

TAHTITUOTANTOAIKATAULUN TEKEMINEN ASUINKERROSTALON SISÄVALMISTUSVAIHEESTA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, rakennusmestari (AMK)
Kevät 2022
Jopi Korkeakangas

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Tekijä Jopi Korkeakangas

Työn nimi Tahtituotantoaikataulun tekeminen asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheesta

Ohjaaja Sami Niku-Paavo (HAMK), Riku Karrala (Skanska)

Tiivistelmä

Vuosi 2022

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata tahtituotannon tekoprosessia, jonka lopputuloksena tuotettiin yleispätevä runko asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheeseen. Työn tilaajana toimi Skanska Talonrakennus Oy. Työssä viitattiin teorian ja haastatteluiden lisäksi Helsingin Telakkarannassa sijaitsevan As Oy Helsingin Knotin tahtituotantoaikatauluun.

Työkalun kehittämisen tueksi opinnäytetyössä haastateltiin alan asiantuntijoita. Haastatteluiden tavoitteina oli selvittää konkreettisia asioita tahtituotannon tekoprosessiin liittyen. Toinen haastatteluiden tavoite oli löytää tahtituotannon potentiaali. Haastattelut pidettiin kahdessa osassa, joista toinen oli yksilöhaastattelu ja toinen ryhmähaastattelu. Haastatteluissa esiin nousi tahtituotannon potentiaali läpimenoajan lyhentämiseen liittyen. Lisäksi yhteistyön merkitys korostui molemmissa haastatteluissa tärkeäksi osaksi tahtituotannon prosessia.

Tahtituotannon avulla hankkeiden aikataulusuunnittelua voidaan parantaa ja lopputuloksena hankkeiden läpimenoaikoja voidaan parhaimmillaan puolittaa. Tahtituotanto vaatii rinnalleen toimivan valvonnan, jota Lean- ja Last Planner- menetelmät tukevat. Opinnäytetyössä kehitettiin teorian ja haastatteluiden pohjalta tahtituotannon runko asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheen tuotantoon, jota soveltamalla sitä hyödynnetään erityyppisissä asuinkerrostalohankkeissa. Lopputulokseen päästiin, kun työssä kuvattiin tahtituotannon tekoprosessi alusta loppuun.

Opinnäytetyön tahtituotannon runkoa voidaan käyttää asuinkerrostalojen tulevaisuuden aikataulusuunnittelussa. Lisäksi tilaaja tuottaa opinnäytetyöstä verkkokurssin, jonka avulla tahtituotantoon voi perehtyä itsenäisesti. Tulevaisuudessa työkalu on helposti monistettavissa ja muokattavissa erilaisiin hankkeisiin, kuten sairaaloihin tai hotelleihin.

Avainsanat Last Planner, Lean, Tahtituotanto

Sivut 32 sivua ja liitteitä 1 sivu

The aim of the thesis was to describe the process of making takt time planning, which resulted in a universal frame for the indoor manufacturing phase of a residential apartment building. The work was commissioned by Skanska Talonrakennus Oy. In addition to theory and interviews, the work referred to the takt time planning of As Oy Helsingin Knot in Telakkaranta, Helsinki.

To support the development of the tool, experts from the field were interviewed in the thesis. The objectives of the interviews was to investigate concrete issues related to the process of making takt time. Another goal of the interviews was to find the potential of takt time planning. The interviews were conducted in two parts, one as an individual interview and the other as a group interview. In the interviews, the potential of takt time in connection with shortening the lead time was highlighted. In addition, the importance of cooperation was emphasised in both interviews as an important part of the takt time planning process.

With the help of takt time, project scheduling can be improved and, as a result, project lead times can at best be halved. Takt time planning requires functional monitoring alongside it, supported by the Lean and Last Planner methods. Based on the theory and interviews, the thesis developed the structure of takt time for the production of the indoor manufacturing phase of a residential apartment building, by which it is utilised in various types of residential apartment building projects. The result was reached when the process of making takt time planning was described from start to finish.

The frame of the takt time planning of the thesis can be used in the scheduling of the future of residential blocks of flats. In addition, the client produces an online course on the thesis that allows you to familiarise yourself with takt time independently. In the future, the tool will be easily replicable and customizable for various projects, such as hospitals or hotels.

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Lean- menetelmä.....	3
2.1	Toyota Production System	4
2.2	Lean rakennusallalla.....	4
2.3	Leanin 8 hukkaa	5
3	Last planner	7
4	Tahtituotanto	9
4.1	Yleistä tahtituotantoaikataulusta	9
4.2	Tahdit asuinkerrostalossa	11
4.3	Ei- tahdistetut työt	12
4.4	Aliurakoitsijat	12
5	As Oy Helsingin Knot.....	12
6	Haastattelut	14
7	Tahtituotantoaikataulun tekeminen	18
7.1	Lähtöaineisto ja tekoprosessin aloitus.....	19
7.2	Lohkojako ja aikayksiköt	20
7.3	Tahdit, työjärjestys ja työjonot	21
7.4	Välitahdit	22
7.5	Tahdistaminen.....	23
7.6	Haasteena kulmakerroin	25
7.7	Tahtituotannon runko asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheeseen	26
7.8	Työkalut valvontaan	27
8	Pohdinta	28
	Lähteet.....	31

