



Tahdittomat työt tahtituotannossa toimitilarakentamisessa

Ammattikorkeakoulututkinto

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, rakennusinsinööri (AMK)

Kevät 2024

Onni Riippi

Rakennus ja yhdyskuntatekniikka, rakennusinsinööri (AMK) Tiivistelmä
Tekijä Onni Riippi Vuosi 2024
Työn nimi Tahdittomat työt tahtituotannossa toimitilarakentamisessa
Ohjaajat Sami Niku-Paavo (HAMK), Teemu Ahola (Skanska Talonrakennus Oy)

Tahtituotanto on hyvin tehokas rakentamisen malli, jolla pyritään minimoimaan tuotteen läpimenoaika. Läpimenoajan nopeutuminen on pääsyy, miksi tahtituotanto yleistyy rakennusalalla vuosi vuodelta. Samaan aikaan kun tahtituotanto yleistyy rakentamisessa enemmän, tuo se mukanaan myös uusia haasteita, joihin ei vielä osata varautua.

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia tahtiaikataulusta poistettuja työvaiheita, koska työvaiheet eivät alkuperäisessä tahtiaikataulussa olleet toteuttamiskelpoisia tai oli kannattavampaa muista syistä jättää ne tahtiaikataulun ulkopuolelle. Lisäksi opinnäytetyössä tutkittiin työvaiheita, joiden tahtialueita ja -aikoja jouduttiin muokkaamaan, koska työvaiheet eivät olisi toimineet siten, miten ne oli alkuperäisesti suunniteltu.

Opinnäytetyössä tutkittiin Hämeenlinnaan rakennettavan Ahveniston sairaalaan vuodeosastorakennuksen sisävalmistusvaiheen tahtiaikataulua. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, miten tulevaisuudessa olisi mahdollista varautua vastaavaan ja miten voisi aikaisemmin huomata, että työvaiheet eivät toimi alun perin suunnitellussa tahtiaikataulussa. Tämän lisäksi tutkittiin mitkä asiat vaikuttavat tahtiaikataulun suunnitteluun ja mitä täytyy ottaa huomioon, että työvaiheita ei tarvitsisi irrottaa tahtiaikataulusta. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Skanska Talonrakennus Oy.

Construction and Civil Engineering, Bachelor of Engineering Abstract
Author Onni Riippi Year 2024
Subject Tactless Jobs in Takt Time Production in Commercial Construction
Supervisors Sami Niku-Paavo (HAMK), Teemu Ahola (Skanska Talonrakennus Oy)

Takt time planning is an efficient construction model that aims to minimize product lead time, which is the main reason why takt time planning is becoming more common in the construction industry every year. While becoming more common in construction it also brings new challenges that are not yet anticipated.

The subject of this thesis was to study the work phases that were removed from timetable because they were not feasible in the original timetable, or it was more profitable for other reasons to exclude them from the timetable. This thesis studied the work phases whose time zones and times had to be modified because they would not have worked as originally planned.

The thesis examined the timetable for the internal building works of the ward of the Ahvenisto Hospital in Hämeenlinna. The aim of the thesis was to investigate how to prepare for the future, to find out when the work phases do not work according to the timetable in the design and what issues affect the timetable and what needs to be considered so that the work phases do not need to be removed from the timetable. The thesis was commissioned by Skanska Talonrakennus Oy.

Keywords Takt time planning, timetable, hospital construction
Pages 31 pages and appendices 2 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ahveniston sairaala Assi	2
3	Tutkimusmenetelmät ja tavoitteet.....	3
4	Aikataulumuodot	4
5	Lean-rakentaminen	7
5.1	Lean ja tuottavuus.....	9
5.2	Leanin hukka	11
5.3	Last Planner.....	14
6	Tahtituotanto	16
6.1	Tahtituotannon suunnittelu	17
6.2	Tahtituotannon hyödyt	19
7	Haastattelut.....	21
8	Hankkeen aikataulutus.....	23
9	Tahdittomat työt	24
9.1	Työvaiheen poistaminen aikataulusta	25
9.2	Työvaiheen aikataulusta poistamisen hyödyt	26
10	Tahtien muokkaaminen.....	27
11	Pohdinta.....	28
12	Lähdeluettelo	31

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Ahveniston sairaala havainnekuva (Ahveniston Sairaala, n.d)	3
Kuva 2 Jana-aikataulu (Junnonen, 2022).....	4
Kuva 3 Toimintaverkko (Junnonen, 2022).....	5
Kuva 4 Paikka-aikakaavio (Junnonen, 2022)	6
Kuva 5 tuotantoaikakaavio (Junnonen, 2022)	6
Kuva 6. Tahtiaikataulu (Junnonen, 2022).....	7
Kuva 7. Lean-rakentamisen 6 periaatetta (Lean Construction Institute, n.d)	8
Kuva 8. Läpimenokaavio (Piirainen, 2014).....	11
Kuva 9. Leanin 8 hukkaa (Skhmot, 2017)	12
Kuva 10. Lean-järjestelmän 5 osaa (Richert, 2017)	15
Kuva 11. Havainnekuva tahtiaikataulusta (Sitedrive, 2024).....	17
Kuva 12. Tahtituotannon suunnittelun vaiheet (Lean Rakentamisessa, 2021)	18
Kuva 13. tuotantojunat aikataulussa (Lean Rakentamisessa, 2021)	19
Kuva 14. Kolmeviikkoisaikataulu	24
Kuva 15. Muokattu aikataulu.....	25

Liitteet

Liite 1. Tahdittomien töiden haastattelukysymykset

Liite 2. Tahdin muokkaamisen haastattelukysymykset

Termit

Allianssi: Allianssi on toteutusmuoto, jossa tilaaja, suunnittelijat, urakoitsijat ja materiaalitoimittajat tekevät yhteisen sopimuksen ja täten muodostavat allianssin. (Yli-Villamo, 2013)

Tahtituotanto: Tahtituotanto on tarkkaan aikataulutettu toteutustapa rakennusprojektien läpivientiin. (Fira, n.d)

Tahtiaika: Tahtiajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu komponentin tuottamiseen yhteen lopputuotteeseen. (Leanthinking, 2024a)

Hukka: Kaikki mikä ei tuota lisäarvoa lopputuotteeseen tai palveluun asiakkaan näkökulmasta. (Leanthinking, 2024b)

Läpimenoaika: Kuvaa aikaa, joka tarvitaan tilauksen vastaanottamisesta siihen, että tuote on toimitettu asiakkaalle. (Leanthinking, 2024c)

Tuottavuus: Tuotetun hyödyn suhde panokseen. (Leanthinking, 2024d)

Muda: Mudalla tarkoitetaan hukkaa. (Leanthinking, 2024e)

Mura: Työtä, joka ei ole tasapainossa. (Leanthinking, 2024f)

Muri: Murilla tarkoitetaan ylikuormitusta. (Leanthinking, 2024g)

1 Johdanto

Tahtiaikataulua on alettu käyttämään yhä useammassa kohteissa ja se yleistyy vuosi vuodelta. Niin kuin kaikki uudet asiat, yleistyminen tuo myös mukanaan haasteita, joihin ei vielä osata varautua. Lean-ajatusmallilla pyritään minimoimaan tuotteen läpimenoaika ja läpimenoajan lyhentäminen on myös asia mihin tahtituotannolla pyritään. Lean-ajatusmallia on käytetty jo kauan autoteollisuudessa, mutta nyt se on viime vuosina alkanut jalkautumaan rakennusalalle.

Tahtituotanto on yksi Lean-ajattelun menettelytavoista. Lean-rakentamisen tarkoituksena on saada käytössä oleva tuotantojärjestelmä toimimaan siten, että materiaalin, ajan ja työn hukka pystytään minimoimaan. Lean-rakentamisen periaatteita ovat kokonaisuuden optimointi, arvon luominen, hukan eliminointi ja jatkuva parantaminen. (Lean Rakentamisessa, 2021)

Tahtituotannon idea on jakaa hanke samankokoisiin paketteihin ja nämä paketit eli tahdit seuraavat toisiaan jatkuvasti. Tuotantonopeus pysyy saman koko hankkeen ajan. Tämän tasaisen tuotantonopeuden etuna on se, että hankkeessa pystytään varautumaan ja reagoimaan asioihin paljon helpommin ja nopeammin. Lisäksi tahtituotannossa on helppoa seurata tuotannon etenemistä. (Rakennuslehti, 2019)

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ison sairaalahankkeen sisävalmistusvaiheen tahtiaikataulua. Opinnäytetyössä yritetään löytää vastauksia siihen, miten tahdittomia työvaiheita saadaan sovitettua tiukasti aikataulutettuun tahtituotantoon. Tämän lisäksi tutkitaan myös, miten huomata milloin tahtien muokkaaminen olisi kannattavampaa, kuin samalla tahtimallilla jatkaminen.

Valitsin tämän aiheen koska, aikataulusuunnittelu on itseäni kiinnostava aihe ja sillä on suuret vaikutukset hankkeeseen kokonaisuutta ajatellen.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Skanska Talonrakennus Oy. Tässä opinnäytetyössä käsitellään Ahveniston sairaalaan allianssihankeessa käytettävää sisävalmistusvaiheen tahtiaikataulua.

2 Ahveniston sairaala Assi

Ahvenisto sairaala eli tuttavallisemmin Assi on Hämeenlinnan uusi keskussairaala, joka tulee tarjoamaan yksilöllistä ja modernia terveydenhuoltoa. Sairaalassa tulee olemaan uusinta ja innovatiivisinta teknologiaa, jossa käytetään myös uusimpia sähköisiä palveluita. Uudet tilat yhdistettynä uuteen teknologiaan tulee tarjoamaan parhaan mahdollisen hoidon. (Ahveniston Sairaala, n.d)

Sairaalan rakentaminen alkoi vuonna 2021, arvioitu valmistuminen on vuonna 2025 ja sairaalaan käyttöönotto vuonna 2026. Kanta-Hämeen hyvinvointialue päätyi ottamaan hankkeen toteutusmalliksi allianssin. Allianssi tarkoittaa sitä, että hankkeen osapuolet vastaavat yhdessä projektin suunnittelusta ja rakentamisesta ja tätä kautta muodostavat yhteisen organisaation. (Ahveniston Sairaala, n.d)

Pääurakoitsijana Ahveniston sairaalahankkeella toimii Skanska. Suunnittelu- ja kehitysvaihe hankkeella suoritettiin potilaiden, omaisten ja terveydenhuollon ammattilaisen kanssa tiiviissä yhteistyössä. Sairaalan suunnitteluvaiheessa on hyödynnetty virtuaalitodellisuutta. (Skanska , n.d)

Sairaalarakennukseen tulee myös monia palveluntarjoajia. Näitä ovat Fimlabin laboratorio, Tays sydänsairaala, tekonivelsairaala Coxa, potilasosastot Vanajaveden sairaalasta, hammashuoltoyksikkö, terveysasema, tilat akuutille kotihoidolle sekä sivupaloasema. (Skanska , n.d)

Ahveniston sairaalan bruttopinta-ala tulee olemaan 75900 bruttoneliömetriä. Sairaala muodostuu neljästä eri rakennuksesta. Usean eri rakennuksen käyttö perustuu kampusajatteluun, jota on käytetty paljon sairaaloita rakennettaessa Euroopassa. Ahveniston sairaalalle rakennettavat neljä eri rakennusta ovat Kuuma sairaala, vuodeosastot, Elektiivinen ja Tukipalvelut, jotka muodostavat yhdessä yhtenäisen kokonaisuuden sekä ovat toisiinsa yhteydessä. Alla kuvassa 1 on havainnollistava kuva valmiista sairaalasta, sairaalan länsipuolelta. (Ahveniston Sairaala, n.d)

Kuva 1. Ahveniston sairaala havainnekuva (Ahveniston Sairaala, n.d)



3 Tutkimusmenetelmät ja tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia miten tahdittomat työt on saatu sovitettua tahtiaikataulun rinnalle ja mitä ongelmia se on tuonut mukanaan. Tämän lisäksi työssä tutkitaan sitä, miten pystytään huomaamaan milloin tahtien pituutta tai järjestystä on kannattavaa muokata.

