

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TAHTIAIKATAULUN KÄYTTÖÖNOTON EDELLYTYKSET SAIRAALAHANKKEESSA

TEKIJÄ Eetu Savolainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Eetu Savolainen	
Työn nimi Tahtiaikataulun käyttöönoton edellytykset sairaalahankkeessa	
Päiväys 11.4.2024	Sivumäärä/Liitteet 27/4
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Rakennusliike Lapti Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Aihe opinnäytetyölle tuli kesän 2023 työnjohtoharjoittelun aikana, kun havaittiin, että päivittäinen aikataulujohtaminen voisi olla tehokkaampaa. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia uusia päivittäisiä aikataulujohtamisen keinoja KYS UUSI SYDÄN 1C3-vaiheeseen. Työssä keskityttiin tutkimaan tahtiaikataulua ja sen käyttöönoton edellytyksiä. Lisäksi opinnäytetyön tavoitteena oli luoda yksityiskohtainen muistilista selkeyttämään tahtiaikataulun mahdollista myöhempää käyttöönottoa. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Rakennusliike Lapti Oy.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuus koostuu tahtiaikataulun perusteista sekä muista erilaisista aikataulumuodoista. Tutkimusmenetelmänä työssä toimi avoimet haastattelut, joita toteutettiin kahdella samantyyppisellä työmaalla, joilla tahtiaikataulu oli ollut käytössä. Kuten referenssikohteissa, myös 1C3-vaiheen lähtötilanteen selvityksessä hyödynnettiin kattavia avoimia haastatteluja. Haastattelut nojautuivat ennakkoon laadittuihin kysymyslistoihin, jotka ohjailivat haastattelutilannetta. Haastattelujen ja teorian perusteella tehtiin johtopäätöksiä 1C3-vaiheeseen toimivista toimintatavoista.</p> <p>Tämän opinnäytetyön avulla KYS UUSI SYDÄN 1C3-vaiheen osapuolet saavat perustietoa tahtiaikataulusta ja toimintatapa ehdotuksia sen käyttöönotolle. Työ auttaa myös saamaan käsityksen erilaisista aikataulumuodoista ja niiden käytöstä rakennusalalla. Työhön sisältyy tiivistetty yksityiskohtainen muistilista, joka auttaa hahmottamaan tahtiaikataulun suunnittelun vaiheita. Työn tuloksia voidaan hyödyntää 1C3-hankkeessa sekä sovellettuna myös muissa hankkeissa. Jatkotutkimusta voitaisiin tehdä tahtiaikataulun käytännön hyödyistä 1C3-vaiheen kaltaisissa hankkeissa.</p>	
Avainsanat KYS UUSI SYDÄN, lean-ajattelu, rakentaminen, sairaalarakentaminen, tahtiaikataulu, tahtisuunnittelu	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author Eetu Savolainen	
Title of Thesis Initialization of a Takt Timetable in a Construction Project	
Date 11 April 2024	Pages/Appendices 27/4
Client Organisation /Partners Rakennusliike Lapti Ltd	
<p>Abstract</p> <p>The subject for this thesis came up during the summer of 2023 when it was noticed that the daily timetable management could be more effective. This thesis aimed to examine new efficient methods in timetable management. The thesis concentrated on examining the takt timetable and how it could be used at the KYS UUSI SYDÄN 1C3 construction site. Another objective of the thesis was to create a detailed checklist to help the initialization of the takt timetable at the 1C3 phase. The project was commissioned by Rakennusliike Lapti Ltd.</p> <p>The theory phase of the thesis consisted of general knowledge of different timetable types and the basics of the takt timetable. The main sources of information were interviews with multiple parties in the KYS 1C3 phase. In addition, there were two reference visits to sites that used the takt timetable. The reference sites were the similar to the 1C3 phase. Based on the interviews and theory, conclusions were made about the working methods for the 1C3 phase.</p> <p>As a result of this thesis, the parties of the 1C3 phase will get knowledge of the takt timetable and what should be done before its initialization. The thesis also helps to get basic knowledge of other timetable methods and how they are used in the construction industry. On top of that, the thesis consists of a detailed checklist which helps to understand the phases of takt planning. The results of this thesis can be utilized in the 1C3 phase and other similar sites. More research could be done by analyzing how the takt timetable could work in projects like the 1C3 phase.</p>	
<p>Keywords KYS UUSI SYDÄN, lean methodology, construction, hospital construction, takt timetable, takt planning</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Työn tausta ja tavoitteet	6
1.2	Rakennusliike Lapti Oy	6
2	AIKATAULUMUODOT	7
2.1	Jana-aikataulu	7
2.2	Paikka-aikakaavio.....	8
2.3	Last Planner	9
3	TAHTIAIKATAULU	10
3.1	Tahtiaikataulun perusteet	10
3.2	LEAN-ajattelumalli.....	12
3.3	Sopivuus erilaisiin hankkeisiin	13
4	KYS UUSI SYDÄN	15
5	TYÖSKENTELYMENETELMÄT	17
6	ALKUTILANTEEN KARTOITUS JA TYÖMAAVIERAILUT	19
7	TULOKSET JA YHTEENVETO.....	23
8	POHDINTA.....	25
	LÄHTEET	26
	LIITE 1: MUISTILISTA	28
	LIITE 2: KYSYMYSLISTA VASTAAJA 1.....	30
	LIITE 3: KYSYMYSLISTA VASTAAJA 2.....	31

KUVALUETTELO

KUVA 1. Esimerkki jana-aikataulusta (Savolainen 2024).....	7
KUVA 2. Esimerkki paikka-aikakaaviosta (Savolainen 2024).....	8
KUVA 3. Esimerkki Last Planner -menetelmästä (Koskenvesa & Mäki 2019)	9
KUVA 4. Esimerkki tahtialuejaosta kuvaleike IGLC: n verkkosivulta Improving Non-Repetitive Takt Production with Visual Management (International Group for Lean Construction 2021)	10
KUVA 5. Tahtivaunuista koostuvat tahtijunat etenevät tahtialueiden läpi tahtiajan rytmittämänä. Kuvaleike (Hartikainen & Lehtovaara 2024)	11
KUVA 6. Esimerkki tahtiaikataulusta (Savolainen 2023).....	11
KUVA 7. Lean-ajattelumallin periaatteet kuvaleike (RIL 276-2021 Lean rakentamisessa 2021)	13
KUVA 8. Pohjois-Savon hyvinvointialueen verkkosivulta KYS UUSI SYDÄN hanke-esittely kuvaleike (Pohjois- Savon hyvinvointialue julkaisuaika tuntematon)	15
KUVA 9. Kuvaleike Pohjois-Savon hyvinvointialueen verkkosivulta KYS UUSI SYDÄN aikataulu ja vaiheistus. (Pohjois-Savon hyvinvointialue julkaisuaika tuntematon)	16

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyön aiheeseen päädyttiin harjoittelujaksoni päätteeksi Rakennusliike Laptin (jatkossa Lapti) KYS UUSI SYDÄN 1C3- peruskorjaustyömaalla. Työssä tutkitaan työmaalle uusia päivittäisiä aikataulujohdamisen menetelmiä sekä perusteita niiden käyttöön. Työssä tutkitaan LEAN- filosofiaan perustuvaa tahtiaikataulua.

Työn keskeisenä tavoitteena on löytää konkreettisia toimintatapoja, joilla tahtiaikataulua voitaisiin hyödyntää käytännössä sekä selvittää miten tahtiaikataulu toimisi 1C3-vaiheen kaltaisessa suuressa peruskorjauskohteessa. Työn toimeksiantajan tavoitteena ei ole suoranaisesti tahtiaikataulun tuoma mahdollinen aikasäästö vaan enemmänkin yksinkertainen ja tehokas aikataulun suunnittelu-, seuranta- ja ohjaustyökalu, jota työmaalla on helppo käyttää nopeiden muutosten keskellä. Toimeksiantajan tahtotila on suorittaa tahtiaikataululle kokeilujakso hankkeen sisävalmistusvaiheen aikana. Kokeilujakson tueksi opinnäytetyössä tuotetaan yksityiskohtainen tahtiaikataulun käyttöönottoa selkeyttävä muistilista, johon on huomioitu 1C3-hankkeen ominaispiirteet.

Työn keskeisinä tiedonkeruu menetelminä toimivat kahdella muulla sairaalatyömaalla toteutetut tahtiaikatauluun liittyvät avoimet haastattelut. Työmaavierailuilla selvinneitä toimintatapoja ja kokeimuksia sovellettiin 1C3-vaiheen toimintaehdotuksissa. Työssä toteutettiin myös haastatteluja 1C3-vaiheen alkutilanteen kartoitukseen eri urakoitsijoiden osalta.

Opinnäytetyö rajattiin käytännön toimintamenetelmien tutkimiseen sekä referenssikohteiden työmaavierailuihin. Työn tavoitteena ei ollut luoda valmista tahtiaikataulupohjaa, vaan selvittää millaiset lähtökohdat 1C3-vaiheessa on tahtiaikataulun käyttöönotolle.

1.2 Rakennusliike Lapti Oy

Rakennusliike Lapti perustettiin Oulussa vuonna 1990. Yritys oli ensin nimeltään Lappli-Tieto Oy. Yritys keskittyi alkuvaiheessa rakennusalan konsultointiin sekä pientalojen rakentamiseen. Nykymuotoinen nimi Rakennusliike Lapti otettiin käyttöön vuonna 2008. Tällöin pientalojen lisäksi Rakennusliike Lapti rakensi ensimmäiset päiväkodit. Yritys laajentui 2010 Helsinkiin sekä Kuopioon, laajentuen voimakkaasti kerros- ja rivitalojen uudisrakentajana. (Rakennusliike Lapti julkaisuaika tuntematon a.)

Vuonna 2024 yritys toimii koko Suomen laajuisesti ja yrityksessä työskentelee lähes 600 työntekijää. Laptin liikevaihto vuonna 2022 oli 280,8 miljoonaa euroa. Yritys tuotti kyseisenä vuonna liikevoittoa 3,1 % eli 8,7 miljoonaa euroa. Rakennusliike Laptin toiminta painottuu tänä päivänä asunto-, palvelu- ja toimitilarakentamiseen sekä kiinteistökehitykseen. (Rakennusliike Lapti 2023 a.)

