

Aleksi Heiskanen

AIKATAULUTUS ERIKOISKOHTEESSA

AIKATAULUTUS ERIKOISKOHTEESSA

Aleksi Heiskanen
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, talonrakennustekniikka

Tekijä: Aleksi Heiskanen

Opinnäytetyön nimi: Aikataulutus erikoiskohteessa

Työn ohjaajat: Matti Toppi, OAMK ja Samu Manninen, Peab Oy

Kevät 2018

Sivumäärä: 26

Opinnäytetyössä tutustuttiin rakennuskohteen ajalliseen suunnitteluun ja esimerkikohteen aikataulutukseen. Työssä käydään läpi ajankäytön suunnittelun eri vaiheet suunnittelusta toteutukseen ja vertaillaan eri aikataulumuotoja.

Peab Oy halusi tietää, miten aikataulun suunnittelua, laadintaa ja seuraamista voitaisiin parantaa erikoiskohteessa, jonka esimerkkinä toimi Peab Oy:n saneerauskohte As Oy Oulun Teku. Työn tavoitteena oli selvittää saneerauskohteen aikataulutuksen ongelmakohdat tutkimalla kohteen aikatauluja ja niiden toteutumista, laatimalla tarkentavia aikatauluja sekä keräämällä tietoa suoraan työmaalta aikataulutuksen ongelmista ja niiden seurannasta.

Tutkimalla kohteen aikatauluja selvisi aikataulusuunnittelun puutteellisuus ja ongelmakohdat. Ongelmakohtia olivat purkutöiden työmäärän aliarviointi, erityövaiheiden päällekkäisyydet sekä aikatauluseurannan vaikeus. Tämän opinnäytetyön perusteella erikoiskohteiden aikataulusuunnitteluun kannattaa panostaa normaalia enemmän ja hyödyntää erilaisia aikataulumuotoja niiden seuraamista varten.

Asiasanat: Aikataulutus, korjausrakentaminen, erikoiskohte, aikataulumuodot

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLLYS.....	4
1 JOHDANTO.....	5
2 AJANKÄYTÖN SUUNNITTELU.....	6
2.1 Aikataulusuunnittelu.....	6
2.2 Rakentamisajan määrittäminen.....	7
2.3 Aikataulun kireys.....	8
2.4 Osakohteisiin jakaminen.....	10
2.5 Tehtävien pituuden määrittäminen.....	12
2.6 Työjärjestys ja riippuvuudet.....	13
2.7 Tehtävien tahdistaminen ja rytmitys.....	14
2.8 Aikataulutehtävien muodostus.....	16
3 AIKATAULUMUOTOJEN VERTAILU.....	18
3.1 Jana-aikataulu.....	18
3.2 Vinoviiva-aikataulu.....	19
4 AS OY OULUN TEKU.....	21
4.1 Haastattelu.....	21
4.2 Haastattelun kooste.....	22
4.3 Kohteen aikataulut.....	23
4.4 Ratkaisu.....	24
5 POHDINTA.....	26
LÄHTEET.....	27
LIITTEET.....	23

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ja helpottaa aikataulujen ongelmakohtien havaitsemista erikoiskohteessa, koska yleisiä kerrostalohankkeen aikatauluja ei voida suoraan hyödyntää tällaisessa kohteessa. Opinnäytetyössä käsitellään myös yleisiä aikatauluun, aikataulun suunnitteluun ja aikataulun laadintaan liittyviä asioita.

Opinnäytetyössä käsitellään Peab Oy:n saneerauskohteen As Oy Oulun Tekun aikataulusuunnittelua, sen toteuttamista ja siinä havaittuja ongelmia. Opinnäytetyössä laaditaan kohteen yleisaikataulun pohjalta paikka-aikakaavio, josta kohteen aikataulutuksen ongelmat ilmenevät.

Kohde on vuonna 1940 valmistunut koulurakennus, joka toimi vuosina 1941–1945 sotilasviranomaisten linnoitustoimistona sekä sotasairaalana, ensin suomalaisten ja sittemmin saksalaisten hallinnassa. Vuosina 1945–2010 rakennus oli koulutus käytössä. Nyt syksyllä 2017 rakennuksen saneeraustyöt ovat olleet vuoden verran käynnissä ja vanhan koulurakennuksen ulkoseinien sisään on rakenteilla uusi betonirunko. Rakennuksesta tulee asuinkäyttöön tarkoitettu kerrostalo, joka sisältää yli 50 asuinhuoneistoa.

2 AJANKÄYTÖN SUUNNITTELU

2.1 Aikataulusuunnittelu

Aikataulu on rakennushankkeen tärkein toteuttamisen malli. Töiden ajoitusta eli aikataulua laadittaessa tehdään realistinen toteutusmalli hyväksikäyttäen jo olemassa olevaa tietoa. Aikataulu mallissa tuodaan ilmi hankkeen ja yksittäisten työtehtävien ajalliset tavoitteet. Nämä tavoitteet määräävät tehtävien alku- ja päättymisajankohdan lisäksi työvoiman käyttöä, jotka on suunniteltava siten, että aika ja tuotos ovat realistisesti vertailukelpoisia keskenään. (Mäki – Koskenvesa 2007, 18.)

Rakennustyömaalla merkittävimmissä roolissa ovat toteutuksen ohjaus ja tuotannon johtaminen. Hankesuunnitteluvaiheessa tehdään keskeisimmät aikataulusuunnittelua koskevat ratkaisut ja rakennuttaja määrää hankkeen tavoitteet, ajalliset reunaehdot sekä laaditaan hankeaikataulu. Hankkeen edetessä aikataulut tarkentuvat portaittain määrätyn kestosiin tehtäviin ja tiettyihin ajankohtiin sidottuihin osatavoitteisiin. Toiminnan ohjaaminen kaikissa hankkeen vaiheissa on onnistuneen hankkeen edellytys. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 40.)

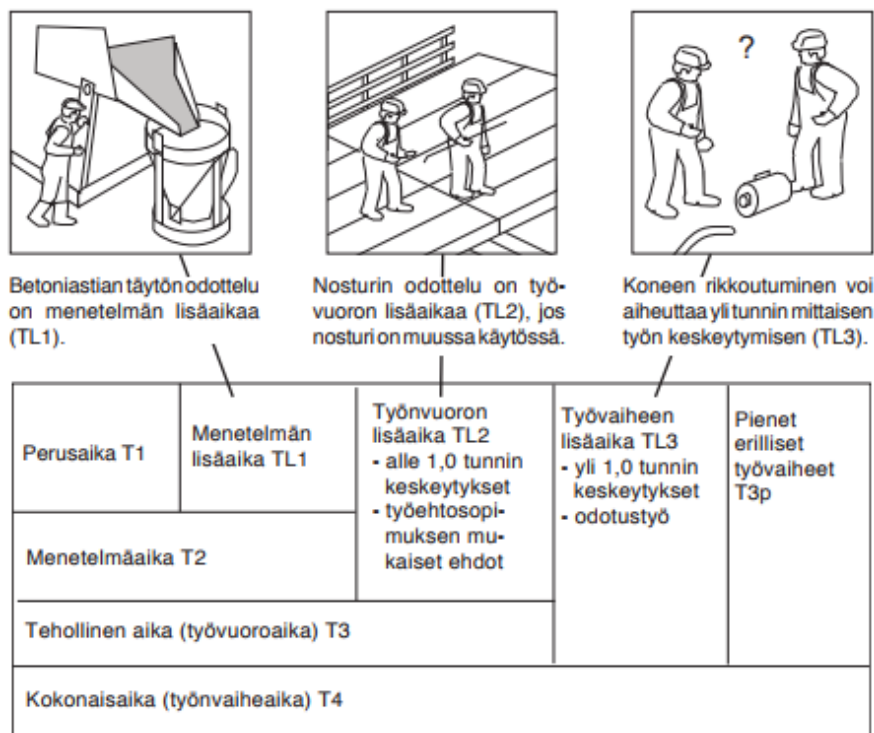
Aikataulujen mukaiseen toimintaan ja itse aikatauluihin perehdyttäminen on moniportainen jakso. Hankkeen kustannukset, sopimustekniset asiat, laadunvarmistustoiminta ja resurssit koko hankkeen ajaksi sovitaan aikataulujen avulla. Hankkeen osapuolten yhteisten näkökantojen ja toimivan aikataulun varmistamiseksi on aikataulun laatimisille varattava aikaa. Jonkinlainen iterointi, eli aiempien suunnitteluvaiheiden tarkastelu uudelleen, on hyvin tyypillistä aikataulusuunnittelussa, sillä suunnitelmiin voi tulla muutoksia tai voidaan huomata, että aikaisemmissa vaiheissa tehdyt päätökset ja valinnat ovat puutteellisia. Laadittujen aikataulujen toteutuskelpoisuus, eli työmenekki- ja työsaavutustietojen sekä resurssisuunnittelun soveltuvuus työmaan ominaisuuksiin ovat olennaisen tärkeää yksittäisten tehtävien ja koko rakennustyömaan ohjauksen kannalta. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 62.)