Liitteet

Liite 1	Haastattelukysymykset
---------	-----------------------

1 Johdanto

Rakennusalan aikataulutusta on pyritty kehittämään tehokkaammaksi, ymmärrettävämmäksi ja totuudenmukaisemmaksi jo vuosikymmenien ajan. Aikataulutuksessa on otettu isoja askelia eteenpäin viime vuosien aikana. Suomeen 2010-luvulla levinnyt tahtituotanto on alkanut herättämään keskustelua yhä useampien rakennuttajien ja urakoitsijoiden keskuudessa (Salminen, n.d.). Sen käyttöönottoon on silti suhtauduttu varauksella. Hankkeiden läpimenoaikoja on saatu tiivistettyä parhaimmillaan jopa puoleen, joten tahdittaminen on kuitenkin alkanut kiinnostamaan yhä useampaa urakoitsijaa. Tahtituotantoon rinnastetaan usein Lean-ajattelu sekä Last Planner-menetelmä. Lean on toimintastrategia, joka perustuu virtautustehokkuuteen ja sen parantamiseen. Virtautustehokkuus paranee hukan poistamisella tai sen minimoimisella. Leanin tavoitteena on saavuttaa tasainen tuotantovirtaus, jota voidaan ennakoida helposti. (LCI FIN, n.d.) Last Planner -menetelmässä keskitytään puolestaan tuotannon ohjaukseen sekä tehtävien esteiden tunnistamiseen ja poistamiseen, joiden seurauksena yhteistyön merkitys kasvaa (Merikallio, 2015).

Opinnäytetyön tilaajana toimii Skanska Talonrakennus Oy. Se on osa Skanska-konsernia, joka on maailman kymmenen isoimman rakennusyhtiön joukossa. Lisäksi Skanska on Fortune 500- listalla. Toimintaa Skanskalla on Pohjoismaissa, muutamassa muussa Euroopan maassa sekä Yhdysvalloissa. Suomessa Skanska on aloittanut toimintansa vuonna 1994. Skanskalla on Suomessa muitakin yhtiöitä Skanska Talonrakennus Oy:n lisäksi. Niitä ovat talotekniikka, asuntoprojektikehitys, infra, toimitilat ja konevuokraus. Työmaita on samanaikaisesti käynnissä kymmeniä ja niistä Telakkarannan työmaa on aloitettu vuonna 2019. Kyseinen kohde kattaa neljä kerrostalokokonaisuutta, joiden nimet ovat Annex, Court, Yard ja Knot. Knot on näistä kerrostaloista ainut, jonka sisävalmistusvaiheen tuotannon aikataulumuotona käytetään tahtituotantoa. (Skanska, n.d. -a.)

Tahtituotanto tulee olemaan erittäin suuressa roolissa tulevaisuuden aikataulusuunnittelussa. Viime vuosien aikana tahtituotantoa on alettu käyttämään yhä enemmän ja enemmän. Tahtituotannon kasvava maine johtuu monesta tekijästä. Yksi suurimmista syistä on kuitenkin se, että tahtituotantoa voi käyttää kuka tahansa. Käyttäjän

ei tarvitse olla korkeakoulutettu, jotta tämän aikataulumuodon lukeminen onnistuisi. Aikataulunmuotona tahtituotanto on siis erittäin yksikertainen ja helposti ymmärrettävä. Toiseksi, kun tahtituotanto tehdään hyvin, on se erittäin helppo työkalu jokaiselle työmaalla tai toimistolla olevalle. Lisäksi tahtituotanto auttaa työmaan valvonnassa ja seurannassa, eteenkin, jos sitä päivitetään säännöllisesti. Tärkeimpänä asiana on kuitenkin se, että tahtituotannon avulla hankkeen tehtävät saadaan virtaamaan, mikä taas johtaa lyhyempään läpimenoaikaan. Parhaimmillaan hankkeen läpimenoaika voidaan puolittaa tahtituotannon avulla. Se vaatii kuitenkin hankkeen jokaisen osapuolen täydellisen sitoutumisen tahtituotantoon.

Opinnäytetyön teorian tueksi pidetään kaksi haastattelua. Toinen haastatteluista on ryhmähaastattelu ja toinen yksilöhaastattelu. Ensimmäisessä haastattelussa haastateltavina ovat työpäällikkö Riku Karrala, vastaava työnjohtaja Tuukka Niemeläinen sekä tuotantoinsinööri Kuisma Pulkkinen. Heidän vastauksensa pohjautuvat vähäiseen kokemukseen, sillä Knot on heidän ensimmäinen kohteensa, jossa he käyttävät tahtituotantoa asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheen tuotannon aikataulumuotona. Toisessa haastattelussa kysymyksiin vastaa työmaapäällikkö Ari Petäjäniemi. Hänellä on kertynyt kokemusta muutamasta tahtituotannosta.

