖN SUUNNITTELU	10
3.1	Rakentamisen kesto ja ajoitus	10
3.2	Aikataulun kireyden tarkistus	11
3.3	Rakennushankkeen normaalikesto	12
3.4	Työkatkoihin ja häiriöihin varautuminen aikataulussa	13
3.5	Kohteen osittelu.....	13
3.6	Tuotannon jakaminen tehtäviin.....	15
3.7	Tehtävien mitoitus	17
3.8	Työjärjestyksen määrittäminen	17
3.9	Tehtävien tahdistus ja rytmitys	18
3.10	Aikataulun laadinta ja toteutuskelpoisuus	20
4	TUOTANNONOHJAUS JA AIKATAULUN VALVONTA	21
5	TARKENTUVA TUOTANNONOHJAUS.....	23
5.1	Uusiutuva tuotannonohjaus	23
5.1.1	Tehtäväsuunnittelun sisältö	23
5.1.2	Tehtävän ajallinen suunnittelu ja ohjaus.....	24
6	KIERTOVELILAITOSHANKKEEN RAKENTAMISVAIHEEN AIKATAULUJEN ANALYSOINTI	26
7	TERÄSRUNGON SEKÄ ULKOSEINÄ- JA KATTOELEMENTTIEN ASENNUKSEN RAKENTAMISVAIHEAIKATAULUN LAADINTA.....	26
8	POHDINTA.....	28
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	30

1 JOHDANTO

1.1 Taustat ja tavoitteet

Opinnäytetyöni käsittelee yleisesti rakennushankkeen aikana tuotettavia aikatauluja ja analysoi Varkauden toteutetun Finnforel Oy:n kiertovesilaitos -hankkeen aikatauluja. Aiheen sain keskusteltuani hankkeessa rakennuttajana toimineen Keski-Savon Teollisuuskylä Oy:n kiinteistöpäällikkö Jukka Koskisen kanssa, olisiko heillä tiedossa jotakin projektia, johon liittyen voisin tehdä opinnäytetyöni keväällä 2017. Hän kertoi, että kalankasvatuslaitoshankkeen rakennustyöt ovat alkamassa, ja että laitokseen tulevan kalankasvatusprosessin asentamisen ja rakennustöiden aikataulujen yhteen sovittamisessa oli ollut omat haasteensa.

Opinnäytetyöni teoriaosuus on koostettu pääosin Rakennustietosäätiö RTS sr:n ja Rakennustieto Oy:n julkaisujen perusteella.

Opinnäytetyöni tavoitteena oli tuottaa hankkeen jänamuotoisen yleisaikataulun pohjalta hankkeelle paikka-aikakaavio, tuottaa rakennuksen teräsrungon sekä ulkoseinä- ja vesikattoelementtien asennuksille työvaihe aikataulu, analysoida projektin aikatauluja ja tarjota toimeksiantajalle näkökulmia ja ratkaisumalleja mahdollisiin ongelmatilanteisiin.

Työhön tarvitsemani hanketta koskeva aineisto oli saatavilla hankkeen projektipankista. Paikka-aikakaavio ja työvaihe aikataulut rakennuksen rungon ja vaipan asennuksille tuotettiin PlaNNet -ohjelmistolla, koska projektin yleisaikataulu oli laadittu kyseisellä ohjelmalla ja pystyin itse käyttämään oppilaitokseni lisenssillä PlaNNetia etätyöpöytäyhteyden kautta silloisella työpaikallani Varkaudessa.

Pääurakoitsijana kiertovesilaitoshankkeessa toimi opinnäytetyöni toimeksiantaja Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy, jonka urakoita olivat maanrakennusurakka ja rakennusurakka. Kiertovesiproessin, joka oli hankkeessa tilaajan erillishankinta, suunnitteli ja toimitti tanskalainen kiertovesiviljelyyn erikoistunut Billund Aquaculture Denmark. Talotekniikan putkiurakoitsijana toimi Mikenti Oy, sähköurakoitsina Are Oy ja IV- sekä Automaatiourakoitsijana TT-Ilmastointi Oy. Pääsuunnittelijana toimi Insinööritoimisto Savolainen Oy, joka vastasi myös kohteen arkkitehti- ja rakennesuunnittelusta sekä hoiti kohteen valvontaa. Rakennuttajana toimi Keski-Savon Teollisuuskylä Oy. Merkittäviä aliurakoita oli talotekniikan lisäksi elementtirakenteisten kasvatusalaiden elementtien toimitus ja asennus, josta vastasi Parma Oy, sekä hallin teräsrungon toimitus asennettuna. Teräsrungon toimitti ja asensi Teräselementti Oy.

1.2 Toimeksiantajan esittely

Toimeksiantajana on Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy, jonka palveluksessa vakituisesti on noin 35 henkilöä. Yritys on vuonna 1980 perustettu Kuopiolainen maa- ja yhdyskuntarakentamisen ammattilainen. Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy on keskittynyt pääasiassa maa-, vesi-, teollisuus- ja betonirakentamiseen sekä rakennusteknisiin mittauksiin. (Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy 2017.)

2 AIKATAULUT

Aikataulusuunnitteluun keskeisimmin vaikuttavat ratkaisut tehdään jo hankesuunnitteluvaiheen aikana. Hankesuunnitteluvaiheessa rakennuttaja määrää rakennushankkeen ajalliset reunaehdot ja tavoitteet sekä laatii hankeaikataulun, jonka pohjalta rakennushankkeen aikatauluja tarkennetaan asteittain hankkeen edetessä. Tässä luvussa on käyty läpi rakennushankkeen erilaisia aikatauluja ja niiden merkitystä, laadintatekniikkaa, esitysmuotoja sekä lähtötietoja rakennushankkeen eri vaiheissa. Rakennushankkeen onnistumisen kannalta hankkeen toiminnan ohjaamisella on suuri merkitys kaikissa hankkeen vaiheissa. Realistisesti ja selkeästi suunniteltu aikataulu on hyvä alkua, mutta sen lisäksi myös tuotannon johtaminen ja toteutuksen ohjaus ovat aina merkitsevässä roolissa rakennustyömaan sujuvuuden ja rakennushankkeen onnistumisen kannalta. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 40.)

2.1 Hankeaikataulu eli projektiaikataulu

Varmistaakseen, että rakennushanke on toteutettavissa normaalissa rakentamisajassa, rakennuttaja laatii hankkeelle projektikohtaisen hankeaikataulun. Hankeaikataulu kuvaa koko projektin etenemisen ja se on tärkeä rakennuttajalle kohteen laadunvarmistuksen kannalta ja jotta kohde valmistuisi oikea-aikaisesti. Liian kireästä ja epärealistisesta aikataulusta seuraa usein laatuvirheitä ja liian löysä aikataulu aiheuttaa monesti kustannusten nousua. Hyvin tehdyn hankeaikataulun avulla myös rakennuksen luovutusvaihe saadaan valmisteltua kunnolla. Rakennuttajan hankeaikataulun avulla myös tilaajan on helpompaa huolehtia omasta osuudestaan sovitulla tavalla, mm. suunnitelmista, rahoituksesta, sivu-urakoista ja tilaajan hankinnoista. Hankeaikatauluun vaikuttaa projektiin valittu urakamuoto. Hankeaikataulussa pyritään varaamaan joustoa myös muutoksille ja yllätyksille, jotta urakointisijoille ei aiheutuisi tarpeettomia kustannuksia. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 41.)

2.2 Yleisaikataulu

Yleisaikataululla on kolme toisistaan eroavaa muotoa, jotka ovat alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu ja työaikataulu. Nämä eroavat toisistaan sisällön tarkkuustasoltaan, laadinnan ajankohdaltaan ja käyttötarkoitukseltaan. Yleisaikataulun laatii pääurakoitsija ja rakennustöiden ajoittaminen yleisaikatauluun onkin keskeinen osa aikataulusuunnittelussa. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 43.)

Alustava yleisaikataulu

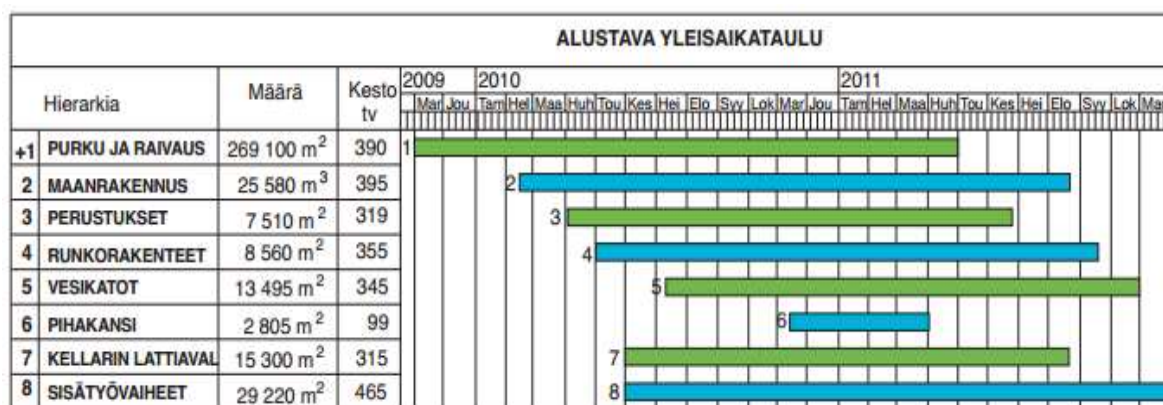
Ennen urakkatarjouksen jättämistä tai rakentamispäätöstä pääurakoitsija laatii rakennushankkeelle alustavan yleisaikataulun. Alustavan yleisaikataulun avulla arvioidaan, sopivatko kyseessä olevan rakennushankkeen toteuttamiseen vaaditut työt rakennuttajan hankeaikataulussa määrittämään rakennusaikaan, rakennushankkeen ajallinen kireystaso, töiden ajoittuminen eri vuodenaikoihin, ajasta

riippuvaiset työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset, välitavotteiden saavuttaminen, työmaan vaatimat kalusto ja -henkilöstöresurssit sekä tärkeimpien rakennusmateriaalien, alihankintojen ja -urakoiden toimitusajat. Yleensä alustavassa yleisaikataulussa kuvataan työn kulkuun vaikuttavat päätyövaiheet ja tarkkuudeltaan se on melko karkea. Tarjouslaskennassa alustavaa yleisaikataulua voidaan hyödyntää aikasidonnaisten kustannusten laskentaperusteena ja töiden ajoituksen mallina. (RATU-KI-6028. AIKATAULUKIRJA 2016, 30.)

Alustavan yleisaikataulun lähtötiedot ja laadinta

Alustavan yleisaikataulun lähtötietoina käytetään tarjouspyyntöasiakirjojen sisältämiä piirustuksia, rakennus- ja työselostuksia, urakkaohjelmaa ja urakkarajaliiteettä. Alustavaan yleisaikatauluun valitaan työmaan merkittävimmät tehtävät tarjouspyyntöasiakirjojen ja kokemuksen pohjalta. Usein ensin tehdään aikataululuonnos rakennusteknisistä töistä, johon valitaan noin 20 – 40 nimikettä kohteen laajuudesta ja monimuotoisuudesta riippuen. Alustavassa yleisaikataulussa kullekin rakennusvaiheelle ja tehtävälle määritellään aloitus- ja valmistumisajankohdat. Aloitus- ja valmistumisajankohdien lisäksi hankesuunnitelman mukainen valmistumispäivämäärä, välitavoitteet ja kohteen toteutuksen kannalta tärkeimmät tavoitteet esitetään alustavassa yleisaikataulussa. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 43.)

Alustavan yleisaikataulun tehtäville merkitään määräluettelon mukaiset määrät ja yksiköt sekä jokaiselle tehtävälle määritetään työmenekki ja tahdistava resurssi. Menekkitietojen perusteella saadaan laskettua kunkin tehtävän kesto. Alustavassa yleisaikataulussa tehtävien kestot esitetään kokonaisaikana (työvaihe-aika, T4). Talvikuukausien keskimääräiset pakkaspäivät ja työehtosopimuksen mukaiset arkipyhät, yleiset juhlapäivät sekä vapaapäivät otetaan huomioon laadittaessa aikataulua. Alustavan yleisaikataulun esitysmuotona käytetään yleisimmin jana-aikataulua tai paikka-aikakaaviota eli vinoviiva-aikataulua. Alustavassa yleisaikataulussa on merkittynä kunkin tehtävän nimikkeistötunnus tai juokseva numero, suoritelmäärät yksikköineen, mitoitustyöryhmien kostumukset, työmenekit tai -saavutukset sekä tehtävien ajoitukset ja kestot. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 43.)