Kokonaisaika (T4) eli työnvaihe aika pitää sisällään kaiken työhön kuluvan ajan (kuva 1), tunnin mittaiset tauot tai sitä pidemmät työnkeskeytykset mukaan luettuina. Alustavaan yleisaikatauluun

ja kustannusten arviointiin käytetään tätä kokonaisaika. T4-aika (Kokonaisaika) määritetään lisäämällä T3-aikaan (työvuoroaika) TL3-lisäaika. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 63.)

Työvaiheen lisäaika (TL3) eli yli tunnin mittaiset työn keskeytykset, pienet erilliset työvaiheet tai kaluston rikkoutumiset, huollot, odotusajat, tapaturmat tms. TL3-kertoimella eli työvaiheen lisääkkertoimella työvuoroaika muunnetaan työvaiheajaksi. TL3-kertoimet ovat työlajista riippuen 1,0–1,30 välillä. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 63.)

Tehollinen aika (T3) eli työvuoroaika on tavoitteellinen työmenekki, joka ei sisällä mahdollisia yli tunnin mittaisia keskeytyksiä tai häiriöitä. Rakentamisvaihe- ja viikkoaikataulujen laskennassa ja tehtäväsuunnitelmien laatimisessa käytetään tehollista (T3) aikaa. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 63.)



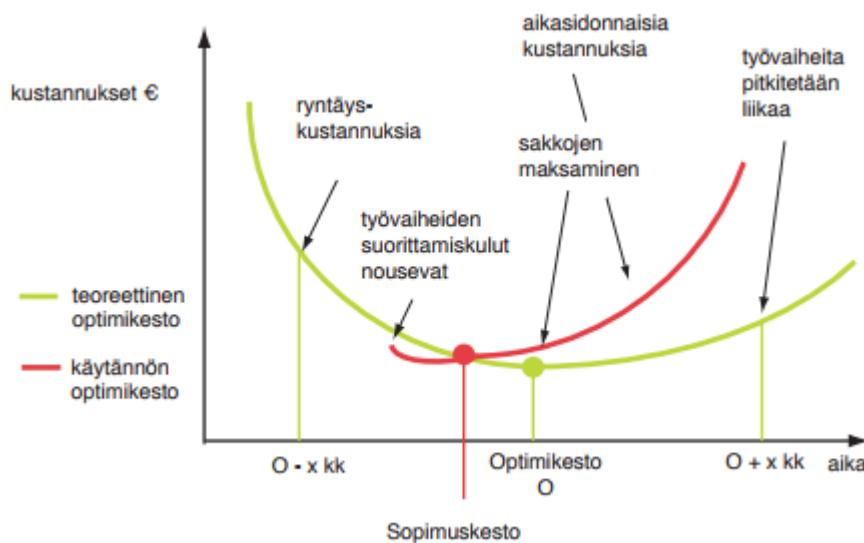
KUVA 1. Aikataulukäsitteitä (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 63.)

2.2 Rakentamisajan määrittäminen

Hankkeen koko rakentamisaika ei tarkoita samaa aikaa kuin hankkeen tehollinen rakennusaika. Hankkeen tehollinen rakennusaika ei sisällä tuotantoa hidastavia tai keskeyttäviä tekijöitä, kuten

tuotannonhäiriöitä, lomia, arkipyhiä tai sää oloja. Koko rakennusajassa nämä seikat on otettu huomioon.

Koko hankkeen rakentamisaikaa määrittää rakennuttaja. Rakennushankkeen itse rakentamiseen laskettavaan aikaan vaikuttavat useat tekijät. Näitä tekijöitä ovat mm. tilaajan ja rakennuttajan käsitteet kohtuullisesta rakennusajasta, suunniteltu käyttöönottoajankohta, rahoitus, myyntimahdollisuudet sekä suunnitelmien valmistuminen ja viranomaistoiminta. Aloitusajankohdat ja yksittäisten hankkeiden aikataulujen eivät ole monesti optimaalisia (kuva 2), koska rakennusyritykset pyrkivät parhaaseen mahdolliseen tuotannon kokonaissuunnitteluun. Aikataulutukseen ja rakennushankkeen läpiviemiseen vaikuttavat mm. päärakennusmateriaali, olosuhteet, toteutusmuoto, rakennejärjestelmä (elementti vai paikalla rakennettu), talotekniikkajärjestelmät ja rakennusfysikaaliset tekijät. Tehtävien ajoitusta ja ajankäyttöä eli aikataulua suunniteltaessa määritetään käytettävissä olevien tietojen perusteella työn realistinen toteutusmalli. Toteutusmallissa määrätään tavoitteet yksittäisille työtehtäville ja koko hankkeelle. Nämä tavoitteet määrittävät tehtävien alku- ja päättymisaikankohdan lisäksi työvoiman käyttöä, jotka on suunniteltava siten, että aika ja tuotos ovat realistisesti vertailukelpoisia keskenään. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 64.)



KUVA 2. Rakennuksen optimaiaikataulut (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 64.)

2.3 Aikataulun kireys

Rakennusaikataulun kireys saadaan selville, kun tarkastellaan hankkeen toteuttamiseen varattua aikaa ja verrataan sitä normaalikestoön. Normaalikesto tarkoittaa rakennesuunnitelmien ja ta-

vanomaisen kireystason mukaisella rakennusajalla, josta on vähennetty kesälomajaksot ja etukäteen tiedossa olevat työnkeskeytykset. Työmaalla tehtävien töiden kokonaistyöpanoksen eli hankkeen tuotannollisen laajuuden avulla lasketaan rakennusajan normaalikesto. Lukuun ottamatta työnjohdon työtunteja hankkeen kokonaistyöpanos sisältää kaikki työntekijätunnit. Suurten, yli 10 000 tth:a (=työntekijätuntia) kokoisten kohteiden rakennusajan normaalikesto [TN] = kk lasketaan kaavalla 1. Pienten, alle 10 000 tth:a rakennusajan normaalikesto (kk) lasketaan kaavalla 2. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 20.)

$$TN = 4,6 \times \ln(\text{hankkeen kokonaistyötuntimäärä}) - 35,0$$

KAAVA 1

$$TN = 1,8 \times \ln(\text{hankkeen kokonaistyötuntimäärä}) - 9,3$$

KAAVA 2

Jos poikkeama on normaalikestosta 20 % tai vähemmän, lisäkustannukset eivät ole merkittäviä, jos hanke toteutetaan lohkoittain tai esivalmiusastetta muutetaan. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 20.)

Esimerkki 1. Hankkeen resurssitarve (kuva 3).

Yhden talon tekemiseen menee 14 000 tth:a. Mikäli hankkeen kesto on 12 kk, mikä hankkeen keskimääräinen resurssitarve on? Entä jos hanke kestää 10 kk?