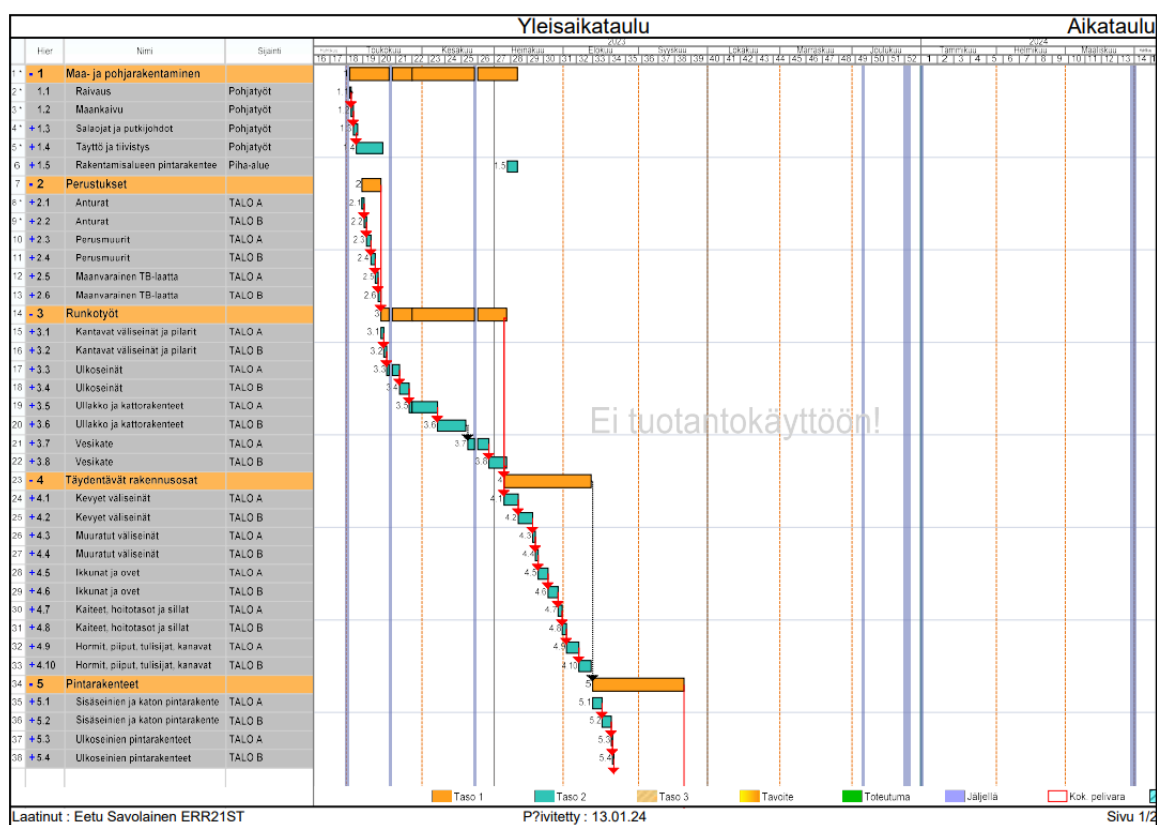
Laptin pitkänaikavälin strategian trendeiksi on asetettu ilmastonmuutos, digitalisoituminen, ikääntyminen sekä kaupungistuminen. Strategian toteuttamisessa keskitytään parhaaseen asiakaskokemukseen, voittavaan yrityskulttuuriin, aktiiviseen hankekehitykseen ja kustannuskilpailukykyyn. Strategia tiivistyy iskulauseeseen ”rakentamisen voittajajoukkue rakentaa parhaat elämisen puitteet”. (Rakennusliike Lapti julkaisuaika tuntematon b.)

2 AIKATAULUMUODOT

2.1 Jana-aikataulu

Rakennushankkeessa aikataulu toimii hankkeen selkärankana tahdittaen työvaiheiden etenemisen. Aikataulu tulee luoda riippumatta hankkeen laajuudesta, jotta saadaan käsitys hankkeen kokonaiskestosta. Ilman huolellisesti suunniteltua aikataulua hankkeen tehokas ja sujuva eteneminen on epätodennäköistä. Junnosen (2022, 7) mukaan yleisiä rakennushankkeen aikataulun esitysmuotoja ovat muun muassa jana-aikataulu, paikka-aikakaavio sekä Last Planner.

Rakennusalan perinteisin aikataulumuoto on jana-aikataulu (kuva 1). Jana-aikataulussa pystyakselilla on lueteltu aikatauluun aikataulutetut työtehtävät. Vaaka-akselilla havainnollistetaan tehtävään kuluva aika. Työn suunniteltua kestoa ja ajankohtaa osoitetaan taulukkopohjaan piirretyllä janalla. Janan pituus kuvastaa tehtävän kuluva aika sekä alkua- ja loppuhetkeä. Jana-aikatauluun voidaan asettaa pystyviivoja havainnollistamaan esimerkiksi välitavoitteita. (Junnonen 2022, 8.)



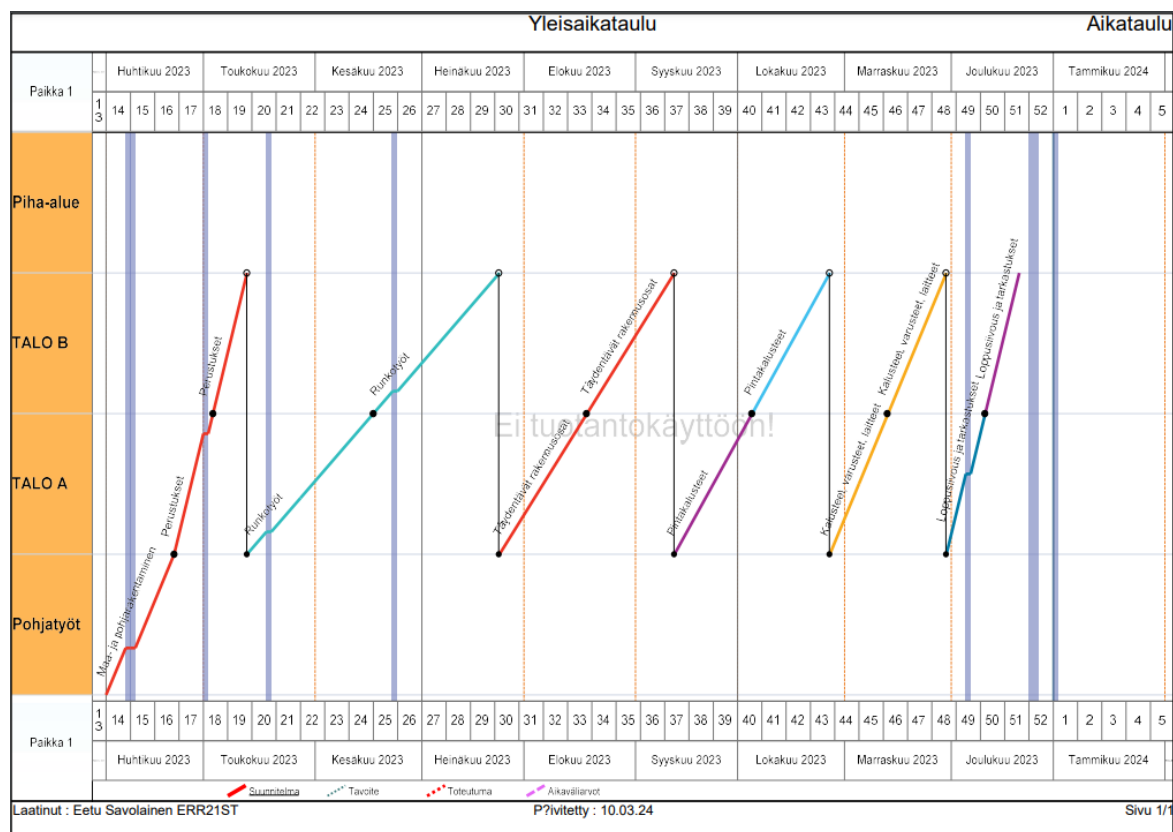
KUVA 1. Esimerkki jana-aikataulusta (Savolainen 2024)

Jana-aikataulun suosiota selittää sen yksinkertainen ulkonäkö ja helppolukisuus. Jana-aikataulun laatimisessa tulee huomioida työvaiheiden riippuvuus toisiin tehtäviin sekä jakaa työvaiheet pienemmiksi osatehtäviksi. (Junnonen 2022, 7.) Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus (2017) -teoksessa todetaan, että jana-aikataulussa resurssien vaikutus työnkestoon ilmenee janaviivan pituuden muutoksella. Jana-aikataulussa aikataulun janat tulee suunnitella tunnetun työmenekin tai laskennallisen työmenekin perusteella. Töiden etenemää on selkeää seurata janaviivan mukaan, jolloin on yksinkertaista nähdä miten töiden tulisi edetä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 21.)

Tehtävien havainnollistaminen ajan ja paikan suhteen on jana-aikataulussa haastavaa, sillä jana-aikataulua käytettäessä työtehtävien väliin jäävien vapaiden työkohteiden määrää on vaikea hahmottaa. Tällöin aikataulusta ei saada kaikkea tehokkuutta irti ja hankkeen kokonaistehokkuus kärsii. (Talonrakennusteollisuus julkaisuaika tuntematon, 26.)

2.2 Paikka-aikakaavio

Paikka-aikakaavio on yksi parhaista hankkeen ohjauksen aikatauluista (kuva 2). Paikka-aikakaavio havainnollistaa työvaiheiden etenemistä ajan ja paikan suhteen. Pystyakselilla esitetään rakennuksen osia kuten kerroksia tai lohkoja, vaaka-akselilla ilmaistaan aikaa. Paikka-aikakaavio visuaalinen ilme koostuu vinoista viivoista, joista tulee aikataulun toinen nimi vinoiviiva-aikataulu. Tehtäviivojen kulmakerroin kertoo työvaiheen tuotantonopeudesta. Jyrkkä viiva tarkoittaa lyhyttä tehtävänkestoa ja kalteva viiva pidempikestoista työvaihetta. Tarkastellessa aikataulua vaakasuorassa, voidaan todeta tehtävien suoritusjärjestys sekä toteutuksen aikavälit. (Junnonen 2022, 8.)



KUVA 2. Esimerkki paikka-aikakaaviosta (Savolainen 2024)

Paikka-aikakaavio soveltuu hyvin tuotannon ohjaukseen sekä sen valvontaan, sen havainnollistaessa muutokset tuotantonopeudessa, tehtävien suoritusjärjestyksessä tai aloitusajankohdissa. Paikka-aikakaavio auttaa ennakoimaan häiriötilanteita esimerkiksi tehtäviivojen risteäminen tarkoittaa töiden tapahtumista samassa tilassa samaan aikaan. (Talonrakennusteollisuus ry julkaisuaika tuntematon, 27.) Tehtävät organisoidaan hyödyntäen kriittisen polun menetelmää. Kriittisen polun menetelmässä tulee selvittää tehtävien väliset riippuvuudet, kunkin tehtävän kesto sekä tehtäviin tarvitta-

3 TAHTIAIKATAULU

3.1 Tahtiaikataulun perusteet

Tahtiaikataulu alkoi siirtyä teollisuudesta rakennusalalle 2000-luvun alussa, mutta sen käyttö rakennusalalla on yleistynyt varsinkin 2010-luvulla uusien digitaalisten työkalujen ansiosta (Mestamaster julkaisuaika tuntematon). Tahtiaikataulussa tuotannosuunnittelu viedään aiempia aikataulumuotoja merkittävästi tarkemmalle tasolle. Tahtiaikataulun päämääränä on saavuttaa säännöllinen ja ennustettava tuotantorytmi, joka helpottaa logistiikan ja toimitusten suunnittelua. Toimintatavoilla tavoitellaan hukkan minimointia, parannettua tuottavuutta sekä parempaa laatua. (Lean Construction Institute Finland 2015.) Tahtiaikataulun avulla rakennushankkeiden läpimenoajat voivat lyhentyä jopa kymmeniä prosentteja (Hartikainen & Lehtovaara 2024, 3).

Rakentamisesta pyritään tekemään tehdasmaista toimintaa, jossa tietyt työvaiheet esimerkiksi kalusteasennukset aikataulutetaan tahtialuekohtaisesti. Tämä mahdollistaa useamman aliurakoitsijan työskentelemisen rakennuksessa samanaikaisesti, jolloin koko rakennusta ei tarvitse varata yhdelle työvaiheelle. Tuotannon ennustettavuus ja jouhevuus paranee, kun seuraavan päivän työskentelyalue ja työvaihe on tiedossa hyvissä ajoin. (Fira julkaisuaika tuntematon.)

Tahtiaikataulun ulkonäkö on saman tyyppinen kuin Last Planner -menetelmässä. Tahtiaikataulun toteutus voidaan jakaa pääsääntöisesti neljään vaiheeseen. Aluksi kerätään tietoa tuotannonprosesseista, työvaiheista ja niiden järjestyksestä sekä kestoista. Tämän jälkeen työmaa tulee jakaa sopivan kokosiin lohkoihin tai toistuviin alueisiin, jotka toimivat tahtiaikasuunnittelun tahtialueina (kuva 4). Tahtialueiden määrittämisen jälkeen päätetään tuotannon tahtiaika eli etenemisnopeus hitaimman työvaiheen mukaisesti. Lopuksi työvaiheet sovitetaan yhteen etenemisnopeuden kanssa, jota säädetään muun muassa resurssien määrällä. (kuva 5; Lean Construction Institute Finland 2015.)