Opinnäytetyön alussa on teoriaa, joka perehdyttää lukijan tahtituotantoon sekä sen tekoprosessissa käytettäviin menetelmiin, Lean-ajatteluun sekä Last Planner -menetelmään. Teorian jälkeen esitellään As Oy Helsingin Knot, jonka jälkeen tulee haastatteluosio. Tämän jälkeen läpikäydään tahtituotannon tekemisen prosessi. Opinnäytetyön lopussa olevassa pohdintaosiossa analysoidaan opinnäytetyöprosessia ja käydään läpi opittuja asioita. Lisäksi siinä on kuvattu tahtituotannon tekoprosessin pääkohdat tiivistetysti. Yhtenä tavoitteena ollut yleispätevä runko löytyy kohdasta 7.7.

Skanska Talonrakennus Oy tulee hyödyntämään tahtituotantoa alkavissa asuinkerrostalohankkeissa. Tämä tehdään vähintään sisävalmistusvaiheen töistä. Opinnäytetyön tavoitteena on käydä läpi tahtituotantoaikataulun tekemisen prosessi. Se tehdään esimerkkejä apuna käyttäen sekä As Oy Helsingin Knottiin ja haastatteluihin viitaten. Prosessin kuvaamisen lisäksi halutaan yleispätevä tahtituotantoaikataulun runko.

Rungon tekemisessä käytetään tahteja, jotka toistuvat lähes poikkeuksetta jokaisessa asuinkerrostalohankkeessa. Työvaiheet, jotka eivät kulje tahdissa, jätetään huomiotta. Tämä siksi, että nuo työvaiheet ovat usein sellaisia, jotka ovat erilaisia jokaisessa hankkeessa.

2 Lean- menetelmä

Leanin perustana on arvon tuottaminen asiakkaalle yrityksen toimesta. Kun asiakkaalle tuotettavien arvojen määrittäminen on tehty, arvoa tuottavat tehtävät virtautetaan mahdollisimman sujuviksi ja hukkaa pyritään poistamaan tai minimoimaan. Virtautukseen voidaan sisällyttää esimerkiksi materiaalivirta, tilaus-toimitusprosessi sekä tahtituotantoon liittyvä tahtien virtautus (Logistiikkamaailma, n.d.)

Leanissa keskitytään siis asiakasarvoihin ja niiden toteuttamiseen sen sijaan, että hankkeen jokaisen osapuolen arvoja yhdisteltäisiin sekavin lopputuloksin. Kun arvot keskitetään asiakkaaseen, asiakas saa parhaan mahdollisen lopputuloksen ja vastineen rahalleen. Tällöin myös hankkeen muut osapuolet hyötyvät, sillä heidän resurssinsa ja energiansa ei kulu ristiriitaisten intressien selvittämiseen ja sovitteluun. (Lean Construcion Institute Finland, 2015.)

Leanin yhtenä kulmakivenä on myös jatkuva parantaminen. Tämä liittyy hukan poistamiseen ja virtautuksen jatkuvaan parantamiseen. Lisäksi ennustettavan ja häiriöttömän tuotannon saavuttaminen on tärkeää. Ennustettavuus koskee hankkeen jokaista vaihetta. Sekä suunnittelun, projektin lopputuloksen, että yksittäisten tehtävienkin tulee olla ennustettavia, jotta sujuva virtautus saavutetaan. Leaniin siirtyminen ei käy käden käänteessä. Se on pitkä prosessi ja se vaatii paljon muutoksia ja asioiden kyseenalaistamista sekä kulttuurin muutosta. Toimivalla Lean-ajattelulla saavutetaan kuitenkin paljon etuja, joten muutos on kannattava ja suositeltava (Lean Construcion Institute Finland, 2015.)

2.1 Toyota Production System

Leanin alkuperänä ja esikuvana tunnettu Toyotan tuotantojärjestelmä (TPS) pitää sisällään monia teemoja, tekniikoita ja ajatusmalleja. TPS on kehitetty vuosina 1948–1975 ja se levisi nopeasti muihin yrityksiin Japanissa ja pian sen jälkeen myös länsimaihin. Tässä järjestelmässä tuotantoa valvotaan sen jokaisella tasolla. TPS:n tavoitteena on poistaa kaikki hukkatyö sekä parantaa prosessia jatkuvasti. Tuotantojärjestelmään liittyy voimakkaasti Just-in-Time ja Jidoka-käsitteet. Just-in-Time (JIT) pyrkii karsimaan ylimääräisen työn ja siten myös vähentämään hukkaa. JIT-konseptin suurena etuna on sen asiakaslähtöisyys, mikä edesauttaa varastoinnin minimoimisessa ja asiakkaiden tarpeiden nopeassa reagoinnissa. Keskeistä Jidokassa on tuotannon keskeyttäminen välittömästi virheen havaitsemisen jälkeen. Tällä varmistetaan, ettei virheellistä tuotetta valmisteta. Jidokassa koneeseen, järjestelmään tai laitteeseen liitetään inhimillinen äly, eli sitä voidaan ohjata ihmisen toimesta ja se voidaan pysäyttää milloin tahansa. (Toyota, n.d.)

2.2 Lean rakennusalalla

Tahtituotantoaikataulu on voimakkaasti kytköksissä Leaniin muun muassa sen asiakaslähtöisyyden vuoksi. Tahtituotantoa tehdään yhteisvoimin hankkeen jokaisen osapuolen kanssa, joten Lean- ajattelumalli soveltuu käytettäväksi rakennushankkeessa loistavasti. Leanin tarkoituksena on tuottaa asiakasarvoa. Toisin sanoen hankkeen arvot määrittää asiakas. Näin tahtituotantoa on helppo lähteä rakentamaan hankkeen jokaisen osapuolen kanssa, kun heillä on tiedossa asiakasarvot. Pääasiassa arvoa tuotetaan hukan poistamisella esimerkiksi materiaaleissa, ajassa ja resursseissa. (Lean Construcion Institute Finland, 2015.)