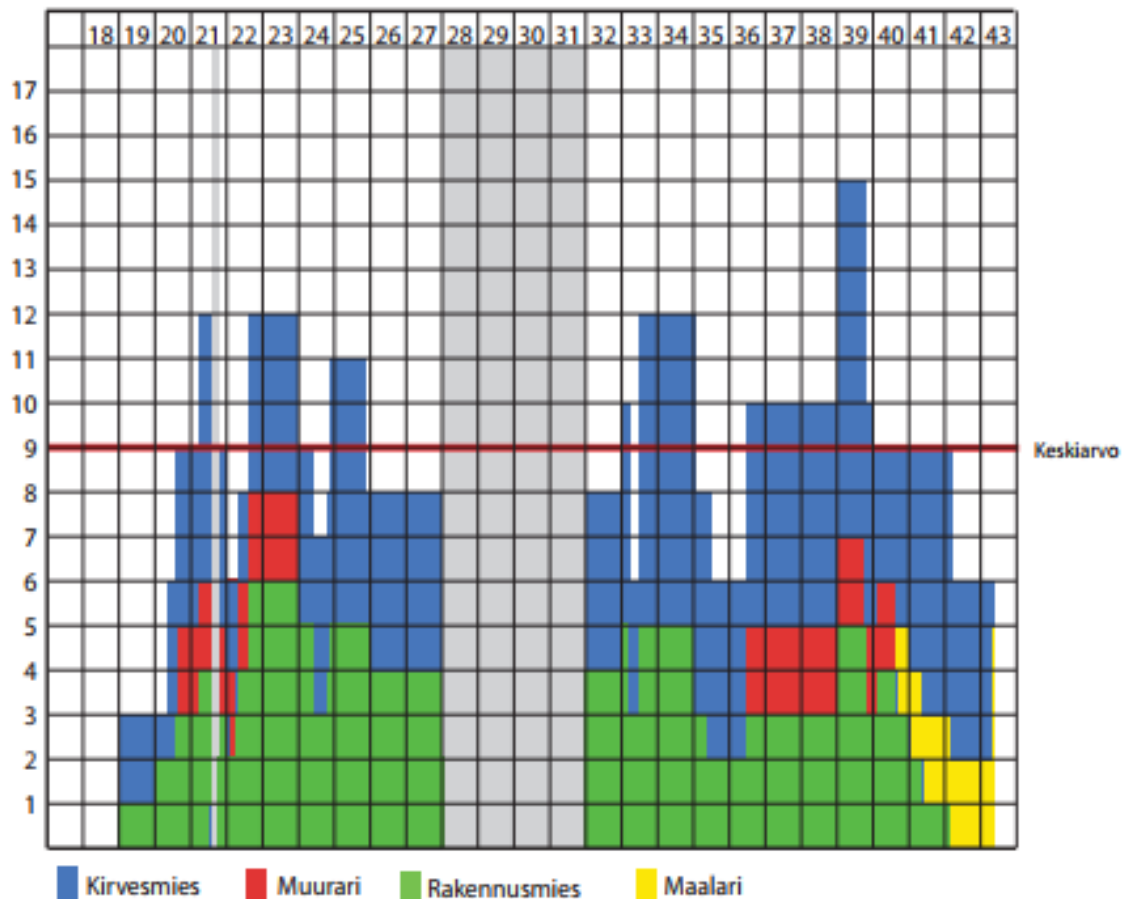
$$\text{Kuukauden työtunnit} = 21 \text{ tv} \times 8 \text{ h/tv} = 168 \text{ h/kk}$$

$$\text{Aikaa 12 kk} = 14\,000 \text{ tth} / (12 \text{ kk} \times 168 \text{ h/kk}) = 7 \text{ henkilöä}$$

KAAVA 3

$$\text{Aikaa 10 kk} = 14\,000 \text{ tth} / (10 \text{ kk} \times 168 \text{ h/kk}) = 9 \text{ henkilöä}$$

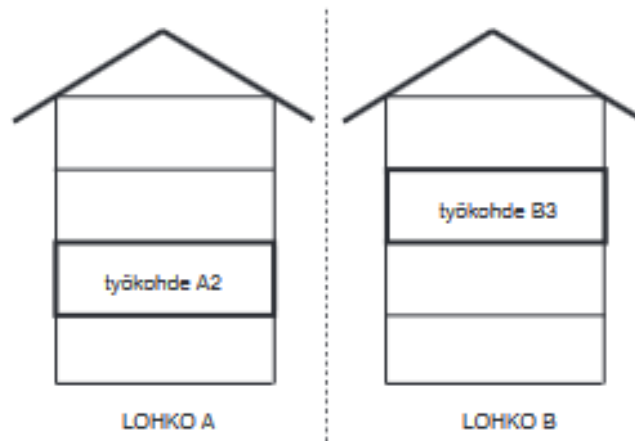
(Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 65)



KUVA 3. Työntekijöiden resurssitarve. Keskimääräinen tarve on yhdeksän henkilöä. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 65.)

2.4 Osakohteisiin jakaminen

Tuotannosuunnittelun onnistuminen sekä tehokas tuotannon toteutuksen ohjaus edellyttää rakennuskohteen jakamista fyysisiin osiin. Suomessa on tyypillistä, että kohteet jaetaan eritasoisii lohkoihin. Lohkot voidaan vielä jakaa pienemmiksi osa- ja työkohteiksi (kuva 4). Lohkojen ja osakohteiden perusajatukseksi on mahdollista seuraavan rakennusvaiheen aikaisempi aloitusaika. Jakoa osakohteisiin hyödynnetään myös laadunvarmistamisessa työkohteen luovutusmenettelyn kautta sekä voidaan varmistaa osakohteen valmistuminen sitomalla se maksuerään. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 71.)



KUVA 4. Lohko- ja osakohdejaon esimerkki. Vierekkäin rakennettavat kohteet muodostavat omat lohkot, joissa kerrokset on jaettu omiksi työkohteiksi. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 71.)

Kohteen osista muodostetaan lohkot erottelemalla osat tuotantotekniikan, suunnitteluratkaisun, sijainnin tai kerrosluvun perusteella. Lohkojen rajana käytetään moduulilinoja sekä liikunta- ja työsaumoja. Lohkon sopiva laajuus on 3000-5000brn², joka muodostetaan rakennuksen pystysuunnassa alimmasta kerroksesta kattokerrokseen asti. Jokainen lohko on kuin itsenäinen rakennuskohde, joka suunnitellaan ja toteutetaan omanaan. Lohkojaon toteuttaminen on haastavaa etenkin pienissä ja korkeissa taloissa. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 24.)

Lohkojaon idea on päästä aloittamaan seuraavat työvaiheet nopeammin. Esimerkiksi runkovaiheessa olevan kerrostalon sisävalmistusvaiheen työt päästään aloittamaan heti, kun ensimmäisen lohkon runkovaihe on valmis, eikä tarvitse odottaa koko kerrostalon rungon valmistumista. Sisävalmistustöiden aikainen aloitus vähentää aikataulun häiriöherkkyyttä, koska eri tehtävien välisiä aloitusvälejä voidaan pidentää tai vastaavasti koko rakennusaikaa voidaan lyhentää. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 24.)

Hossin sääntöä soveltaen työt aloitetaan siitä lohkoista, jossa perustus- ja runkovaiheen työt ovat kestoiltaan lyhimät. Viimeiseksi jäljellä olevista lohkoista jätetään puolestaan se, jossa sisävalmistusvaiheen työt ovat kestoiltaan lyhimät. Tällä menetelmällä pyritään optimoimaan lohkojen suoritusjärjestys. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 24.)

2.5 Tehtävien pituuden määrittäminen

Tehtävien kestot tulee määrittää aikataulun laadintaa varten. Erityisesti yleis- ja rakentamisvaihe-
tasolla kestojen määrittäminen on tärkeää, koska töiden todelliset tekijät eivät ole vielä selvillä. Ajallinen
suunnittelu muuttuu jatkuvasti kohti työsuunnittelua ja valmistelua mitä lähemmäs itse työn teke-
mistä päästään. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 78.)

Tehtävien kesto voidaan määrittää tahdistavan työryhmän työmenekkitiedon mukaan tai tahdistava-
van työsaavutustiedon ja tehtävän suoritemäärän avulla. Ratu-tietokannasta löytyy tehtävien pe-
rustyöryhmät, jotka tavanomaisesti muokataan vastaamaan työmaan työnjohdon työvoiman käyt-
töä koskevia tarpeita ja ajatuksia. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 78.)

Työryhmän koko voidaan määrittää myös laskennallisesti, mikäli kohteen työmenekki sekä laajuus-
tiedot ovat saatavissa ja suunniteltu kesto on määritetty valmiiksi. Tavanomaisissa kohteissa on
yleisesti tavoitteena, että työryhmä pysyisi samana koko hankkeen lävitse. (Koskenvesa – Sahl-
stedt 2011, 78.)