KUVA 4. Esimerkki tahtialuejaosta kuvaleike IGLC: n verkkosivulta Improving Non-Repetitive Takt Production with Visual Management (International Group for Lean Construction 2021)

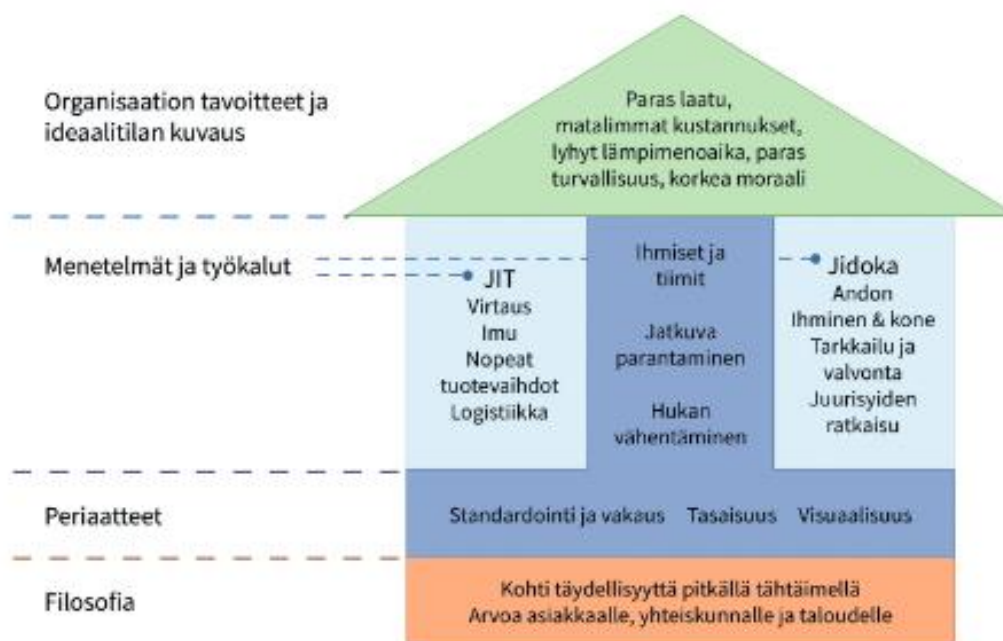
Toisin kuin perinteisissä aikataulumuodoissa, tahtiaikataulussa pyritään mahdollisimman pieniin pus-kureihin, jotta aikataulut eivät veny ylitiöpaisten aikapuskureiden takia. Näin ollen tahtiaikataulussa

Tahtiaikataulussa on useita positiivisia puolia, mutta siinäkin on omat haasteensa. Tahtiaikataulun onnistunut käyttö vaatii päättäväisyyttä ja järjestelmällisyyttä koko rakennushankkeen organisaatiolta. Tahtiaikataulun käyttöönotto vaatii huolellisesti tehtyä valmistelu- ja kehitystyötä. Valmisteluvaiheessa tulee varata riittävästi resursseja tahtisuunnitteluun sekä toteutusvaiheen tahtiohjaukseen, sillä niissä onnistuminen antaa lähtökohdat onnistuneelle tahtiaikataululle. Suunnittelun lähtötietojen hankinta ja niiden lukitseminen tulee olla yhteensovitettu työmaan kanssa ja suunnitelmamuutoksille tulee sopia takarajat, jotta ne eivät vaikuta liikaa työmaan tahtiin. Hankinnat, työntekijät ja työryhmät on myös tärkeää sitouttaa yhteiseen tahtiin. Resurssitasapainon laskujen tulee olla johdonmukaiset ja ne tulee huomioida tahtisuunnitelmassa. Tahtiaikataulun onnistumista edesauttaa valittu urakkamuoto ja sopimusmallit, jotka palkitsevat yhteisessä tahdissa pysymisessä. (Hartikainen & Lehtovaara 2024 20–21.)

Hartikainen & Lehtovaara (2024, 21) totesivat teoksessaan toteutuksen aikana tahtiaikataulu voivan alkaa "lipsumaan". Tällöin tehtäviä ei pystytä suorittamaan ajallaan ja vaikutus alkaa näkymään useille eri urakoitsijoille. Työtehtävät voivat toimia omina tahteinaan, mutta niitä ei ole yhteensovitettu kokonaisuuteen. Haasteita kohdatessa hankkeen osapuolilla on tärkeää olla yhteinen tilannekuva, jotta havaitut ongelmat ehditään korjaamaan ajoissa ilman vaikutusta muihin työvaiheisiin. Vaikka suurin työ tahtiaikataulun suunnittelusta tehdään hankkeen valmisteluvaiheessa, tulee toteutusvaiheessa panostaa aikataulun jatkuvaan kehitykseen, ja varata siihen tarvittavasti resursseja. Ongelmien ilmaantuessa on vaarana tahtiaikataulun toteuttamiseen väsyminen ja palaaminen vanhoihin toimintatapoihin. Tahtiaikataulun käyttö ei aina takaa nopeampaa läpivientiä ja suuria säästöjä, vaan sen integrointi osaksi organisaation toimintatapoja vie aikaa.

3.2 LEAN-ajattelumalli

Lean-ajattelutapa perustuu japanilaisen Toyotan autotuotannossa kehitettyyn TPS-malliin (Toyota Production System). Lean-ajattelumallissa keskitytään tuottamaan paremmin ja enemmän lisäarvoa asiakkaille (kuva 7; Törnroos julkaisuaika tuntematon). Lean-strategiassa pyritään asiakasarvon maksimointiin parantamalla jatkuvasti prosessien virtaustehokkuutta. Virtaustehokkuutta parannetaan hukkan minimoinnilla eli arvoa tuottamattomien resurssien leikkaamisella. (Lean Construction Institute Finland 2023.) Lean-sanana tulee englannin kielestä, se kuvastaa tapaa poistaa tuotannosta ylimääräinen "paino" eli toteuttaa hoikkaa (lean) tuotantoa. Lean-tuotanto tulkitaan usein vain tuotannon nopeuttamiseksi ja tehostamiseksi. Kuitenkin lean-filosofian tarkoituksena on myös luoda hyvinvointia niin asiakkailleen, yhteistyökumppaneilleen sekä ympäröivälle yhteiskunnalle. (RIL 276-2021 Lean rakentamisessa 2021, 18.)



KUVA 7. Lean-ajattelumallin periaatteet kuvaleike (RIL 276-2021 Lean rakentamisessa 2021)

Rakennusalalla lean tähtää kunnioituksen ja jatkuvan parantamiseen kulttuuriin, jolla pyritään arvontuontiin asiakkaalle ja vähentämään hukkaa. Lean rakennusalalla koostuu kuudesta pääperiaatteista: toiminnan virtaus, jatkuva parantaminen, hukan eliminointi, arvontuonti, kokonaisuuden optimointi ja ihmisten kunnioitus. Ihmisten kunnioitus toimii kaikkien muiden periaatteiden yhteen sitovana tekijänä. Rakennusalan leanin periaatteet ovat hyvin pitkälti yhtenevät yhteisten lean-periaatteiden kanssa. Tuotannon tehokkuutta kehittäessä tulee muistaa, että rakentamisessa työntekijät vaihtavat työskentelypaikkaa, teollisuudessa työntekijät ovat paikallaan ja tuotteet liikkuvat. Varsinkin ihmisten kunnioittaminen on tärkeää rakentamisen ollessa edelleen pitkälti käsityötä ja työmailla kohtaavat monenlaiset ammattikunnat. (RIL 276-2021 Lean rakentamisessa 2021, 35–36.)

3.3 Sopivuus erilaisiin hankkeisiin

Toistuvat tilat

Yleinen ajattelutapa rakennusalalla on, että tahtiaikataulu toimii vain toistuvissa tiloissa, kuten asunto- tai laivarakentamisessa. Kuitenkin huolellisella tahtisuunnittelulla luodaan mahdollisuus tahtiaikataulun onnistumiseen myös ei-toistuvissa tiloissa kuten sairaaloissa. Tahtiaikataulun on todettu toimivan myös toistuvan ja ei-toistuvan tilan välimuodoissa, hybridikohteissa. (Vison.fi 2023.)

Rakennuksen koostuessa pääosin selkeästi toistuvista tiloista esimerkiksi asunnoista, voidaan käyttää toistuvan tilan tahtisuunnittelua. Toistuvien tilojen ei tarvitse olla täysin samankokoisia, vaan olennaista on, että niissä suoritetaan suurin piirtein samoja työtehtäviä. Työtehtävien tulee toteutua pääosin samassa järjestyksessä tilasta toiseen. Toistuvat tilat tai niiden yhdistelmät luovat tahtialueet, joiden perusteella luodaan tahtiaikataulun tahtivaunut ja resurssien tasapainotus. Toistuvissakin tiloissa voi olla tiloja, joiden työvaiheet ovat erilaisia kuin muissa toistuvissa tiloissa. Esimerkiksi porashuoneessa tapahtuu erilaisia työvaiheita verrattuna asuinhuoneistoon. Nämä tilat tulee irrottaa

omaksi tahtijunaksi, joihin resursoidaan omat työryhmänsä tai tilat voivat toimia niin sanottuina varamestoina, joita työstetään, kun tahdin mukaiseen paikkaan ei päästä. (Hartikainen & Lehtovaara 2024, 35–37.)

Ei-toistuvat tilat

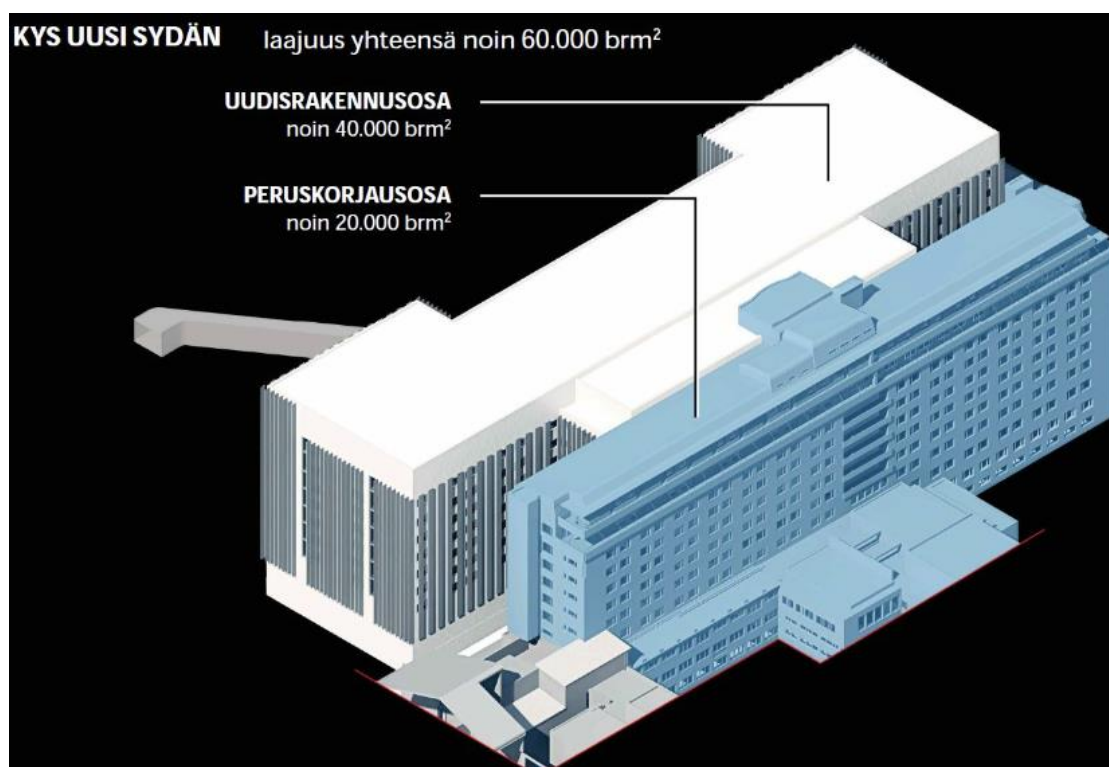
Mikäli tilajako ja yhtenäistä työtä sisältävät tilat eivät ole pääosin selkeästi toistuvia, tulee käyttää ei-toistuvan tilan tahtisuunnittelua. Ei-toistuvia tiloja voivat olla esimerkiksi monimutkaiset toimisto- ja sairaalahankkeet tai erilaiset megahankkeet. Ei-toistuvissa tiloissa aikataulusuunnittelu perustuu erilaisten työjonojen tunnistamiseen ja tasapainotukseen eri alueilla. Kun työjonot on määritetty selkeästi, voidaan tahtialueet jakaa niiden pohjalta. Ei-toistuvissa tiloissa suunnittelu tehdään päinvastoin kuin toistuvissa tiloissa. Ensin tulee tunnistaa työtehtävät ja niiden työkuormat, jotta voidaan luoda tahtialueet. Tahtisuunnitelman tasapainotus ja optimointi onkin usein haastavampaa ei-toistuvissa tiloissa kuin toistuvissa tiloissa. (Hartikainen & Lehtovaara 2024 37–39.)