Kuva 1. Esimerkki alustavasta yleisaikataulusta jana-aikatauluna. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 45.)

Sopimusyleisaikataulu

Sopimusneuvotteluissa käydään läpi alustava yleisaikataulu sopimusosapuolten kesken. Tarvittavien muokkauksen ja tarkennusten jälkeen sopimusosapuolten hyväksymä yleisaikataulu liitetään sopimusyleisaikatauluksi urakkasopimukseen. Oleellisia asioita rakennuttajan ja pääurakoitsijan välisessä sopimusyleisaikataulussa ovat rakennuttajan ja urakoitsijan kannalta osapuolille merkittävät ajan-kohdat ja sopimusyleisaikataulusta tuleekin käydä ilmi vähintään aloitus- ja valmistumispäivämäärät sekä hankkeen välitavoitteet. (RATU-KI-6028. AIKATAULUKIRJA 2016, 30.)

Sopimusyleisaikataulun tarkentaminen työaikatauluksi

Pääurakoitsija tarkentaa sopimusyleisaikataulun työaikatauluksi eri urakoiden ja aliurakoitsijoiden töiden yhteensovittamista ja työmaata varten. Työaikataulusta käytetään myös usein nimitystä yleisaikataulu ja se toimii pääurakoitsijan ja muiden urakoitsijoiden välisten sopimusten pohjana ajallisesti. Työaikataulussa tehtävien suunnittelua tarkennetaan sopimusyleisaikatauluun verrattuna ja tehtävät jaetaan osatehtäviin tai jaotellaan lohkoittain. Myös talotekniikan tehtävät otetaan mukaan työaikatauluun ja työaikataulun tarkoituksena on toimia kohteen toteutuksen suuntaviivana. Työaikataulusta hankkeen osapuolet saavat aikatauluja koskevat tärkeimmät tiedot projektin keskeisistä työvaiheista, tehtävien kestosta, tapahtumista ja tehtäviin varatuista resursseista ja niiden käytöstä. Muut työmaan aikataulut pohjautuvat työaikatauluun. Työaikataulu laaditaan yleensä taloteknisten töiden laajuuden selviämisen jälkeen. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 45.)

2.3 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikatauluilla tarkennetaan työaikataulua rakentamishankkeen kuluessa ja lähtötietojen karttuessa. Rakentamisvaiheaikataulujen tarkoituksena on varmistaa työaikataulun tavoitteisiin pääseminen. Rakentamisvaiheaikataulut laaditaan rakentamisvaiheille tai 2-6 kuukauden ajanjaksoille. Muita nimityksiä rakentamisvaiheaikatauluille ovat jaksoaikataulu, käännetty vaiheaikataulu, vaihesuunnitelma ja työvaiheaikataulu. Monesti kohteeseen laaditaan rakentamisvaiheaikataulut maanrakennus- ja perustusvaiheelle, runko- ja vesikattovaiheelle, sisävalmistusvaiheelle sekä viimeistely ja luovutusvaiheelle. (RATU-KI-6028. AIKATAULUKIRJA 2016, 31.)

Rakentamisvaiheaikataulun lähtötiedot

Tärkeimpiä rakentamisvaiheaikataulun lähtötietoja ovat rakennushankkeelle asetetut, sopimusasiakirjoihin kirjatut kiinteät päivämäärät ja takarajat, edellinen rakentamisaikataulu ja työaikataulu sekä mahdolliset tarkemmat tuotantosuunnitelmat, joita ovat esimerkiksi muottisuunnitelmat, tarkistettu määrälaskenta, kohteen tekniset suunnitelmat, käytettävissä olevat resurssit ja tiedot työmenekistä. Rakentamisvaiheaikatauluissa esitetään mitoitettuna, tahdistettuna ja riippuvuuksiltaan yhteensovitettuna pääurakoitsijan omien töiden kanssa myös merkittävimmät ali- ja sivu-urakoiden tehtävät. (RATU-KI-6028. AIKATAULUKIRJA 2016, 31.)

3 AJANKÄYTÖN SUUNNITTELU

Rakennustyömaan aikataulujen tarkoituksena on kuvata sekä tuotantoa että toimia työmaan valvonnan ja ohjauksen työkaluna. Aikataulujen tulisi olla tarkkuudeltaan käyttötarkoituksen mukaisia ja realistisia mutta samalla tavoitteellisia. Aikataulujen suunnittelun onnistumisen kannalta keskeistä on hyödyntää kaikkea saatavilla olevaa tietoa ja hankkeen edetessä tarkentaa aikatauluja uuden tiedon karttuessa. Rakennushankkeen aikana on tärkeää myös tuotannon ajallisten poikkeamien havaitseminen. Aikatauluissa tulee varautua tuotannon häiriöihin ja suunnitelmien sekä olosuhteiden muutoksiin. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 62.)

Aikataulujen avulla lyödään lukkoon hankkeen kustannuksia, sopimusteknisiä asioita, laadunvarmistustoimia ja resursseja rakennushankkeen koko keston ajaksi. Aikataulujen laatimiseen pitää varata riittävästi aikaa ja mahdollisuuksia sovittaa osapuolten näkökantoja yhteen yhteisen ja toteuttamiskelpoisen aikataulun aikaan saamiseksi. Aikataulusuunnittelussa on tyypillistä palata aiempiin suunnitteluvaiheisiin, koska suunnittelun edistyessä aikaisemmissa vaiheissa tehtyjen päätösten ja valintojen mahdolliset vajavaisuudet sekä suunnitelmissa tapahtuneet muutokset paljastuvat suunnittelun edetessä. Koko työmaan sekä yksittäisten tehtävien ohjauksen kannalta on tärkeää, että laaditut aikataulut ovat toteutuskelpoisia, eli aikataulut perustuvat kohteen ominaisuuksia vastaaviin työmenekki- ja työsaavutustietoihin sekä resurssisuunnitteluun. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 62.)

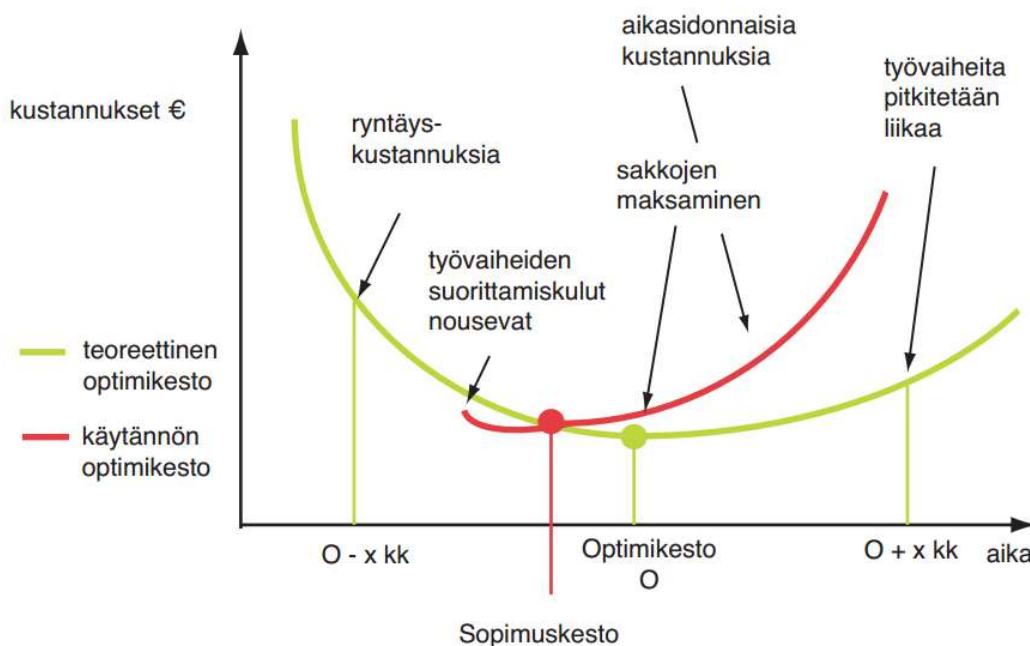
Aikataulujen suunnittelemisen vaiheet, eri vaiheiden merkitys ja vaiheiden järjestys riippuvat rakennushankkeen laajuudesta, toteutuksen teknisestä haastavuudesta, hankkeen kokonaiskeston kireydestä ja aliurakointiasteesta sekä työvoiman käyttöperiaatteesta. Ajallisen suunnitteluun tarvittavat menetelmät ovat yhteisiä rakennushankkeen laadusta riippumatta. Alempana tässä luvussa käydään läpi ajallisen suunnittelun menettelytapoja, joita voidaan hyödyntää eri vaiheissa suunnitteluprosessia. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 62.)

3.1 Rakentamisen kesto ja ajoitus

Rakennuttaja määrittelee hankkeen kokonaisrakentamisajan. Kohteen varsinaiseen rakentamiseen varattuun aikaan voivat vaikuttaa esimerkiksi tilaajan sekä rakennuttajan mielipide kohtuullisesta rakennusajasta, myyntimahdollisuudet sekä rahoitus, rakennuksen suunniteltu käyttöönottoaikakohta, kohteen suunnitelmien valmistuminen ja viranomaisten toiminta. Yksittäisten rakennushankkeiden aikataulujen kireystaso vaihtelee urakoitsijoiden tuotannon kokonaissuunnittelun vuoksi, joten yksittäisten rakennushankkeiden aloitusajankohdat eivät välttämättä ole aina tuotannon kannalta optimaalisia. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 64.)

Aikataulutukseen ja rakennushankkeen läpivientiin vaikuttavat usein mm. valittu toteutusmuoto ja -tapa, rakentamisen aloitusajankohta, valittu rakennejärjestelmä, kohteen päärakennusmateriaali, kohteeseen asennettavat talotekniset järjestelmät, rakennusfysikaaliset tekijät ja olosuhteet. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 64.)

Aikataulua ja ajankäyttöä suunniteltaessa pyritään löytämään työn realistinen toteutusmalli saatavilla olevien tietojen pohjalta. Tavoitteet tehtävien aloittamista ja lopettamista aikataulun mukaan sekä työvoiman käyttöä koskien määritetään koko hankkeelle sekä myös yksittäisille työtehtäville. Edellä mainittujen tavoitteiden pitää olla todenmukaisesti suunniteltuja sekä mitattavissa ajan ja työn tuotokseen suhteen. Teoreettinen optimiaika pystytään laskemaan rakentamiselle kustannusten kautta, Kuva 2. Rakennusajan venyessä aikasidonnaiset kustannukset kasvavat, mutta työvaiheiden suorittamisen kustannukset vähenevät tiettyyn rajaan saakka. Optimikesto minimoi aikasidonnaisten ja työvaiheiden suorittamisen kustannusten summan, mutta optimiajan löytäminen voi olla vaikeaa. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 64.)



Kuva 2. Teoreettinen ja käytännön optimiaikataulu rakentamiselle. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 64.)

3.2 Aikataulun kireyden tarkistus

Aikataululla mallinnetaan myös työvoiman käyttöä. Aikatauluihin merkityn työvoiman käytön tulee täsmätä tavoitearvion kokonaistyömenekkiin. Aikataulu ei saa kasvattaa tavoitearvion mukaisia työ-kustannuksia. Resurssipohjainen aikataulu pohjautuu määriin, työryhmiin sekä työmenekkeihin ja tehtävien välisiin riippuvuuksiin. Tehtävien kestot mitoittamalla, aikataulusta tulee tavoitteellinen ja realistinen. Apuna suunnitelmiltaan ja tuotantotekniikaltaan erilaisten kohteiden kokonaistyötuntimäärän määrittämiseen voidaan käyttää talonrakennuksen ajoituskustannusmallia, hankkeen tavoitearviota tai työmenekkien tunnuslukuja. (RATU-KI-6028. AIKATAULUKIRJA 2016, 20.)