Tehtävien työmenekit määritellään hyödyntäen omaa kokemuspohjaista tietoa, yrityksen tietokan-
taa tai yleisesti käytössä olevia tietokantoja, kuten Ratu-työmenekkitietoja. Ali- ja sivu-urakoitsijoi-
den työryhmät ja menekit saadaan urakoitsijoilta. Ratu-tiedostojen ja omaan kokemukseen perus-
tuvan tiedon avulla verrataan aliorakoitsijalta saatuja tietoja ja tarkistetaan tietojen realistisuus.
Kohteen, rakennusosan, menetelmän ja olosuhteiden vaikutus tehtäväkokonaisuuteen otetaan
huomioon työmenekkiä selvitetessä. Kohdekohtaisia eroja kuvaavalla tekijällä korjataan tarvitta-
essa työmenekkiä. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 78.)

Kokonaistyömenekki, eli kuinka monta tuntia työhön kuluu yhteensä, lasketaan tiedossa olevan
tehtävän työryhmän, määrän ja työmenekin mukaan eli jakamalla kokonaistyötuntimäärä työnteki-
joiden lukumäärällä ja käytettävissä olevalla työvuoron (=tv) pituudella, joka on normaalisti 8 h/tv.
Myös työsaavutuksen eli tuotantonopeuden avulla voidaan laskennallisesti määrittää tehtävän
kesto. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 78.)

Esimerkki 2.

Suoritemäärä: 300 m²

Tahdistava työryhmä: 2 asentajaa

Yhden asentajan työsaavutus: 2,8 m²/tth.

$$2 * 8 \text{ tth/tv} * 2,8 \text{ m}^2/\text{tth} = 44 \text{ m}^2/\text{tv}$$

KAAVA 4

Työhön kuluva aika:

$$300 / 44 \text{ m}^2/\text{tv} = 6,8 \text{ tv, varataan aikataulusta 7tv.}$$

(Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 80.)

2.6 Työjärjestys ja riippuvuudet

Rakennuskohteen työjärjestystä suunniteltaessa voidaan kohde jakaa tarvittaessa osiin tai lohkoihin, jotka rajataan esimerkiksi kerrosten, rappujen tai liikuntasaumojen mukaan. Työtä kuvaava työnkulkupiirustus laaditaan ajoituksen lähtökohdaksi tehtävien riippuvuuksien perusteella. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 26.)

Yhden työvaiheen, tehtävän tai pelkästään yhden työn tekeminen on riippuvainen lähes kaikesta toiminnasta, mitä työmaalla tapahtuu. Tehtävien väliset vaikutukset ovat riippuvuuksia, jotka määräävät tehtävien keskinäisen työjärjestyksen. Osa riippuvuuksista selviää tarkastelemalla suunnitelmia, mutta suunnitelmissa rakenne on kuvattu valmiina, joten työmaakokemuksella on suuri merkitys riippuvuuksien analysoinnissa. Itselleen onkin tärkeintä muodostaa selkeä kuva siitä, miten ja missä järjestyksessä työt etenevät. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 26.)

Suunnitteluvaiheessa tehtävien väliset riippuvuudet voidaan jakaa neljään eri ryhmään:

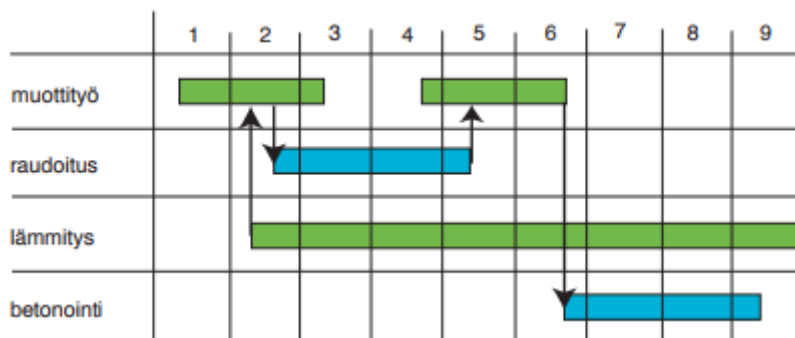
1. Loogiset riippuvuudet – Muottityö on tehtävä ennen raudoitusta ja vasta sen jälkeen voidaan betonoida.
2. Olosuhderiippuvuudet – Sopimukset, sääolosuhteet, työmaajärjestelyt ja muut tekijät.
3. Tekniset riippuvuudet – Laatan valu tai julkisivun muuraus tehdään kahdessa osassa liikuntasauaman takia.
4. Resurssiriippuvuudet – Vesikaton rakentanut kirvesmiesryhmä siirtyy katon valmistuttua tekemään puurakenteisia väliseiniä. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 26.)

Ajallisen suunnittelun näkökulmasta rakennushankkeen riippuvuudet (kuva 5) ovat yleensä tyypiltään loppu-alkuriippuvuuksia. Uutta tehtävää ei voida siis aloittaa, ennen kuin edellinen tehtävä on saatu valmiiksi. Tehtävien välillä voi myös olla alku-alku-, loppu-loppu- ja alku-loppuriippuvuuksia. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 82.)

Kun edeltävä työvaihe on aloitettu, voidaan sen perään aloittaa uusi työvaihe. Tätä riippuvuutta kutsutaan alku-alkuriippuvuudeksi. Esimerkiksi muottityön alettua voidaan raudoitustyö aloittaa muottityön perään tietyllä limityksellä. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 82.)

Loppu-loppuriippuvuudessa on edellistä työtä seuraava työvaihe tehtävä valmiiksi tietyissä tilanteissa, ennen kuin voidaan aikaisemmin aloitettu työvaihe kyseisessä paikassa lopettaa. Tällainen työvaihe voi olla esimerkiksi väliseiniä rakentaessa, jolloin villoitus ja LVIS-asennukset on tehtävä valmiiksi ennen toisen puolen levytystä. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 82.)

Alku-loppuriippuvuudessa edeltävä työvaihe on aloitettava ennen seuraavan työvaiheen valmistamista. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi talviolosuhteissa tehtävässä betonoinnissa, jolloin lämmitystä ja suojaustoimia on ylläpidettävä betonoinnin onnistumiseksi. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 82.)



KUVA 5. Teräsbetoniväliseinän riippuvuudet. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 82.)

2.7 Tehtävien tahdistaminen ja rytmitys

Tehtävät voidaan piirtää aikatauluun sen jälkeen, kun tehtävien mitoitus on tehty ja niille on määritetty riippuvuudet. Vinoviiva-aikataulua tarkasteltaessa huomataan risteävät tehtävät helposti, jol-

loin tuotantonopeudet eivät ole tasapainossa ja siitä syystä syntyy tilanteita, joissa samassa työkohteessa syntyy ruuhkaa eri työryhmien välillä. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84.)

Tahdistuksen idea on laatia suunnitelma, jossa eri tehtävät kulkevat käsikädessä niin, että työt etenevät häiriöttä kohteesta toiseen ilman päällekkäisyyksien syntymistä. Tahdistamisella pyritään varmistamaan työrauha jokaiselle työryhmälle, vaikka niiden työsisältö ja työmäärä vaihtelevat tehtävittäin. Onnistunut tahdistus edellyttää tehtävien tasaista tuotantonopeutta sekä riittäviä aloitus- ja lopetusvälejä eri tehtävien välille. Tahdistus voidaan tutkia laskelmin sekä graafisesti piirtämällä. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84.)

Tavallisesti tahdistus tehdään muuttamalla tehtävien työsisältöä ja käyttämällä joissakin tehtävissä useampaa työryhmää. Työryhmän kokoonpanomuutokset voivat vaikuttaa työmenekkiin, jos ammatti- ja aputyön työnjako muuttuu. Työmaan työnjohdon on otettava huomioon työtehtävien sisällön sekä työryhmien kokoonpanomuutokset, koska ne vaikuttavat usein palkkaukseen (työkaupat ja työurakat). Tahdistusratkaisut voivat myös aiheuttaa muutoksia rakennusteknisten töiden aliurakoiden sopimusehtoihin ja sisältöön. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84.)