Hybridikohteet

Hankkeen tahtisuunnittelu voidaan yleensä tehdä joko toistuvan tilan tai ei-toistuvan tilan periaatteita noudattaen. On kuitenkin olemassa kohteita, jotka sijoittuvat näiden muotojen välimaastoon. Hybridikohteissa hyödynnetään sekä toistuvan tilan ja ei-toistuvan tilan periaatteita. Aluksi hybridikohteessa tulee tunnistaa ja erottaa toistuvat ja ei-toistuvat tilat toisistaan. Tämän jälkeen tilojen tahtisuunnittelu tehdään erillisinä kokonaisuuksina, jotka lopuksi yhteensovitetaan keskenään. Hybridikohteille tahtiaikataulun tyyppillinen muodostuminen koostuu siis useista tahtijunista, jotka on suunniteltu toistuvan ja ei-toistuvan tilan periaatteiden mukaisesti. Hybridikohteita voivat olla esimerkiksi kauppakeskukset, toimistot ja teollisuushankkeet. (Hartikainen & Lehtovaara 2024, 40.)

4 KYS UUSI SYDÄN

KYS UUSI SYDÄN on Kuopion yliopistollisen sairaalan peruskorjaus- ja laajennusprojekti. Hanke sisältää uuden sairaalatornin rakentamisen sekä pääsairaalan vuodeosastotornin peruskorjauksen vaiheittain vuosina 2018–2027. Hankkeen peruskorjattava osuus on laajuudeltaan noin 20 000 brm² ja uudisrakennusosa noin 40 000 brm² (kuva 8). Projektin kustannusarvio on 198,5 miljoonaa euroa. (Pohjois-Savon hyvinvointialue julkaisuaika tuntematon a.) KYS UUSI SYDÄN -hankkeen urakkamuotona toimii allianssi. Rakennuttajana toimii Pohjois-Savon hyvinvointialue ja pääurakoitsijana Rakennusliike Lapti Oy. Allianssin muita toteutusosapuolia ovat Are Oy, Caverion Oy sekä Siemens Osakeyhtiö. (Rakennusliike Lapti 2023 b.)

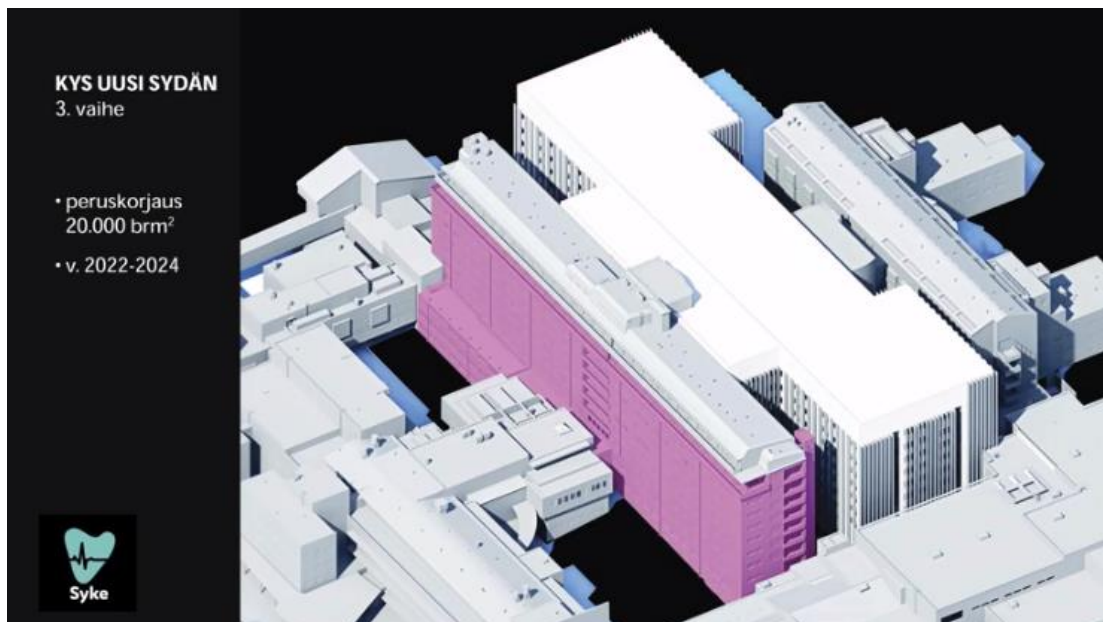


KUVA 8. Pohjois-Savon hyvinvointialueen verkkosivulta KYS UUSI SYDÄN hanke-esittely kuvaleike (Pohjois-Savon hyvinvointialue julkaisuaika tuntematon)

Rakennushankkeen taustalla on vuonna 1959 valmistuneen pääsairaalan laajamittainen peruskorjaustarve sekä vuonna 1985 valmistuneessa vuodeosastotornissa laajoista korjaustoimenpiteistä huolimatta esiintyneet sisäilmaongelmat. Lisäksi sairaalan osastot ja potilashuoneet eivät vastanneet nykyaikaisen sairaalan vaatimuksia. Hankkeen tavoitteena on muun muassa toteuttaa maakunta- ja sote-uudistuksen linjauksia. Tiloissa tulee hyödyntää nykYTEknologiaa sekä kehittää älykästä, potilaslähtöisempää ja turvallisempaa hoitoa. (Pohjois-Savon hyvinvointialue julkaisuaika tuntematon a.) KYS UUSI SYDÄN -hankkeen rakennustyöt alkoivat 2018 1C1 -vaiheen uudisrakennuksella, joka valmistui 1/2020. Seuraava 1C2-vaiheen, uudisrakennus aloitettiin heti 1C1-vaiheen valmistumisen jälkeen ja se valmistui 2/2023. (Pohjois-Savon hyvinvointialue julkaisuaika tuntematon b.)

Opinnäytetyön tekohetkellä käynnissä oli opinnäytetyön kohde työmaa, 1C3-vaihe. 1C3-vaihe käynnistyi huhtikuussa 2023 kestäen syksyyn 2025. 1C3-vaiheessa peruskorjataan vuonna 1959

valmistunut 10-kerroksinen vuodeosastotorni. Peruskorjauksen laajuus on noin 20 000 brm². Peruskorjaukseen kuuluu muun muassa laajoja purkutöitä sekä rakennuksen rungon vahvistamista. Peruskorjauksen jälkeen vuodeosaston tiloissa tulee toimimaan poliklinikka- ja vuodeosastotilojen lisäksi neuvottelu-, opetus- ja meetingtiloja sekä huolto-, logistiikka ja teknisiä tiloja. (Rakennusliike Lapti 2023 b.)



KUVA 9. Kuvaleike Pohjois-Savon hyvinvointialueen verkkosivulta KYS UUSI SYDÄN aikataulu ja vaiheistus. (Pohjois-Savon hyvinvointialue julkaisuaika tuntematon)

5 TYÖSKENTELYMENETELMÄT

Opinnäytetyössä tavoitteena oli tutkia ketteriä päivittäisiä aikataulujohtamisen menetelmiä tahtiaikataulun muodossa KYS UUSI SYDÄN 1C3-vaiheeseen (jatkossa 1C3-vaihe). Työn keskeisenä tavoitteena oli selvittää voiko tahtiaikataulua hyödyntää käytännössä 1C3-vaiheessa. Opinnäytetyön tiedonkeruumenetelminä toimivat avoimet haastattelut. Tukena haastatteluissa olivat ennakkoon laaditut kysymyslistat.

Työssä toteutettiin laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa keskitytään todellisen elämän kuvaamiseen. Laadullisen aineiston kokoamisen ja kokoamisen avulla pyritään ymmärtämään päivittäisiä toimintatapoja. Tutkimusaineiston käsittely perustuu loogiseen päättelyyn ja tulkintaan, jolloin hajanaisesta aineistosta luodaan selkeä ja mielekäs kokonaisuus. (Oikarinen julkaisuaika tuntematon.) Kvalitatiivisen tutkimuksen tiedonkeruumenetelminä voidaan käyttää esimerkiksi osallistuvaa havainnointia ja avoimia haastatteluja. Kvalitatiivisen tutkimuksen haastattelun etuna on haastattelutilanteen joustavuus. Haastattelija pystyy tarvittaessa esimerkiksi toistamaan kysymyksen ja käymään keskustelua haastateltavan kanssa. Tätä ei ole mahdollista esimerkiksi lomakekyselyssä. Ennakkoon laadittujen kysymysten lisäksi haastattelija pystyy reagoimaan haastateltavan vastauksiin ja esittämään jatkokysymyksiä, joka edesauttaa saamaan laajasti tietoa halutusta aiheesta. (Sarajärvi & Tuomi 2018, luku 3.1.)

Haastattelut aikataulutettiin siten, että ensin tutustuttiin aiheesta löytyvään teoriaan muun muassa keskusteluihin kokeneen konsultin kanssa. Seuraavaksi toteutettiin lähtötilanteen kartoitus 1C3-työmaalla, jonka perusteella mietittiin mitä kaikkea lisätietoa työmaavierailuilta tarvittaisiin. Kun oli selvillä mitä lisätietoa vierailuista tarvitaan, valmisteltiin kysymyslista ensimmäiselle työmaavierailulle. Toiselle työmaavierailulle kysymyslistaa muokattiin hieman ensimmäisen vierailun listaan verrattuna paremmin kyseiseen kohteeseen sopivaksi, kysymysten rungon pysyessä kuitenkin samana. Vierailuiden jälkeen vierailujen tulokset esiteltiin samoille 1C3-vaiheen urakoitsijoille, joiden kanssa tehtiin lähtötilanteen kartoitus.

Haastattelut nauhoitettiin puhelimen ääninauhurilla. Tiivistys haastattelujen sisällöstä kirjoitettiin puhtaaksi tietokoneelle ja samalla vastaukset anonymisoitiin eli vastauksista poistettiin kaikki haastateltaviin henkilöihin viittaavat suorat tunnisteet. Tällöin henkilöä ei voida tunnistaa vastauksien perusteella. Haastattelun aiheina ei ollut arkaluontoisia yritysten tietosuojan piiriin kuuluvia asioita, vaan haastattelut keskittyivät päivittäisiin toimintatapoihin. Haastattelujen anonymisyys koettiin edesauttavan avoimempia vastauksia. Haastattelujen järjestäminen onnistui helposti, kun haastateltavat tiesivät vastausten olevan nimettömiä ja edesauttavan opinnäytetyöprosessia.