Monesti rakennusalan yritysten laatimissa tavoite- ja kustannusarvioissa työtunnit esitetään pelkäämään yrityksen omina töinä tehtäville nimikkeille, jolloin tavoitearviosta puuttuvat aikatiedot pystytään määrittämään yleisten työsaavutus- ja työmenekkitietojen perusteella. Aliurakoitsijoiden tunnit pitää arvioitava samalla tavalla kuin omat työt. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 65.)

Suomessa 1980-luvulla tehtyjen tutkimuksien perusteella laadittu ajoituskustannusmalli päivitettiin vuonna 2015 vastaamaan nykyisiä rakennustyypppejä ja mallin avulla voidaan määrittää kuukausitarkkuudella normaalikestot rakennusajalle ja rakennusvaiheille. Ajoitusmallilla voidaan myös määrittää kuukausikohtaiset resurssitarpeet. Mallin lähtötiedoiksi tarvitaan rakennuksen laajuus pohjan kokonaispinta-alana tai rakennuksen kokonais tilavuutena, rakennustyyppi sekä tuotantotekniikka. Lisäämällä lähtötietoja tuloksista saadaan tarkempia. (RATU-KI-6028. AIKATAULUKIRJA 2016, 20.)

Hankkeen normaalikesto on rakennussuunnitelmien ja tavanomaisen kireystason mukainen rakennusaika kesälomakuukausilla ja ennalta tiedetyillä keskeytyksillä vähennettynä. Mallissa normaalikesto lasketaan työmaalla tehtävien töiden kokonaistyöpanoksen eli hankkeen tuotannollisen laajuuden avulla. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 66.)

3.3 Rakennushankkeen normaalikesto

Rakennushankkeen normaalikesto (TN) lasketaan alla olevien kaavojen mukaisesti:

Kohteen kokonaistyötuntimäärä yli 10000 tth

$$T_N = 4,6 \cdot \ln - 35,0$$

Kohteen kokonaistyötuntimäärä alle 10000 tth

$$T_N = 1,8 \cdot \ln - 9,3$$

T_N = Rakennushankkeen normaalikesto kuukausina

\ln = Kohteen kokonaistuntimäärä eli kokonaistyöpanos (tth)

Normaalikeston laskentaa varten hankkeen kokonaistyötuntimäärä eli kokonaistyöpanos on määritettävä Talo 80:n nimikkeistön rakentamisosien pääryhmien 1... 9 mukaan. Hankkeen kokonaistyöpanos sisältää kaikki työmaalla tehtävät työntekijätunnit rakennusteknisistä- ja LVIS-töistä, poislukien työnjohdon työpanoksen. Hankkeen kokonaistyötuntimäärään vaikuttavat erityisesti suunnitteluratkaisut ja hankkeen laajuus. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 66.)

Rakennusaika voi myös poiketa normaalikestosta. Poikkeaman ollessa normaalikestosta alle 20 %, ei poikkeama aiheuta merkittäviä lisäkustannuksia, mikäli esivalmistusastetta muutetaan tai kohdoteutetaan lohkoittain. Kokonaiskesto voidaan määrittää myös normaalikeston kaavoja käyttämättä, tekemällä alustava yleisaikataulu kohteelle laskettujen työtuntien perusteella. Valmiin alustavan yleisaikataulun toteutettavuutta pystytään arvioimaan normaalikeston avulla. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 68.)

3.4 Työkatkoihin ja häiriöihin varautuminen aikataulussa

Aikataulussa tulee huomioida rakentamisen ajalle osuvat arkipyhät, lomat ja vuodenajan vaihtelut sekä varautua erilaisiin häiriöihin. Häiriöitä voivat aiheuttaa mm. lakot, toimitusviiveet, laitteiden rikkoutumiset ja poikkeukselliset sääolot. Edellä mainitut häiriöt ja katkot sisältyvät rakentamiseen varattuun kokonaisuikaan, mutta teholliseen rakentamisaikaan eivät nämä häiriöt kuitenkaan kuulu. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 68.)

Häiriöihin varautuminen

Häiriöt vaikuttavat töiden etenemiseen perustus- ja runkovaiheessa enemmän kuin sisävalmistusvaiheessa. Sisävalmistusvaiheessa yleensä on olemassa varamestaa, jossa töitä voidaan jatkaa tapahuneesta häiriöstä huolimatta. Edellytyksenä kuitenkin on, että tuotannonsuunnittelussa huolehditaan varamestan saatavuudesta. Alustava yleisaikataulu laaditaan käyttämällä tehtäville ja työvaiheille kokonaisaikoja (T4), joiden summa on tilaajan ja toteuttajan sopima rakennusaika T4-tasolla. Työaikatauluna käytettävä yleisaikataulu laaditaan T3-tasolla, jolloin tehtävien sisältämä pelivara (TL3) on kootusti otettu "projektin käyttöön" aikataulun häiriöpelivarana. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 68.)

Työkatkoja ja häiriöitä rakentamisessa aiheuttavat yleensä sopimusperusteiset arkipyhät ja yleiset juhlapäivät, työntekijöiden vuosilomat, työajan lyhennys eli pekkaspäivät, sään vaikutukset ja huonot sääolosuhteet sekä talvella talvirakentamisesta johtuvat talvilisätyöt, talvityöhaitat ja pakkaspäivät. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 69.)

3.5 Kohteen osittelu

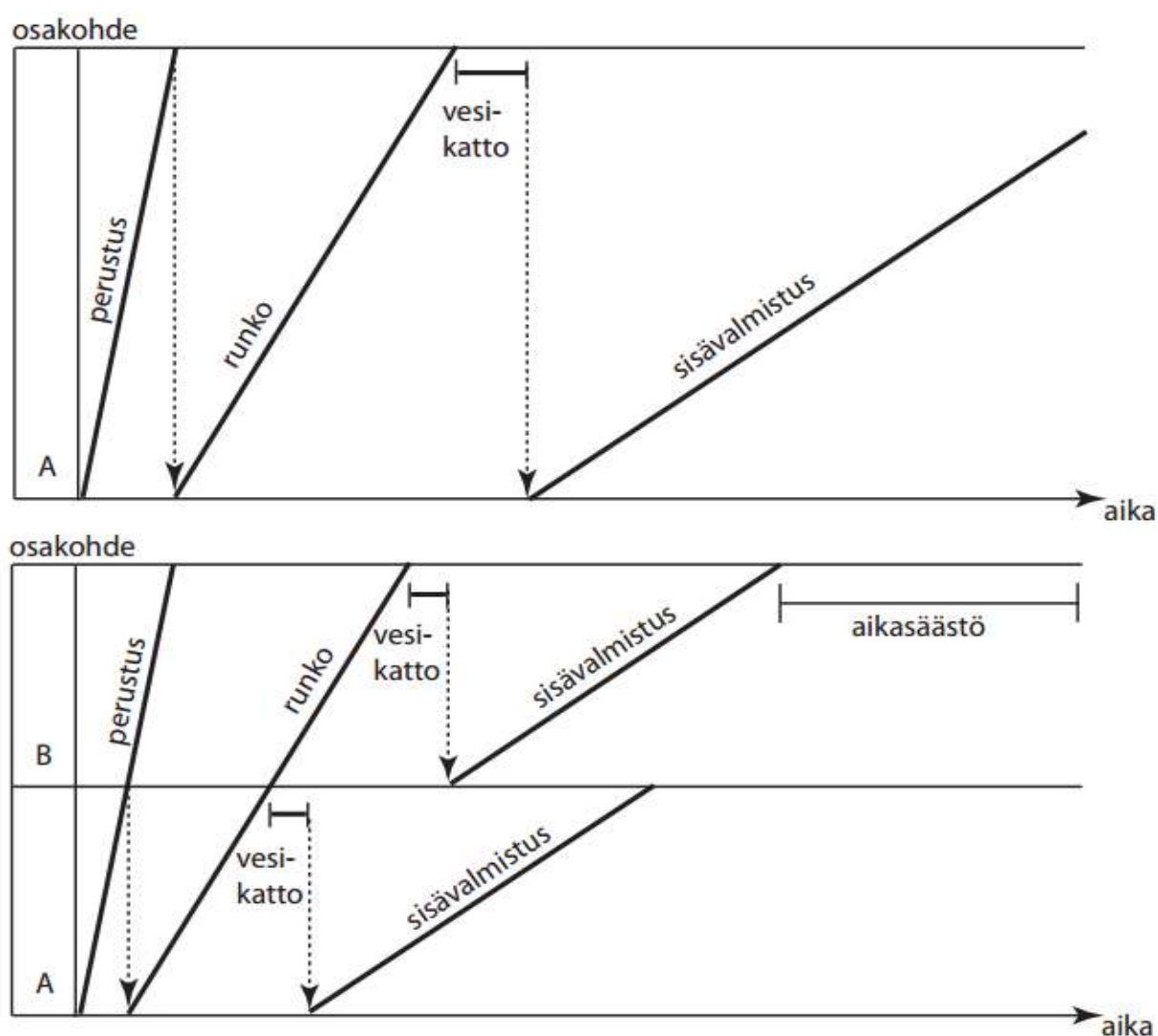
Rakennuskohteen jakaminen osiin helpottaa tuotannonsuunnittelun onnistumista ja mahdollistaa tehokkaan tuotannon toteutuksen ohjaamisen. Suomessa kohteet pilkotaan yleisesti eri tasoihin lohkoihin, jotka voidaan jakaa vielä pienemmiksi osa- tai työkohteiksi. Tarkoituksena lohkoja ja osakohteita käyttämällä on päästä aloittamaan seuraava rakennusvaihe nopeammin, kun edeltävä rakennusvaihe kyseisessä lohossa tai osakohteessa on saatu valmiiksi. Osakohteiden valmistuminen voidaan sitoa maksueriin ja osakohdejakoa voidaan hyödyntää myös laadunvarmistuksessa mestan luovutusmenettelyn kautta. (RATU-KI-6028. AIKATAULUKIRJA 2016, 24.)

Kohdetta ositellessa otetaan huomioon, että osien tulee olla loogiset ja samat paikkatasot pitää löytyä kaikista kohteen osissa. Osien pitää olla rakennuksen fyysisiä ja selkeästi määriteltävissä olevia osia ja pystysuuntainen osiin jakaminen tehdään paikkahierarkian korkeimmalla tasolla lohkoittain. Saman osittelun pitäisi toimia ainakin lähes kaikissa tehtävissä. Kohteen samantyyppisistä tiloista kannattaa tehdä osakohteita. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 72.)

Lohkot

Lohkot ovat tyypillisesti kohteen fyysisiä osia, esimerkiksi erillisiä rakennuksia tai rakennuksen osia, joissa työt tehdään valmiiksi yhtenä kokonaisuutena. Lohkojako voidaan myös tehdä kohteen osista, jotka eroavat toisistaan tuotantotekniikaltaan, suunnitteluratkaisultaan, sijainniltaan tai kerrosluvultaan. Tällöin lohkojen välisinä rajoina käytetään esimerkiksi moduulilinjoi, liikuntasauvoja tai työsaumojia. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 73.)

Lohkojaon hyödyt perustuvat siihen, että kun esimerkiksi runko saadaan valmiiksi yhdessä kohteen lohossa, voidaan kyseessä olevassa lohossa sisävalmistustyöt aloittaa aikaisemmin verrattuna siihen, jos koko kohteen runko rakennettaisiin kerralla kokonaan valmiiksi. Aikaisempi sisävalmistustöiden aloitus voidaan hyödyntää lyhentämällä rakennushankkeen koko rakennusaikaa tai pidentämällä eri tehtävien aloitusvälejä, jolloin aikataulun häiriöherkkyys pienenee. Syitä lohkojaon käyttämiseen ovat rakentamisen eri osien eriaikainen käyttöönottoarve, erikoistilat, kuten väestönsuojat ja lämmönjakohuoneet, ja tonttiolosuhteet, kuten esimerkiksi aloittaminen tontin perältä. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 73.)



Kuva 3. Lohkojaon vaikutus rakennushankkeen keston. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 73.)