Tahdistuksen laskeminen tapahtuu tahdistettavan keston ja aloitusvälin avulla. Kesto ja aloitusväli määrätään tehollisen rakennusajan ja tehtävien lukumäärien mukaan. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84.)

Tahdistuksen laskemiseen käytetään kaavaa 5 (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84).

$$T_t = T - (n-1) * t_a \quad \text{KAAVA 5}$$

T_t = tahdistava kesto

T = tehollinen rakennusaika

t_a = tehtäville valittu aloitusväli

n = tahdistettavien tehtävien lukumäärä.

Valittu aloitusvälin riittävyys tarkistetaan kaavalla 6 (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84).

$$T_a = 2 T t / m \quad \text{KAAVA 6}$$

T_a = aloitusväli

T_t = tahdistava kesto

m = työkohteiden lukumäärä.

Tavallisesti rakennuskohteissa aloitusväli on 10 – 15 työvuoroa ja pyrkimyksenä, että työryhmällä olisi 2 – 4 varamestaa mahdollisten tuotannon ongelmien varalta. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84.)

Asuinrakennuskohteissa tahdistusongelmat liittyvät yleensä runko- ja sisävalmistusvaiheen välille. Tehtävien tuotantonopeus on runkovaiheessa selvästi hitaampi verrattuna tuotantonopeuteen sisävalmistusvaiheessa. Toinen tahdistuksen näkökulmasta haastava tilanne on pienissä ja monikerroksisissa rakennuksissa, jossa varamestaa ei pystytä järjestämään. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84.)

Tehtävien rytmityksen avulla työt saadaan jatkumaan työkohteesta seuraavaan ilman häiriöitä. Eri työkohteiden merkittävät kestopoikkeamat ja suoritemäärät aiheuttavat työnkeskeytyksiä, joita voidaan yrittää rytmittää paremmin useilla eli konsteilla, kuten siirtämällä tehtävän aloitusta, muokkamalla työryhmän kokoa, järjestämällä varamestoja, muuttamalla työjärjestystä tai hyödyntää suurtehtäviä. (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 84.)

2.8 Aikataulutehtävien muodostus

Aikataulussa tehtävät tarkoittavat töitä tai toimintoja, jotka vaativat aikaa ja resursseja. Aikataulutehtäviä suunniteltaessa pyritään siihen, että tehtävät ja koko työmaa etenevät hallitusti ja tavoitteiden mukaisesti. Jotta tehtävien toteutumista pystytään valvomaan ja tuotantoa ohjaamaan, on tehtävien oltava hallittavia kokonaisuuksia. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 25.)

Työmaan kaikkien osapuolten yhteistoiminta on olennaisen tärkeää huomioida tehtävien valinnassa. Tehtävät ovat itse pääurakoitsijan sekä aliurakoitsijan työntekijöiden toteuttamia työvaiheita, työlajeja ja niiden yhdistelmiä. Tehtäviä ovat esimerkiksi perustustyöt, anturoiden muottityöt, raudoitustyöt tai elementtien asennus. Tehtävän kokonaisuuteen kuuluu usein edistävän työn lisäksi tehtävät täydentävät työt: aloittavat, lopettavat ja ylläpitävät työt, joita ovat esimerkiksi siirtotyöt, telinetyöt, siivous, suojaus ja muotinpurkutyöt. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 25.)

Tarvittaessa tehtävät jaetaan osatehtäviksi niiden sijainnin, toteutuksen tai työn luonteen mukaan. Muotin pystytys ja pystyrakenteiden tekeminen voivat esimerkiksi olla tällaisia osatehtäviä, joista voidaan kasata tuotannon tehtäväluettelo lohkoittain. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 25.)

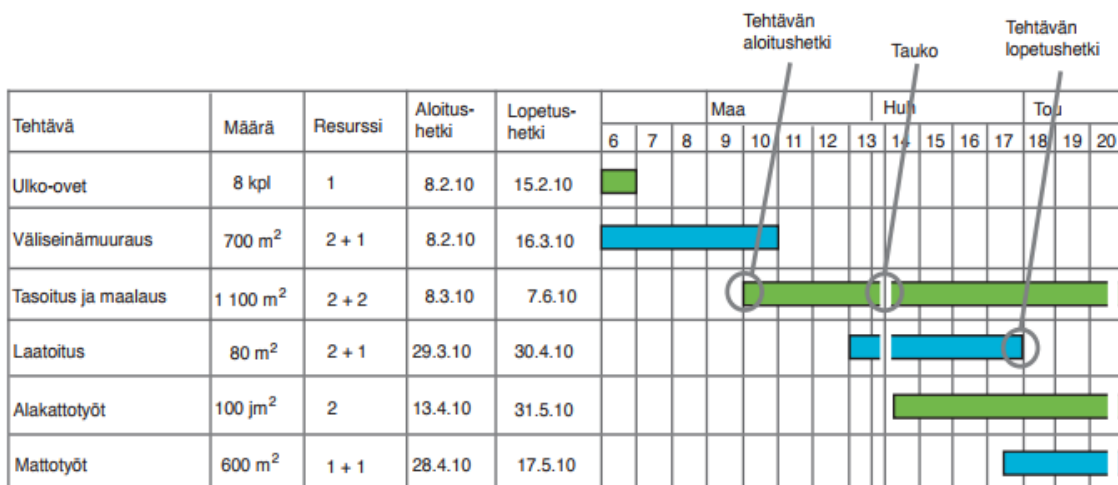
Tehtävien suoritemäärät löytyvät määräluettelosta tai laskemalla erikseen. Määrämittaamisen tekeminen kustannusarviovaiheessa työkohteittain auttaa jälkeempään tehtävissä hankintojen järjestyksessä ja tuotannon valvonnassa sekä aikataulusuunnittelussa. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 25.)

3 AIKATAULUMUOTOJEN VERTAILU

3.1 Jana-aikataulu

Jana-aikataulussa tehtävien kestoja esitetään janoina, jotka ovat piirrettynä aikatauluun. Normaalisti tehtävät ovat lueteltuna allekkain aikataulun vasemmassa reunassa ja päivämäärät kulkevat aikataulun yläreunassa. Jana-aikataulussa esitettyjen viivojen tulee perustua laskennalliseen tai kokemusperäiseen tietoon työnkestosta. Suomessa käytettävän jana-aikataulun esikuvina on toiminut Grantt-kaavio ja harmonogrammi. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 21.)

Jana-aikataulun (kuva 6) muodostaminen aloitetaan pilkkomalla projekti sopivan kokosiin tehtäväkokonaisuuksiin. Kaikille tehtäville arvioidaan alku- ja loppuhetki, jonka jälkeen listataan aikataulutettavat tehtävänimikkeet jana-aikataulun vasempaan reunaan allekkain. Aikataulun yläriville merkitään aika, esimerkiksi viikonumeroina. Jokaiselle tehtävälle piirretään aikatauluun jana, joka näyttää tehtävän alku- ja loppuhetken sekä tehtävän keston. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 21.)



KUVA 6. Jana-aikataulu. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 21.)