Haastatteluja suoritettiin 1C3-vaiheen lähtökohtien selvittämistä varten useille eri urakoitsijoille, jotta työmaan alkutilanteesta ja kokemuksista tahtiaikataulun käytöstä saataisiin selkeä kuva. Referenssi-kohteiden tutkimusta lähdettiin toteuttamaan tapaustutkimusten avulla, joissa kvalitatiivisesti tutkittiin kahden muun sairaalatyömaan käytännön kokemuksia tahtiaikataulun käytöstä. Ennen vierailuita haastateltaville lähetettiin tutustuttavaksi kysymyslista sekä tietosuojaseloste. Tällä tavoin varmistut-

tiin haastattelujen eettisyydestä, kun haastateltavat pääsivät tutustumaan haastattelun sisältöön ennakoon. Heillä oli mahdollisuus mainita, mikäli he eivät olisi pystyneet vastaamaan tiettyihin kysymyksiin, tätä ei kuitenkaan tapahtunut. Kasvoittain tapahtuva avoimien haastattelujen käyttö koettiin käytännöllisimmäksi keinoksi kerätä kokemusperäistä tietoa konkreettisista toimintatavoista tahtiaikataulun käytön osalta, verrattuna esimerkiksi lomakekyselyyn. Tällöin kokemustenjakaminen olisi ollut todennäköisesti suppeampaa.

Opinnäytetyössä tehtiin myös toiminnallinen osuus. Toiminnallisen osuuden tavoitteena oli laatia tiivistetty muistilista (liite 1), tahtiaikataulun mahdollisen käyttöönoton tueksi. Muistilistan tuli olla yksinkertainen ja helposti ymmärrettävä, jotta mahdollisessa käyttöönotossa sen soveltaminen onnistuisi. Muistilistan tavoitteena oli olla sellainen, että tahtiaikataulusta tietämätön osaisi aloittaa toteuttamaan listan vaiheita ilman suurempaa selvitystyötä. Muistilistan laadinnassa hyödynnettiin niin kirjallisen teorian lähteiden havaintoja kuin haastatteluissa ilmi nousseita asioita.

6 ALKUTILANTEEN KARTOITUS JA TYÖMAAVIERAILUT

Lähtötilanteen kartoitus aloitettiin keskustelemalla 1C3-vaiheen urakoitsijoiden työnjohtajien kanssa heidän lähtökohdistaan sekä ennakkoajatuksesta tahtiaikatauluun liittyen. Keskusteluihin osallistui seitsemän eri työnjohtajaa. Keskusteluissa kävi ilmi, ettei työnjohtajilla ollut omakohtaista kokemusta tahtiaikataulun konkreettisesta käytöstä. Kuitenkin koettiin, että tietynlaista tahditusta työvaiheiden välillä tehdään jatkuvasti, vaikkei se visuaalisuudeltaan vastaakaan esimerkiksi porrassvinjettiä. Kyseisellä tahdituksella on saatu tuotannolle ainakin hetkellistä jouhevuutta sekä pieniä ajallisia säästöjä.

Riskeinä tahtiaikataulun toteutukselle koettiin kapasiteettipuskureiden toimivuus muuttuvassa sairaalaympäristössä, jossa muutoksia tulee nopealla aikataululla. Myös allianssi urakkamuodon päätöksenteon kankeus poikkeustilanteissa uskottiin vaikuttavan tahtijunien etenemisnopeuteen. Aliurakoitsijoiden sitouttaminen tahtiaikataulun tahtiin ajateltiin olevan haastavaa, sillä iso osa aliurakoitsijasopimuksista oli jo allekirjoitettu ilman tahtiaikataulun toteutuksen vaatimusta. Päivittäisjohtamisen tahtiaikataulupalaverit olivat keskustelun aiheena työnjohdon resurssien riittävyden ja toteuman seurannan osalta.

Tahtiaikataulun tuominen hankkeen jo käynnissä olleeseen sisävalmistusvaiheeseen herätti epäilyksiä, sillä sen valmisteluun tiedostettiin menevän aikaa ja resursseja, varsinkin kun kokemusta aiheesta ei ollut. Pienestä muutosvastarinnan havaitsemisesta huolimatta, esimerkiksi osittainen tahtiaikataulu kokeilu rajattuna erikseen määriteltäviin työvaiheisiin ja tahtialueisiin nähtiin mahdollisena.

Tutkimuksen teon aikana 1C3-vaiheessa käytettiin yleisaikataulun aikataulumuotona paikka-aikakaaviota. Yleisaikataulu oli pilkottu lohkoaikatauluihin, joissa kyseiset lohkot olivat aikataulutettu joko jana-aikataululla tai paikka-aikakaaviolla yleisaikataulun mukaisesti. Lohkoaikataulujen etenemistä seurattiin kerran viikossa lohkoaikataulujen yhteensovituspalavereissa. Muita viikoittain tapahtuvia tuotannon aikataulupalavereita olivat urakoitsijapalaveri, Laptin työnjohdon aikataulupalaveri sekä talotekniikan yhteensovituspalaveri. Lisäksi suunnittelun ja tuotannon yhteensovitusta seurataan viikoittain Last Planner -työpajoissa.

1C3-vaiheessa on toistuvia vuodeosastotiloja sekä ei-toistuvia tiloja kuten meeting- ja opetustiloja, jotka tekevät 1C3-vaiheesta Hartikaisen & Lehtovaaran (2024) teoksen mukaan tahtisuunnittelun näkökulmasta hybridikohteen.

Työmaavierailut toteutettiin kahdella samantyyppisellä työmaalla kuin 1C3-vaihe. Avoimiin haastatteluihin osallistui kullakin työmaalla yksi tahtiaikatauluun syventynyt henkilö. Tutkimuksessa vastaajiin viitataan seuraavasti: Vastaaja 1 ja Vastaaja 2.

Vierailu 1

Tahtiaikataulun käyttövaade tuli Vastaajalle 1 tilaajalta jo kilpailutusvaiheessa. Urakoitsijalla ei ollut aiempaa kokemusta tahtiaikataulun käytöstä ja hankkeen alkuvaiheessa konsultit olivat tukemassa tahtiaikataulun suunnittelua ja käyttöönottoa. Vastaajan 1 mukaan he eivät myöskään tutustuneet toisiin tahtiaikataulukohteisiin. Ennakkoajatukset tahtiaikataulun suhteen olivat olleet skeptisiä, sen

toimivuuden ja tuomien etujen suhteen. Tahtiaikataulun soveltaminen oli alkanut sisävalmistusvaiheen väliseinätoista, edeten siitä hankkeen loppuun saakka. Hanke koostui pääosin toistuvista vuodeosastoista sekä ei-toistuvista hoitotiloista eli hanke oli hybridikohde.

Vastaajan 1 työmaalla käytettiin 2,5 päivän tahtiaikaa. He olivat kokeneet sen toimivaksi, sillä viikon syklissä käytäisiin läpi kaksi tahtia. Tilojen ollessa ei-toistuvia 2,5 päivän tahtiaika oli todettu käytännölliseksi, sillä yhden päivän tahtiaika olisi ollut liian häiriöherkkä, varsinkin kun tahtiaikataulun toteutuksesta ei ollut aiempaa kokemusta. Mikäli oli näyttänyt siltä, että työvaihetta ei olisi saatu valmiiksi tahtiajan puitteissa oli viivästystä paikattu joko seuraavan tahtivaunun sisällä tai työskentelemällä lauantaisin. Suunnitellussa 2,5 päivän tahdissa oli pysytty kuitenkin hyvin ja lauantaisin työskentely oli ollut harvinaista.

Työnjohtajille tahtiaikataulun käyttö oli tuonut enemmän yksittäisten tehtävien tarkastelua, verrattuna muihin aikataulumuotoihin, joissa seurataan suurempia kokonaisuuksia. Työnjohtajien päivittäisen työkuorman ei koettu kuitenkaan kasvaneen, sillä toteutuksen aikana seurattiin suunnitteluvaiheessa tehtyä tahtiaikataulua. Tahtiaikatauluun tehtiin hankkeen aikana pieniä muutoksia, mutta pääosin rakennustöiden aikana kerättiin laadukkaan suunnittelutyön hedelmät.

Töiden etenemistä seurattiin päivittäin ja töiden etenemää seurattiin tahtipalavereissa kaksi kertaa viikossa. Tahtipalaverit toteutettiin tahtipalaverihin varatussa erillisessä merikontissa. "Tahtikontin" käyttö oli osoittautunut toimivaksi, sillä siellä ei ollut ylimääräisiä häiriötekijöitä, jolloin kontissa pystyttiin keskittymään täysin tahtipalaveriin. Palaverien vetovastuu oli työryhmien johtajilla ja niihin osallistui myös urakoitsijoiden työnjohtajat sekä pääurakoitsijan työmaainsinööri ja työnjohtajat. Työryhmien johtajat esittelivät sähköisesti töiden todellista etenemää ja sitä verrattiin tulosteena seinällä olleeseen tahtiaikatauluun. Mikäli töissä oli poikkeamia, ne ratkottiin tahtipalavereissa. Hankkeen tahtiaikataulu oli luotu Mestamaster-ohjelmiston avulla, joka mahdollistaa muun muassa ajan- tasaisen aikataulun seurannan.

Mestamaster oli valikoitunut tahtiaikataulun toteuttamislustaksi, koska se on yksinkertainen ja helppo kouluttaa isollekin joukolle. Esimerkiksi urakoitsijoiden nokkamiehet pystyivät kuitaamaan etenemänsä Mestamasterin puhelinsovelluksessa, jonka jälkeen etenemä päivittyi automaattisesti hankkeen kaikille osapuolille. Tämä helpotti merkittävästi pääurakoitsijan aikataulunseurantaa, kun etenemiä ei tarvinnut syöttää manuaalisesti aikatauluohjelmaan. Vastaaja 1 painotti kuitenkin huolellisuutta etenemien merkitsemisen kanssa, sekä Mestamasteriin syötettyjen etenemien säännöllistä vertaamista työmaan todelliseen tilanteeseen. Urakoitsijoiden sitouttaminen tahtiaikataulun toteuttamiseen oli onnistunut hyvin, sillä tahtiaikataulun noudattaminen oli määritetty jo sopimusasiakirjoissa.

Tahtialueiden määrittelyssä keskeisinä asioina koettiin talotekniikan kuilujen palvelualueet, kun tahtialueet on jaettu lähes talotekniikan palvelualueiden mukaisesti, saatiin luotua edellytykset tilojen valmistumiseen tahtiajanpuitteissa niin rakennus- kuin taloteknisestikin. Tahtialueet olivat noin 100 brm² kokoisia ja niitä oli kerroksessaan yhdeksän kappaletta. Työmaalla oli varamestoja eli alueita, joissa työtä tehdään mikäli, tahtiaikataulun mukaiseen tilaan ei päästäisi työskentelemään. Varamestaksi oli valikoitunut muun muassa kellarin talotekniset tilat, niiden haastavan työmenekin arvioinnin

takia. Työmaan ja toimivan sairaalan väliin jäi häntäkohtia eli alueita, joita ei saatu kerralla valmiiksi esimerkiksi johtuen sairaalatoiminnoista. Häntäkohdat tuli hoitaa myöhemmin ja resurssin hypyytys häntäkohtiin oli huomioitu tahtiaikataulun suunnittelun vaiheessa.