Lohkojen toteutusjärjestys

Lohkojen toteutusjärjestyksellä on vaikutusta kohteen rakennusaikaan sekä aikataulun kireyteen. Toteutusjärjestyksen valintaan vaikuttavat esimerkiksi kohteen suunnitelmat ja tekniset ratkaisut, rakennuspaikan olosuhteet, vuodenaika sekä rakennuttajan asettamat välitavoitteet. Toteutusjärjestyksen valintaan rajoittavasti vaikuttavia tekijöitä voidaan pyrkiä muuttamaan neuvottelemalla rakennuttajan kanssa, teknisillä ratkaisuilla kuten esimerkiksi tilapäisellä lämmityksellä tai suunnitelma-muutoksilla kuten lämmönjakohuoneen sijoittaminen eri lohkoon kuin väestönsuoja. Lohkojaon määrittämiseen käytetään Hossin sääntöä ja laajennettua Hossin sääntöä, jotka antavat tuotannon kanalta yhden ratkaisumallin lohkojen toteutusjärjestykseen. Hossin sääntö perustuu vaiheiden kestoon, kun taas laajennettu Hossin sääntö perustuu vaiheiden kestojen väliseen suhteeseen. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 73.)

Hossin sääntö

Ensimmäisenä toteutettavaksi lohkoksi valitaan se johko, jonka perustus- ja runkovaihe on lyhyin ja viimeiseksi valitaan se lohko, jonka sisävalmistusvaihe kestää jäljelle jäävistä lohkoista lyhyimpään. Toteutusjärjestys määräytyy perustus- ja runkovaiheen perusteella, jos sekä perustus- ja runkovaihe että sisävalmistusvaihe ovat lyhyimpiä samassa lohkossa. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 74.)

Laajennettu Hossin sääntö

Ensimmäisenä toteutettavaksi lohkoksi valitaan se lohko, jonka sisävalmistusvaiheen tuntimäärän suhde perustus- ja runkovaiheen tuntimäärään on suurin ja viimeiseksi valitaan se lohko, jossa edellä mainittu suhdeluku on pienin. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 74.)

Osakohteet

Lohkojen pienempiä osia kutsutaan yleensä työkohteiksi tai osakohteiksi. Osakohteessa tehdään yleensä ainoastaan yhtä työkohteen eli mestan sitovaa tehtävää kerrallaan, jolloin se muodostaa myös yksittäisen työkohteen. Osakohteet toimivat tuotannon rytmittäjinä antaen mahdollisuuden mm. hallittuun laadunvarmistustoimintaan työkohteen vastaanotto- ja luovutusmenettelyjen kautta. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 75.)

3.6 Tuotannon jakaminen tehtäviin

Aikataulussa tehtävät ovat töitä ja toimintoja, joiden suorittamiseen täytyy varata aikaa ja resursseja. Tehtäviä valittaessa on otettava huomioon kaikkien työmaan osapuolten yhteistoiminta. Tehtävät ovat pääurakoitsijan omien työntekijöiden ja aliurakoitsijan tekemiä työvaiheita, työlajeja tai niiden yhdistelmiä. Tehtävät kannattaa suunnitella siten, että niistä muodostuu loogisia ajallisesti ja

taloudellisesti hallittavia kokonaisuuksia. Tehtävän suoritukseen sisältyy yleensä varsinaisen edistävän työn lisäksi myös tehtävää täydentäviä suoritteita, kuten aloittavia, lopettavia ja ylläpitäviä suorituksia. Näihin kuuluvat mm. kaluston ja materiaalien siirrot, suojaus ja siivous. Tehtävistä muodostetaan tehtäväluettelo, jossa esitetään tehtävien nimet, suoritemäärät ja suoritemäärien yksiköt. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 76.)

Tehtäväluettelon tekeminen

Tuotannon tehtäväluettelo on aluksi erittelyltään yksityiskohtainen. Tehtäväluetteloa karkeutetaan työkokonaisuuksiksi ottaen huomioon tehtävien suorittamiseen liittyvät ammattitaitovaatimukset. Ajallisesti ja taloudellisesti merkittävät omat ja aliurakoitsijoiden tehtävät kootaan tehtäväluetteloon ja lopullinen tehtäväluettelo kattaa noin 80 % kohteen kokonaistyömenekistä. Jos työvaiheiden määrät ovat suuria, tehdään työvaiheet omina tehtävinään ja omilla resursseillaan. Jos suoritemäärät ovat pieniä, voidaan suoritteet tehdä samoilla resursseilla eli samalla työryhmällä. Tällöin tehtävistä muodostetaan suurtehtävä. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 76.)

Tehtävien suoritemäärät saadaan yleensä määräluettelosta. Jos tehtävät suunnitellaan toteutettavaksi lohkoittain, täytyy tehtävien suoritemäärät selvittää lohkoittain. Määrämittaus tehdään tällöin jo kustannusarvion laadinnan yhteydessä työvaiheittain sekä työkohteittain taulukkoon. Työvaiheittain tehtyä määräluetteloa voidaan myöhemmin käyttää hankintojen järjestelyssä ja tuotannon valvonnassa. Kohteessa on monesti useita työmenekiltään pieniä tehtäviä, jotka voidaan ajoittaa joustavasti ja joiden aikatauluun sijoittaminen ei ole tarkoituksenmukaista tehtävien lyhyen keston vuoksi. Nämä tehtävät kannattaa koota yhteen tehtäväluettelossa esimerkiksi nimikkeeksi ”muut työt” ja ne sijoitetaan aikatauluun resurssivarauksena. Tehtäväluetteloon merkitään lisäksi käyttö- ja yhteiskustannuksiin kuuluvat työmaatekniset työt. Kaikki ajoitettavissa olevat käyttö- ja yhteiskustannustyöt, esimerkiksi nosturi ja loppusiivous merkitään omiksi tehtäviksi ja loput kootaan nimikkeeksi ”ajoittamattomat käyttö- ja yhteiskustannusten työt”. Muiden aikatauluun suunnitteleamattomien töiden ja ajoittamattomien käyttö- ja yhteiskustannustöiden osuus ei saisi olla yli 15 – 20 % koko hankkeen työpanoksesta. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 77.)

Taloteknisten järjestelmien tehtäväluettelo

Tuotannon tehtäväluettelon pitää olla kattava, jonka vuoksi tehtäväluettelossa esitetään rakennusteknisten töiden lisäksi myös taloteknisten töiden tehtäväluettelo. Taloteknisten töiden tehtäväluettelo, määrrien mittaaminen, työmenekkien määrittely ja tehtävien sijoittaminen aikatauluun tehdään yhteistyönä pää- ja aliurakoitsijoiden kesken. Aikataulun tekeminen yhteistyönä on tarpeen erityisesti silloin, kun kohteessa on määriteltävien ja laadultaan sellaisia töitä, että taloteknisten töiden aliurakat voivat aiheuttaa pääurakkaan aikatauluriskejä tahdistus- ja rytmitysvirheiden vuoksi. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 77.)

3.7 Tehtävien mitoitus

Aikataulua varten pitää määrittää kunkin tehtävän kestot. Tehtävien kestojen määrittäminen on tärkeää erityisesti yleis- ja rakentamisolosuhteilla, kun todellisia töiden toteuttajia ei vielä tiedetä. Tehtävien kestot lasketaan tahdistavan työryhmän työmenekkitiedon tai tahdistavan työsaavutustiedon ja tehtävän suoritettavuuden perusteella. Tehtävien perustyöryhmät löytyvät Ratu -tiedostoista. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 78.)

Jos tehtävälle on määritelty suunniteltu kesto ja työmenekki sekä kohteen laajuustiedot ovat tiedossa, voidaan työryhmän koko määrittää tällöin laskennallisesti. Monesti tavanomaisissa kohteissa pyritään siihen, että sama työryhmä jatkaa töitä tehtävästä toiseen läpi hankkeen. Työmenekit määritellään käyttämällä omaa kokemusperäistä tietoa, yrityksen menekkitiedostoja tai yleisiä kaikkien käytössä olevia työmenekkejä. Ali- ja sivu-urakoitsijoiden työmenekit ja työryhmät saadaan tiedostoista tai urakoitsijoilta. Aliurakoitsijoilta saatujen tietojen realistisuus on hyvä tarkistaa vertaamalla Ratu -tiedostoihin tai omaan kokemukseen perustuen. Työmenekkiä arvioitaessa on otettava huomioon kohteen, olosuhteiden, rakennusosan, ja menetelmän vaikutukset tehtäväkokonaisuuksiin. Työmenekkiä voidaan korjata tarvittaessa kohdekohtaisia eroja kuvaavalla kertoimella. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 78.)

Työryhmän, määrien ja työmenekkien perusteella lasketaan tehtävälle kokonaistyömenekki. Tehtävän kesto saadaan jakamalla kokonaistyötuntimäärä työntekijöiden lukumäärällä ja työvuoron pituudella. Tehtävien kestoa voidaan määrittää laskennallisesti myös työsaavutuksien eli tuotantopeuksien kautta. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 78.)

Tehtäville määriteltyjä työmenekkejä verrataan tavoitearvion työmenekkeihin. Ratu-menekit ovat ns. työvuoroaikoja T3. Koska tavoitearvion työmenekki on kokonaisajan eli T4-ajan mukainen, muutetaan kokonaisaika laskennallisesti tehollista aikaa, eli T3-aikaa, vastaavaksi käyttäen tavoitearvion laatijan käyttämiä TL3-kertoimia tai arvioidaan kunkin työajan ja työvaiheen kerroin 1,0 – 1,3. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 80.)

Alustavassa yleisaikataulussa voidaan käyttää T4-menekkejä. Tavoitteelliseksi yleisaikatauluksi aikataulu saadaan, kun tehtävien aikamenekkeinä käytetään tehollisia aikoja (T3). Työ sujuessa häiriöitä, tavoitetasona on tehollisen ajan mukainen työsaavutus. Aikataulun realistisuus varmistetaan varaamalla aikatauluun suurhäiriöille pelivaraa. Tehtäväluetteloa täydennetään merkitsemällä luetteloon työmenekit (tth/yks.) tai tehtävän tarvitsemat työpanokset (tth), ja valitsemalla eri töille perustyöryhmä sekä laskemalla tehtävien kestot eri lohkoissa. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 80.)

3.8 Työjärjestyksen määrittäminen

Rakentamisessa tehtävien suorituksen ajoitukset riippuvat usein toisista tehtävistä. Esimerkiksi betonointi on mahdollista aloittaa vasta sitten, kun raudoitus on jo saatu valmiiksi samassa paikassa.

Tehtävien välisiä riippuvuuksia tarkastellaan tehtäväluettelon laadinnan jälkeen. Riippuvuuksien suunnittelu on myös työjärjestyksen suunnittelua. Riippuvuudeksi kutsutaan tehtävien välisen työjärjestyksen määräävää, valittua tai ehdotonta rajoitetta. Töiden suoritusrjästystä ja limitysten suunnittelua varten tehtävien väliset riippuvuudet voidaan jakaa neljään ryhmään: (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 81.)

1. Loogiset riippuvuudet ovat ehdottomia riippuvuuksia, jotka johtuvat siitä, että tehtävät on mahdollista toteuttaa ainoastaan yhdessä järjestyksessä
2. Olosuhderiippuvuudet ovat työmaan olosuhteiden, esimerkiksi sääolosuhteiden, työmaajärjestelyiden tai sopimusten, aiheuttamia vaikutuksia tehtävien välisiin riippuvuuksiin.
3. Teknisiä riippuvuuksia syntyy silloin, jos tehtävän toteutuksessa käytetään tekniikkaa, joka vaikkuttaa työmaan muihin tehtäviin.
4. Resurssiriippuvuudet johtuvat siitä, että samaa resurssia voidaan käyttää vain yhdessä kohteessa kerrallaan. Tyypillisesti työmaalla oleva työryhmä tai kone siirtyy tekemään seuraavaa tehtävää edellisen valmistuttua. Myös paikka voidaan tässä ajatella resurssiksi, jolloin puhutaan "mestari riippuvuudesta".