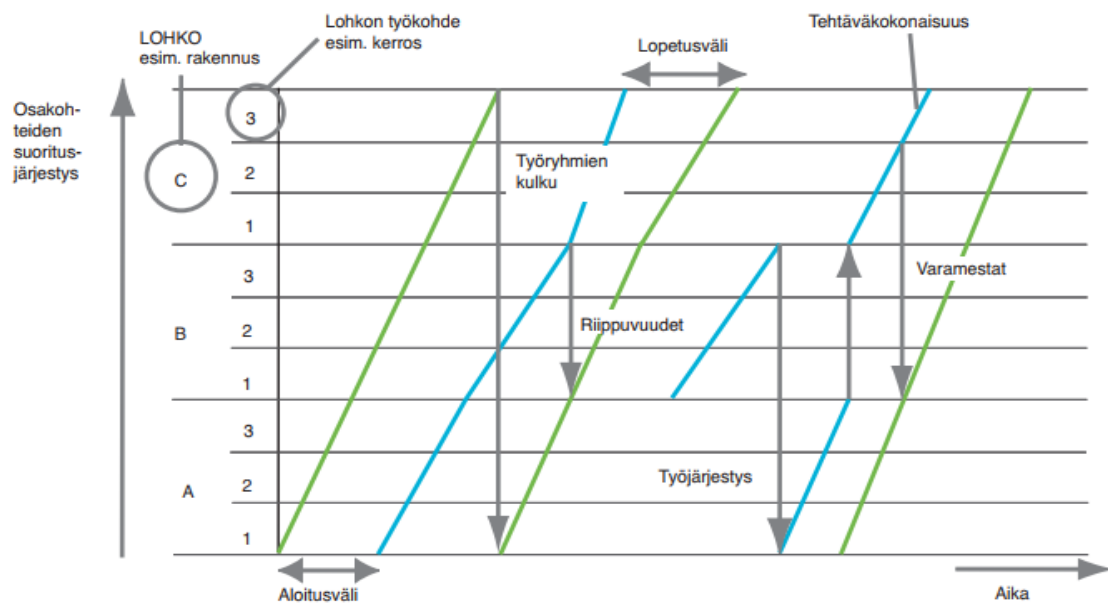
Aikataulutason mukaisesti voidaan vasempaan reunaan kirjata myös lisätietoja, joita voivat olla esimerkiksi suoritemäärät, työmenekit, työsaavutukset, työryhmät tai työn kestot. Resurssien siirtyminen edeltävästä tehtävästä seuraavaan tehtävään voidaan kuvata riippuvuusnuolilla. Usein jana-aikataulussa esitetään myös välitavoitteita. Työn etenemistä voidaan seurata esimerkiksi värittämällä aikataulussa esitetty jana sen toteutuneelta osalta tai piirtämällä tehtävälle seurantaa

varten oma jana. Jana-aikataulun heikkoudet ovat aikataulun laadun tarkastus ja tuotannon valvonta. Jana-aikataulussa on vaikea havainnollistaa tehtävien eteneminen ajan ja paikan välillä. Aikataulun tehtävät tulee ositella osakohteisiin, mikäli jana-aikataulun tehtävät halutaan sitoa tarkemmin aikaan ja paikkaan. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 22.)

3.2 Vinoviiva-aikataulu

Paikka-aikakaavion käyttäminen (kuva 7) edellyttää tuotannon sitomista aikaan ja paikkaan. Paikka-aikakaavio aikataulua varten kohde jaetaan osakohteisiin ja osakohteille määrätään suoritusjärjestys. Työnosittelumenetelmää (WBS) käyttäen myös tuotanto pilkotaan suoritettaviin osiin. Tehtävien järjestämisessä käytetään kriittisen polun menetelmää, jolloin jokaisen tehtävän kestot ja resurssit arvioidaan ja tehtävien väliset riippuvuudet selvitetään. Näin saadaan muodostettua suoritusjärjestys. Merkitään paikka-aikakaavioon kohteen toteutuksen kannalta tärkeät, työkohteita sitovat aikataulutehtävät. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 25.)

Paikka-aikakaavion vaaka-akselilla esitetään aika työpäivinä tai viikkoina ja pystyakselilla kuvataan rakennuksen tiloja, kerroksia tai rappuja. Osakohteiden laajuutta voidaan kuvata myös pystyakselin jaottelulla. Tehtävien kulku aikaan ja paikkaan sitoen piirretään aikatauluun. Näillä vinoviivoilla esitetään tehtävien kestot, suoritusjärjestys sekä toteutuksen aikavälit. Vinoviivojen kaltevuus kertoo tuotantonopeuden. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 25.)



KUVA 7. Paikka-aikakaavio. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 25.)

Yleensä aikatauluun merkitään pystyviivoilla ne sopimustekniset seikat, jotka ovat olennaisia aikataulun laadinnassa. Näitä tapahtumia ovat mm. välitavoitteet, osaluovutukset sekä sovitut keskeytykset. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 26.)

Paikka-aikakaaviosta pystytään havaitsemaan, mitkä tehtävät ovat käynnissä ja missä sekä kuinka paljon eri tehtävillä on joustovaraa esimerkiksi häiriöitä tai lisä- ja muutostöitä varten. Paikka-aikakaavion valvonta tapahtuu valvontavinjetin avulla, josta valvontatieto siirretään paikka-aikakaavioon piirtämällä aikatauluun katkoviivalla tai erillisellä toteumaviivalla. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 26.)

Tyypillisesti paikka-aikakaaviota hyödynnetään koko hanketta esittävänä yleisaikatauluna, joka soveltuu myös käytettäväksi tuotannon ajallisen valvonnan ja ohjauksen apuvälineeksi, koska siitä saadaan selville tuotantonopeuden, aloitusajankohtien ja suoritusjärjestyksen oleelliset tiedot rakennuksen eri osissa. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 26.)

Paikka-aikakaavion edut ovat työn tuotantonopeuden havainnollistaminen, paikkatiedon yhdistäminen aikatauluun ja edellä mainittujen ominaisuuksien avulla töiden välinen tahdistamisen mahdollisuus. Myös osakohteiden riittävyys suunnitelmassa oleville töille voidaan varmistaa paikka-aikakaavion avulla. (Koskenvesa – Kivimäki 2015, 26.)

4 AS OY OULUN TEKU

Kohde on vuonna 1940 valmistunut koulurakennus, joka toimi vuosina 1941-1945 sotilasviranomaisten linnoitustoimistona sekä sotasairaalana, ensin suomalaisten ja sittemmin saksalaisten hallinnassa. Vuosina 1945-2010 rakennus oli koulutus käytössä. Nyt syksyllä 2017 rakennuksen saneeraustyöt ovat olleet vuoden verran käynnissä ja vanhan koulurakennuksen ulkoseinien sisään on rakenteilla uusi betonirunko. Rakennuksesta tulee asuinkäyttöön tarkoitettu kerrostalo, joka sisältää yli 50 asuinhuoneistoa (kuva 8).



KUVA 8. Havainnekuva Oulun Tekusta (Oulun Teku 2017)

4.1 Haastattelu

Haastattelin Tekun työmaaorganisaatiota 13.10.2017. Toimin myös itse kyseisessä kohteessa työnohtajajarjoittelijana noin kuusi kuukautta, joten itsellenikin oli jonkinlainen käsitys siitä, mitä haastattelussa ilmenee. Haastattelussa kyselin aikatauluista, niihin liittyvistä ongelmista, aikataulun seuraamisesta, viiveisiin reagoinnista, työmaalogistiikan järjestämisestä ja töiden päällekkäisyyksien vaikutuksesta aikatauluun.

4.2 Haastattelun kooste

Alkutilanne oli, että yleisaikataulu oli hyvin karkea eikä sitä tarkennettu työmaan edetessä. Aikatauluongelmia ilmeni heti työmaan alkuvaiheessa, koska kellarin purkutyöt yllättivät työmäärältään. Purkutöiden työmäärän takia kellarin perustustyöt päästiin aloittamaan aikataulusta jäljessä.

Haastatteluiden perusteella aikatauluviiveisiin ei reagoitu tarpeeksi tehokkaasti. Aikataulua olisi pitänyt seurata tarkemmin ja suunnitella paremmin. Aikataulu viiveisiin reagoitiin lisäämällä miesmääriä ja jossain vaiheessa myös työvuoroja, mutta ei tarpeeksi ajoissa. Aikataulua olisi pitänyt seurata vinoviiva- ja vinjettiaikataululla, jotta aikataulun seuraaminen olisi ollut helpompaa. Miesmäärän lisääminen ajoissa vaatii huolellista tarkkailua työmaalla, jotta ajoitus onnistuu ja jouduttaa työtä.

Tekun toisesta siivestä purettiin katto, jonka tilalle rakennettiin yksi kerros lisää huoneistoja. Tämän kerroksen välipohjatyöt yllättivät työmäärällään koko organisaation. Koska välipohjatyöt sitoivat seuraavia työvaiheita, aikataulu venyi väistämättä.

Viikoittaisessa urakoitsija palaverissa pidettiin työntekijämäärästä tarkkaa lukua, mutta ei osattu varautua tarpeeksi. Tavarantoimituksen oikea-aikaisuus oli myös merkittävässä roolissa, koska työmaan varastotilat olivat olemattomat keskellä kaupunkia olevassa kohteessa.