Työssä käsitellään Ahveniston sairaalan hankkeessa vastaan tulleita työvaiheita, jotka eivät ole tahtiaikataulussa ja jotka on jouduttu sovittamaan kiireisen tahtiaikataulun rinnalle. Työssä käsitellään myös työvaiheita, joiden tahteja on jouduttu muokkaamaan. Aihe on itsessään hyvin laaja, joten työssä keskitytään tutkitaan molemmista edellä mainituista aiheista vain muutamia erilaisia työvaiheita.

Opinnäytetyö koostuu teoriaosuudesta, haastatteluosuudesta ja yhteenvedosta.

Teoriaosuudessa avataan mitä tahtituotanto tarkoittaa, mikä on Lean-ajattelumalli ja miten sitä käytetään rakentamisessa. Haastatteluosuudessa haastateltiin työmaalla tahtiaikataulun kanssa toimineita ammattilaisia. Kysymykset liittyivät tahdittomiin töihin ja työvaiheisiin, joiden tahteja oli muokattu. Yhteenvedossa yritetään luoda tarkastuslista, jonka avulla pystyisi huomaamaan milloin on kannattavaa irrottaa työvaihe tahtiaikataulusta ja milloin työvaiheen tahtia on kannattavaa muokata.

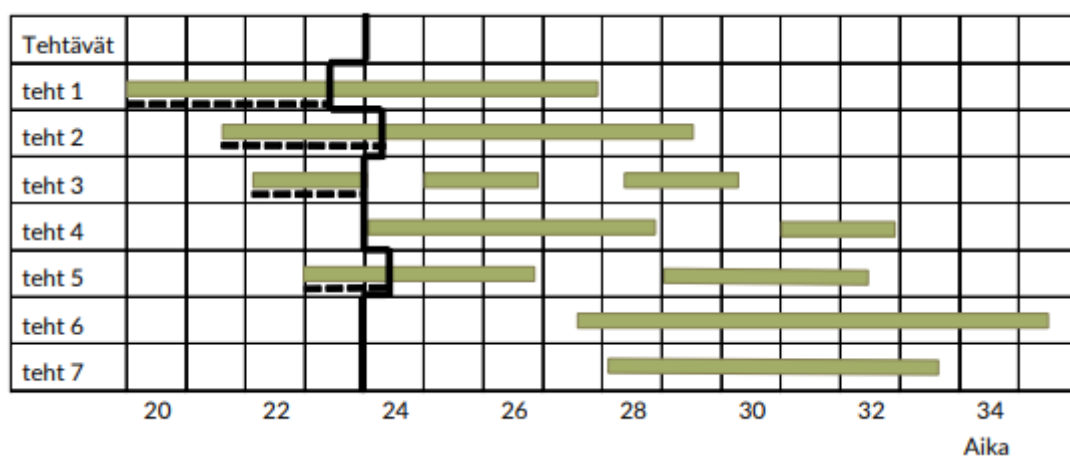
4 Aikataulumuodot

Rakennushankkeilla on monia aikataulumuotoja, mutta niistä tunnetuimmat ja käytetyimmät ovat jana-aikataulu, toimintaverkko, tuotantoaikakaavio, paikka-aikakaavio ja tahtiaikataulu. (Junnonen, 2022, s. 7)

Perinteisimpänä aikataulumuotona rakennusalalla on ollut jana-aikataulu. Jana-aikataulussa tehtävät ovat sijoitettu pystyakselille ja vaaka-akselille on sijoitettu aika. Aikataulussa tehtävien toteutusajankohta merkitään janana. Aikatauluun pystytään myös merkitsemään välitavoitteita, joita voi olla esimerkiksi "lämpö päälle". (Junnonen, 2022, s. 7)

Jana-aikataulun etuna on, että se on helppo lukuinen. Jana-aikataulu ei kuitenkaan sovellu aikataulutarkistukseen, tuotannon ohjaukseen tai valvomiseen. Alla kuvassa 2 esitetty jana-aikataulu. (Junnonen, 2022, s. 7)

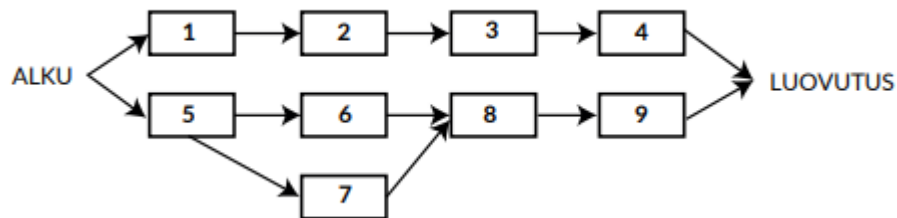
Kuva 2 Jana-aikataulu (Junnonen, 2022)



Toimintaverkkoja puolestaan käytetään vain aikataulujen laadintaan. Aikataulusuunnittelun soffit perustuvat pitkälti toimintaverkkoon. Toimintaverkkojen etuina on, että ne laittavat tutkimaan tehtävien välisiä riippuvuuksia. Toimintaverkoista pystytään myös arvioimaan tehokkaasti poikkeamien vaikutus koko projektin keston. (Junnonen, 2022, s. 8)

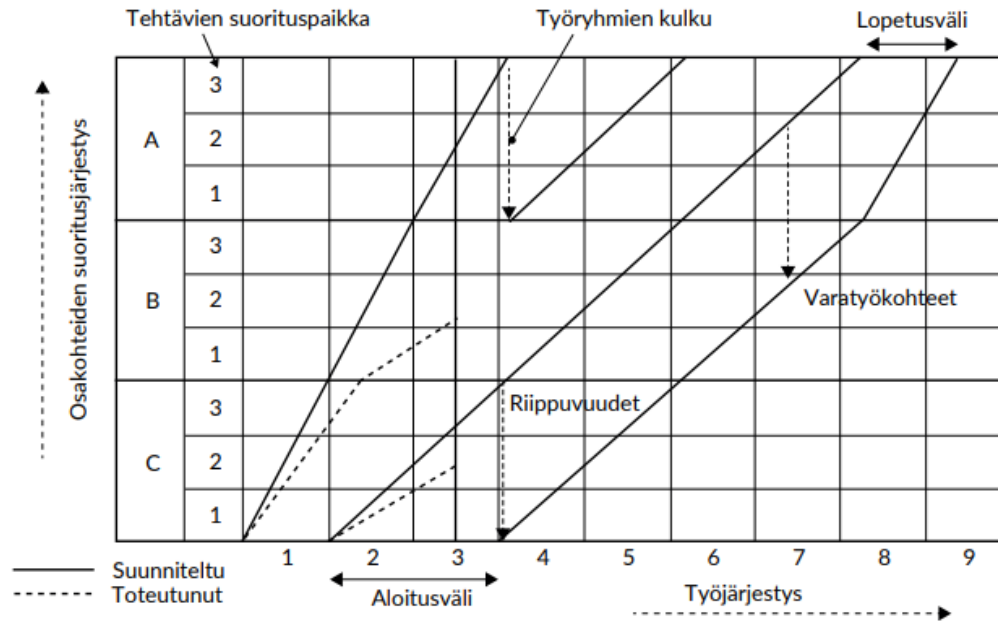
Toimintaverkot ovat kuitenkin huonoja, jos lähdetään miettimään miten ne kuvaavat sarjatyöluonnetta tuotantovaiheessa. Ne ovat kuitenkin hyödyllisiä rakennuttajalle suunnittelun ajallisessa ohjauksessa. Alla kuvassa 3 esitetty toimintaverkko.

Kuva 3 Toimintaverkko (Junnonen, 2022)



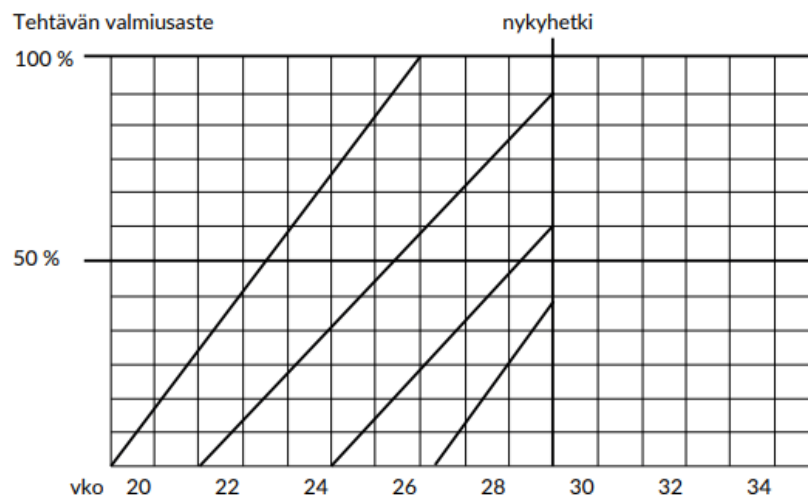
Paikka-aikakaavio puolestaan on todella hyvä aikataulumuoto, kun lähdetään miettimään asiaa hankkeen ohjauksen kannalta. Paikka-aikakaavion vahvuudet ovat tuotannon ohjauksessa sekä valvonnassa ja sen avulla pystytään myös ennakoimaan häiriötilanteita. Alla kuvassa 4 esitetty paikka-aikakaavio. (Junnonen, 2022, s. 8)

Kuva 4 Paikka-aikakaavio (Junnonen, 2022)



Tuotantoaikakaavio on luotu esittämään tehtävien valmistumista määrällisesti. Tuotantoaikakaaviosta selviää suunniteltu ja toteutunut tuotantonopeus, joten sitä on helppo käyttää tehtäväsuunnitelman aikatauluna ja sitä pystytään käyttämään myös aliurakoiden valvomiseen. Tuotantoaikakaavion tarkkuuden vuoksi poikkeamat tuotannossa on mahdollista havaita päivätasolla. Tuotantoaikakaaviota käytetään tarkastamaan, tehtävien eteneminen samalla tuotantonopeudella. Alla esitetty havainnollistava kuva 5 tuotantoaikakaaviosta. (Junnonen, 2022, s. 8)

Kuva 5 tuotantoaikakaavio (Junnonen, 2022)