Riippuvuustyyppit

Yleensä rakennushankkeen riippuvuudet ovat ajallisen suunnittelun näkökulmasta tyypiltään loppu-alkuriippuvuuksia. Kohteessa voidaan siis aloittaa uusi tehtävä vasta sitten, kun edellinen tehtävä on valmis. Muita, hieman harvinaisempia, tehtävien välisiä riippuvuuksia ovat alku-alku-, loppu-loppu- ja alku-loppuriippuvuudet. Alku-alkuriippuvuudessa edellinen tehtävän pitää olla aloitettu, ennen kuin seuraava voidaan aloittaa. Loppu-loppuriippuvuudessa edellinen tehtävä pitää saada valmiiksi, ennen kuin seuraava tehtävä voidaan samassa paikassa lopettaa. Alku-loppuriippuvuudessa edeltävä tehtävä pitää aloittaa ennen kuin seuraava tehtävä voi valmistua. Alku-loppuriippuvuus syntyy sellaisten tehtävien välille, missä toinen tehtävä luo edellytykset toisen tehtävän onnistumiselle. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 82.)

3.9 Tehtävien tahdistus ja rytmitys

Tehtävien mitoittamisen ja niiden välisten riippuvuuksien määrittämisen jälkeen tehtävät voidaan sijoittaa aikatauluun. Vinoviiva-aikataulua paikkaperusteisesti tarkasteltaessa risteävät tehtävät paljastavat erilaiset tuotantonopeudet ja tilanteet, jolloin samassa työkohteessa tehtäisiin montaa eri tehtävää samaan aikaan. Tahdistuksen päämääränä on luoda suunnitelma, jossa eri tehtävät etenevät samaa tahtia työmaalla ja häiriöittä osakohteessa toiseen ilman, että yhdessä työkohteessa työskentelee yhtä aikaa monta eri työryhmää. Jokaiselle työryhmälle yritetään taata työrauha tahdistamalla tehtävät. Tämän edellytyksiä ovat riittävät aloitus- ja lopetusvälit tehtävien välillä sekä tehtävien tasainen tuotantonopeus. Tahdistusta voidaan tutkia laskelmin ja graafisesti piirtämällä aikatauluihin. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 84.)

Tavanomaisissa kohteissa tahdistus hoidetaan pääsääntöisesti tehtävien työsisältöjä muokkaamalla sekä käyttämällä joissakin tehtävissä esimerkiksi kahta työryhmää. Myös työryhmän kokoonpanon muutoksilla voidaan vaikuttaa työmenekkiin, kun ammatti- ja aputöiden työnjako muuttuu. Työtehtävien sisällön ja työryhmien kokoonpanojen muutoksilla on vaikutusta myös palkkaukseen, joka työnjohdon pitää ottaa huomioon töitä teettäessä. Tahdistusratkaisut voivat vaikuttaa lisäksi rakennusteknisten töiden aliurakoiden sopimusehtoihin ja sisältöihin. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 84.)

Tahdistuksen laskeminen

Tahdistusta varten aikataulutetuille tehtäville lasketaan tahdistettava kesto ja määrätään aloitusväli tehollisen rakennusajan, tahdistettavien tehtävien lukumäärän ja valitun aloitusvälin avulla seuraavalla kaavalla (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 84.):

$$T_t = T - (n - 1) \cdot t_a, \text{ missä}$$

$$T_t = \text{tahdistava kesto}$$

$$T = \text{tehollinen rakennusaika}$$

$$t_a = \text{tehtäville valittu aloitusväli}$$

$$n = \text{tahdistettavien tehtävien lukumäärä}$$

Valitun aloitusvälin riittävyys voidaan tarkistaa kaavalla (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 84.):

$$T_a = 2 T_t m, \text{ missä}$$

$$T_a = \text{aloitusväli}$$

$$T_t = \text{tahdistava kesto}$$

$$m = \text{työkohteiden määrä (= lohko} \cdot \text{kerros)}$$

Tavanomaisissa talonrakennuskohteissa aloitusväliksi tehtäville valitaan kymmenestä viiteentoista työvuorota. Tavoiteltavaa on, että työryhmällä olisi kahdesta neljään varatyökohdetta häiriöiden varalta. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 84.)

Kaikki tehtävät tulisi suorittaa tahdistavaksi kestoksi saadussa ajassa. Yksittäisien tehtävien suoritus-aikoja eli kestoja saadaan muutettua muuttamalla joko tehtävien työsisältöä, työryhmien lukumäärää tai työryhmän kokoonpanoa. Tahdistuksen jälkeen tiedetään lopulliset aikataulutehtävät, jotka voivat olla perinteisiä työvaiheita tai työlajeja sekä suurtehtäviä, joissa työryhmän työhön sisältyy useiden eri työlajien töitä. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 85.)

Tehtäviä rytmittämällä tehtävät saadaan jatkumaan työkohteesta toiseen keskeytyksettä. Keskeytyksiä tehtävissä kuitenkin tapahtuu, jos eri tehtävien suorittemäärät ja kestot poikkeavat huomattavasti eri työkohteiden välillä toisistaan. Tehtäviä rytmitetään mm. tehtävien aloituksia siirtämällä, eri kokoisia työryhmiä käyttämällä, varamестоja lisäämällä, suurtehtäviä hyödyntämällä ja tehtävien työjärjestyksiä muuttamalla. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 85.)

3.10 Aikataulun laadinta ja toteutuskelpoisuus

Aikataulun toteutuskelpoisuus tulee arvioida, ennen sen hyväksymistä urakkasopimusehtojen tarkoittamaksi työaikatauluksi. Tarkistetaan, onko jana-aikatauluna esitetty yleisaikataulu arvioitavissa paikka-aikakaaviona ja onko aikataulutehtäviä suorittavien työryhmien koko ja tuotantonopeus esitetty aikataulussa tai liitteessä. Aikataulusta kannattaa ensimmäisenä tarkastaa, toteutuuko siinä asetetut sopimusvaatimukset, eli onko aikataulussa esitetty rakentamisaika sama kuin on sovittu ja onko aikataulussa esitetty rakentamisvaiheiden kestoa koskevat välitavoitteet ja luovutusvaiheen välitavoitteet. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 85.)

Tarvittaessa aikataulun pitää olla jaettu selkeisiin lohkoihin ja työkohteisiin. Lohkoista tarkistetaan, ovatko ne oikeassa järjestyksessä esimerkiksi Hossin säännön avulla. Aikataulutehtävistä tarkastetaan, onko tehtävien lukumäärä sopiva ja ovatko kaikki oleelliset tehtävät esitetty aikataulussa. Suurtehtävistä tarkastetaan ovatko ne tarkoituksenmukaisia. Joko suurtehtävän osatehtävien tulee muodostaa selvä kokonaisuus tai suurtehtävä sisältää osatehtävinä pieniä, samanaikaisia ja toisistaan riippumattomia työvaiheita. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 86.)

Tämän jälkeen tarkistetaan tehtävien työjärjestys. Jana-aikataulu on mahdollista kääntää paikka-aikakaavioksi, jolloin havaitaan helposti, mikäli tehtävät ajoittuvat päällekkäin. Rakennusteknisten ja talotekniikan töiden riippuvuudet ja työjärjestys pitää olla yksiselitteisesti määriteltyt. Yksittäisten tehtävien osalta käydään läpi tehtävien eteneminen valittujen lohkojen ja kerroksien kesken. Aikataulusta pitää selvittää vielä erikseen työryhmien käyttö. Tehtävien paikkaa aikataulussa pitää vaihtaa tarvittaessa, jotta työryhmille voidaan määrittää uusi työtehtävä edeltävän valmistuttua. Aikataulun toteutuskelpoisuutta tarkastellessa tarkistetaan, että kaikille työryhmille löytyy aina vapaata mestaa edellisen kohteen valmistuttua, runkovaiheen kalustoa löytyy työmaalta riittävästi sekä aikataulussa on otettu huomioon mahdolliset tuotannon keskeytykset. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 86)

Vapaan mestan olemassaolo on välttämätöntä kohteen häiriöttömälle toteutukselle, koska tekeillä olevat tehtävät sitovat työkohteen itselleen tehtävän suorituksen ajaksi. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 87.)

4 TUOTANNONOHJAUS JA AIKATAULUN VALVONTA

Rakentamisen luonteen mukaisesti rakennustuotanto ei etene koko ajan tasaisesti. Siksi tuotannon ohjauksessa pitää seurata työmaan todellista tilannetta ja yrittää ennakoida mahdollisesti tulevia häiriöitä. Työnaikaisella ohjauksella pyritään ohjaamaan yksittäisiä tehtäviä ja kokonaisuutta. Tuotannonohjauksen tarkoituksena on luoda edellytykset suunnitelman mukaiselle toiminnalle ja estää ennalta tuotannon poikkeamat suunnitellusta. Jos poikkeamia ilmenee, suunnitellaan tarvittavat korjaustoimet ja luodaan edellytykset korjaustoimien mukaiselle tuotannolle. Rakentamistehtävien edellytyksiä ovat mm. piirustukset, materiaalit, työntekijät, kalusto, vapaa mesta ja kullekin tehtävälle soveltuvat olosuhteet. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 95.)

Aikataulun tehokas valvonta edellyttää monen eri menetelmän käyttöä. Tuotantoa on mahdollista ohjata, kun työmaan tilanteen tietää ja jotta työmaan tilanteen voi tiedostaa, pitää työmaa nähdä. Siksi valvontavälineiden pitää olla visuaalisesti toimivia ja tuotannonohjauksen läpinäkyvää. Töiden eteneminen eri osakohteissa helpompi nähdä, kun jana-aikataulun lisäksi tehdään jo suunnitteluvaiheessa paikka-aikakaavio. Toteutuksen aikana paikka-aikakaavioon lisätään ajantasaista toteumatietoa tuotannon valvontaa varten. Aikataulutilannetta pitää tarkastella yleistasollakin vähintään viikoittain. Paikka-aikakaaviosta pystytään havaitsemaan määrälliset ja ajalliset erot verrattuna suunniteltuun, sekä valmistuvatko työkohteet oikeassa järjestyksessä ja ajallaan sekä työkohteet, joissa tuotantoa tehdään. Lisäksi paikka-aikakaaviolla pystyy ennakoimaan tulevaa tilannetta olettamalla tuotannon jatkuvan toteutuneella työsaavutuksella. Tällöin voidaan nähdä ja havainnollistaa mihin ollaan päätyvässä ilman ohjaustoimenpiteitä. Vinjetti on hyvä työkalu aikataulun valvontaan ja se kannattaa pitää esillä kaikille urakoitsijoille. Vinjetistä näkee helposti työkohteiden sitoutumisen ja vapautumisen. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 95.)

Häiriöt eivät aina automaattisesti johda tehtävän aloituksen viivästymiseen tai tehtävän keskeytymiseen. Epäedulliset olot monesti kuitenkin huonontavat tuottavuutta ja kasvattavat tehtävien kestoa. Heikoissa olosuhteissa tai puutteellisilla edellytyksillä tehdyt työt eivät yleensä etene suunnitellulla nopeudella, jolloin työsaavutus on suunniteltua heikompi, työn tuottavuus kärsii ja hukan määrä lisääntyy. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 95.)

Jos tehtävien työsisällöt, määrät tai osakohteiden suoritusjärjestys muuttuvat, muuttuu myös tehtävien suunniteltu aikataulu. Tehtävien aikataulupoikkeamia esiintyy silloin, kun työt eivät käynnisty suunnitellusti, tehtävien tuotantonopeudet eivät ole suunnitellun mukaisia, tuotanto keskeytyy tai työt hajaantuvat moneen eri osakohteeseen samaan aikaan ja jos osakohteet eivät valmistu. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 97.)

Työvaiheiden aloituksen merkitys korostuu, kun kriittisiä, työkohteita sitovia tehtäviä on useita ja tehtävien aloitusvälit ovat lyhyet. Tällöin työkohteiden suoritusjärjestykseen ja oikea-aikaiseen vapauttamiseen pitää kiinnittää huomiota. Suoritusjärjestyksen vaihtuminen tällaisessa aikataulussa vie

usein aikaa ja lisää häiriöiden todennäköisyyttä. Tehtävien tuotantonopeuden valvonta on puolestaan tärkeää erityisesti suurissa kohteissa, joissa aikataulutehtävät ovat pitkiä ja työryhmät isoja. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 97.)