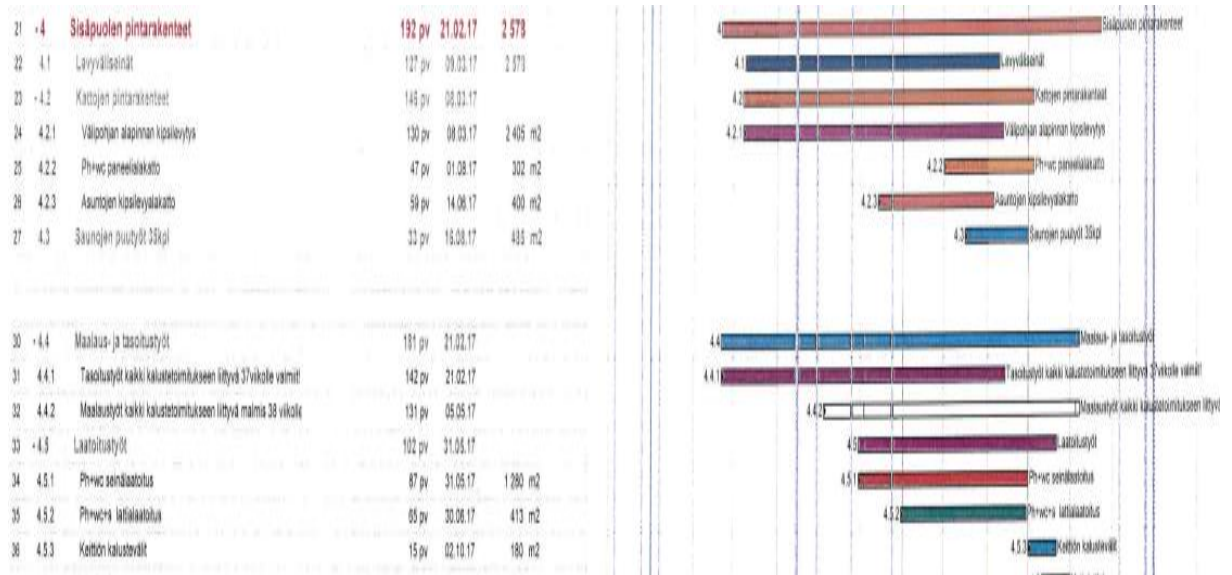
Aikataulun tehtävänä on välttää päällekkäisyyksien syntyminen työmaalla, mutta ilman paikka-aikakaaviota niiden havaitseminen oli lähes mahdotonta. Paikka-aikakaavio eli vinoviiva-aikataulu oli haastateltavien mielestä parempi vaihtoehto aikataulujen seuraamiseen, mutta sitä ei käytetty työmaalla. Isoissa työvaiheissa, kuten runkovaiheessa, käytettiin mallintamista, jonka avulla seurattiin työn etenemistä ja se todettiin toimivaksi. Myös tasoitteiden kuivuminen vanhoihin rakenteisiin oli hidastava tekijä. Lämmityksestä ja ilmanvaihdosta oli huolehdittava erityisen tarkasti, jotta seinät pystyttiin tasoittamaan tarvittaessa seuraavana päivänä.

Haastattelun perusteella on helppo todeta, että aikataulusuunnittelu on jäänyt vajaaksi. Myös työmaan reagointi aikatauluviiveisiin on ollut ainakin osittain heikkoa. Työmaa olisi kaivannut tarkempia aikatauluja jo pidemmän aikaa ja etenkin paikka-aikakaaviota, josta aikataulun seuraaminen onnistuu helpommin. Omalta osaltaan tässä erikoiskohteessa myös yllätykset ovat vaikuttaneet aikatauluun suuresti, mikä kieli siitä, että esitiedot kohteesta ovat vajaita. Kohteen huolellisemmalla

tutkimisella etukäteen olisi voitu ainakin pienentää yllätysten suuruutta. Tämän tyylisessä koh- teessa yllätyksiltä tuskin pystytään välttymään koskaan.

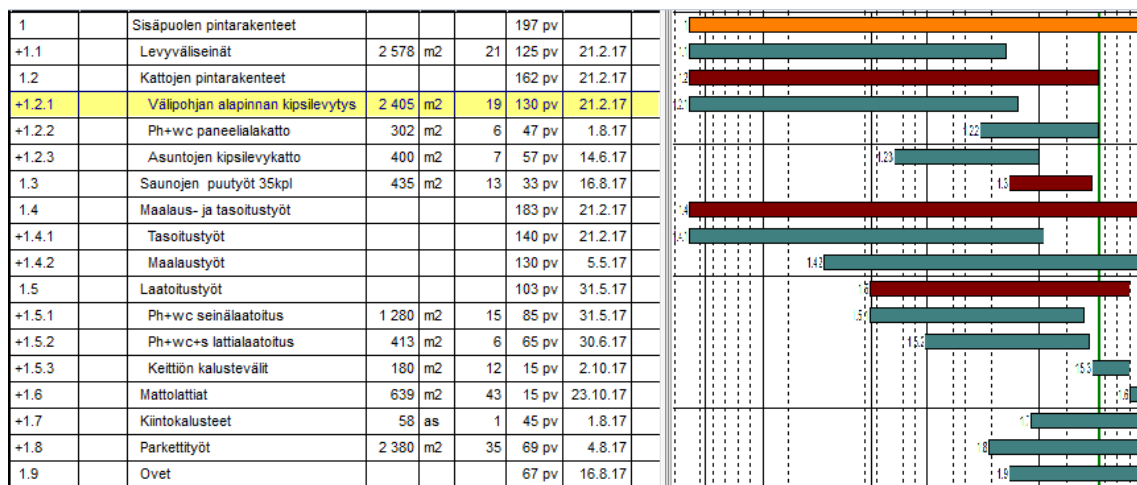
4.3 Kohteen aikataulut

Kohteeseen laadittu yleisaikataulu oli karkea (kuva 9).



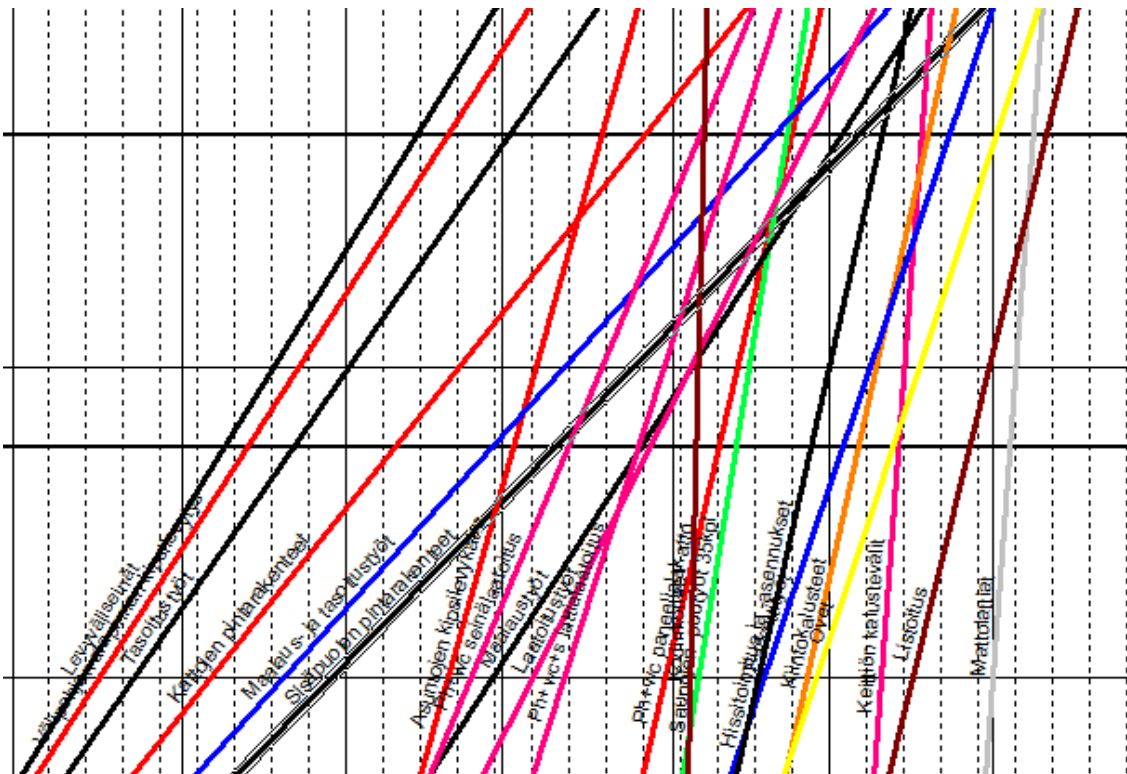
KUVA 9. Oulun Tekun yleisaikataulun ote.