Haastavaksi aikataulutettavaksi hankkeessa todettiin talotekniikan työt. Talotekniikan työvaiheiden työmenekin arviointi oli ollut haasteellista ja sitä oli jouduttu paikkaamaan resurssien määrän lisäyksellä. Suunnitelmien valmiutta painotettiin erittäin tärkeänä. Vastaajan 1 mukaan suunnitelmien ollessa keskeneräiset tai mikäli niihin tuli äkillisiä muutoksia, tahtiajassa pysyminen oli epätodennäköistä. Hankkeen aikatauluun oli lisätty erillisiä puskurijaksosia, esimerkiksi kesälomakauden ajaksi. Tälle ajalle ei ollut aikataulutettu mitään työvaiheita, joten silloin oli aikaa kiriä viivästyksiä kiinni.

Onnistuneen kokonaisuuden perustana pidettiin eri urakoitsijoiden työnjohtajien osallistumista tahtiaikataulun suunnitteluun jo aikaisessa vaiheessa, jotta heidän kädenjälkensä näkyy aikataulussa. Tällöin työnjohtajilla oli selkeästi tiedossa millä perusteilla työmenekit on määritelty ja mitä kussakin aikataulun vaiheessa tulee tehdä. Kokonaisuutena hanke onnistui ennakkotilanteeseen nähden hyvin. Vastaaja 1 koki tahtiaikataulun käytön positiivisena yllätyksenä. Käytetyt toimintamallit olivat oikeat kyseiseen hankkeeseen, eikä hän tekisi isossa kuvassa mitään toisin. Tahtiaikataulu koettiin aikataulumenetelmänä, jonka käyttö kasvaa tulevaisuudessa. Tarkemman suunnittelun ja seurannan avulla häiriöt tulevat aiemmin ilmi kuin muissa aikataulumuodoissa. Tämä helpottaa päivittäistä työmaanjohtamista, kun kaikille on selkeää missä ja mitä kulloinkin tulisi olla tekemässä.

Vierailu 2

Vastaajan 2 työmaalla päädyttiin käyttämään tahtiaikataulua tilaajan aloitteesta. Tilaaja ei ollut suoranaisesti määrittänyt tahtiaikataulun käyttöä kilpailutusvaiheessa, mutta oli vahvasti mukana sen tuomisessa hankkeeseen muun muassa järjestämällä tahtituotanto työpajoja urakoitsijoille. Vastaajan 2 työmaan organisaatiolla ei ollut aiempaa kokemusta tahtiaikataulun käytöstä. He olivat kuitenkin käyneet tutustumassa toiseen samantyyppiseen kohteeseen, jossa käytettiin tahtiaikataulua. Konsultit olivat auttaneet alkuvaiheessa tahtiaikataulun toimeenpanossa. Konsulttien apu koettiin tärkeäksi, sillä ilman heitä aikataulupohjan teko olisi ollut vaikeaa. Tahtiaikataulua sovellettiin kokohankkeen ajan, maarakennusvaiheesta aina luovutukseen saakka. Hanke koostui toistuvista potilas-huoneista sekä ei-toistuvista kuumen sairaalan hoitotiloista kuten leikkaus- ja teho-osastoista. Hanke oli siis tahtisuunnittelun näkökulmasta hybridikohde.

Vastaajan 2 työmaalla käytettiin vaihtelevia tahtiaikoja. Runkovaiheessa tahtiaikana toimi yksi päivä. Runkovaiheen tahditus onnistui hyvin ja päivän tahtiaika toimi läpi runkovaiheen. Sisävalmistusvaihe aloitettiin päivän tahdilla. Työvaiheissa esiintyneiden viivästysten vuoksi tahtiaikaa vaihdeltiin hankkeen aikana, jotta työvaiheet saataisiin suoritettua tahtiajan sisällä. Aikatauluttamisen haasteet ilmenivät varsinkin talotekniikan työvaiheissa. Niiden työmenekkien arviointi oli osoittautunut vaativaksi, joka ilmeni tahtijunien liikkeen hidastumisena.

Työnjohtajien päivittäinen työskentely todettiin erilaiseksi verrattuna perinteisempiin aikataulumuotoihin. Myös Vastaajan 2 työmaalla tahtiaikataulu oli tuonut työnjohtajien arkeen enemmän perehtymistä aikataulun rakenteeseen ja sen vaiheisiin. Tahtiaikataulun seuranta ei ollut monimutkaista vaan siitä nähtiin selkeästi mitä tulee olla tehtynä ja mikä on seuraava työvaihe. Kuten Vastaaja 1

myös Vastaaja 2 totesi tahtiaikataulun varsinaisen työn tapahtuvan ennakkoon ja rakentamisen aikana seurattiin tehtyä suunnitelmaa.

Tahtiaikataulun tahtipalaverien määrä oli Vastaaja 2 mukaan vaihdellut hankkeen aikana. Hankkeen alussa lyhyitä tahtipalavereita oli joka aamu. Projektin edetessä aamun tahtipalaverien määrä oli laskenut kolmeen kertaan viikossa. Lisäksi kerran viikossa Vastaaja 2 järjesti pidemmät tahtipalaverit jokaisen vaunuvastaavan kanssa, joissa parannettiin tilannekuvaa ja käytiin aikataulua syvällisemmin läpi. Tahtipalavereita pidettiin suuressa avoimessa tilassa, jossa tahtiaikataulu oli tulosteena havainnollistamassa tavoite etenemää. Tahtipalaveriä osallistui työryhmien johtajat, projektipäälliköt sekä työnjohtajat. Toisin kuin Vastaajan 1 palavereissa Vastaajan 2 palavereissa työryhmien johtajat eivät esitelleet reaaliaikaista etenemistä sähköisesti vaan he osoittivat sen suoraan tulostetulle tahtiaikataulupohjalle, josta samalla nähtiin etenemistä verrattuna tavoitteeseen. Tahtipalaverien jälkeen Vastaaja 2 koosti tiedot ajantasaiseen Excel-tiedostoon. Menetelmää käytettiin sen yksinkertaisuuden takia, jolloin esimerkiksi työryhmien johtajille ei tarvinnut kouluttaa uuden ohjelmiston käyttöä. Samoin kuin Vastaaja 1 hankkeessa myös Vastaaja 2 työmaalla eri urakoitsijat oli sitoutettu yhteiseen tahtiin jo sopimusten laatimisvaiheessa.

Tahtialueidenjakoon Vastaaja 2 ei ollut täysin tyytyväinen. Hänen mukaansa tekniikkakuulut olisi pitänyt ottaa omaksi tahtialueekseen, jotta runkolinjojen sijainti olisi saatu tietoon ajoissa. Tämä oli johtanut osaltaan suunnitelmien viivästyksiin, joka taas vaikutti rakennustöiden etenemään. Vastaajan 2 hankkeessa potilashuoneissa oli 18 tahtialuetta ja kuumen sairaalan tiloissa 32 tahtialuetta. Tahtialueet olivat noin 170 brm² kokoisia.

Kokonaisuutena tahtiaikataulun käyttö antoi Vastaajan 2 mielestä hyvää kokemusta kyseisestä aikataulumuodosta toteuttavalle organisaatiolle, vaikkei siitä saatu kaikkia mahdollisia hyötyjä irti. Tärkeänä koettiin aikataulun linkittäminen tarkasti lähtötietojen vaatimuksiin, sillä mikäli sitä ei tehtäisi kunnolla ei aikataulusta saataisi kaikkea mahdollista hyötyä irti. Työkuormien laskenta ja laskuihin luottaminen oli Vastaaja 2 mukaan keskeinen osa tahtiaikataulun onnistumista. Esimerkkinä hän kertoi, kuinka urakoitsija tuli suorittamaan työvaihetta yhdellä työryhmällä, vaikka työvaiheeseen oli laskettu tarvittavan kaksi työryhmää. Urakoitsijan jäädessä aikataulusta jälkeen jo ensimmäisten päivien työskentelyn aikana. Vastaaja 2 totesi, kuinka aikataulun seurantaan ja raportointiin olisi pitänyt sopia eräänlainen "häätäseispainike". Tämä olisi keskeyttänyt reilusti myöhästyneet työvaiheet, jonka jälkeen olisi tullut miettiä järkevämpi jatkamistapa, eikä jatkaa töitä väkisin eteenpäin, myöhästy-mällä vain entistä enemmän.

7 TULOKSET JA YHTEENVETO

Haastattelujen vastaukset vastasivat paljon toisiaan, sekä linkittyivät johdonmukaisesti teoriaan. Tällöin voidaan todeta, että vastaukset mukailevat yleisiä hyväksi todettuja toimintatapoja muun muassa tahtiaikataulun suunnittelun osalta. Tahtiaikataulun suunnitteluun tulee varata riittävästi aikaa, sekä käyttää tarvittaessa konsulttien apua hankkeen alkuvaiheessa. Varsinkin, mikäli työkohteen organisaatiolla ei ole kokemusta tahtiaikataulun suunnittelusta. Tällä varmistutaan siitä, ettei suunnittelu ole puutteellista ja kaikki olennainen on huomioitu. Suunnittelutyö tulee aloittaa hyvissä ajoin ennen rakennusteknisten töiden aloitusta, jolloin suunnitteluun voidaan todella panostaa. Mikäli suunnittelu aloitettaisiin töiden ollessa käynnissä, on se paljon haastavampaa ja vaatii entistä enemmän resursseja. Varmistuakseen kaikkien osapuolten sitoutumisesta tavoitteellisen tahtiaikataulun toteutukseen, tulee tahtiaikataulun tahtijat ja muut tärkeät seikat sisällyttää sopimusasiakirjoihin.

Tahtiaikataulu koettiin aikataulumuotona siinä missä muutkin aikataulumuodot, eikä sitä pidetty ”rakettitieteenä”. Tahtiaikataulun ollessa suhteellisen uusi rakennusalalla muutosvistarinnan havaittiin rajoittavan sen onnistumisedellytystä. Vastoinkäymisten tullessa vastaan on mahdollisuus palata pienellä kynnyksellä vanhoihin aikataulumuotoihin eikä osata hahmottaa isoa kuvaa. Mikäli tahtiaikataulu ei toisikaan suuria ajallisia säästöjä tai tuotannon jouhevuutta tulee sen käyttäminen ottaa arvokkaana kokemuksena, jolloin tehdyt virheet voidaan korjata tulevissa projekteissa.

Tahtiaikataulun soveltaminen 1C3 -hankkeessa

Tahtiaikataulun tuominen käynnissä olleeseen 1C3-vaiheeseen olisi ollut haastavaa, mutta kuitenkin mahdollista. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda pohja tahtiaikataulun kokeilulle sisävalmistusvaiheessa, mutta työn edetessä siitä luovuttiin. Urakoitsijat totesivat tahtiaikataulun tuomisen sisävalmistusvaiheeseen olevan liian haastavaa ja mahdollisesti vain sekoittavan enemmän jo rutinoituneita toimintatapoja. Urakoitsijat olivat kuitenkin avoimia tahtiaikataulu kokeilulle hankkeen viimeistelyvaiheen aikataulussa, jolloin pohjatyötä saisi tehdä rauhassa eikä aikataulun teolla olisi niin kiire kuin sisävalmistusvaiheeseen olisi ollut. Mikäli tahtiaikataulu olisi haluttu tuoda jo hankkeen sisävalmistusvaiheeseen olisi projektissa tarvittu ulkoisen konsultin apua, jotta tahtiaikataulun suunnitteluun olisi ollut käytössä tarvittava määrä resursseja ja osaamista.

Onnistuakseen tahtiaikataulun käyttöönotossa viimeistelyvaiheen aikataulussa tulee sen valmistelut hankkeessa aloittaa ajoissa ennen viimeistelyvaiheen työvaiheiden alkua. Tahtiaikataulukokeilun tulee olla kaikille hankkeen osapuolille avoin ja sen kokeilusta tulee kertoa hyvissä ajoin, jolloin viimeistelyvaiheeseen valittavien työvaiheiden työnjohtajat pääsevät osallistumaan suunnitteluun. Tämä vähentää muutosvistarintaa, kun aikataulussa näkyy työnjohtajien oma kädenjälki ja heillä on selkeäkuva mitä kussakin aikataulun vaiheessa on mietitty.