5 TARKENTUVA TUOTANNONOHJAUS

5.1 Uusiutuva tuotannonohjaus

Suunnitelmien mukainen toiminta varmistetaan ennakkoon tekemällä tuotantosuunnitelmat toteutuskelpoisiksi, varmistamalla toteutusedellytysten katkeamaton olemassaolo ja pyrkimällä ennakoimaan tulevia ongelmia. Poikkeamien syntyessä tuotanto palautetaan suunnitelmien mukaiseksi muuttamalla tarvittaessa resurssien määrää tai tehtävien työsisältöä tai muuttamalla tehtävien aloitusajan kohtia. Uusiutuva tuotannonohjaus perustuu tuotantoa palveleviin suunnitelmiin ja toteutuksen aikana jatkuvasti selvillä oloon siitä, missä edetään verrattuna suunnitelmiin ja tavoitteisiin. Tämä edellyttää jatkuvaa tietoa työmaan tilanteesta ja resurssien käytön sekä panosten hintakomponenttien hallintaa. Tavoitteena on, että tuotanto etenee häiriöttä, jolloin häiriöistä ei aiheudu lisäkustannuksia ja panosten hinnat ovat suunnitellulla tasolla. Laaduntuoton kannalta korostetaan, että työntekijöiden on tiedettävä vaadittu laatu. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 100.)

Tuotannonohjaus jakaantuu ennakoivaan ja korjaavaan ohjaukseen. Ennakointi on tulevan toiminnan ongelmien, häiriöiden ja niiden seurausten selvittämistä etukäteen, jolloin niiden haitallisia vaikutuksia voidaan ennalta ehkäistä. Suunnitelmat tehdään sietämään häiriöitä pelivarojen ja varatyökohteiden avulla. Tehtävä-, hankinta- ja työmaasuunnitelma, ovat osa ennakoivaa tuotannonohjausta. Niiden avulla varmistetaan tehtävien aloitusedellytykset ja ylläpidetään työmaan häiriötön toteutus. Tehtäväsuunnitelmat tehdään kaikille aikataulutehtäville ja niiden tarkoituksena on varmistaa työn aloitusedellytykset ja etsiä sellaiset keinot, että työryhmän työmenekki on tavoitebudjetin mukainen ja tuotantonopeus suunniteltu. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 100.)

5.1.1 Tehtäväsuunnittelun sisältö

Tehtäväsuunnittelulla tarkennetaan karkean tason tuotantosuunnitelmat sille tasolle, jolla suunnitelma tarjoaa konkreettiset välineet työnjohdelle tuotannon valvomiseen, johtamiseen ja ohjaukseen. Avainasemassa tehtäväsuunnitteluprosessissa on tiedostaa, miksi tehtäväsuunnitelma tehdään, mitä suunnitellaan ja mitkä ovat tehtävän riskikohdat. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 101.)

Tehtäväsuunnittelussa ensin määritetään tehtäväkohtainen sisältö ja tehtävään liittyvät riskit kartoitetaan. Kunkin tehtävän laajuus ja osatehtävät esitetään siten, että ajallisen suunnittelun aikana kaikille tehtäville voidaan laskea työmenekki. Työsisältöjä mietittäessä tarkastetaan myös tehtävien sujuva eteneminen muiden työmaatehtävien mukana. Tehtäväsuunnitelmaa tehtäessä otetaan huomioon, mitä edellytyksiä työkohteen, työntekijöiden, ympäristön ja olosuhteiden pitää täyttää ennen työtä ja työn aikana. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 101.)

Tehtäväsuunnittelua tehtäessä pyritään myös kartoittamaan tehtävään liittyviä riskejä, mahdollisia ongelmia ja keinoja riskien ennaltaehkäisemiseksi sekä riskien seurausten minimoimiseksi. Työmaan ja tehtävän riskit merkitään tehtäväsuunnitelmaan ja nimetään vastuuhenkilöt riskien ennaltaehkäisemisen edellytyksistä huolehtimiseen. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 101.)

Ennen tehtävän aloitusta tehtävän suorittamisen edellytykset on oltava kunnossa. Edellytyksiä tehtävän onnistuneelle suoritukselle ovat mm. suunnitelmien ajantasaisuus, mestan valmius, tarvittavien resurssien olemassaolo sekä työturvallisuuden varmistaminen. Nämä edellytykset käydään läpi aloituspäiväkokouksessa. Tehtävää ei aloiteta, mikäli sen edellytykset eivät ole kunnossa. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 102.)

Tehtävän kustannustavoitteen tarkistamisella tarkoitetaan tehtävän kustannusten laskentaa ja kustannusten vertaamista hankkeen tavoitearviossa varattuun summaan. Tehtävän kustannukset koostuvat materiaali-, kalusto- ja työ- ja materiaalikustannuksista. Tehtävän kustannuksia voidaan valvoa seuraamalla materiaalien kertymistä, kertyviä tunteja tai tuotantonopeutta. Tehtäväsuunnitelmassa esitetään keskeiset laatuvaatimukset kullekin tehtävälle yksiselitteisesti ja aukikirjoitettuna siten, että niiden täyttyminen voidaan työmaalla tarkistaa helposti. Työntekijöille voidaan laatia laadunvarmistuslomakkeet tai tarkistuslistat työn aikana tarkistettavista asioista. Laatuvaatimusten lisäksi tehtäväsuunnitelmassa määritetään laadunvarmistustoimet, joita ovat mm. palaverit, tarkastukset ja mittaukset, esimerkiksi mallityön tarkistus ja turvallisuuden varmistaminen. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 102.)

5.1.2 Tehtävän ajallinen suunnittelu ja ohjaus

Tehtävien ajallinen suunnittelu, laadunvarmistaminen ja kustannusten suunnittelu liittyvät toisiinsa vahvasti. Aikataulussa pysyminen helpottaa laatutavoitteiden saavuttamista, kun työmaalla ei tarvitse kiirehtiä. Laadusta tai työturvallisuudesta ei saa kuitenkaan tinkiä aikataulun saavuttamiseksi. Kustannukset lisääntyvät yleensä aikataulun ylittymisen tai laatutavoitteiden alittumisen takia. Huolellisella tehtäväsuunnittelulla mahdollistetaan aikataulu-, kustannus- ja laatutavoitteiden saavuttaminen. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 103.)

Tehtävien aikataulutavoitteiden varmistaminen aloitetaan tehtäväkohtaisien työryhmien mitoittamisella. Työryhmät mitoitetaan siten, että yleisaikataulussa tai rakentamisvaihe aikataulussa tehtäville annettuihin aikataulutavoitteisiin päästään. Työryhmän mitoituksen lähtötietoina käytetään kohteen tarkistettuja määrä- ja työmenekkitietoja. Aikataulutavoitteiden saavuttamisen lisäksi ajallisessa suunnittelussa otetaan huomioon myös muut työmaan työt ja tahdistetaan tehtävät muiden töiden kanssa. Tehtävien ajallisen suunnittelun yhteydessä kannattaa tarkastella myös yleisaikataulun tai rakentamisvaihe aikataulun realistisuutta. Mikäli tehtäväkohtainen työryhmän koko on liian suuri kohteen kokoon verrattuna, voi syntyä hankaluuksia mm. mestan riittävyydessä. Tällöin kyseisen tehtävän alkuperäinen aikataulutavoite on liian kireä. Kääntäen verrannollisesti työn luonteen kannalta

liian pieni työryhmä tarkoittaa turhan löysää yleisaikataulua. Oikean kokoisella työryhmällä työt voidaan suorittaa nopeammin kuin yleisaikataulu vaatii. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 103.)

Aikataulutavoitteen varmistamisen ohella saatuja aikataulutietoja hyödynnetään lähtötietoina työku-
tannusten laskemisessa ja urakkatarjousten vertailussa. Tehtäville määritellään välitavoitteet, joissa
yleisaikataulussa suunniteltu kesto jaetaan osakohteiden mukaisiksi tavoitteiksi. Välitavoitteiden lu-
kumäärään vaikuttavat työkohteiden työmäärät ja laajuudet. Työn ajallista edistymistä seurataan
välitavoitteiden perusteella. Tehtävän välitavoitteet ja aikataulu käydään työntekijöiden kanssa läpi
aloituspalaverissa ja samalla varmistetaan myös tehtävän aloitusedellytysten toteutuminen. (RATU
KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 103.)

Aikataulun toteutumista seurataan merkkamalla tehtävän edistyminen aikatauluun. Säännöllisen
seurannan perusteella mahdolliset poikkeamat aikataulussa huomataan tarpeeksi ajoissa. Tehtävän
aikatauluun kannattaa myös merkata edeltävän ja seuraavan tehtävän aikataulut, koska silloin ajal-
listen poikkeamien vaikutukset muihin töihin on selvästi havaittavissa. Aikataulussa voidaan mainita
myös suunnitellut laadunvarmistustoimet, jolloin niiden toteutumisen valvonta on helpompaa. (RATU
KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 104.)

Tietotekniikkasovellukset

Rakennushankkeen aikatauluja voidaan laatia myös käsin paperille ja yleisillä aikataulusuunnitte-
luohjelmistoilla, mutta nykyään varsinkin laajojen rakennushankkeiden aikataulujen suunnittelussa
kannattaa käyttää rakennushankkeiden aikataulusuunnittelua varten kehitettyjä ohjelmistoja. Aika-
taulusuunnittelun lähtötietoina käytetään osakohdekohtaista määräluetteloa ja oletustiedostona an-
nettua menekkitiedostoa tai itse syötettyjä työmenekkitietoja sekä töiden välisiä riippuvuuksia. Ratu-
menekkitietojen käyttö aikatauluohjelmistojen oletustiedostona takaa aikataulutietojen kattavuuden
sekä jatkuvan ylläpidon ja antaa aikataulun laatijalle vertailutietoa alan yleisestä työsaavutustasosta.
(RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 110.)

Ohjelmistot laskevat valitusta ajankohdasta eteenpäin töiden toteutumisen ilmoitetuilla resursseilla
ja niiden avulla nähdään helposti suunnitelman kohdat, joissa työn edistymistä kuvaavat vinoviivat
risteävät, eli missä työ on väärin resursoitu. Näissä paikoissa ohjelma antaa mahdollisuuden ohjata
tuotantoa, eli muuttaa resursseja, työsisältöä jne. tavoitteiden saavuttamiseksi. Hankkeen etenemi-
nen ilmoitetaan ohjelmille esim. valvontavinjettien avulla. Vinjenttiin syötetään tiedot osakohteiden
töiden alkamisesta ja valmistumisesta tai tehtävän valmiusasteesta, jolloin ohjelmien paikka-aikakaa-
viot päivittyvät automaattisesti. (RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus
2017, 110.)

6 KIERTOVESILAITOSHANKKEEN RAKENTAMISVAIHEEN AIKATAULUJEN ANALYSOINTI

Tutustuin kiertovesilaitoshankkeeseen käymällä läpi kohteen piirustuksia, havainnekuvia, rakennus-selostuksia ja olemassa olevat aikataulut, sekä olemalla säännöllisesti läsnä työmaakokouksissa. Maaliskuun 2017 lopulla aloin analysoimaan hankkeen yleisaikataulua, ja käänsin hankkeen silloisen jana-muotoisen yleisaikataulun paikka-aikakaavioksi. Paikka-aikakaaviosta huomasin, että muutama tehtävänä ristesii, eli samassa paikassa tehtäisiin aikataulun mukaan kahta eri tehtävää. (Liitteet 1 ja 2)

Edellä mainittuja risteämäkohtia olivat mm. teräsrungon ja välipohjan ontelolaattojen asentamisen päällekkäisyys sosiaalitulojen ja ilmastointikonehuoneen sisältävässä lohkossa ja kiertovesiprosessin oman puhdistamon alueen prosessin tekniset asennukset ja vesikaton asennus samassa lohkossa. Keskustelimme hankkeen vastaavien työnohtajien Tommo Toroin ja Petri Koljosen kanssa tekemis-täni havainnoista.

Hankkeen aikatauluja päivitettiin rakentamiselle tyypilliseen tyyliin hankkeen edetessä. Viimeisim-mässä 26.9.2017 päivitetystä yleisaikataulussa (liite 5) esimerkiksi talotekniikan aikataulut on päivi-tetty yleisaikatauluun, kun yleisaikataulun 21.7.2017 päivitetystä versiossa (liite 3) talotekniikkaura-kat on vielä merkitty vain yhdellä janalla kutakin ammattialaa kohti.

Haasteita aikatauluissa pysymisen kannalta aiheutti tilaajan erillishankintana tulleen kiertovesipro-ssin asentamisen ja kiertovesiprosessin tekniikan nostojen aikataulujen viivästykset jotka heijastui-vat projektin aikana useisiin muihin tehtäviin.