2.3 Leanin 8 hukkaa

Hukalla tarkoitetaan muun muassa arvoa tuottamattomien resurssien käyttämistä. Lisäksi hukkaa voi syntyä materiaaleista. Tällöin työmaalle tilattua tavaraa ei saada hyödynnettyä kokonaisuudessaan. Hukan poistaminen tuottaa arvoa Leanissa. Sitä ei kuitenkaan voida poistaa kokonaan, sillä materiaalien ja työvaiheiden hukkaprosentit vaihtelevat paljon. Virtauttamisen ansiosta resurssien hukkaa voidaan kuitenkin vähentää huomattavasti. Tämä vaatii kuitenkin sen, että virtauttamista käsitellään jo hankkeen suunnitteluvaiheessa. Leanissa käsitellään kahdeksaa hukkaa. Nämä ovat kuljetukset, varastointi, liike, odottaminen, ylituotanto, ylimääräinen työ, viat ja hyödyntämättömät taidot. Näitä havainnollistaa kuva 1. (Skhmot, N. 2017)

Kuva 1. Leanin 8 hukkaa



Kuljetuksien hukalla tarkoitetaan materiaalien, tuotteiden, laitteiden ja ihmisten ylimääräistä liikuttamista. Jos mitään tavaraa liikutellaan ilman, että ne menevät siitä suoraan käyttöön, on se tällöin ylimääräistä tavarankuljetusta. Materiaalien ylimääräinen liikuttaminen voi johtaa materiaalin vaurioitumiseen. Lisäksi ihmisten ja laitteiden ylimääräiset kuljetukset voivat johtaa esimerkiksi uupumukseen. (Skhmot, N. 2017)

Varastoinnin hukalla tarkoitetaan varastoitua tavaraa, joka olisi voitu tuottaa tai toimittaa oikea-aikaisesti työmaalle siten, ettei sitä tarvitsisi ensin varastoida. Tuotteiden tulisi saapua työmaalle siten, että ne asennettaisiin tai otettaisiin käyttöön heti toimituksen jälkeen, ilman varastointia. (Skhmot, N. 2017)

Liikkeeseen liittyvällä hukalla tarkoitetaan ihmisen liikettä. Tällöin ihminen ei tuota lisäarvoa tuotteelle. Tämä voi johtua esimerkiksi laitteiden huonosta sijoittelusta, jolloin ihmisen pitää liikkua pitkiä matkoja laitteelta toiselle. Toisena esimerkkinä voidaan pitää toimenpiteiden tarpeetonta monimutkaisuutta. Tätä voidaan ehkäistä esimerkiksi hyvällä aluesuunnittelulla ja visuaalisella valvonnalla. (Skhmot, N. 2017)

Odottamiseen liittyvä hukka on varusteiden, koneiden tai laitteiden odottaminen siten, ettei töitä voi aloittaa ennen kuin kyseinen tavara saadaan käyttöön. Lisäksi, jos laite on käyttämättömänä esimerkiksi varastossa, katsotaan sen olevan myös odottamisen hukkaa. Myös toimistolla sähköpostien vastausten odottaminen, laitteiden akkujen lataaminen työaikana sekä turhat ja tehottomat kokoukset ja tapaamiset ovat odottamiseen liittyvää hukkaa. (Skhmot, N. 2017)

Ylituotannon hukalla tarkoitetaan ylimääräistä tuottamista sekä tuottamista ennen tai nopeammin kuin tuotetta tarvitaan. Ylituotantoa aiheuttavat esimerkiksi automaatio, kommunikaation puute ja huono suunnittelu. (Skhmot, N. 2017)

Yliprosessointiin liittyvällä hukalla tarkoitetaan turhaa tuotantoon tai viestintään liittyvää työtä, joka ei tuota lisäarvoa tuotteelle tai palvelulle. Yliprosessointiin liittyy tuotteen tai prosessin turha hienosäätö, liiallinen tieto, pullonkaulat, arviot ja epäselvät asiakasmääritykset. Syyt yliprosessointiin löytyvät usein laatustandardeista, asiakkaiden vaatimuksiin liittyvien panoksien puutteesta ja epäasianmukaisesta päätöksenteosta. (Skhmot, N. 2017)

Viat ovat selkeää hukkaa. Pilalle mennyt tai väärin tehty työ joudutaan purkamaan, jolloin syntyy hukkaa. Tuotteen romuttuminen, korjaamiset ja uudelleen käsittelyt ovat vikoihin liittyvää hukkaa. Niitä syntyy, jos tuotantoprosessi vaihtelee liikaa, varastot ovat

epäkäytännölliset, työkalut ovat riittämättömiä tai koulutus ei ole riittävää. Myös laatutaso liittyy vahvasti vikoihin. (Skhmot, N. 2017)

Käyttämättömillä taidoilla tarkoitetaan työntekijän taitojen tuhlausta tai niiden vähättelyä. Toisin sanoen työntekijälle annetaan tehtäviä, joissa hän ei pääse käyttämään jo opittuja taitoja. Lisäksi, jos työntekijän kriittistä palautetta ei hyödynnetä, katsotaan sen olevan käyttämättömien taitojen hukkaa. (Skhmot, N. 2017)

Näiden kahdeksan hukan poistaminen tai minimointi edellyttää sen, että hukat tunnistetaan ja niistä tehdään ilmeisiä. Täten ne on helppo jopa poistaa kokonaan. Positiivisia vaikutuksia voidaan saada aikaan välittömästi. Tämä on erittäin tärkeä osa-alue Leanissa, sillä sen vaikutukset näkyvät suoraan kustannuksissa.