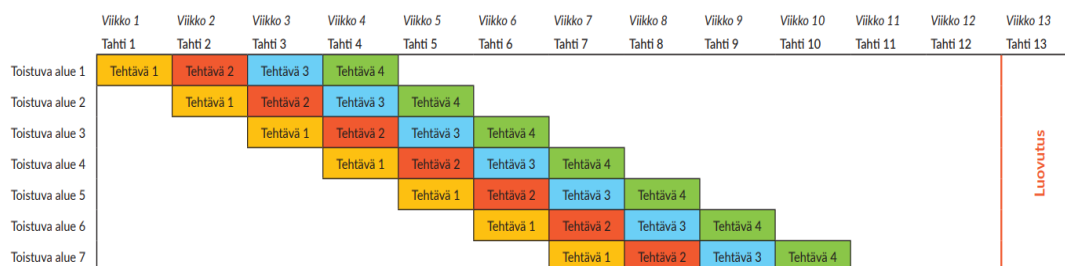


Viimeisenä aikataulumuotoa on tahtiaikataulu. Kun käytetään tahtiaikataulua ja ollaan tahtituotannossa, tehtävät muodostetaan kulkemaan samalla tuotantonopeudella eli tahtiajalla. Tahtituotannossa on mahdollista, että työvaiheiden aloitusvälit ovat tiiviit. Mitä tiiviimmät aloitusvälit työvaiheissa ovat, sitä lyhyempi on myös hankkeen rakentamisaika. Tästä syystä tahtituotanto soveltuu juuri isoille hankkeille. (Junnonen, 2022, s. 30)

Tahtituotannolla on tarkoitus saavuttaa tuotannon ennakoitavuutta, luotettavuutta ja sujuvuuden lisäämistä hankkeilla. Nämä ovat myös syitä miksi tahtituotanto sopii isoihin hankkeisiin. (Junnonen, 2022, s. 30)

Alla esitettyssä tahtiaikataulua havainnollistavassa kuvassa 6 tehtävät ovat sijoitettu tuotantojunien sisälle. (Junnonen, 2022, s. 31)

Kuva 6. Tahtiaikataulu (Junnonen, 2022)



5 Lean-rakentaminen

Lean-rakentaminen on tuotannonohjausjärjestelmä, jonka tarkoitus on poistaa hukkaa rakennusprosessista ja tämän avulla tuoda lisää arvoa asiakkaalle. Menetelmän juuret juontavat Toyotan tuotantojärjestelmästä ja ovat peräisin Toyodan yrityksestä Japanissa. Lean-rakentamisen tarkoitus on parantaa asiakastytyvyyttä, vähentää hukkaa sekä tarjota työntekijöille merkityksellisempää työtä. Nämä strategiat olivat niin onnistuneita, että ne otettiin käyttöön myös teollisuuden ulkopuolella. (Welles, 2020)

Lean-rakentamisen ideana on muokata rakentamisen jokaista vaihetta, mikä edellyttää hankkeissa toimivilta ihmisiltä tiivistä yhteistyötä ja innovaatioiden keksimistä. Lean-rakentamisen käytössä erilaisissa hankkeissa on huomattu monia hyötyjä.

Yksi Leanin hyödyistä on hankkeen ajallaan valmistuminen. Lean-rakentamisen tuloksena projektit voidaan saada nopeammin valmiiksi, vaikka työntekijöitä ei olisikaan niin paljoa.

Toisena hyötynä on laadukas työ. Kun prosesseja parannetaan jatkuvasti ja tehostetaan viestintää, virheiden määrä vähenee. Kolmantena hyötynä on työntekijöiden lisääntynyt tyytyväisyys. Kun prosessit hallitaan paremmin, ei aikaa tuhlaannu tarpeettomiin tehtäviin ja tämä johtaa siihen, että työntekijät nauttivat työstä ja näin myös panostavat siihen enemmän. Viimeisenä hyötynä on parempi riskienhallinta. Yritykset jotka, käyttävät Lean-rakentamista ovat varautuneet ongelmiin jo ennen kuin niitä edes syntyy. Tämä auttaa tekemään ongelmatilanteissa parhaat mahdolliset päätökset. (Welles, 2020)

Lean-rakentamisen 6 periaatetta on esitetty alla olevassa kuvassa 7. Nämä 6 periaatetta ovat: Ihmisten kunnioittaminen, kokonaisuuden optimointi, hukan poistaminen, keskittyminen virtaukseen, arvon tuottaminen ja jatkuva kehittäminen. (Lean Construction Institute, n.d)

Kuva 7. Lean-rakentamisen 6 periaatetta (Lean Construction Institute, n.d)



Ympyrän keskipisteenä on ihmisten kunnioittaminen, koska se on Leanin peruskäsite. Kuuluitpa sitten mihin tahansa tiimin tai organisaatioon, kaikki lähtee ihmisten kunnioittamisesta. Jos et luota ihmisiin ja kunnioita heitä kenen kanssa työskentelet, on mahdotonta saavuttaa haluttua arvoa työllä. (Lean Construction Institute, n.d)

Ympyrän reunalla ensimmäisenä on kokonaisuuden optimointi. Kokonaisuuden optimoinnilla tarkoitetaan sitä, että ihmisiä pitäisi kannustaa ajattelemaan enemmän oman suorituksena ulkopuolelle, eli sitä mitä tapahtuu ennen projekteja ja niiden jälkeen. Tällainen ajattelutapa

johtaa siihen, että ihmiset alkavat keksimään ja luomaan yhteistoiminnallisempia ja tehokkaampia työkäytäntöjä. (Lean Construction Institute, n.d)

Hukan poistaminen on tärkeässä osassa Lean-rakentamista. Jos tottuu ympäristöön missä hukkaa syntyy paljon, alkaa sitä ajan kuluessa pitämään itsestäänselvyytenä eikä sitä lopulta enää huomaa. Hukka vaikuttaa paljon suorituskykyyn ja sen takia on äärimmäisen tärkeää yrittää poistaa sitä. (Lean Construction Institute, n.d)

Virtaukseen keskittyminen parantaisi prosessien sujuvuutta. Rakennusalalla on aina ollut ongelmana prosessien sujuvuuden puute, kun ihmiset joutuvat odottamaan, että joku muu saa oman työnsä valmiiksi. Tämä asia muistuttaa odottamista, joka on yksi Leanin kahdeksasta hukasta. Rakennusalalla toimivat ihmiset tietävät, että rakennushankkeissa työskenneltäessä on toimittava yhteistyössä muiden ihmisten kanssa. Useasti samat ongelmat ja virheet toistetaan hanke toisensa jälkeen, mutta siitä huolimatta prosesseja ei muuteta. Monissa prosesseissa on täysin turhia vaiheita, jotka poistamalla tai uudelleen kehittämällä ihmiset pystyisivät keskittymään virtaukseen. (Lean Construction Institute, n.d)

Arvon tuottaminen on yksi hukan poistamisen saavutuksista. Rakennusalalla hankkeissa syntyy todella paljon hukkaa sen kaikilla tasoilla. Hukan poistaminen on arvon tuottamista hankkeille, mutta pitää muistaa, että arvon tuottaminen ei ole pelkästään sitä. On tärkeää ymmärtää hankkeissa mitä arvo tarkoittaa ja kouluttaa myös hankkeilla työskenteleville ihmiselle hankkeiden arvolupaukset. (Lean Construction Institute, n.d)

Jatkuva kehittäminen Lean-rakentamisessa tarkoittaa sitä, että ihmisiä kannustetaan tuomaan omia ajatuksiaan esiin ja kertomaan omia ehdotuksia prosessien parannusehdotuksista. On tärkeää pitää koko ajan yllä jatkuvan kehittämisen ajattelutapaa. Jos tätä ajattelutapaa ei pidettäisi yllä, saattaisi syntyä yksi Leanin kahdeksasta hukasta eli ihmisten käyttämätön luovuus. (Lean Construction Institute, n.d)

5.1 Lean ja tuottavuus

Lean on prosessijohtamista, jolla pyritään parantamaan asiakkaan arvoa. Asiakkaan arvoa pyritään parantamaan niin, että prosessin keskimääräinen virtaus kasvaa, läpimenoaika lyhenee tai poistetaan läpimenoa estävää hukkaa. Arvo on ominaispiirre eli asia tai tekijä, josta asiakas on halukas maksamaan enemmän kuin tämän asian tai tekijän tuottaminen maksaa. Näiden kahden erosta syntyy yritykselle kate. Mikäli arvon luominen maksaa

enemmän kuin siitä saatava korvaus, ei liiketoiminta ole kannattavaa. Alla on listattuna viisi keinoa, joiden avulla kannattavuutta pystytään parantamaan. (Piirainen, 2014)

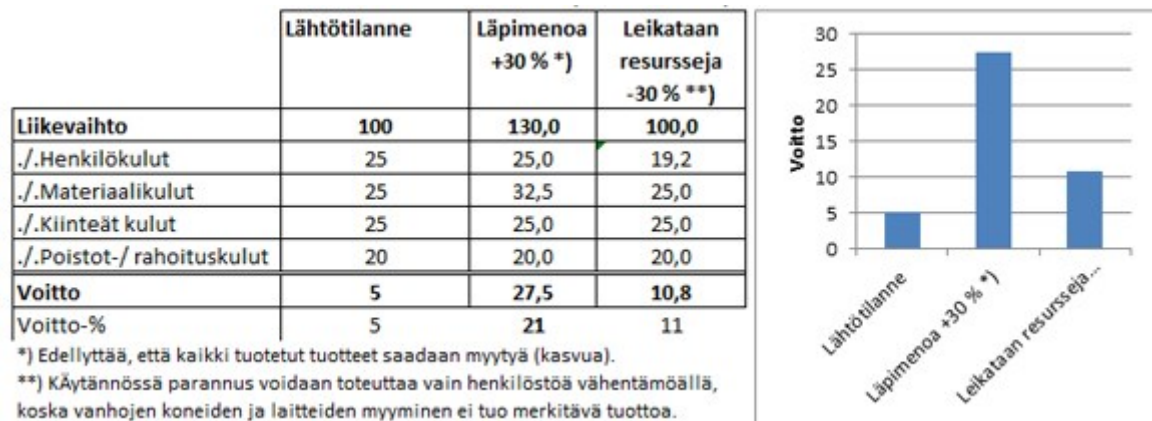
- Enemmän arvoa samoilla panoksilla
- Sama arvo pienemillä panoksilla
- Enemmän arvoa pienemmillä panoksilla
- Paljon enemmän arvoa hieman kasvavilla panoksilla
- Vähemmän arvoa paljon vähemmällä panoksilla

Tuotanto, olipa kyse sitten tuote- tai palveluympäristöstä, muodostaa systeemin eli kokonaisuuden joukon, jossa kaikkien osien välillä on keskinäiset riippuvuussuhteet. Tämä tarkoittaa sitä, että muutokset yhdessä osassa vaikuttavat muihinkin systeemin osiin ja vaikutus niihin voi olla positiivinen tai negatiivinen.

Läpimenoajalla viitataan siihen, kuinka nopeasti jokin asia keskimääräisesti valmistuu. Tätä nopeutta mitataan joko kappalemäärässä tai tapahtumaa per ajanjakso. Esimerkkinä läpimenoa voitaisiin käyttää sitä, kuinka monta tuotetta tai palvelua saadaan valmistettua/tuotettua samalla resurssimäärällä kahdeksan tunnin aikana. Läpimennon kasvaessa samalla, kun resurssit pysyvät muuttumattomana, voidaan kannattavuutta parantaa jollain edellä mainitusta viidestä vaihtoehdosta. (Piirainen, 2014)

Alla olevassa kuvassa 8 kuvataan läpimennon lisäämistä verrattuna resurssien vähentämiseen

Kuva 8. Lämpimenokaavio (Piirainen, 2014)



Taulukkoa tarkastellessa huomataan, että lämpimenoa lisäämällä kasvutilanteessa saavutetaan huomattavasti suurempi vaikutus tulokseen, verrattuna kustannusrakenteen purkamiseen.