7 TERÄSRUNGON SEKÄ ULKOSEINÄ- JA KATTOELEMENTTIEN ASENNUKSEN RAKENTAMISVAIHEAI-KATAULUN LAADINTA

Aloitin teräsrungon sekä ulkoseinä- ja kattoelementtien asennuksen rakentamisvaiheikataulun laati-misen pyytämällä määrälaskenta-asiakirjat pääurakoitsijalta ja hakemalla kohteen muut tarvittavat tekniset suunnitelmat projektipankista. Laatimani aikataulut tuotin Planet -Ohjelmistolla (Liite 4)

Työmenekkeinä käytin Rakennustöiden menekit 2015 (Ratu KI-6026) julkaisun T3 menekkejä. Työ-ryh-mänä käytin pääsääntöisesti kahta asentajaa ja yhtä apumiestä. Mielestäni seinä- tai kattoele-menttien asennukseen ei kannatanut ottaa toista työryhmää, koska molemmat työryhmät tarvitsi-sivat oman nosturin elementtien asennukseen, joka kasvattaisi hankkeen kustannuksia tarpeetto-masti. Tämän vuoksi myöskään US- että kattoelementtien asennusta ei kannattanut ajoittaa saman-aikaisiksi tehtäviksi.

Käyvimme hankkeen aikana työmaapaleverien yhteydessä aikatauluja läpi työmaan alkuperäisen vastaavan työnohtajan Tommo Toroin ja Tommon siirryttyä työpäällikön tehtäviin työmaan uuden vastaavan työnohtajan Petri Koljosen kanssa.

Teräsrunko tuli lopulta asennettuna aliurakoitsijalta ja he ilmoittivat rungon asennusajaksi n.7,5 viikkoa 8.5.2017 pidetyssä aikataulupalaverissa. Teräsrungon asennukset toteutuivat aikataulun mukaisessa ajassa eli teräsrungon asennuksen osalta laatimani rakennusvaihe aikataulu piti ajallisesti paikkansa.

Alunperin rungon asennus oli tarkoitus aloittaa rakennuksen toisesta päästä kuin laatimassani aikataulussa, mutta kiertovesiprosessin asennuksien pieni viivästyminen siirsi kohteen isojen kasvatusalaiden pohjalaattojen aloitusta ja sitä kautta viivästytti kaikkia kasvatusallasalueen töitä yleisaikataulusta.

Ulkoseinä- ja kattoelementtien asennukset aikataulutin tehtäväksi samassa rytmissä teräsrungon asennuksien kanssa, mutta todellisuudessa seinä- ja kattoelementtien asennus tehtiin vasta koko teräsrungon asennuksen valmistuttua.



Kuva 4. Kattoelementtien asennus (Hanell, 2017-09-20).

8 POHDINTA

Kiertovesilaitoksen rakennushankkeen aikataulu muuttui jonkin verran alkuperäisestä ja yleisaikataulu päivitettiin kahdesti kevään ja kesän 2017 aikana. Aikataulun venyminen johtui mielestäni suurelta osin tilaajan erillishankintojen (mm. kierto-vesiprosessin asentaminen, kasvatusaltaiden asentaminen) viivästymisestä ja osaltaan myös lisä- ja muutostöistä. Sakollisista välitavoitteista luovuttiin ja pääurakoitsija sekä pääurakkaan alisteiset sivu-urakoitsijat vaativat urakka-aikoihin lisääaikaa, jotka urakoitsijoille myös myönnettiin.

Suurimmaksi ongelmaksi kierto-vesilaitoshankkeen aikataulutuksessa muodostui mielestäni tilaajan erillishankintana laitokseen tulleen kierto-vesiprosessin toimituksen ja asennuksen luvatuista aikatauluista lipsuminen. Alkuperäinen yleisaikataulu ei pitänyt ja välillä rakennusurakoitsijalla oli vaikeuksia päästä eteenpäin omassa urakassaan, kun mestat eivät vapautuneet prosessitoimittajan antamien aikataulujen mukaisesti. Myös tiedonkulku prosessin suunnittelijoiden ja rakennuksen suunnittelijoiden välillä pätki ajoittain ja kaikista prosessiin suunnitelluista muutoksista ei tiedotettu heti pääsuunnittelijaa, jonka takia muutamia peruslaatan päälle jo valettuja lattian tukimuurin pätkiä ja tukipilaritanpiti purkaa ja tehdä uuteen kohtaan. Myös lietealtaan pohjatason koron laskeminen pohjaveden pinnan alapuolella tuotti työmaalla haasteita maaliskuussa 2017, mutta mielestäni lietealtaan aiheuttamat aikatauluviivästykset pääurakoitsija sai kurottua umpeen kevään 2017 aikana.

Seurasin kierto-vesilaitoshankkeen etenemistä työmaakokouksissa, valvojan projektipankkiin lisäämistä kuvista ja valvontaraporteista sekä raksakameran kuvista. Teräsrungon asennus aloitettiin 3.7.2019 eli myöhässä alkuperäiseen yleisaikatauluun verrattuna. Asennus eteni muutoin aikataulun mukaisesti, paitsi AREA 2:n katto-orsien asennukset tehtiin samaa matkaa muun rungon kanssa, jonka takia AREA 1:lle asennettiin aluksi ainoastaan pilarit, joiden varaan asennettiin myöhemmin teräsrungon poikittaiset rakenteet, ristikot ja aikanaan katto-orret.

Katto- ja julkisivuelementtien osalta aikataulu ei pitänyt. Prosessitekniikan nostoista johtuen erityisesti rakennuksen toisen puolen katon asennusta jouduttiin siirtämään suunniteltua myöhemmäksi, joka heijastui myös aliurakoitsijoiden töiden suunniteltuihin aikatauluihin. Aikataulun venymisen johdosta rakennusta jouduttiin lämmittämään suunniteltua kauemmin öljyllä, koska rakennuksen peruslämmitys hoidetaan normaalisti lämmittämällä kierto-vesiprosessin vettä. Lämmityskustannusten lisäksi myös työmaan yleis- ja käyttökustannukset kasvoivat suunnitellusta aikataulujen venymisen vuoksi. Oma panokseni hankkeen aikataulujen osalta ei ollut mielestäni kovin suuri hankkeen valmistumisen kannalta, koska hankkeen yleisaikataulu oli jo alun perin laadittu mielestäni hyvin ja suurimmat viivästykset johtuivat mielestäni kierto-vesiprosessin asennuksen luvatussa aikatauluista lipsumisesta.

Liitteenä laatimani työvaihe aikataulu teräsrungon, ulkoseinäelementtien ja kattoelementtien asennuksista (liite 4). Kaikki käyttämäni työmenekit on etsitty Rakennustöiden menekit 2015 -julkaisun luvusta 6.

LÄHTEET

Maanrakennuslyytinen.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-20] Saatavissa:

<http://maanrakennuslyytinen.fi/>

RATU KI-6031. RAKENNUSHANKKEEN AJALLINEN SUUNNITTELU JA OHJAUS 2017. [online]. Helsinki: Rakennustieto [Viitattu 2017-10-09] Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6031>

RATU KI-6026. RAKENNUSTÖIDEN MENEKIT 2015. [online]. Helsinki: Rakennustieto [Viitattu 2017-07-19] Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6026>

RATU-KI-6028. AIKATAULUKIRJA 2016. [online]. Helsinki: Rakennustieto [Viitattu 2017-07-19] Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6028>

PUUSTINEN, Eemeli 2017-04-05. Yleisaikataulun paikka-aikakaavio [PlaNet aikataulu]. Sijainti: Varkaus: Tekijän sähköiset arkistot.

PUUSTINEN, Eemeli 2017-07-19. Finnforel teräsrunko, ulkoseinä ja vesikatto työvaihe aikataulu [PlaNet aikataulu]. Sijainti: Varkaus: Tekijän sähköiset arkistot.

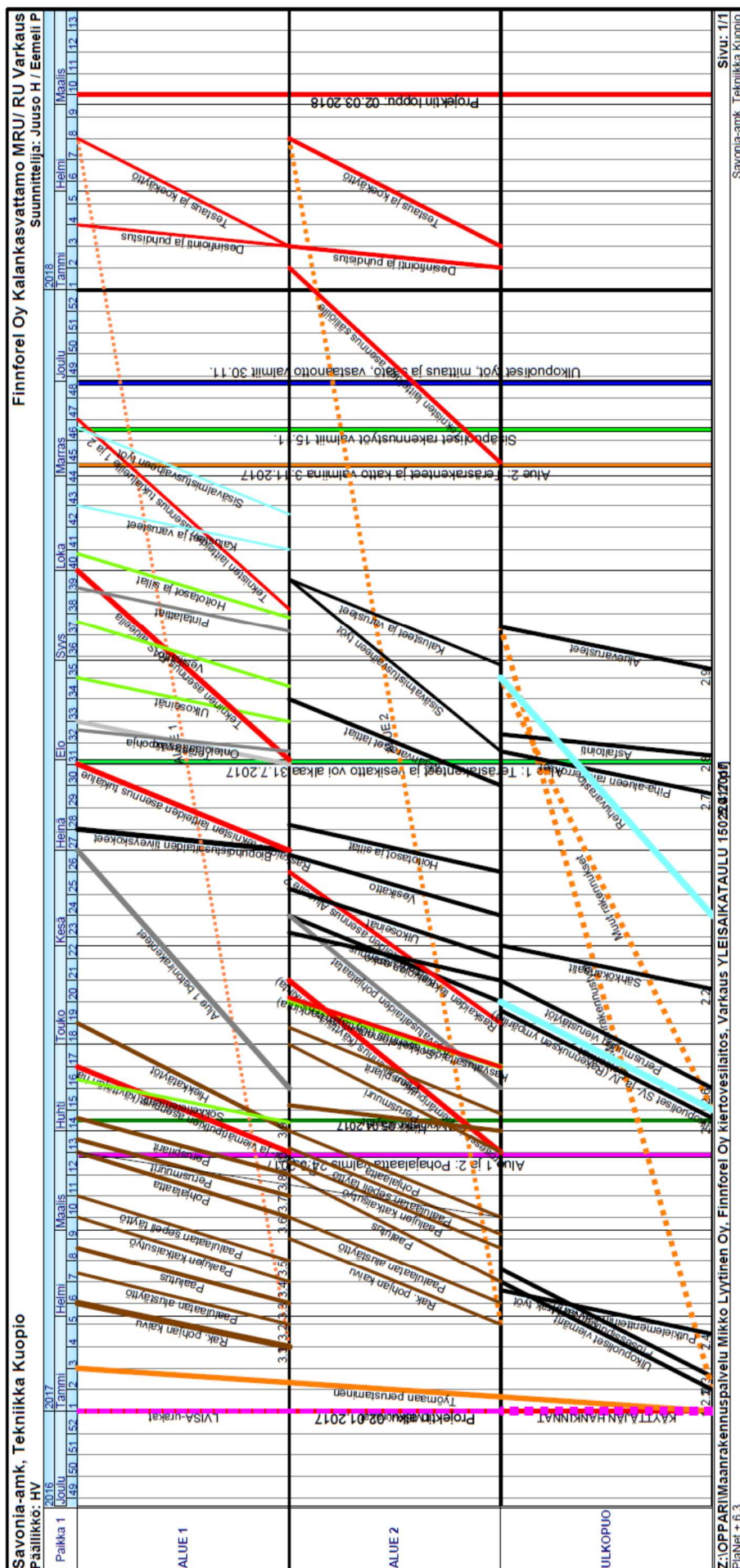
HANELL, Ari-Matti 2017-09-20. Kattoelementtien asennus [digikuva]. Projektipankki [online]. Sijainti: Varkaus: Keski-Savon Teollisuuskylä Oy:n sähköiset arkistot.

HYTTI, Juuso 2017-02-15. Finnforel Oy Kalankasvattamo MRU/RU Varkaus [PlaNet aikataulu]. Projektipankki [online] Sijainti: Varkaus: Keski-Savon Teollisuuskylä Oy:n sähköiset arkistot.