3 Last planner

Last Planner on rakentamisen tuotannon ohjaukseen kehitetty menetelmä. Se on kehitetty Yhdysvalloissa 1990 -luvulla. Last Planner soveltuu tuotannon ohjaukseen aina suunnitteluvaiheesta ylläpitäviin töihin saakka. Last Planner liittyy voimakkaasti tahtituotantoon, sillä molemmissa keskeistä on yhteistyöllä tehtävä aikataulusuunnittelu. (Merikallio, 2015)

Tuotannonohjaukseen luodussa Last Planner -menetelmässä yhdistetään suunnitelmien vaatimukset käytännön toimiksi. Suoraan käännettynä Last Planner tarkoittaa ”viimeistä suunnittelijaa.” Nimi on erittäin osuva, sillä menetelmä kohdistuu viimeiseen tilanteeseen, jossa tehtävien toteutuskelpoisuuteen ja niiden suunnitelmien mukaiseen toteutukseen voidaan vielä vaikuttaa. Samalla pidetään huolta, että kaikki tehtävien vaatimat asiat ovat kunnossa. Last Planner eroaa uusiutuvasta tuotannonohjauksesta siten, että se ei ole vain ylempien tasojen suunnitelmien toteuttaja, vaan huomio keskittyy myös työmaan tilanteeseen ja sitä kautta tehtävien edellytysten valmiuteen. (Merikallio, 2015)

Last Plannerin avulla pyritään hoitamaan tuotannon kokonaisuutta työmaalla. Jokainen tehtävä on samalla viivalla, eikä huomio keskity pelkästään taloudellisesti suuriin tehtäviin. Tavalliset tehtävät ovat siis yhtä tärkeässä asemassa kuin muut tehtävät. Tämä perustuu siihen, että jokainen tehtävä voi olla merkittävä, kun otetaan huomioon koko työmaan tilanne ja vallitsevat olosuhteet. (Lean Construction Institute Finland, 2015.)

Kun työmaalla esiintyy ongelmia, niihin puututaan välittömästi. Strategiana on jakaa pitkäaikaiset tehtävät viikkotehtäviin. Tällöin jokaisen tehtävän edellytykset varmistetaan viikoittain, ei pelkästään ennen tehtävän alkamista. Lisäksi kaikki viikon aikana tapahtuvat työt suunnitellaan, jotta näitä töitä ei häiritsisi yksikään viikon aikana tarpeelliseksi havaittu työ. Pahimmillaan viikon aikana ilmennyt ongelma voi keskeyttää tehtävän koko viikoksi. Tehtävien potentiaalisten ongelmien ratkaisut ehkäisevät sen loppuun saattamisen liittyviä ongelmia. Näin tuotannosta saadaan sujuvampaa sekä varmempaa. Tehtävien aikana on kuitenkin pidettävä huoli toimivasta seurannasta. (Ratu KI-6031, 2017, s. 105)

Last Planner voidaan jakaa neljään vaiheeseen, jotka ovat rakentamisvaihesuunnittelu, valmisteleva suunnittelu, viikkosuunnittelu sekä tulosten valvonta. Ensimmäisessä vaiheessa, rakentamisvaihesuunnittelussa, todetaan, mitä tulisi tehdä. Lisäksi luodaan edellytyksiä seuraaville vaiheille. Tässä vaiheessa suunnitelma laaditaan isolle seinälle tai taululle imuperiaatteella. Toisin sanoen, seinän oikeaan reunaan merkataan työmaan lopputilanne. Tämän jälkeen mukana olevat vastuuhenkilöt merkkavat oman vastuualueensa tapahtumat ja tehtävät siten, että merkattu lopputilanne saavutetaan. Kaikkien merkattujen tehtävien toteutusjärjestys valitaan yhdessä. Jos jollain tehtävällä on aloitukseen liittyviä edellytyksiä, nämä tulee kertoa edeltävien tehtävien vastuuhenkilöille. Tästä esimerkkinä laatoitus, jota ennen tulee tehdä laattapohjat. Tällä menettelyllä saadaan aliurakoitsijat ja muut vastuuhenkilöt sitoutumaan suunnitelmiin. (Merikallio, 2015)

Valmisteleavassa suunnittelussa tehtävien aloitusedellytykset varmistetaan tulevien 4–6 viikon aikajaksolle. Aloitusedellytyksiä ei merkata hyväksytyksi, mikäli yksikin edellytys on jäänyt toteutumatta. Varmistettavia asioita ovat muun muassa koneet ja kalusto, materiaalit, olosuhteet, turvallisuus, jätehuolto sekä mesta. Näitä kaikkia edellytyksiä ei ehkä

tarvitse varmistaa jokaisessa tehtävässä, vaan edellytykset riippuvat tehtävästä. (Merikallio, 2015)