5.2 Leanin hukka

Koko Lean-ajattelun päätarkoitus on, että kaikki hukka pyritään poistamaan työprosesseista. Leanissa on tunnistettavasti nykypäivänä kahdeksan erilaista hukkaa. Hukalla tarkoitetaan mitä tahansa toimintaa tai vaihetta prosessissa, joka ei tuo lisää arvoa asiakkaalle eli hukka on toisin sanoen prosessi, josta asiakas ei ole halukas maksamaan. (Skhmot, 2017)

Itse hukka käsitteenä voidaan jakaa kolmeen luokkaan, jotka ovat: Mura, Muri ja Muda. Ensimmäisenä Mura, joka tarkoittaa epätasapainoa. Sitä voidaan havaita missä tahansa toiminnassa, eli se voi olla mitä tahansa toimintaa tai työsuoritusta, joka ei tapahdu tasapainossa. Pitää muistaa, että systeemissä tapahtuu aina vaihtelua, joten täydellistä tasapainoa on mahdoton saavuttaa. (Piirainen, 2014)

Muri puolestaan on ylikuormitusta, joka kohdistuu työsuoritusta tuottavaan kohteeseen. Tämä ei tarkoita pelkästään koneita, linjoja ja tehtaita, vaan hukka kohdistuu mihin tahansa toimintoon, missä ei arvonlisäystä tapahdu. Koska kysynnän ja ominaispiirteen muodostumisajan vaihtelu on jatkuvaa, kuormituksen suunnittelu on haasteellista. Itse ylikuormitus osoittaa ongelmat, joita kuormituksen hallinnassa on. (Piirainen, 2014)

Kolmantena ja viimeisenä käsitteenä on Muda. Se on näistä kaikista yleisimmin tunnettu sekä käytetty hukan muoto yrityksissä, joissa lean-ajattelu on käytössä ja samoin

koulutuksissa yleisimmin tunnettu ja käytetty muoto. Erilaisia hukan luokkia ovat: ylituotanto, varasto, kuljetus, liike, yliprosessointi, odotus ja laatuongelmat tai uudelleen tekeminen. Nämä edellä mainitut hukan luokat tunnetaan hukan seitsemänä eri muotona. Joukkoon kuuluu myös myöhemmin mukaan tullut kahdeksas hukka, nimeltään osaamisen vajaa käyttö. (Piirainen, 2014)

Alkuperäiset seitsemän Mudaan kuuluvaa hukkaa on kehittänyt Taiichi Ohno, joka toimi Toyota Motor Corporationin pääinsinöörinä, osana Toyotan tuotantojärjestelmää. Kahdeksas hukka, eli osaamisen vajaa käyttö lisättiin vasta myöhemmin 1990-luvulla, kun Toyotan tuotantojärjestelmä tuotiin länsimaihin. Alla olevassa kuvassa 9 on esitettyinä nykyiset kahdeksan hukkaa. (Skhmot, 2017)

Kuva 9. Leanin 8 hukkaa (Skhmot, 2017)



Kuljetuksella tarkoitetaan sitä, että hukkaa syntyy kuljetuksissa ihmisten, työkalujen, laitteiden tai tuotteiden tarpeettomista siirroista. Materiaalien liiallinen siirtäminen voi vahingoittaa siirrettäviä tuotteita tai tuhota ne. Myös ihmisten ja laitteiden turha liikehdintä voi olla täysin turhaa työtä, joka pahimmillaan voi johtaa uupumiseen ja ylikuormittumiseen. Kuljettamisesta syntyvää hukkaa voi torjua esimerkiksi luomalla virtausta prosessien välille ja pyrkimällä välttämään keskeneräisten töiden ylituotantoa. (Skhmot, 2017)

Varastointia voi olla vaikea hahmottaa osaksi kahdeksaa hukkaa, koska ylimääräistä varastoa ei usein ajatella varsinaisena hukkana. Varasto on kirjanpidon näkökulmasta

nähtynä varallisuuserä ja yleensä toimittajat antavat isoista ostoeristä alennusta. Jos varastoa kuitenkin on yli mitä työn tarve on, siitä voi koitua ongelmia. Ongelmia ovat esimerkiksi virheet tuotteissa, vahingoittuneet materiaalit, pidentynyt läpimenoaika ja ongelmien piiloutuminen varastoon. Ylimääräinen varasto estää tuotantoprosessiin liittyvien ongelmien havaitsemisen tarpeeksi ajoissa, koska virheet ehtivät kasaantua ennen niiden paljastumista. Tämä tarkoittaa sitä, että kasaantuneen virhemäärän korjaamiseen tarvitaan enemmän työtä. Liiallista varastointia voi välttää esimerkiksi hankkimalla raaka-aineet vain tarvittaessa ja kohtuullisissa määrissä. (Skhmot, 2017)

Liikkeestä aiheutuva hukka tarkoittaa kaikkea turhaa liikettä mitä ihmiset, koneet tai laitteet tekevät. Tällaista liikettä ovat kaikki kävely, nostaminen, ulottaminen, kumartaminen, venyttely ja siirtyminen. Tehtäviä, joissa on liiallista liikettä, pitää suunnitella uusiksi, jotta henkilöstön työ olisi mahdollisimman tehokasta ja myös niin, että työn terveys- ja turvallisuustaso parantuisi. Turhaa liikettä voi estää esimerkiksi järjestelemällä työtilan sekä sijoittamalla laitteet ja työkalut lähelle tuotantopaikkaa. (Skhmot, 2017)

Odottamisen hukka on sitä, kun ihmiset odottavat laitteiden tai materiaalin saapumista ja sitä, kun laitteet odottavat käyttöä. Odottamisen aika johtuu tuotantovaiheiden epätasaisuuksista ja voi johtaa ylimääräisen varastoon tai jopa ylituotantoon. Odottamista voi torjua esimerkiksi suunnittelemalla prosessit jatkuvan virtauksen varmistamiseksi, optimoimalla työmäärän sekä käyttämällä työohjeita. Työntekijöiden jatkuva kehittäminen on tärkeää, jotta työntekijät pystyvät sopeutumaan paremmin muuttuvaan ympäristöön. (Skhmot, 2017)

Ylituotantoa syntyy, kun tehdään tuote tai jokin sen osa ennen kuin sille on tarve eli usein valmistetaan tuotetta enemmän, kuin asiakas tarvitsee. Usein syntyy houkutus tuottaa mahdollisimman paljon, jos ihmisillä tai laitteilla on ylimääräistä aikaa. Liiallinen tuotanto johtaa ongelmiin, joita voi olla esimerkiksi kohonneet varastokustannukset, piiloutuneet virheet keskeneräisissä tuotteissa, lisääntynyt pääomatarve tuotantoprosessin rahoittamiseksi ja pitkittynyt läpimenoaika. Ylituotantoa voi välttää kolmella eri tavalla. Ensimmäinen on tahtiaika, jonka käyttö takaa, että tuotannon nopeus on tasainen tehtävien välillä. Toisena keinona on valmistusaikojen lyhentäminen ja kolmantena keinona on Kanban-järjestelmän käyttö, millä pystyy hallitsemaan keskeneräisten tuotteiden määrää. (Skhmot, 2017)

Ylikäsittelyssä työtä tehdään enemmän, lisätään elementtejä tai vaiheita tuotteen tai palvelun prosessiin verrattain siihen mitä asiakas todellisuudessa tarvitsisi. Tuotannon kannalta tämä tarkoittaa sitä, että käytössä on liian tarkat laitteet tarpeeseen nähden tai asioita

analysoidaan ja suunnitellaan liikaa. Ylikäsittelyä pystyy torjumaan ymmärtämällä, mitä työ vaatii asiakkaan näkökulmasta. Aina kannattaa miettiä asiakkaan tarpeita ennen työn aloittamista ja valmistaa vain asiakkaan tarvitsema määrä tuotetta. (Skhmot, 2017)

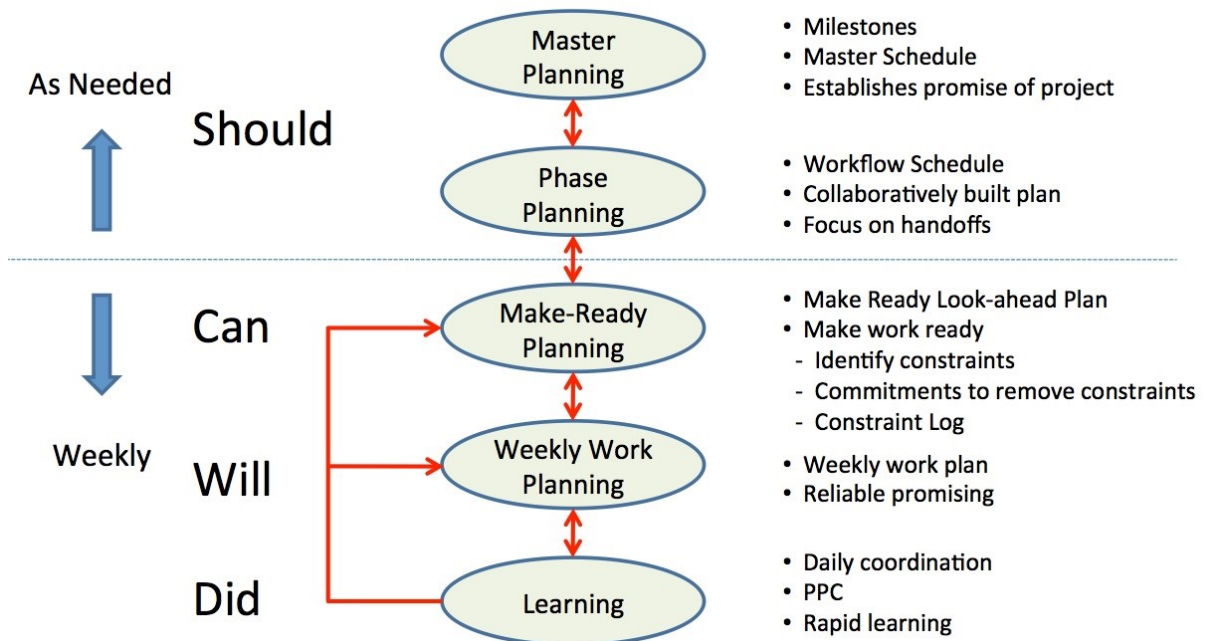
Vioilla tarkoitetaan sitä, kun tuote ei ole enää käyttökelpoinen. Tuotteiden viat johtavat joko romuttamiseen tai tuotteen uudelleenkäsittelyyn ja nämä molemmat vaihtoehdot ovat huonoja, koska ne nostavat kustannuksia lisäämättä arvoa asiakkaalle. Vikoja voi torjua esimerkiksi etsimällä yleisimmän vian ja korjaamalla sen. Hyvänä keinona toimii myös prosessin suunnittelu niin, että poikkeavuudet on helppo havaita tai prosessin suunnittelu siten, että virheitä ei pääse syntymään tulevaisuudessa. (Skhmot, 2017)