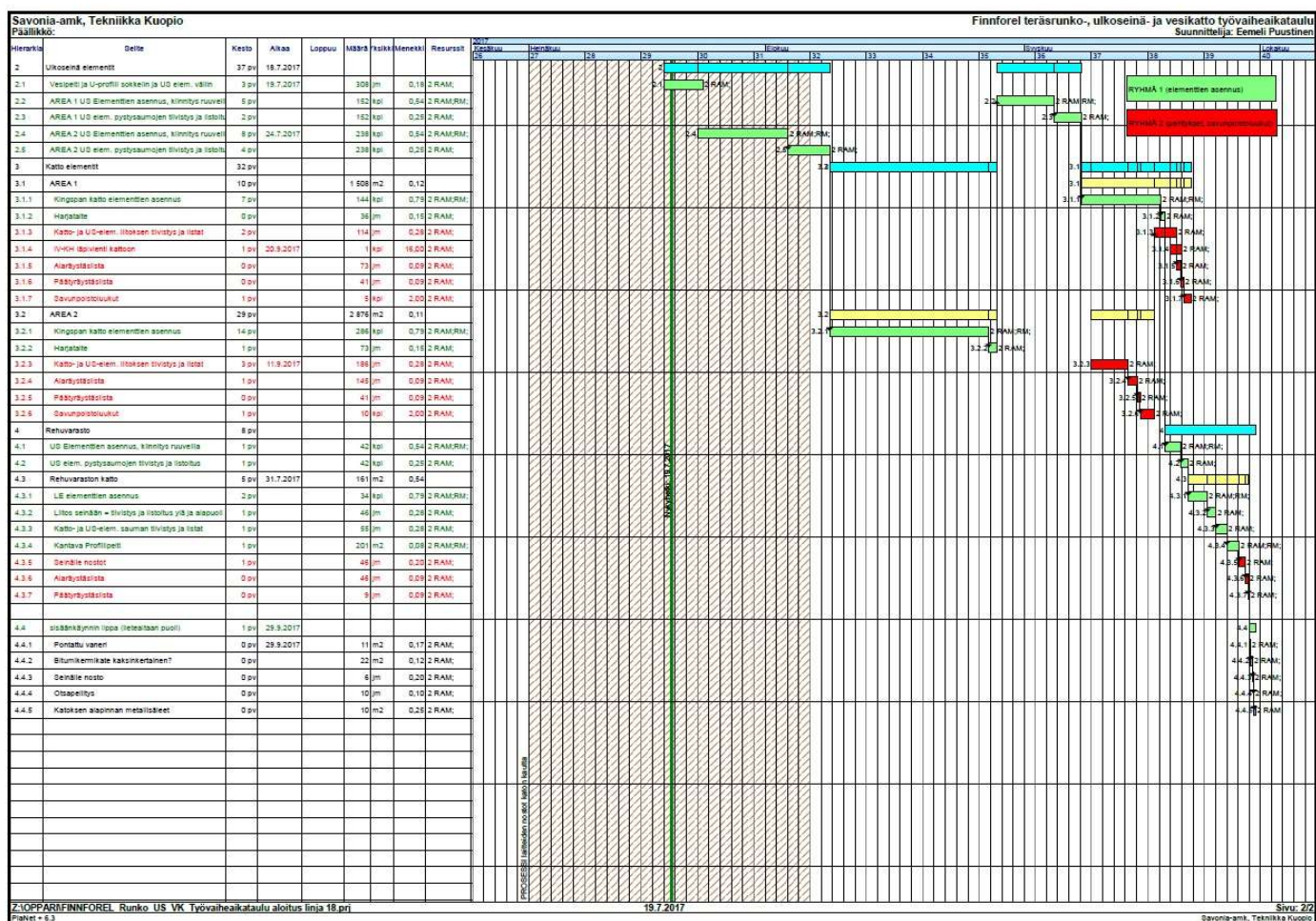
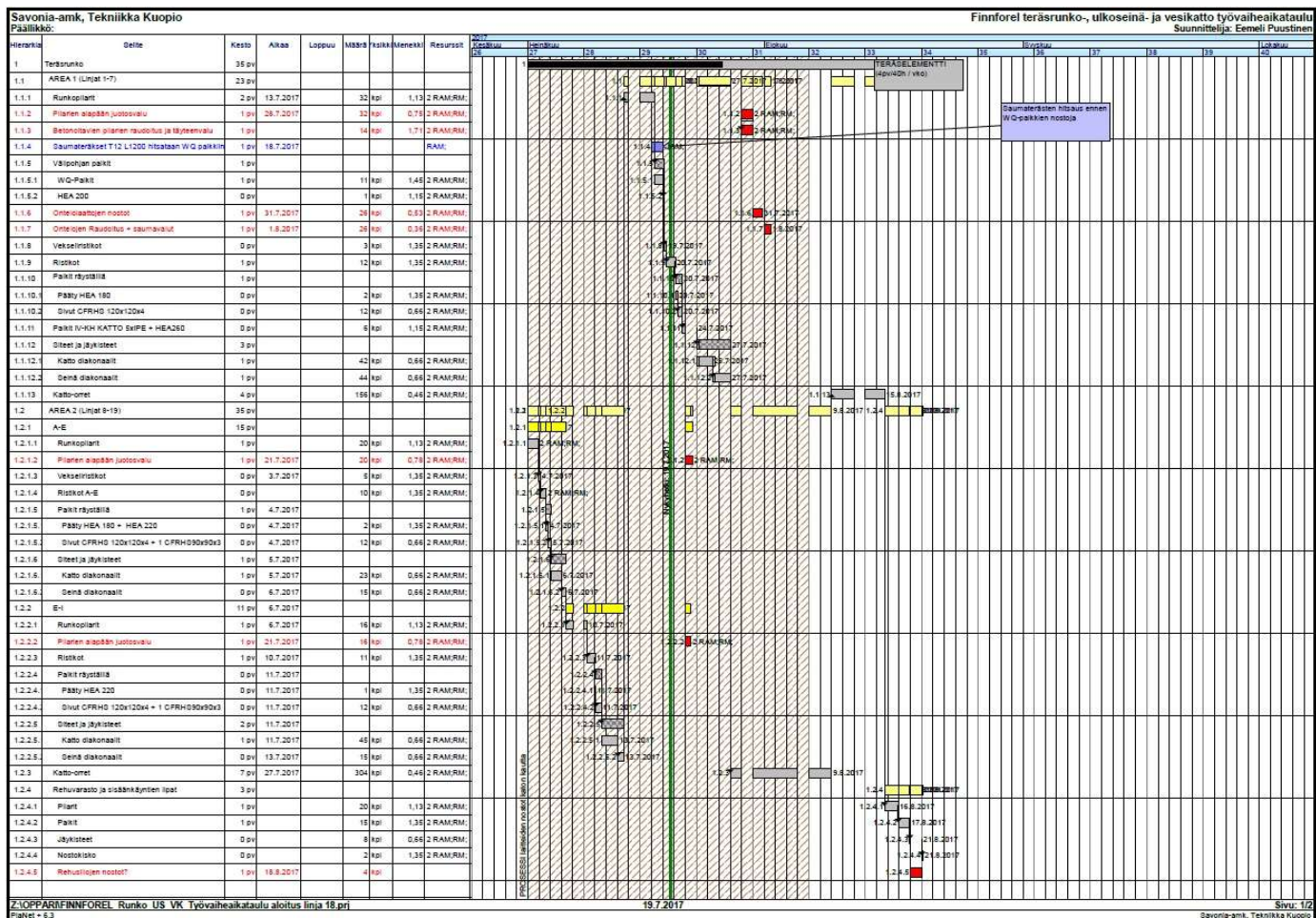
KOLJONEN, Petri 2017-07-21. Finnforel Kirtovesilaitos Varkaus [PlaNet aikataulu]. Projektipankki [online] Sijainti: Varkaus: Keski-Savon Teollisuuskylä Oy:n sähköiset arkistot.

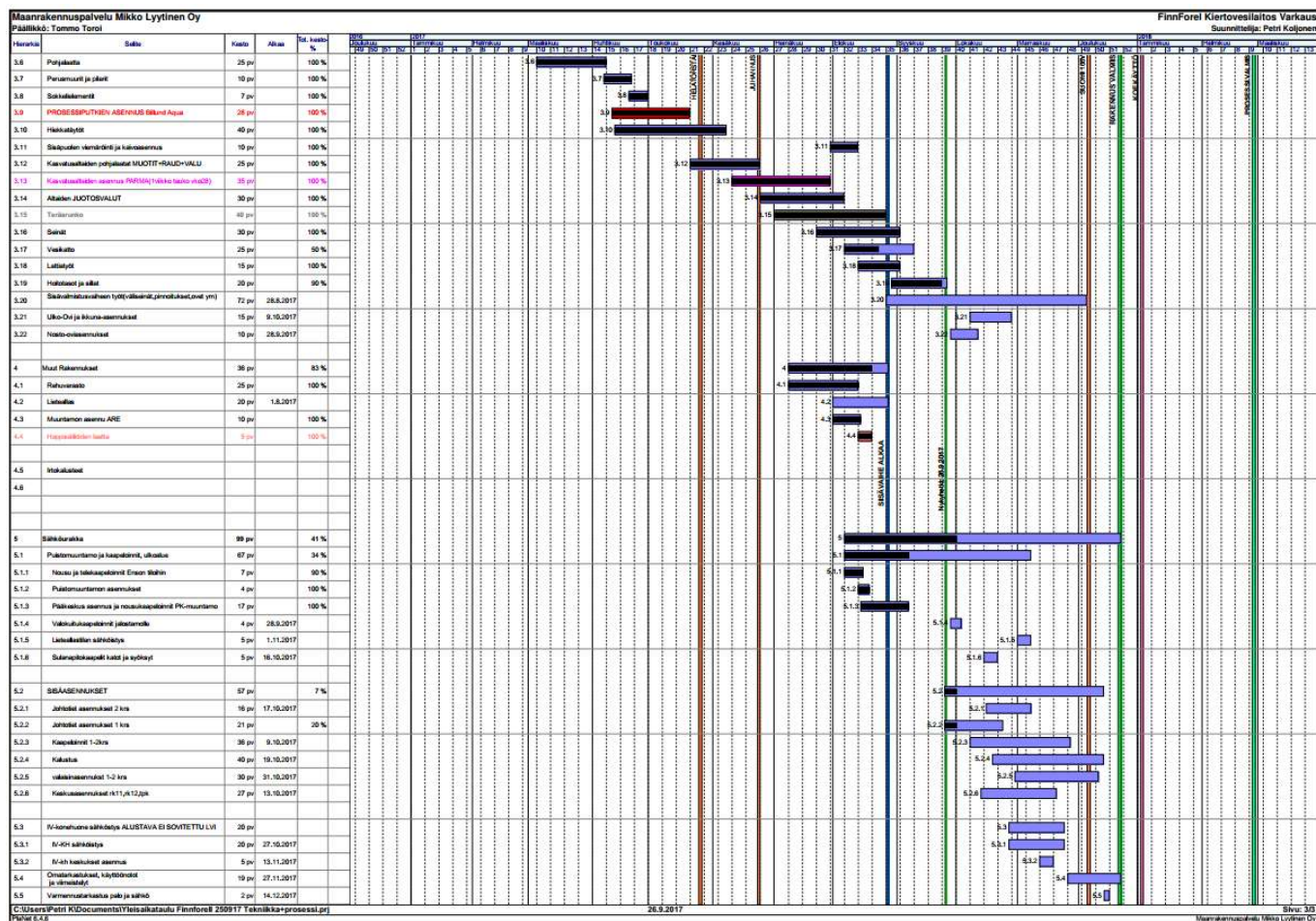
KOLJONEN, Petri 2017-09-25. Finnforel Kirtovesilaitos Varkaus [PlaNet aikataulu]. Projektipankki [online] Sijainti: Varkaus: Keski-Savon Teollisuuskylä Oy:n sähköiset arkistot.

LIITE 2: PAIKKA-AIKAKAAVIOKSI 5.4.2017 KÄÄNNETTY PÄIVITETTY YLEISAIKATAULU



LIITE 4: FINNFOREL TERÄSRUNKO, ULKOSEINÄ JA VESIKATTO TYÖVAIHEAIKATAULU 19.7.2017





LIITE 7: ALKUPERÄINEN YLEISAIKATAULU