Viikkosuunnittelu tapahtuu esimerkiksi urakoitsijapalaverissa, sillä siinä täytyy olla kaikki mestarit sekä aliurakoitsijoiden työnjohto. Olisi hyvä, jos mukana olisi myös nokkamiehet. Viikkosuunnittelussa valmistellaan, neuvotellaan ja sitoudutaan. Valmistelussa huomio kiinnitetään tehtävien tosiasialliseen tilanteeseen sekä tulevan viikon tehtävien suunnitelmat valmistellaan. Työryhmiltä olisi hyvä saada arvioit näistä. Neuvottelussa tarkoituksena on kiinnittää huomiota riippuvuuksiin muiden töiden kanssa. Sitoutumisella puolestaan tarkoitetaan tehtävään sitoutumista. Vastuussa olevat henkilöt sitoutuvat tehtäväänsä ja lupaavat näin hoitaa sen ajallaan. Laadusta on pidettävä kiinni, ja sen lisäksi valmistellaan esimerkiksi materiaalit, kalusto, työntekijät, mestat ja suunnitelmat. (Merikallio, 2015)

Last Planner liittyy vahvasti tahtituotantoon ja eteenkin aliurakoitsijoiden sitouttaminen on ensiarvoisen tärkeää asia kokonaisuuteen nähden. Aliurakoitsijat sitoutetaan jo aikataulusuunnittelussa mukaan hankkeeseen eikä heidän sitoutumisesna lopu ennen kuin heidän työnsä kohteessa on saatettu loppuun. 5-miksi -raportit ovat myös hyvä tapa etsiä mahdollisten ongelmien juurisyitä, jotta ne voidaan jatkossa ehkäistä. Valvonnan näkökulmasta katsottuna tehtävien toteutusprosentit auttavat työnjohtajia, aliurakoitsijoita ja nokkamiehiä hahmottamaan työmaan kokonaistilannetta. Näistä syistä Last Planner liitetään tahtituotantoon.

4 Tahtituotanto

4.1 Yleistä tahtituotantoaikataulusta

Tahtituotanto on rakennusosalalla tunnettu tuotantotapa, mutta sen täysi potentiaali jää usein hyödyntämättä. Parhaimmillaan tahtituotanto on helppokäyttöinen ja reaaliaikainen työkalu, jota työnjohto ja työntekijät kykenevät käyttämään. Tahtituotanto mahdollistaa hallitun tuotantoajan lyhentämisen sekä paremman laadun. Se vaatii kuitenkin

4.2 Tahdit asuinkerrostalossa

Tahtituotantoon asetettavat tahdit vaihtelevat jonkin verran rakennuksesta riippuen.

Asuinkerrostaloissa, jossa lämmitysmuotona on lattialämmitys, esiintyy hyvin pitkälti samat tahdit jokaisessa kohteessa. Erona voi olla tahtien yhdistäminen tai se, että jotain työvaihetta ei jostain syystä haluta tahdistaa. Tällainen työ voi esimerkiksi olla niin nopea, ettei tahdistamiselle ole aihetta. Alla listattuna yleisimmät tahdistettavat työvaiheet asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheen tahtituotantoon. Tahdit on kirjattu järjestykseen suorituksen aikataulutuksen perusteiden.

- Etuputsi
- IV- rungot
- Putkirungot
- Väliseinien runko ja toisen puolen levytys
- Pex (käyttövesiputket)
- Rasiointi (sähkörsiat)
- Alakatot
- Levytyksen tuplaus (väliseinät)
- Lattiarauditus
- Lattialämmityspotkien asennus
- Lattiavalu
- Jakotukkikaappien asennus
- Tasoitus
- Pohjamaalaus
- Pintamaalaus
- Laattapohjat
- Vedeneristys & Laatoitus
- Keittiökalusteet
- Saunan panelointi
- Parketin asennus
- Elfa
- Märkätilakalusteet
- Oviasennukset
- Putkikalustus
- Kodinkoneet
- Listoitus

4.3 Ei- tahdistetut työt

Tahdistettavien töiden lisäksi rakentamisen aikana ilmenee ei-tahdissa tehtäviä töitä.

Yleensä työt ovat ennalta-arvaamattomia tai ne ovat niin nopeita hoitaa, ettei niitä haluta tahdistaa. Lisäksi kyseinen työ voi olla luonteeltaan tai mestaltaan arvaamatonta. Tällaisia töitä voisi olla esimerkiksi läpivientien tekeminen, roilotukset, suojaukset sekä siivous. Lisäksi esimerkiksi ulkopuoliset työt jätetään helposti pois tahtituotannosta, sillä ne ovat yleensä oma osuutensa hankkeessa. Tällä tavoin hankkeen sisätyöt erotetaan muista töistä.

Ulkopuolisille töille tehdään usein oma aikataulunsa.