Taidot on myöhemmin lisätty eli kahdeksas hukka, jota ei ollut kuvattu alkuperäisessä Toyotan tuotantojärjestelmässä. Tämä kahdeksas hukka on myöhemmin tullut hyvin ihmisten tietoisuuteen. Kahdeksatta hukkaa syntyy, kun johdon ja työntekijöiden roolit erotetaan toisistaan täysin eikä työntekijöiden asiantuntemusta ja tietoja oteta ollenkaan huomioon. Etulinjassa työskentelevillä ihmisillä on yleensä parhaimmat työkalut tunnistaa ongelmia sekä keksiä ratkaisuja niihin. (Skhmot, 2017)

5.3 Last Planner

Last Planner on tuotannonohjausjärjestelmä. Tuotannonohjausta tarvitaan projekteissa, jotta päästään suunniteltuihin tavoitteisiin. Tehdään kaikki pystyttävä suunnitelmissa pysymiseksi, kun tulee eteen tilanne, jolloin suunnitelmista on poikettava tehdään vaihtoehtoisia ratkaisuja, joilla halutut tavoitteet saavutetaan. Terminä Last Planner on Lean Construction Instituten rekisteröimä tavaramerkki. Last Planner on järjestelmä ja tämä tarkoittaa sitä, että se tarvitsee jokaista osaansa toimiakseen Lean projekteissa suunnittelun ja toteutuksen tukena. Tätä järjestelmää ei ole tarkoitettu siihen, että siitä voisi valita vain joitain osia, vaan järjestelmän kaikkia osia pitää käyttää sen toimiakseen oikein. Itse järjestelmä on jaoteltu viiteen eri osaan ja alla olevassa kuvassa 10 on esitetty nämä osat. (Richert, 2017)

Kuva 10. Lean-järjestelmän 5 osaa (Richert, 2017)



Järjestelmän ensimmäiset kaksi osaa on tarkoitettu töiden tunnistamiseen, joita tarvitaan Lean-hankkeen loppuun saattamiseen onnellisesti. Ensimmäisen kohtana on yleissuunnittelu. Yleissuunnittelun tarkoituksena on keskittyä tunnistamaan välitavoitteet avuksi tahdin arvioimiseen, jonka mukaan hanke etenee ja päästään haluttuun lopputulokseen. Jos eletäisiin täydellisessä maailmassa sekä suunnitteluvaiheessa, että rakennusvaiheessa last planner käyttäjät pystyisivät osallistumaan yleissuunnitteluaiakataulun luomiseen. (Richert, 2017)

Last planner terminä tarkoittaa niitä henkilöitä, jotka delegoivat työt niiden suorittajille. He myös varmistavat, että tekijöillä on tarvittavat laitteet, materiaalit, tiedot ja suunnitelmat, jotta he pystyvät suoriutumaan tehtävistään. Suunnitteluvaiheen viimeiset suunnitteluhenkilöt ovat arkkitehtejä ja projektipäälliköitä, kun taas rakentamisvaiheen viimeiset suunnitteluhenkilöt ovat työnjohtajia ja urakkavalvoja. (Richert, 2017)

Kolmannessa osassa Last Planner järjestelmää varmistetaan, että työ pystytään suorittamaan. Tämä tarkoittaa sitä valmiussuunnittelua, jota last planner suunnittelijat käyttävät arvioidessaan, onko tuleville töille olemassa mitään rajoitteita, joita olisi tunnistettu vaihesuunnittelun kohdalla. Valmiussuunnittelussa on tarkoitus suunnitella 6 viikon päähän, vaikka isommissa hankkeissa olisi hyvä katsoa suunnittelua vielä pidemmälle.

Ennakointisuunnittelua käytetään tiimien yhteisenä työkaluna, jotta voidaan huomata mitkä työt on saatettava valmiiksi. (Richert, 2017)

Neljännessä osassa Last Planner järjestelmää keskitytään siihen, mitä jokaisen last planner käyttäjän on tehtävä täyttääkseen vaihesuunnittelussa asettamansa tavoitteet. Tämä tapahtuu siten, että laaditaan hankkeelle viikoittainen työsuunnitelma, johon last planner käyttäjät asettavat tehtävät seuraavan viikon jokaiselle päivälle. Nämä tehtävät henkilöstön pitää työsuunnitelman mukaisesti saada tehtyä. Tällaista viikkosuunnitelmaa tehdessä on tärkeää muistaa luotettavuus eli luottaa omaan henkilöstöönsä. (Richert, 2017)

Viidennessä osassa Last Planner järjestelmää käydään läpi sitä mitä on opittu. Oppiminen on tärkeä osa lean-projekteissa ja sitä tehdään päivittäin. Last Planner järjestelmässä on kaksi erilaista tapaa oppia, joista toinen on päivittäinen kokous. Tällaisessa lyhyessä päivittäisessä kokouksessa last planner käyttäjät tarkastavat, onko henkilöstö hoitanut päivälle suunnitellut työt. Mikäli ei töitä ei ole hoidettu, sovitaan muutoksista, joilla varmistetaan, että viikkosuunnitelmassa pysytään. Päivittäiset muutokset on tärkeä huomata sekä tehdä, koska niiden tekeminen on huomattavasti helpompaa, kuin viikoittaisten tai kuukausittaisten muutosten. (Richert, 2017)

6 Tahtituotanto

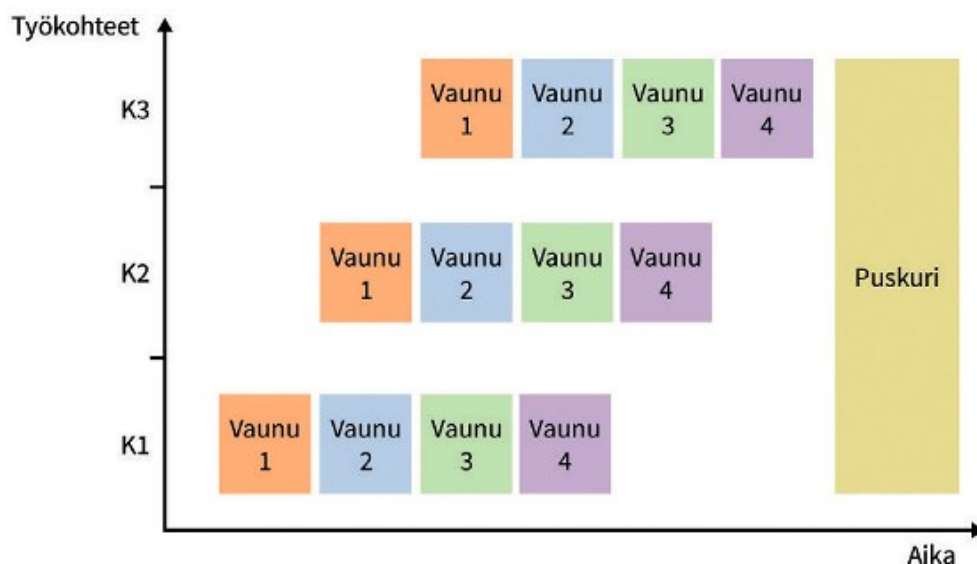
Tässä luvussa käsitellään tahtituotannon suunnittelua sekä sen käyttöön liittyviä hyötyjä. Tahtituotannolla tarkoitetaan Lean-rakentamiseen perustuvaa menetelmää, jossa tuodaan tehtaista tutuksi tulleet toistuvien töiden periaatteet rakentamiseen. Tahtituotannossa kehitetään rakentamisen tuotantoketjua järjestelmällisempään malliin. Järjestelmällisellä mallilla tavoitellaan sitä, että työn suorittamisen edellytykset ovat kunnossa, työmaa valmistuisi nopeammin sekä kaikilla hankkeessa työskentelevillä olisi hyvä tilannetietoisuus koko hankkeen ajan. (Sitedrive, 2024)

Tahtituotannossa hanke jaetaan samankokoisiin alueisiin, joita kutsutaan tahtialueiksi. Näitä alueita voivat esimerkiksi olla kerrokset tai asunnot. Työt jaetaan tahtituotannossa pienempiin työpaketteihin ja kokonaisuudet, jotka toistuvat, järjestetään työjonoihin. Työjonot aikataulutetaan siten, että ne etenevät kerroksesta toiseen tahtiajan pysyessä muuttumattomana. Valmis työ tarkastetaan jokaisen tahdin päätyttyä. Alapuolella on havainnollistava kuva 11 tahtiaikataulusta. (Sitedrive, 2024)

vain yhdenlaista työpanosta. Työpaketeissa voi myös olla esimerkiksi talotekniikan töitä, jotka eivät ole niin pitkäkestoisia. Se tarkoittaa sitä, että tällaisille lyhytkestoisille töille ei varata kokonaista omaa työpakettia. (Lean Rakentamisessa, 2021, s. 152)

Kun työpaketit ovat valmiit, niistä muodostetaan niin kutsuttu tuotantोजना, joka sijoitetaan tahtiaikatauluun. Yleisimmin tahtiaikataulu sijoitetaan Exceliin, mikä saa tahtiaikataulun näyttämään taulukolta, jossa vaakatasossa on merkitty aika ja pystysuuntaan sijoitettu tahtiaikaruudut. Kun ensimmäinen tuotantोजना on saatu sijoitettua tahtiaikatauluun, yksinkertaisesti kopioidaan tätä ensimmäistä tuotantोजनाa alaspäin tahtiajalla porrastettuna. Tällöin tuotannon eteneminen tapahtuu vaakatasossa tehtäväpaketeittain, kun taas työryhmät liikkuvat diagonaalitesti seuraavaan kohteeseen. Alla esitettyssä kuvassa 13 tuotantोजनाat aikataulussa. (Lean Rakentamisessa, 2021, s. 152)

Kuva 13. tuotantोजनाat aikataulussa (Lean Rakentamisessa, 2021)



6.2 Tahtituotannon hyödyt

Tahtituotannon käytöllä on monia hyötyjä, joista yksi on työmaiden nopeampi valmistuminen, kun asiat tehdään järjestelmällisemmin. Tahtituotannolla voidaan saavuttaa myös pienemmät kustannukset sekä parempaa laatua. Tahtituotannon käytöstä rakennustyömaalla hyötyvät rakennuttajat, urakoitsijat, työnjohto sekä tekijät. (Sitedrive, 2024)

Rakennuttajan suurimpana hyötynä on jopa 70 % lyhyempi läpimenoaika, joka tarkoittaa myös isoja kustannussäästöjä. Tarkkaan suunniteltu ja aikataulutettu päivä takaa sen, että

työaika käytetään vain tuottavaan työhön. Töissä ei myöskään synny virheitä, kun ne tehdään kerralla oikein. Nämä asiat johtavat laadun parantamiseen ja tuovat säästöjä yritykselle. Rakennuttaja hyötyy tahtituotannosta, kun työmaan onnistuminen ei ole niin paljon sidottu suunnittelijoihin ja heidän kokemukseensa. Tiedon jatkuva dokumentointi takaa sen, että kaikilla on pääsy informaatioon. Tällöin kaikki tiedot eivät ole ainoastaan kokeneiden ammattilaisten muistissa ja riski tärkeän tiedon katoamisesta eläköityvien työntekijöiden mukana pienenee. Tahtituotannolla päästään eroon turhista puskureista. Usein rakentamisessa työhön lisätään paljon turhaa ilmaa mahdollisia virheitä ajattelen, kun taas tahtituotannossa puskureita puretaan valvotusti ja täten päästään turhista puskureista eroon. (Sitedrive, 2024)