Laadin Planet +6.1 -ohjelmalla kohteen yleisaikataulun pohjalta jana-aikataulun sisävaiheentöistä (kuva 10), jonka avulla ohjelma antoi myös vinoviiva-aikataulun.



KUVA 10. Ote yleisaikataulun pohjalta tehdystä sisävaihetöiden jana-aikataulusta.

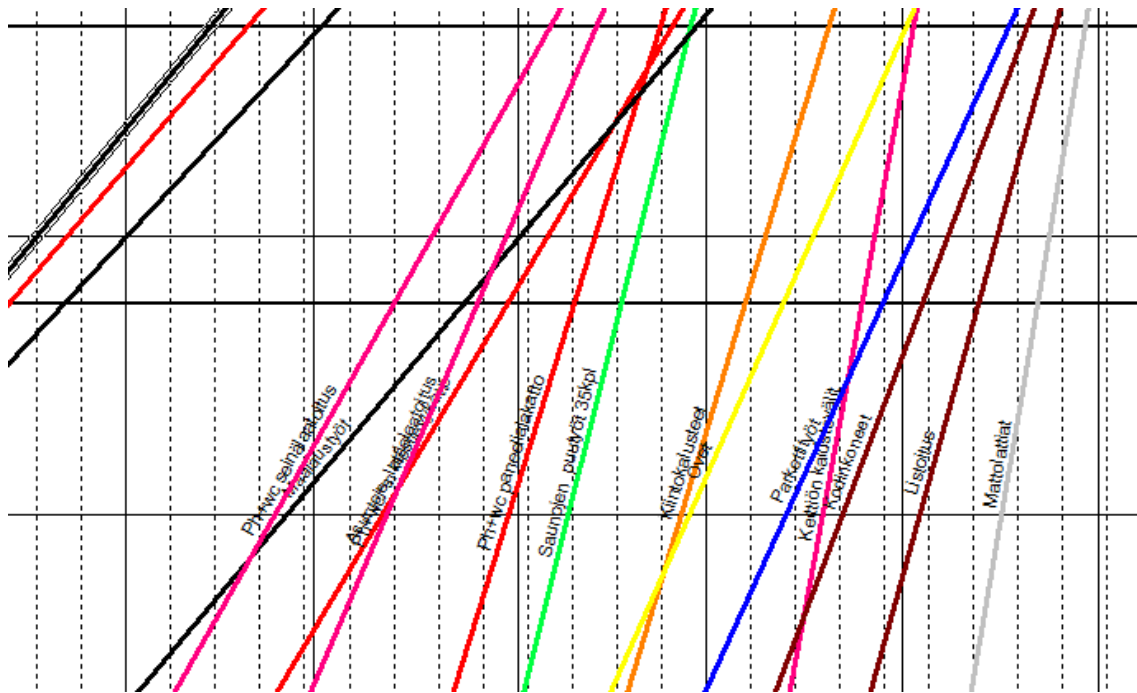
Karkean yleisaikataulun pohjalta laaditun sisävaiheikataulun antama paikka-aikakaaviio oli sekava (kuva 11). Paikka-aikakaaviosta huomaa ongelmakohtat helposti. Nähtävissä on usean eri työvaiheen päällekkäisyydet.



KUVA 11. Ote paikka-aikakaaviosta jonka Planet +6.1 -ohjelma piirtää suoraan sisävaihetöiden jana-aikataulun pohjalta.

4.4 Ratkaisu

Koska sisävaiheikataulun paikka-aikakaaviio toi ongelmakohtat hyvin esille, oli helppo alkaa työstää sisävaiheikataulua toimivaksi. Katsoimme yhdessä Peab Oy:n projektipäällikkö Samu Mannisen kanssa aikataulu tutkimuksen tuloksia ja päätimme, että muokkaan sisävaiheikataulun toimivaksi ja päivitän sen ajan tasalle. Kävin työmaalla selvittämässä todellisen tilanteen jokaisesta työvaiheesta. Muokkasin sisävaiheikataulun työmaalta saadun tiedon perusteella. Lopputuotteena sain toimivan sisävaiheikataulun työmaan loppuajalle (kuva 12).



KUVA 12. Ote päivitetystä sisävaihe aikataulun paikka-aikakaaviosta.

Päivitetystä paikka-aikakaaviosta on karsittu pois kaikki ylimääräiset viivat. Päällekkäisyydet on pyritty minimoimaan sekä tahdistamaan työt järkevästi. Paikka-aikakaavio kertoo heti, jos jokin työvaihe on jäämässä niin sanotusti ”jalkoihin”, jolloin pystytään reagoimaan ajoissa joko lisäämällä tai vähentämällä resursseja. Päivitetty paikka-aikakaavio helpotti aikataulun seuraamista.

5 POHDINTA

Opinnäytetyössä lähdettiin tutkimaan kohteen aikatauluviiveiden syitä. Syyksi paljastui aikataulujen suunnittelun puutteellisuus. Aikatauluja ei ollut tehty tarpeellisella tarkkuudella ja tarkentavia aikatauluja ei ollut käytännössä lainkaan. Suuria ongelmia löytyi myös ”yllätyksistä”, joita kohde toi tullessaan. Ei ollut varauduttu käyttämään tiettyihin työvaiheisiin tarpeeksi aikaa, eikä osattu aavistaa, kuinka suuren työmäärän tietyt työvaiheet tarvitsevat. Johtopäätöksenä kohteen esitiedot olivat puutteelliset. Kohteen kartoitustutkimuksia ei ollut tehty riittäväällä laajuudella, jotta aikataulut olisi pystytty laatimaan toimiviksi.

Kohteesta oli saatavilla ainoastaan yleisaikataulu jana-aikataulun muodossa. Tein kohteen yleisaikataulun pohjalta paikka-aikakaavion, josta kävi ilmi, että kohteen yleisaikataulu oli hyvin karkea. Paikka-aikakaavio toi ongelmakohdat selvästi paremmin esille kuin jana-aikataulu ja siitä huomasi myös töiden päällekkäisyydet, joita jana-aikataulusta ei ilmennyt. Tämän tyylisissä saneerauskohteissa aikataulusuunnittelu ja kohteen kartoittaminen mahdollisimman tarkasti ennen töiden aloittamista ovat elintärkeitä toimia onnistuneen hankkeen läpiviemiseksi.

Opinnäytetyö antaa kehitysehdotuksia aikatauluviiveiden parantamiseksi ja sen tuloksia voidaan hyödyntää tulevaisuuden kohteissa, ottamalla esimerkiksi kohteissa huomioon nykyiset puutteellisuudet aikatauluissa. Kiinnittämällä tarpeeksi huomiota suunnitteluvaiheisiin ja esitietojen hankintaan voidaan ehkäistä aikatauluviiveitä tulevaisuudessa. Opinnäytetyöni tarjoaa ratkaisuja aikataulujen tarkentamiseen sekä siihen, miten ne tulisi rakentaa toimiviksi. Karkea aikataulutus aiheuttaa aikatauluviiveitä työmailla. Tekemällä tässä opinnäytetyössä esitettyjä tarkentavia aikatauluja voidaan lyhentää työmaiden viiveitä. Aikataulujen päivittäminen työmaan edetessä on myös yksi avaintekijä aikatauluviiveiden minimoimiseksi.

LÄHTEET

As. Oy Oulun Teku. 2017. Peab Oy. Saatavissa: <https://peabkoti.fi/asunnot/oulu/asunto-oy-oulun-teku/>. Hakupäivä 15.12.2017.

Koskenvesa, Anssi – Kivimäki, Christian 2015. Aikataulukirja 2016. Helsinki: Rakennustieto Oy.

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

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