4.4 Aliurakoitsijat

Tahtituotantoa tulisi tehdä yhdessä hankkeessa mukana olevien aliurakoitsijoiden kanssa, jotta saavutettaisiin totuudenmukaisempi lopputulos. Aliurakoitsijat tietävät itse parhaiten, kuinka monta työntekijää heidän on panostettava tiettyyn työvaiheeseen, jos heille annetaan tietty määrä aikaa sen toteuttamiseen. Toisaalta, jos resurssit ovat tiedossa jo tahtituotantoa tehdessä, voi aliurakoitsija itse vaikuttaa tahtien määrään tai niiden kestoon ilmaisemalla oman tietämyksensä. Tarvittaessa työvaiheiden kestot määritetään työmenekkien perusteella, jolloin aliurakoitsijalta kysytään vain resurssien määrä. Jos tahtituotanto on tehty ilman aliurakoitsijaa, on jälkeinpäin tehtävässä urakkaneuvottelussa mainittava työvaiheen kesto, jonka aikana aliurakoitsijan tulee saada työ valmiiksi esimerkiksi sakon uhalla. Jos aliurakoitsijat ovat mukana tahtituotannon tekoprosessissa on kuitenkin syytä huomioida heidän kokemuksensa luotettavuutta unohtamatta, ettei hanke pääse viivästymään esimerkiksi virheen vuoksi, jonka kokeneempi urakoitsija olisi voinut estää.

5 As Oy Helsingin Knot

Skanska Talonrakennus Oy rakentaa Helsingin Punavuoren Telakkarantaan neljä kerrostalokokonaisuutta. Talojen nimet ovat Annex, Court, Yard ja Knot. Knotin katuosoite

on Hietalahdenranta 2 ja se on edellä mainituista rakennuksista ainut, jonka sisävalmistusvaiheen tuotannossa käytetään tahtituotantoa. Knot on kolmiportainen asuinkerrostalo, jossa jokaisessa portaassa on eri määrä kerroksia. Ensimmäisessä portaassa on 13 kerrosta, toisessa 8 ja viimeisessä 4. Ensimmäisessä kerroksessa on yleisten tilojen lisäksi yhteensä neljä liiketilaa. Knotissa on yhteensä 97 asuntoa, jotka ovat kooltaan 25–175 m². Kuvassa 3 näkyy As Oy Helsingin Knotin havainnekuva.

Kuva 3. As Oy Helsingin Knot, havainnekuva



Knotin ensimmäisen portaan elementtiasennus on jo hyvässä vauhdissa.

Tahtituotantoaikataulu on valmistunut huhtikuun aikana, joten tätä opinnäytetyötä ei tulla käyttämään apuna sen tahtituotannon suunnittelussa tai kyseisen aikataulun tekemisessä. Sen sijaan kohteen aikataulun tekemistä voidaan hyvin verrata muihin aikataulumuotoihin haastatteluiden muodossa. Valvontaan tätä kohdetta voidaan käyttää pienissä määrin, sillä tuotantovaihe on alkanut helmikuun lopulla. Työ jatkuvat kuitenkin vielä pitkään, joten täyttä analyysiä kohteen valvonnasta ja tahtituotannon toimivuudesta ei voida tehdä.

6 Haastattelut

Opinnäytetyön tutkimusosana toimi haastattelut. Ensimmäinen haastattelu toteutettiin ryhmähaastatteluna. Siinä haastateltavina olivat työpäällikkö Riku Karrala, Helsingin Knotin vastaava työnjohtaja Tuukka Niemeläinen sekä tuotantoinsinööri Kuisma Pulkkinen. Heidän vastauksensa pohjautuvat vähäiseen kokemukseen, sillä Knot on heidän ensimmäinen kohteensa, jossa he käyttävät tahtituotantoa asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheen tuotannon aikataulumuotona. Tämän lisäksi tahtituotanto otettiin mukaan tuotantoon vasta kun perustuksia oltiin jo tekemässä. Tämä johtuu yrityksen linjauksista ja vaatimuksista. Toisessa haastattelussa kysymyksiin vastasi työmaapäällikkö Ari Petäjäniemi. Hänellä on kokemusta muutamasta tahtituotantohankkeesta. Haastattelukysymykset löytyvät liitteestä 1.

Haastattelun yhtenä tavoitteena oli saada selville tahtituotannon potentiaali. Kysymykset oli jaettu viiteen osioon, joista ensimmäisessä oli haastateltavien taustatietoihin liittyviä kysymyksiä, toisessa osiossa kysymykset liittyivät yleisesti tahtituotantoon ja kolmannessa osiossa keskityttiin tahtituotannon tekoprosessiin. Neljäs osuus piti sisällään kysymyksiä valvontaan liittyen ja viimeisessä osiossa käsiteltiin Helsingin Knottia. Toisessa haastattelussa Knottiin liittyvät kysymykset jätettiin huomiotta, sillä haastateltava ei ole ollut töissä kyseisessä kohteessa. Haastatteluissa käytiin muilta osin samat kysymykset läpi. Haastattelun muut tavoitteet liittyvät tahtituotantoaikataulun tekemiseen ja valvontaan.