Urakoitsijoiden hyödyt tahtituotannosta ovat myös kattavat. Urakoitsijat pääsevät eroon tarpeettomasta joutoajasta, koska kuten tunnettua, rakentamisessa on paljon odottelua. Odottelu voi johtua puutteellisesta aikataulusuunnittelusta, materiaalien puutteesta tai yksinkertaisesti työvoiman puutteesta, jos edellinen työvaihe on mennyt pitkäksi. Tahtituotannon tehtävänä on pitää huoli, että työvaiheiden virheistä opitaan seuraavia ajatellen ja työntekijät pääsevät töihin suunnitelmien mukaisesti. Urakoitsijat hyötyvät läpimenoajan lyhentymisestä nopeammin liikkuvan pääoman muodossa, kun hankkeita voidaan tehdä tehokkaammin ja nopeammin samalla henkilöstöllä. Tehostunut tiedonsiirto auttaa johtamaan tietoa kokeneilta ammattilaisilta eteenpäin, tunnistamaan ongelmia nopeammin sekä selvittämään niitä tasaisesti koko hankkeen ajan, jolloin virheet eivät pääse moninkertaistumaan. (Sitedrive, 2024)

Työnjohdon hyötyjä tahtituotannosta on esimerkiksi työnteon selkeämpi seuranta, joka luo edellytykset hyvälle johtamiselle. Tuotannon jatkuvasti edetessä samassa tahdissa etenemistä on helppo tarkkailla koko ajan. Tämä tekee työn ennustettavuudesta ja hallitsemista helpompaa. Työnjohto hyötyy myös siitä, kun virheet saadaan tahtituotannossa nopeasti esille. Tämä aiheuttaa sen, että tiukasti aikataulutetussa tahtituotannossa virheet on myös ratkaistava mahdollisimman nopeasti, että tahti ei häiriinny. Työnjohto hyötyy tiedon tehokkaasta siirtymisestä ja dokumentaatiosta, koska kun asiat eivät ole vain muistin varassa, saadaan työ suoritettua onnistuneesti loppuun asti. (Sitedrive, 2024)

Tekijät saavat tahtituotannosta muiden lisäksi suuren hyödyn. Ongelmien välitön ratkaisu takaa sen, että aikatauluun ei tule muutoksia ja ongelmien tehokkaan korjausnopeuden ansiosta voidaan päästä nollavirheluovutuksiin. Tahtituotannossa saadaan vähemmällä vaivalla enemmän aikaiseksi eli kun tahtiaikataulu on laadittu hyvin, tekijöiden aika jää itse työntekoon. Työmailla yleisenä ongelmana on kunnioituksen puute, mikä johtaa siihen, ettei

tekijöiden mielipiteitä juuri kuunnella. Tahtituotannossa tilanne on päinvastainen, kun suunnitellaan hyvin ja virheet sekä muutokset halutaan mahdollisimman nopeasti esille, nostetaan tekijöiden asiantuntemus kuuluviin. (Sitedrive, 2024)

7 Haastattelut

Tämä opinnäytetyön haastattelu on toteutettu teemahaastattelun muodossa. Kun tutkija suorittaa haastattelua, on tutkijan tehtävänä saada käsitys haastattelun kohteena olevan henkilön ajatuksista, käsityksistä, kokemuksista ja tunteista. Tutkija voi lähestyä tehtäväänsä eli tässä tapauksessa haastattelua kahdella eri tavalla, suorasti tai epäsuorasti. Esimerkkinä epäsuorasta lähestymistapana voi olla piirustusten tulkinta. Suorasta ja yleisemmästä lähestymistavasta esimerkki voi olla, että kysytään henkilöltä hänen omia uskomuksiaan, kokemussisältöjään ja arvostuksiaan. (Hirsjärvi & Hurme, 2000, s. 40)

Teemahaastattelu eli puolistrukturoitu haastattelu on lomakehaastattelun ja strukturoimattoman haastattelun välimuoto. Puolistrukturoidussa haastattelussa jokaiselle haastateltavalle esitetään samat kysymykset, mutta vastauksien ei tarvitse olla suoranaisesti sidottu vastausvaihtoehtoihin, joka tarkoittaa, että haastateltavat voivat vapaasti vastata omin sanoin. Tässä haastattelumuodossa haastattelijä voi vaihtaa kysymyksien sanamuotoa ja muotoilua, vaikka kysymykset, ovat ennalta määritetty. Puolistrukturoiduissa haastatteluissa joitakin näkökohtia on entuudestaan lyöty lukkoon, mutta ei kaikkia. (Hirsjärvi & Hurme, 2000, s. 47)

Haastattelu on kahden ihmisen välistä jatkuvaa viestintää, mikä pohjautuu kielen käyttöön. Haastattelu on kokoaikaista vuorovaikutusta, jossa on mukana henkilöiden sanojen kielellinen merkitys ja tulkinta. Kielen keskeisyydellä on iso merkitys haastattelutilanteessa. Mikäli kieltä ei käytettäisi yhtään, olisi kommunikaatio vain ilmeiden ja eleiden varassa. (Hirsjärvi & Hurme, 2000, s. 49)

Haastattelun yksi suurimmista eduista on sen joustavuus, koska se sopii todella moniin eri tutkimustarkoituksiin. Haastattelun ideana on olla suorassa verbaalisessa vuorovaikutuksessa haastattelun kohteena olevan henkilön kanssa ja tämä on tilanne, joka mahdollistaa tiedonhankinnan suuntaamisen tilanteen aikana. Haastattelun aikana on mahdollista saada kaivettua esiin motiiveja, jotka piilevät vastausten taustalla. Haastattelun aikana pystyy myös tulkitsemaan ei-kielellisiä vihjeitä, jotka auttavat haastateltavan vastausten ymmärtämisessä. (Hirsjärvi & Hurme, 2000, s. 32)

Syitä miksi kannattaa valita haastattelu on monia. Yhtenä esimerkkinä on, kun haastattelukysymyksissä kysymyksen aihetta on vain vähän kartoitettu ja aiheen alue ei ole niin hyvin ennalta tunnettu. Kun tiedetään, että tutkittava aihe tulee tuottamaan paljon ja useihin suuntiin meneviä vastauksia, on haastattelu paras vaihtoehto. Kun halutaan saada selkeämpiä vastauksia on haastattelu hyvä tapa, koska kesken haastattelun voidaan tarkentaa kysymyksiä ja saada tätä kautta selkeämpiä vastauksia. Haastatteluissa etuna on myös se, että voidaan pyytää myös perusteluja mielipiteille, jota haastateltava henkilö antaa. Haastattelu on hyvä vaihtoehto, kun halutaan tutkia jollain tasolla arkoja tai haastavia aiheita. (Hirsjärvi & Hurme, 2000, s. 33)

Haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina, koska koin että näin tilanne on paljon rauhallisempi ja haastattelutilannetta pystyy hallitsemaan paremmin, kun on vain yksi haastateltava kerrallaan. Haastattelin niin työnjohtoa kuin aikataulu- ja kustannusinsinöörejä. Halusin saada haastatteluissa näkökulmaa insinööreiltä, jotka olivat olleet mukana toteuttamassa tahtien poistamista tahdeista. Halusin kuulla myös työnjohtajien näkemyksen, koska he ovat olleet työmaalla mukana toteuttamassa uusia aikatauluja. Haastattelukysymykset ovat liitteissä 1. ja 2.

Haastattelut toteutettiin kasvokkain ja haastatteluihin osallistui neljä eri henkilöä täysin erilaisista työtehtävistä, jotta saatiin mahdollisimman monesta näkökulmasta vastauksia. Alla listattuna haastateltavien tiedot.

Taulukko 1 Haastatellut henkilöt

Haastateltu henkilö (hlö)	Henkilön työkokemus vuosina	Henkilön koulutus
Hlö1	3	DI
Hlö2	10	RI

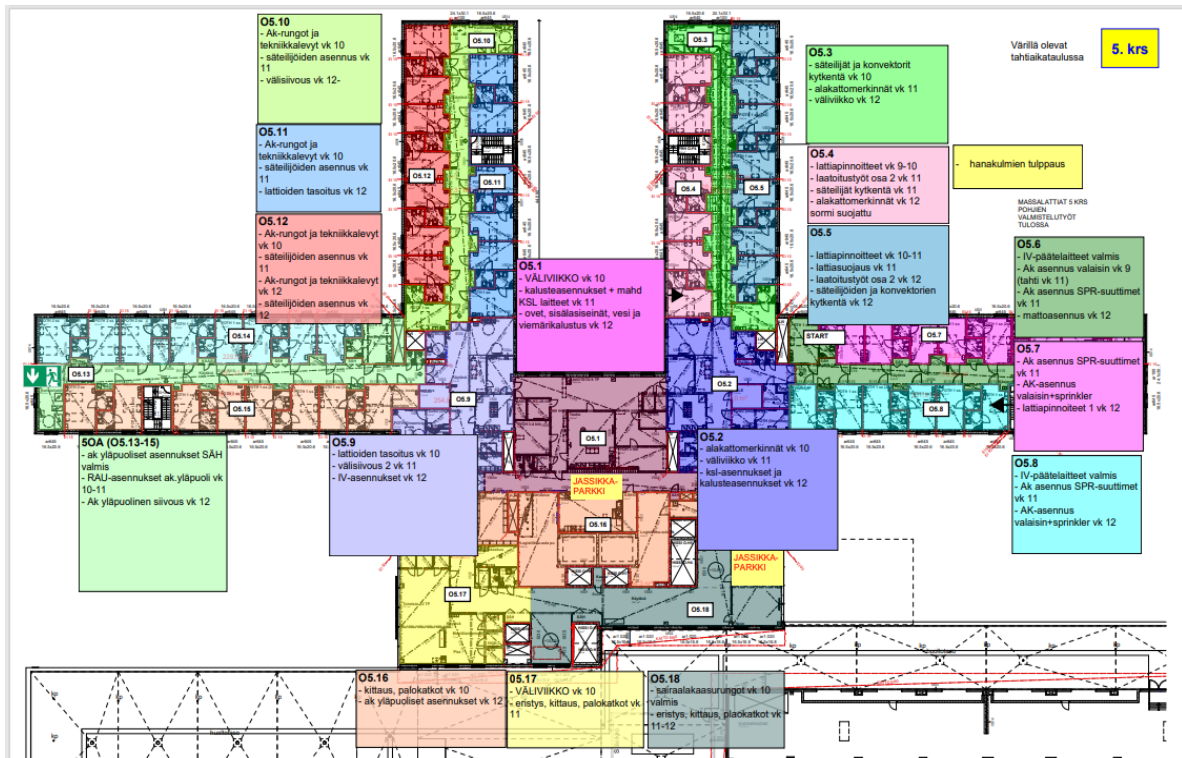
Hlö3	30	RI
Hlö4	10	RKM

Haastattelujen vastauksia käydään läpi luvun 8 jälkeen. Tätä ennen luvussa 8 pohjustetaan millainen työmaan aikataulu on ja miten sitä toteutetaan.