Konsulttien hyödyntäminen ei ole välttämätöntä, mikäli pääurakoitsijan toimihenkilöistä nimetään tahtiaikatauluvastaava, joka perehtyy aiheeseen syvällisemmin kuin muut ja toimii muun muassa tahtipalaverien järjestäjänä. Tahtipalavereita ei tarvitse pitää joka päivä vaan esimerkiksi 1C3-vaiheessa 2,5 päivän tahtiaika ja 2,5 päivän välein olevat tahtipalaverit tahdittaisivat etenemää selkeästi. Tahtiaikatauluvastaavan tulee keskittyä lähes pelkästään tahtiaikataulun hoitamiseen ja seuran-

taan. Varsinkin tahtiaikataulun suunnitteluprosessi tulee viemään aikaa, jolloin voi olla käytännöllisempää hyödyntää konsulttien apua. Konsultit tuovat mukanaan paljon tietoteknistä osaamista, joiden heistä on suuri apu muun muassa porrasvinjetin laatimisessa. Hyödyntämällä tahtiaikataulutukseen soveltuvaa ohjelmistoa esimerkiksi Mestamasteria on tahtiaikatauluvastaavalla mahdollisuus onnistua aikataulun suunnittelussa myös ilman konsulttien apua. Kuitenkin tahtiaikataulunvastaavan tulee tehdä läheistä yhteistyötä muiden urakoitsijoiden työnjohtajien kanssa muun muassa työmenekien arviointien osalta. Päivittäispalavereja tukemaan kannattaa valita ohjelmisto, joka havainnollistaa töiden etenemää reaaliajassa, Mestamaster toimii hyvin tässäkin asiassa, sillä Mestamasteriin syötetty etenemä päivittyy automaattisesti kaikille hankkeen osapuolille. Töiden etenemien päivittyminen reaaliajassa vähentää tahtiaikatauluvastaavan työtä, kun hänen ei tarvitse syöttää eri urakoitsijoiden etenemiä manuaalisesti käytössä olevaan aikatauluohjelmaan.

Opinnäytetyössä laadittu muistilista avaa tahtiaikataulun suunnittelua ja mitä kussakin vaiheessa tulisi huomioida. Vaikkei tahtiaikataulu kokeilua toteutettukaan sisävalmistusvaiheessa voidaan 1C3-vaiheen aikana suorittaa tahtiaikataulun kokeilu rajatussa koossa. Viimeistelyaikataulun luominen tahtiaikataulua avuksi käyttäen toisi hankkeen osapuolille arvokasta kokemusta kyseisestä aikataulumenetelmästä. Kokemusta pystytään hyödyntämään tulevilla projekteilla, vaikkei tahtiaikataulu toisikaan 1C3-vaiheeseen aikataulullista tai taloudellista hyötyä.

8 POHDINTA

Ennen opinnäytetyöprosessin alkua minulla ei ollut ollenkaan kokemusta tahtiaikataulusta eikä siihen liittyvistä työskentelymenetelmistä. Oli mielenkiintoista saada aiheeksi rakennusalalla yleistyvä aika-
taulutuksen menetelmä, jota ei myöskään vielä opetettu koulun kursseilla. Opinnäytetyön teoria-aineis-
ton tiedon hankkimistapojen valinta osoittautui onnistuneeksi, sillä sain näkemystä niin kirjallisuus-
desta kuin myös konkreettisilta työmailta. Pääsin keskustelemaan useiden henkilöiden kanssa, joilla
oli käytännön kokemusta tahtiaikataulusta sekä löysin useita ajantasaisia kirjallisuusteoksia. Tietoa
löytyi melko helposti ja käsitys siitä mitä tahtiaikataulu oikein on, alkoi muodostua nopeasti. Kaikki,
joiden kanssa keskustelin työni teon aikana, suhtautuivat kysymyksiini avoimesti ja ottivat minut hy-
vin vastaan, joka edesauttoi saamaan selkeää käsitystä tahtiaikataulun käytön käytännön menetel-
mistä. Kirjallisuuden ja työmaiden toimintatapojen välillä oli selkeä yhteys, joka vahvisti kirjallisuus-
lähteiden luotettavuutta.

Tutkimusosuuden toteuttaminen oli vahvan teoriapohjan ansiosta sujuvaa ja selkeää. Vaikkei minulla
ollut mitään kokemusta tahtiaikataulusta opinnäytetyöprosessin alussa, minulla oli teoriaosuuden
jälkeen hyvä pohja lähteä toimimaan haastattelijana vierailukohteisiin. Ymmärrykseni tahtiaikataulun
käyttöön ja konkreettisiin asioihin, jotka vaikuttavat siihen syventyi läpi tutkimusprosessin. Erityisenä
onnistumisena pidän 1C3-vaiheeseen kohdennettua muistilistaa, jossa on listattu asiat mitkä tulisi
muistaa tahtiaikataulun suunnittelussa.

Kokonaisuutena opinnäytetyöprosessi toteutui onnistuneesti työsuunnitelman mukaisesti, vaikka
työn sisältöön tuli pieniä muutoksia työn edetessä, lopputuloksen sopiessa paremmin toimeksianta-
jan kohteeseen. Tämän opinnäytetyön jälkeen koen, että minulla on vahva pohja tahtiaikataulun
päivittäiseen käyttöön ja pidän opinnäytetyöprosessin aikana tulleita oppeja tärkeänä kokemuksena
tulevaa tyouraa ajatellen. Aiheesta voitaisiin suorittaa jatkotutkimusta. Lisätutkimusta voitaisiin suo-
rittaa muistilistan perusteella luodusta tahtiaikataulusta ja miten se konkreettisesti toimisi 1C3-vai-
heessa tai 1C3-vaiheen kaltaisessa hankkeessa.

LÄHTEET

- Fira julkaisuaika tuntematon. Tahtituotanto rakentamisessa. Verkojulkaisu. <https://fira.fi/palvelut/rakentaminen/tahtituotanto/>. Viitattu 30.1.2024.
- Hartikainen, Unto & Lehtovaara, Joonas 2024. Tahtituotanto opas 2/2024. Julkaistu 2.1.2024. Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry. <https://www.ril.fi/kirjakauppa/erikoisjulkaisut/tahtituotanto-p-853.html>. Viitattu 14.1.2024.
- Hartikainen, Unto & Lehtovaara, Joonas 2024. Tahtivaunut etenevät tahtialueiden läpi tahtiajan rytmittämänä. Kuvaleike. Helsinki: Rakennusinsinöörin Liitto. Viitattu 20.1.2024.
- International Group for Lean Construction 2021. Esimerkki tahtialuejaosta. Kuvaleike. https://www.researchgate.net/publication/353636991_Improving_Non-Repetitive_Takt_Production_with_Visual_Management. Viitattu 15.1.2024.
- Junnonen, Juha-Matti 2022. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. E-kirja. Rakennustieto Oy. Viitattu 10.1.2024.
- Koskenvesa, Anssi & Mäki, Tarja 2019. Esimerkki Last Planner -menetelmästä. Valokuva. Helsinki: Mittaviiva Oy.
- Koskenvesa, Anssi & Mäki, Tarja 2019. Last Planner, opas suunnittelun ja tuotannon johtamiseen. Helsinki: Mittaviiva Oy.
- Koskenvesa, Anssi & Sahlstedt, Satu 2017. Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Pdf-tiedosto. https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6031?external_system=Juha&page=1&navref=Search. Viitattu 11.1.2024.
- Mestamaster julkaisuaika tuntematon. Mitä on tahtituotanto? Verkojulkaisu. <https://www.mestamaster.com/fi/about-takt-time>. Viitattu 12.1.2024.
- Talonrakennusteollisuus ry julkaisuaika tuntematon. Toimiva työmaa -hyvät käytännöt. https://www.mittaviiva.fi/wp-content/uploads/Toimiva_tyomaa_2014_nettiin.pdf. Viitattu 22.1.2024.
- Lean Construction Institute Finland 6.7.2023. Mitä on lean? Verkojulkaisu. <https://lci.fi/lean-rakennusalalla/mita-on-lean-rakentaminen/>. Viitattu 17.1.2024.
- Lean Construction Institute Finland 28.5.2015. Tahtiaikatuotanto uudistaa tuotannonohjauksen. Verkojulkaisu. <https://lci.fi/lean-rakennusalalla/menetelmakuvaukset/tahtiaikatuotanto/>. Viitattu 11.1.2024.
- Oikarinen, Markku julkaisuaika tuntematon. Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät. Opetusmateriaali. Opinnäytetyön suunnittelu ja toteutuksen aloitus. Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 4.2.2024.
- Pohjois-Savon hyvinvointialue julkaisuaika tuntematon a. KYS UUSI SYDÄN. Hanke-esittely. Verkojulkaisu. <https://pshyvinvointialue.fi/hanke-esittely>. Viitattu 23.1.2024.
- Pohjois-Savon hyvinvointialue julkaisuaika tuntematon b. KYS UUSI SYDÄN. Rakentaminen. Verkojulkaisu. <https://pshyvinvointialue.fi/rakentaminen>. Viitattu 23.1.2024.
- Pohjois-Savon hyvinvointialue julkaisuaika tuntematon. KYS UUSI SYDÄN hanke-esittely. Kuvaleike. <https://pshyvinvointialue.fi/hanke-esittely>. Viitattu 23.1.2024.

Pohjois-Savon hyvinvointialue julkaisuaika tuntematon. KYS UUSI SYDÄN aikataulu ja vaiheistus. Kuvaleike. <https://pshyvinvointialue.fi/hanke-esittely>. Viitattu 23.1.2024.

Rakennusliike Lapti Oy 2023 a. Tulostiedote 2022: Voitollinen tulos ja vahva tilauskanta. Julkaistu 17.2.2023. Verkkojulkaisu. <https://lapti.fi/laptin-tulostiedote-2022-voitollinen-tulos-ja-vahva-tilauskanta/>. Viitattu 9.1.2024.

Rakennusliike Lapti 20.1.2023 b. Uutiset. Lapti toteuttaa KYS UUSI SYDÄN -rakennusprojektin kolmannen vaiheen. Verkkojulkaisu. <https://lapti.fi/lapti-toteuttaa-kys-uusi-sydan-rakennusprojektin-kolmannen-vaiheen/>. Viitattu 23.1.2024.

Rakennusliike Lapti Oy julkaisuaika tuntematon a. Historia. Verkkojulkaisu. <https://lapti.fi/lapti-group/historia/>. Viitattu 9.1.2024.

Rakennusliike Lapti Oy julkaisuaika tuntematon b. Strategia. Verkkojulkaisu. <https://lapti.fi/lapti-group/strategia-3/>. Viitattu 9.1.2024.

RIL 276-2021. Lean rakentamisessa. Arvoa luovan rakentamisen periaatteet, menetelmät ja työkalut 2021. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. <https://www.ril.fi/kirjakauppa/ohjeet-ja-normit/ril-276-2021-lean-rakentamisessa-p-780.html>. Viitattu 12.1.2024.

RIL 276-2021. Lean rakentamisessa. Arvoa luovan rakentamisen periaatteet, menetelmät ja työkalut 2021. Lean-ajattelumallin periaatteet. Kuvaleike. Rakennusinsinöörien Liitto. <https://www.ril.fi/kirjakauppa/ohjeet-ja-normit/ril-276-2021-lean-rakentamisessa-p-780.html>. Viitattu 19.1.2024.

Sarajärvi, Anneli & Tuomi, Jouni 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. E-kirja. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi. Viitattu 4.2.2024.