8 Hankkeen aikataulut

Hankkeessa jokaisella rakennuksella on oma aikataulupalaveri viikoittain, jossa käydään tuleva kolmeviikkois aikataulu läpi. Aikataulupalaverissa jokainen rakennus käy kaikki omat kerroksensa ja tahtialueet läpi. Jokaisessa kerroksessa on oma kerrosmestarinsa, joka vastaa omasta kerroksestaan. Näin ollen, kun tiettyyn kerrokseen tulee kysyttävää, vastaa tämän kyseisen kerroksen kerrosmestari kysymyksiin. Alla esitetyssä kuvassa 14 on vuodeosaston aikataulupalaverin 5 kerroksen kolmeviikkoisikataulu.

Kuva 14. Kolmeviikkoisaikataulu



Tällainen kerrosmestari maailma on erinomainen isolle hankkeelle, koska silloin työnjohtajalla on yksi tietty vastuualue, eli tässä tapauksessa vastuualueena toimii aina kyseinen kerros, jota hän hoitaa. Tämä mahdollistaa sen, että huomataan työvaiheittain nopeasti ongelmat, olivat ne sitten laadullisia, kustannuksellisia tai aikataulullisia.

9 Tahdittomat työt

Tässä työssä tutkitaan Assi sairaalan vuodeosaston rakennuksen aikataulua ja sen työvaiheita. Esimerkkinä tahdittomasta työvaiheesta käsitellään vuodeosaston lattiatasoitusta eli plaanotusta. Tämä työvaihe irrotettiin hankkeesta tahtiaikataulusta ja työvaiheelle luotiin kokonaan uusi aikataulu, joka kulki tahdin ulkopuolella. Työssä käsitellään myös ilmanvaihtotöiden työvaihetta, jonka tahtiaikaa ja aluetta muutettiin. Seuraavissa luvuissa käydään haastatteluvastausten kautta läpi hyötyjä sekä haittoja, mitä työvaiheen irrottamisessa tahtiaikataulusta voi mahdollisesti seurata. Lisäksi käsitellään mitä hyötyjä tai haittoja työvaiheen tahtialueen muokkaamisesta voi syntyä.

9.1 Työvaiheen poistaminen aikataulusta

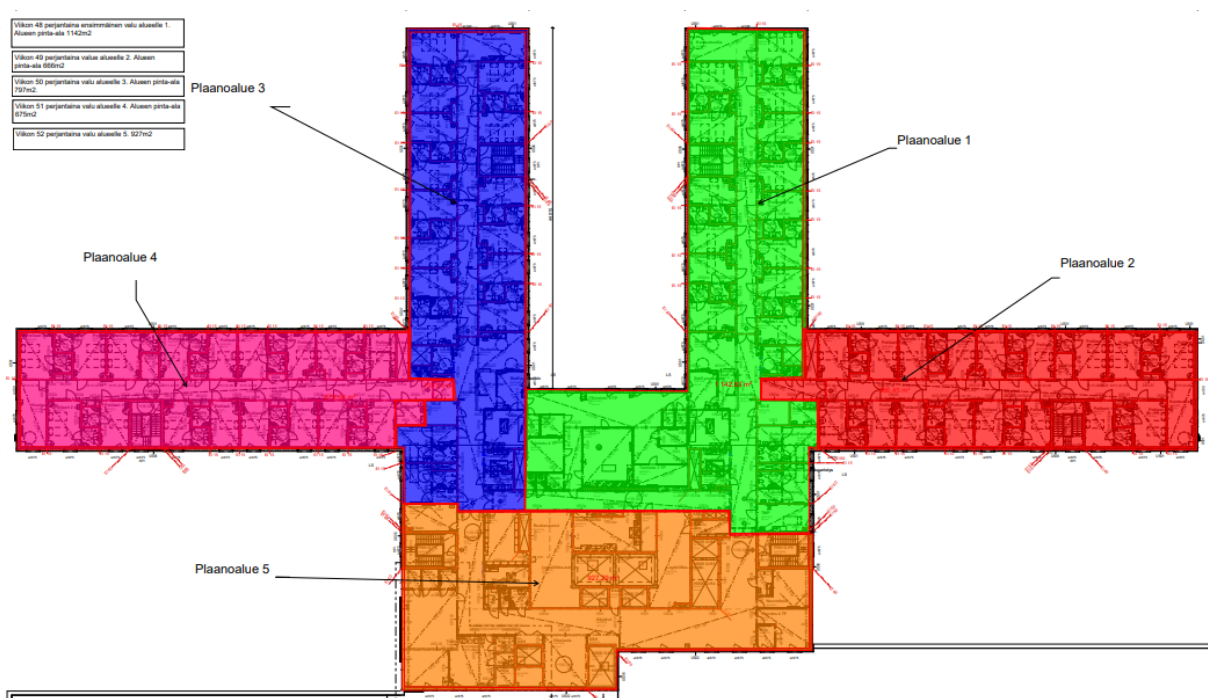
Ensimmäisenä lähdetään miettimään, miksi työvaihe päädyttiin poistamaan tahtiaikataulusta, joka oli aiemmin todettu täysin toimivaksi.

Kustannusinsinöörin kanssa käydyssä haastattelussa nousi esille lattiatasoituksesta saatu tarjous. Tässä tarjouksessa kyseisen työvaiheen tekeminen olisi ollut kalliimpaa, jos olisi pysytty vanhoilla pienillä tahtialueilla. Kustannustehokkuuden kannalta työvaihe päätettiin irrottaa tahtiaikataulusta ja tämän avulla työ pystyttäisiin toteuttamaan edullisemmin uusilla isommilla alueilla.

Kun lattiatasoitusta alettiin aikatauluttaa uudelleen, huomattiin, että alkuperäinen tahtiaikataulu ei olisi lopulta muistakaan syistä ollut toteutettavissa kyseiseen työvaiheeseen. Suurimpana ongelmana esiin nousi vuodeosaston rakennuksen muoto verrattuna muihin rakennuksiin, joissa tahtiaikataulu on jo ollut käytössä. Vuodeosaston rakennuksessa on ikään kuin neljä siipeä, joiden keskellä kulkee käytävä ja näiden käytävien kummallakin puolella sijaitsee potilashuoneita.

Alla esitettyssä kuvassa 15 lattiatasoitus on uudelleen aikataulutettu. Tässä aikataulussa alueita on vain 5 alkuperäisen 18 sijaan.

Kuva 15. Muokattu aikataulu



Juuri vuodeosaston muodon takia huomattiin, että alkuperäisellä tahtiaikataululla kulku olisi estynyt vuoderakennuksessa oleviin siipiin pitkäksi aikaa ja olisi näin ollen haitannut muita työvaiheita. Kun alueita suurennettiin, päästiin tekemään yksi siipi kokonaan kerralla ja tämä helpotti muita työvaiheita paljon, koska ei syntynyt logistisia ongelmia.

Työvaiheen poistamisella tahdistusta haluttiin myös saada puskuria ja kun lattiatasointu tehtiin isommille alueille, aukesi siihen myös mahdollisuus. Talotekniikka pääsi aloittamaan työnsä aikaisemmin tahtialueillansa, joka oli yksi tapa millä saatiin luotua puskuria tahtiaikatauluun.

9.2 Työvaiheen aikataulusta poistamisen hyödyt

Työvaiheen poistaminen tahtiaikataulusta oli lopulta kannattavaa, sillä sen avulla saavutettiin monia hyötyjä. Näistä suurimpana oli tässä kyseisessä lattioiden tasoituksen työvaiheessa jo aiemmin mainitut kustannusvaikutukset. Kun päädyttiin isompiin alueisiin alkuperäisten pienten tahtialueiden sijaan, säästettiin huomattavasti.

Kustannusten kannalta työvaiheessa saavutettiin monia muitakin hyötyjä. Koska alueet olivat suuremmat, olivat myös valmistelevat työt halvempia, kun alueiden poisrajaukseen ei tarvinnut käyttää niin paljon materiaaleja. Lisäksi ei tarvinnut toistaa esimerkiksi jälkihoitoa niin montaa kertaa työvaiheessa, mikä myös pienensi kustannuksia. Myös kosteusmittauksissa saavutettiin säästöjä, koska mittauskertoja oli kolme kertaa vähemmän isojen alueiden myötä.

Isommat alueet olivat myös huomattavasti selkeämmät viestiä urakoitsijan kanssa.

Kyseisessä työvaiheessa olisi alun perin ollut 18 tahtialuetta jokaisessa kerroksessa, eli 18 eri aluetta, joilla työtä olisi tehty. Nyt uuden aikataulun myötä alueita oli vain 5 jokaisessa kerroksessa, jotka olivat huomattavasti helpompia ja selkeämpiä viestiä urakoitsijalle. Kun viestintä ja työnteko on selkeämpää urakoitsijalle, heijastuu se automaattisesti positiivisesti myös kustannuksiin.

Koska alueiden määrä työvaiheessa tippui radikaalisti alkuperäiseen määrään verrattuna, pystyttiin työssä myös saavuttamaan paljon tasalaatuisempi jälki, eli työvaiheen poistamisella tahdistusta hyödyttiin myös laadullisesta näkökulmasta.

10 Tahtien muokkaaminen

Hankkeessa on 4 eri rakennusta ja tahtiaikataulu on kaikissa samanlainen. Ongelmaksi tässä nousee esille se, että kaikki rakennukset eivät ole samanlaisia muodoltaan ja muotoa ei ollut osattu huomioida tarpeeksi hyvin tahtiaikataulua tehdessä. Niin kuin aikaisemmassa luvussa työvaiheen poistaminen aikataulussa, mainittiin isoimmaksi ongelmaksi juuri rakennusten erilainen muoto, koska tahtiaikataulu on kopioitu muista rakennuksista eikä tämä soveltunut vuodeosaston rakennustyyppiin.

Isoimmaksi ongelmaksi hankkeessa nousivat ilmastointityöt. Kun sairaalahanketta rakennetaan, täytyy alue siivota P1-puhtausluokan kriteereiden mukaan, jotta ilmanvaihtotyöt voidaan aloittaa. Kun alettiin toteuttamaan P1-puhtausluokaa tahtialueelle huomattiin, että ei ole ajallisesti ja rahallisesti kannattavaa toteuttaa osastointia ja siivousta sen hetkiselle tahtialueelle.

Ongelman pääsyy oli, että tahti alkoi vuodeosastolla potilashuoneisiin vievältä käytävältä. Tämä tarkoitti, että jokainen potilashuoneen ovi ja ikkuna-aukko olisi pitänyt osastoida, jotta pelkkä käytävä olisi saatu P1-alueeksi. Tässä nousi esiin, että kustannuksienkaan kannalta ei olisi ollut järkevää lähettää osastoimaan jokaista reikää ja koloa mikä käytävän varrella oli.

Tilanteessa huomattiin, että on huomattavasti helpompaa laajentamaan tahtialuetta, jossa käytävän lisäksi tahtialueeseen otetaan mukaan käytävän oikealla puolella sekä vasemmalla puolella sijaitsevat potilashuoneet. Yhtä tahtialuetta laajennettiin siten, että otettiin myös siihen kaksi tahtialuetta lisää, jolloin yksi vuodeosaston siipi muodosti yhden isomman tahtialueen P1-siivoukselle ja osastoinnille kuin myös sitä seuraaville ilmanvaihtotöille.

Myös ilmastointirakentaja oli sitä mieltä, että tahtialue kannattaa laajentaa myös potilashuoneet kattaviksi, koska urakatyön kannalta oli paljon kannattavampaa päästä käytävän runkolinjojen lisäksi tekemään suoraan haaroitukset potilashuoneisiin ja näin sai suoraan koko siiven valmiiksi.

Kun haastattelussa päästiin kohtaan, mitä hyötyjä tahtialueen muokkaamisella oli saavutettu, nousi esiin monia asioita. Isoimpana hyötynä ehdottomasti oli se, että alirakentaja sai työn oletettua nopeammin tehtyä eli työ valmistui ennen tahdin loppumista.

Kun työvaiheen tahtialueen muokkaaminen oli onnistunut ja työ valmistui nopeammin, vapautti se, jopa kokonaisia väliviikkoja, joiden aikana pystyttiin tekemään muiden työvaiheiden keskeneräisiä töitä eli niin kutsuttuja häntiä pois, joita luonnollisesti isolla hankkeella syntyy.

Muokkaaminen myös viesti aliurakoitsijalle joustavuudesta ja vei myös viestin, siitä että tahtiaikataulu ei ole ehdoton ja sitä pystytään tarpeen tullen muokkaamaan, jos huomataan, että joku muu toimintatapa on parempi kuin nykyinen.

Kun puhutaan joustavuudesta aliurakoitsijan suuntaan, seurasi siitä myös joustavuutta pääurakoitsijan suuntaan, koska isolla hankkeella herkästi tulee ongelmakohtia, joissa toivotaan joustavuutta aliurakoitsijan suunnalta.

Aliurakoitsija hyötyi myös tahtialueen muokkaamisesta siten, että liikkuminen oli paljon helpompaa, koska alue oli paljon isompi. Tällä tarkoitetaan sitä, kun työvaiheessa tarvitaan esimerkiksi nostimia, niin isommilla alueilla on huomattavasti helpompi operoida nostimilla.

Pääurakoitsija hyötyi myös todella paljon tahdin muokkaamisesta, kun aliurakoitsija saatiin sitoutettua työhön aikataulullisesti tehokkaammin. Tehokkaamman työn ansiosta työ myös valmistui oikea-aikaisesti ja joissain tilanteissa työ valmistui jopa etuajassa, joka tarkoitti taas kokonaisuudessaan läpimenoajan lyhenemistä.

Isona hyötynä myös olivat logistiset asiat, koska varsinkin ilmavaihtotöissä tavarat, joita työssä tarvitaan ovat todella suuria. Nyt kun tahtialuetta oli laajennettu huomattavasti isommaksi, tavarantoimitus oli paljon helpompaa isolle alueelle, kun tilasta ei ollut enää puutetta. Tämä oli todella positiivinen asia, koska nyt ei tarvinnut neuvotella muiden työvaiheiden tahtien kanssa, että voidaanko heiltä varata alueita tavarantoimitukselle.

11 Pohdinta

Mielestäni tahtituotanto on todella tehokas tuotannonohjausjärjestelmä. Se antaa hyviä kehitysideoita alalle ja siinä on rakennusalan tulevaisuus. Tahtituotanto tulee tulevaisuudessa yleistymään entistä enemmän, niin pienemmillä kuin isommillakin kohteilla, koska siitä saatavat hyödyt ovat kattavia.

Kun puhutaan isoista kohteista, kuten tässäkin opinnäytetyössä käsitellystä isosta sairaalahankkeesta, on tahtituotannon toteuttaminen haastavaa, mutta mahdollista jatkuvalla valvonnalla, suunnittelulla sekä kehittämisellä.

En näe mitenkään huonona asiana yksittäisen työvaiheen poistamista tahdistusta, mikäli sen avulla pystytään saavuttamaan näin paljon positiivisia hyötyjä, kuin tässä kyseisessä hankkeessa ja muutoksessa saavutettiin.

Kun tahtiaikataulua lähdetään suunnittelemaan, aina mietitään mistä tahdin pitäisi alkaa. Usein tahdit alkavat väliseinistä ja välillä ne voivat alkaa vasta väliseinien jälkeen, mutta suunnitteluvaiheessa olisikin hyvä miettiä jo etukäteen onko jokin työvaihe järkevämpi toteuttaa tahdin ulkopuolella, eli työvaihe jätettäisiin tahtiaikataulun suunnitteluvaiheessa pois. Tätä valmiiksi ulkopuolelle jättämistä pitäisi harkita vain isoissa ja haastavissa kohteissa, eikä pienissä tavallisissa hankkeissa, koska muuten se vie koko tahtituotannon idean.

Kun lähdetään purkamaan asiaa ihan alusta asti voidaan todeta, että isolla hankkeella, jossa tahtiaikataulu on toiminut hyvin jo kuukausia, ei tahtiaikataulua lähdetä kyseenalaistamaan tarpeeksi herkästi. Tässä tapauksessa tahtiaikataulu oli toiminut muissa rakennuksissa pitkään hyvin ja toimii projektin loppuun asti hyvin, mutta vuodeosaston puolella aikataulu ei toiminutkaan.

Mielestäni on tärkeää, että aikataulua kyseenalaistetaan koko ajan, varsinkin isolla hankkeella, jossa työvaiheet lisääntyvät todella nopeasti ja niitä on myös todella monta päällekkäin. Kun työvaiheita on todella paljon ja tahtituotanto on toiminut muissa saman hankkeen rakennuksissa hyvin, eletään siinä uskossa, että se tulee jatkumaan hyvin.

Tärkein huomio, mitä opinnäytetyötä ja haastatteluja tehdessä tuli, että rakennuksen muoto pitää ottaa todella isosti huomioon, kun lähdetään suunnittelemaan tahtiaikataulua.

Tärkeää on myös keskustella aliurakoitsijoiden kanssa ja käydä heidän kanssaan aikataulua aktiivisesti läpi, koska he saattavat huomata asioita mitä muut eivät ole aiemmin huomanneet.

Jatkotutkimuskysymyksenä ehdottaisin, että tutkittaisiin mitä työvaiheita kannattaisi isoissa hankkeissa, jättää kokonaan tahtiaikataulun ulkopuolelle. Tämä olisi asia mitä kannattaisi tutkia ja hyödyttäisi paljon tahtiaikataulujen tekijöitä.

Yhteenvetona koko opinnäytetyön tutkimuksesta on alla koostettu lista asioista, mitä pitäisi ottaa huomioon, kun tahtiaikataulua suunnitellaan ja mitä asioita pitäisi ottaa huomioon, jotta huomattaisiin milloin työvaihe kannattaa poistaa tahtiaikataulusta tai muokata sitä.

- Rakennuksen muoto tahtisuunnittelussa
- Jatkuva tahtiaikataulun kyseenalaistaminen tahtituotannon aikana
- Tahdin kopioinnin välttäminen kampusmallin rakentamisessa
- Saavutetaanko työvaiheen poistamisella tahtiaikataulusta puskuria aikatauluun
- Kuinka paljon hyötyjä saavutetaan työvaiheen poistamisella tahtiaikataulusta
- Kuinka paljon syntyy häiriöitä, kun työvaihe poistetaan tahtiaikataulusta
- Tahtiaikataulun läpikäyminen urakoitsijoiden kanssa ennen sen alkua ja sen aikana

12 Lähdeluettelo

- Ahveniston Sairaala. (n.d). *ahvenistonsairaala.fi*. <https://ahvenistonsairaala.fi/tietoa/>
- Fira. (n.d).
https://fira.fi/palvelut/rakentaminen/tahtituotanto/?utm_campaign=Teollinen+rakentaminen&utm_term=tahtituotanto&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_ver=3&hsa_aac=2339402629&hsa_mt=b&hsa_src=g&hsa_cam=20800249151&hsa_grp=154652593115&hsa_tgt=kwd-88722090
- Hirsjärvi, S., & Hurme, H. (2000). *Tutkimushaastattelu, teemahaastattelun teoria ja käytäntö*.
- Junnonen, J.-M. (2022). *Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Lean Rakentamisessa*. (2021). RIL ry.
- Lean Construction Institute. (n.d). *leanconstruction.org*.
<https://leanconstruction.org/about/lean-tenets/>
- Leanthinking. (2024a). *Leanthinking.fi*. <https://leanthinking.fi/sanasto/tahtiaika-takt-time/>
- Leanthinking. (2024b). *Leanthinking.fi*. <https://leanthinking.fi/sanasto/hukka/>
- Leanthinking. (2024c). *Leanthinking.fi*. <https://leanthinking.fi/sanasto/lapimenoaika-lead-time/>
- Leanthinking. (2024d). *Leanthinking.fi*. <https://leanthinking.fi/sanasto/tuottavuus/>
- Leanthinking. (2024e). *Leanthinking.fi*. <https://leanthinking.fi/sanasto/muda/>
- Leanthinking. (2024f). *Leanthinking.fi*. <https://leanthinking.fi/sanasto/mura/>
- Leanthinking. (2024g). *Leanthinking.fi*. <https://leanthinking.fi/sanasto/muri/>
- Piirainen, A. (2014). *Sixsigma*. <https://sixsigma.fi/lean-ja-hukka/>
- Rakennuslehti. (30. Joulukuu 2019). *Rakennuslehti*.
<https://www.rakennuslehti.fi/2019/12/mista-puhumme-kun-puhumme-tahtituotannosta/>
- Richert, T. (2017). *leanconstructionblog.com*. <https://leanconstructionblog.com/What-is-the-Last-Planner-System.html>
- Sitedrive. (2024). *sitedrive.com*. <https://sitedrive.com/fi/blogi/tahtituotannon-perusteet/>
- Skanska . (n.d). *skanska.fi*.
- Skhmot, N. (2017). *Lean Way*. <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>
- Welles, H. (2020). *constructconnect*. <https://www.constructconnect.com/blog/the-basics-of-lean-construction-methods>
- Yli-Villamo, H. (2013). *Teknologiateollisuus.fi*.
<https://skol.teknologiateollisuus.fi/sites/skol/files/Allianssimalli.pdf>

Liite 1. Tahdittomien töiden haastattelukysymykset

Milloin huomattiin, että kyseinen tahti ei toimi sellaisena kuin se on tahtiaikataulussa?

Miten työvaiheen poistaminen tahdistä hyödytti muita työvaiheita?

Miksi työvaihe irrotettiin tahtiaikataulusta?

Osattiinko tahtia suunnitellessa varautua, että tällainen ongelma voi tulla eteen?

Minkälaisia aikataulullisia hyötyjä saavutettiin työvaiheen poistamisesta tahdistä?

Mitä hyötyjä kustannusten kannalta saavutettiin työvaiheen poistamisesta tahdistä?

Mitä laadullisia hyötyjä saavutettiin työvaiheen poistamisesta tahdistä?

Liite 2. Tahdin muokkaamisen haastattelukysymykset

Mitä häiriöitä tahdin muokkaaminen aiheutti?

Mitä Hyötyjä aliurakoitsija sai tahdin muokkaamisesta?

Mitä hyötyjä pääurakoitsija sai tahdin muokkaamisesta?

Miksi työvaiheen tahtia lähdettiin muokkaamaan?

Mitä työvaiheen tahdin muokkaamisella suunniteltiin saavutettavan?

Päästiinkö suunniteltuihin tavoitteisiin muokkaamisen jälkeen?

Toimiko työvaiheen tahti muokkaamisen jälkeen odotetusti?