Savolainen, Eetu 2024. Esimerkki jana-aikataulusta. Kuvaleike. Kuopio: Eetu Savolaisen kokoelmat. Viitattu 17.1.2024.

Savolainen, Eetu 2024. Esimerkki paikka-aikakaaviosta. Kuvaleike. Kuopio: Eetu Savolaisen kokoelmat. Viitattu 18.1.2024.

Savolainen, Eetu 2023. Esimerkki tahtiaikataulusta. Valokuva. Kuopio: Eetu Savolaisen kokoelmat. Viitattu 21.1.2024.

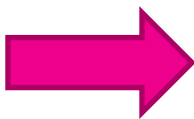
Törnroos, Sami julkaisuaika tuntematon. Miksi lean-ajattelu kannattaa tuotannossa. Novotekin blogi. <https://www.novotek.fi/insight/miksi-lean-ajattelu-kannattaa-tuotannossa/>. Viitattu 17.1.2024.

Vison.fi. Neljä turhaa oletusta tahtituotannosta 2023. Julkaistu 16.8.2023. Verkkojulkaisu. <https://www.vison.fi/2023/08/16/nelja-turhaa-oletusta-tahtituotannosta/>. Viitattu 20.1.2024.

LIITE 1: MUISTILISTA

1. ALOITUS

- Avoin informointi hankkeen kaikille osapuolille ja tahtiaikataulun suunnittelusta vastaavan työryhmän määrittäminen. Eri urakoitsijoiden työnjohtajien tulee osallistua suunnittelutyöhön.
- Kriittisten osapuolien sitouttaminen aikataulun toteutukseen kirjallisesti.



2. SUUNNITTELU: TAHTIALUEET

- Valitaan alueet, jotka otetaan mukaan tahtiaikatauluun.
- Erotetaan toistuvat tilat (esim. potilashuoneet) ja ei-toistuvat tilat (esim. käytävät ja meeting-tilat).
- Tilat jaetaan alustaviin tahtialuejakoihin eli pienempiin kokonaisuuksiin esim. talotekniikan palvelualueiden mukaisesti.

3. SUUNNITTELU: TOISTUVAT TILAT

- Määritetään tiloissa toteutuvat työtehtävät ja niiden etenemisjärjestys. Niiden perusteella tehdään alustava tahtivaunujako.
- Tarkka tahtivaunujen tehtävien työkuormien- ja kestojen laskenta.
- Toistuvien tilojen tahtiajan määrittäminen esim. 2,5 päivää.



4. SUUNNITTELU: TOISTUVAT TILAT

- Tahtivaunut tulee tasapainottaa toisiinsa nähden, jotta tahtialueen työvaiheen kesto saadaan hieman tahtiaikaa (esim. 2,5 pv) pienemmäksi.
- Tasapainotusta tehdään tehtävien siirroilla vaunuista toiseen, pilkkomalla tai yhdistämällä tehtävävauvoja, muuttamalla tahtiaikaa, resursseja lisäämällä tai vähentämällä, hukan ja puskureiden minimoimalla.

5. SUUNNITTELU: TOISTUVAT TILAT

- Tasapainotetut tahtivaunut kopioidaan kaikille toistuville tiloille. Tässä tulee huomioida, onko tilojen koossa vaihtelua, sekä onko tiloissa sittenkin eroavia työvaiheita.
- Tahtivaunuista muodostuu tahtialueiden tahtijunat.
- Tahtijunien muodostuttua tulee määrittää varamestat ja varmistaa tahtiaikataulun yhteensopivuudesta yleisaikatauluun.



6. SUUNNITTELU: EI-TOISTUVAT TILAT

- Ei-toistuvien tilojen suunnittelussa tulee keskittyä erilaisten työjonojen tunnistukseen ja tasapainotukseen eri alueilla.
- Määritetään ei-toistuvan tilan työtehtävät, niiden etenemisjärjestys ja sijainti. Tämän jälkeen tehdään alustava tahtivaunujako.
- Selvitetään tahtivaunujen tarkat työkuormat ja -kestot sijainneittain.

7. SUUNNITTELU: EI-TOISTUVAT TILAT

- Kun tahtivaunut ja työkuormat on selvitetty, luodaan alustavat tahtialueet. Tahtialueiden työkuorman tulee olla mahdollisimman tasainen ja jakautunut tasaisesti eri tahtivaunuille. Tahtialueet voivat siis neliometri määrällisesti olla hyvin erikokoisia.
- Alustavien tahtialueiden luomisen jälkeen tulee selvittää tahtivaunujen tarkka tehtäväsisältö tarkkaa tehtävien tasapainotusta varten.
- Tahtiajaksi voidaan määrittää alustavasti esim. 2,5 päivää.

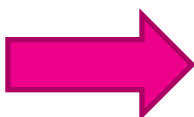


8. SUUNNITTELU: EI-TOISTUVAT TILAT

- Tahtivaunujen sisältöjen ja tahtiajan tarkennuttua ne tasapainotetaan lopulliseen muotoonsa.
- Tasapainotusta voidaan tehdä muun muassa resurssien määrää muokkaamalla, tehtävien siirtämisellä vaunusta toiseen tai tahtialueita muuttamalla.
- Tasapainotuksessa tulee muistaa kapasiteettipuskureiden toimivuus.
- Työryhmien henkilömäärän tulee olla mahdollisimman tasainen, jotta varmistetaan aikataulun käytännöllisyydestä.

9. SUUNNITTELU: EI-TOISTUVAT TILAT

- Tahtijunien ollessa kokonaisuudessaan valmiina tulee tarkistaa kaikkien ei-toistuvien tilojen välinen tasapainotus. Tämän jälkeen voidaan muodostaa lopulliset tahtijunat.
- Tahtijunia voidaan kopioida muihin saman tyyppisiin ei-toistuviin tiloihin. Tällöin tulee huomioida tahtijunien työvaiheiden sisältöjen poikkeamat.
- Lopuksi tulee varmistua varamestojen riittävydestä sekä tahti- ja yleisaikataulun yhteensopivuudesta.



10. SUUNNITTELU: YHDISTÄMINEN

- Viimeisenä laaditut aikataulut yhteensovitetaan keskenään. Tämän jälkeen tahtiaikataulun ensimmäinen versio on valmis ja sitä tulee verrata yleisaikatauluun.

LIITE 2: KYSYMYSLISTA VASTAAJA 1

- Työmaan perustiedot, koko, mitä ollaan tekemässä?
- Mistä saitte idean tehdä tahtituotannolla? Onko sinulla aiempaa kokemusta tahtiaikataulu projekteista?
- Oliko teillä verokkikohdetta mistä otitte oppia?
- Miten tahtituotannon käyttö on vaikuttanut työmaan työnjohtajan arkeen?
- Mihin rakentamisen vaiheisiin tahtituotantoa on sovellettu? Onko esim. purkutyöt ja toimintakoevaihe mukana?
- Mitkä olivat ensimmäiset vaiheet tahtiaikataulua suunnitellessa?
- Minkä tyyppisiä tiloja kohteeseen tulee? Toistuuko kerrokset vai onko eroavaisuuksia?
- Mitkä ovat päivittäiset konkreettiset toimintatavat tahtiaikataulun toteuttamiseen? Miten niihin on päädytty, onko kokeiltu useampaa?
- Ketkä ovat mukana aikataulupalavereissa ja kuinka usein pidätte niitä? Toteuman seuranta?
- Millainen kohde on logistisesti? Kuinka olette hoitaneet logistiikan työmaalla, hoitaako aliurakoitsijat omat materiaalinsa mesteille?
- Tahtialueiden aluejako, miten tehty, minkä kokoisia ne ovat?
- Onko rajapintoja tms. muita tiloja, joita ei saada kerralla valmiiksi? Toimenpiteet niiden kohdalla? Resurssin hyppyytyksen vaikutukset tahtivaunujen etenemään?
- Aliurakoitsijoiden sitouttaminen tahtiaikatauluun, oliko sitoutettu jo sopimusasiakirjoissa?
- Paljonko on omia työntekijöitä, miten tahtiin sitouttaminen on onnistunut? Millaisella maksuperusteella maksoitte omille työntekijöille?
- Talotekniikan ja rakennustöiden limitys. Onko jotain erityistä mitä kannattaa huomioida?
- Miten hankkeelle ominaiset muuttuvat tekijät esimerkiksi suunnitelmissa ovat vaikuttaneet muun muassa tahtituotantojunien toimivuuteen? Onko resursseja jouduttu tämän vuoksi muuttamaan voimakkaasti?
- Miten muutokset on saatu hallittua, jottei vaikutukset aikatauluun kasvaisi kohtuuttomiksi?
- Onko jotain työvaiheita mitkä on helppo tahdittaa? Mitä työvaiheita on haastavaa ennustaa ja miten haasteista on päästy yli?
- Miten tahtijunien liike on onnistunut? Mitä korjausliikkeitä on tehty, mikä niiden vaikutus on ollut?
- Millaisena olette kokeneet tahtiaikataulun ylipäättään? Koetteko sen parempana kuin muut aikataulumuodot? Millaista konkreettista säästöä olette saaneet tahtiaikataulun käytöstä? Onko jotain muuta hyvää, huonoa tai parannettavaa?

LIITE 3: KYSYMYSLISTA VASTAAJA 2

- Työmaan perustiedot, koko, mitä ollaan tekemässä, urakkamuoto, paljonko on työmaan päivittäinen vahvuus?
- Mistä saitte idean tehdä tahtituotannolla? Onko sinulla aiempaa kokemusta tahtiaikataulu projekteista?
- Oliko teillä verrokkikohdetta mistä otitte oppia tai konsultteja mukana auttamassa? Ketä?
- Miten tahtituotannon käyttö on vaikuttanut työmaan työnjohtajan arkeen verrattuna muihin aikataulumuotoihin? Minkä mittainen tahti teillä on ollut käytössä?
- Mihin rakentamisen vaiheisiin tahtituotantoa on sovellettu? Onko koko projekti tahditettu luovutukseen saakka?
- Mitkä olivat ensimmäiset vaiheet tahtiaikataulua suunnitellessa? Mitkä asiat olivat tärkeimpiä alun suunnittelun osalta?
- Minkä tyyppisiä tiloja kohteeseen tulee? Toistuvatko kerrokset vai onko niissä eroavaisuuksia?
- Mitkä ovat päivittäiset konkreettiset toimintatavat tahtiaikataulun toteuttamiseen koko työmaan osalta? Miten niihin on päädytty, onko kokeiltu useampaa?
- Mikä ohjelmisto teillä on käytössä? Onko tukena fyysinen tuloste?
- Ketkä ovat mukana aikataulupalavereissa ja kuinka usein pidätte niitä? Toteuman seuranta?
- Tahtialueiden aluejako? Miten tehty, minkä kokoisia ne ovat?
- Aliurakoitsijoiden sitouttaminen? Oliko sitoutettu jo sopimusasiakirjoissa?
- Paljonko on omia työntekijöitä, miten tahtiin sitouttaminen on toiminut? Millaisella maksuperusteella maksoitte omille työntekijöille?
- Talotekniikan ja rakennustöiden limitys. Onko jotain erityistä mitä kannattaa huomioida?
- Miten työmaalla tapahtuneet poikkeustilanteet ja muutokset ovat vaikuttaneet tahtijunien toimivuuteen? Onko resursseja jouduttu muuttamaan voimakkaasti? Ovatko resurssit pysyneet tasaisena projektin ajan?
- Onko jotain työvaiheita mitkä on helppo tahdittaa? Mitä työvaiheita on haastavaa ennustaa ja miten haasteista on päästy yli?
- Millaisena olette kokeneet tahtiaikataulun ylipäättään? Koetteko sen parempana kuin muut aikataulumuodot? Millaista säästöä olette saaneet tahtiaikataulun käytöstä? Onko jotain muuta hyvää, huono tai parannettavaa?