Yleisen osion ensimmäisenä kysymyksenä kysyttiin, ”Miksi valitsisit tahtituotannon asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheen aikataulumuodoksi?” Ryhmähaastattelussa vastauksena todettiin, ettei tahtituotannon valitseminen ole ollut heidän päätöksensä, vaan syy valita tahtituotanto lähtee liikkeelle yrityksen ylemmältä portaalla. Lisäksi he mainitsivat tahtituotannon mahdollistavan hankkeen läpimenoajan lyhentämisen. Petäjäniemi päätyi vastauksessaan puolestaan siihen, että tahtituotanto on hänen mielestään erittäin selkeä sekä helposti luettava. Lisäksi hän toteaa, että tahtituotannon kireystasoa on helppo säädellä välitahtien avulla, mikä tekee tahtituotannosta monipuolisen työvälineen. Saman osion toisessa kysymyksessä kysytään tahtituotannon haasteista. Petäjäniemi toteaa, että aliurakoitsijoiden tahtialueiden määrittäminen on tuottanut vaikeuksia aikaisemmin. Lisäksi tahdistaminen itsessään on vaikeaa vaihtelevien työsuoritteiden ja työnopeuksien vuoksi. Ryhmähaastattelun vastaus tähän kysymykseen oli, että urakoitsijoiden sitouttaminen ja se, että he ymmärtävät urakkarajat, tahtialueet ja muut tahtituotantoon liittyvät asiat, on ollut haaste. Kuivumisaikojen huomioiminen ja muut häiriöt ovat myös haasteita, jotka nousivat pinnalle ryhmähaastattelussa.

Seuraavassa kysymyksessä pohdittiin välitahtien merkityksestä tahtituotannossa. Petäjäniemi oli sitä mieltä, että kaikessa yksinkertaisuudessaan se on riskivara, joka puntaroidaan tapauskohtaisesti jokaisen välitahdin kohdalla. Huomioitavina asioina ovat muun muassa aliurakoitsijat, hankinnat ja kohteen vaatimukset. Kolmikko puolestaan vastasi, että välitahti toimii häiriöpuskurina. Sen ansioista valmiita työjonoja ja paketteja ei tarvitse siirrellä jonkin häiriön ilmetessä, vaan häiriöt voidaan korjata välitahtien aikana. Kysyttäessä viivästyksille alttiista työvaiheista, molemmissa haastatteluissa ensimmäisenä työvaiheena nousi esille väliseinien runkotyön aloitus. Tämän lisäksi Petäjäniemi mainitsi laatoitustyöt kuivumisolosuhteiden vuoksi. Kolmikolta tuli puolestaan huomautus, että välitahti tulisi asettaa myös ennen isoja töitä, joissa on lyöty aloituspäivät lukkoon jo varhaisessa vaiheessa.

Tahtituotanto yleisesti- kohdan viimeisessä kysymyksessä tiedustellaan tahtituotannon potentiaalista tulevaisuuden aikataulusuunnittelussa ja valvonnassa. Kolmikolta tuli selkeä ja yksimielinen vastaus, että jos tahtituotanto otetaan mukaan hankkeeseen jo sen alussa, siitä voidaan saada irti sen täysi potentiaali. Myös Petäjäniemi puoltaa asiaa. Hän lisää, että

tahtituotanto velvoittaa hankkeen useita osapuolia tiiviiseen yhteistyöhön. Tämä puolestaan johtaa parempaan viestintään ja lisäksi se parantaa yhteisiä työtapoja ja työjärjestystä. Lisäksi hän mainitsee, että tahtituotannon esitystapa on niin selkeä, että jokainen havaitsee tilanteen ja hankkeen kokonaiskuvan nopeasti ja poikkeamiin on helppo reagoida nopeasti.

Haastattelun kolmannessa osiossa kysymykset liittyvät tahtituotannon tekoprosessiin. Ensimmäinen kysymys kuuluu; ”Tehdäänkö tahtituotanto useaan eri vaiheeseen? (esim. tarjous- ja rakentamisvaiheisiin)” Vastauksena Petäjaniemi toteaa, että tahtituotanto on suhteellisen uusi asia asuinkerrostalojen sisävalmistusvaiheen tuotannon aikatauluna, mutta se tulisi tehdä kysymyksessä mainittuihin vaiheisiin. Toisena kysymyksenä mietitään tahtituotannon tekoprosessin osapuolia. Ryhmähaastattelussa päädyttiin tämän kysymyksen osalta siihen, että jokaisen työmaalla olevan tulisi osallistua tahtituotannon tekemiseen. Se ei kuitenkaan lähes koskaan toteudu, sillä esimerkiksi kaikkia urakkasopimuksia ei ole välttämättä kirjoitettu, kun tahtituotantoa tehdään. Siksi vastauksena on se, että mukana olisi hyvä olla vähintään niiden aliurakoitsijoiden työnjohto, joiden kanssa urakkasopimukset on jo allekirjoitettu. Kolmikko kuitenkin huomautti, että on tärkeää muistaa viedä tahtituotantoon merkityt urakan aikataulut sopimuksiin, jos ne kirjoitetaan tahtituotannon tekemisen jälkeen. Petäjaniemi vastasi tähän kysymykseen konkreettisemmin ja kaksivaiheisesti; tarjousvaiheessa mukana tulee olla vastaava työnjohtaja, työmaainsinööri, sekä muita mahdollisia asiantuntijoita. Tuotantovaiheeseen tahtituotantoa tehdessä mukana tulisi olla vähintäänkin vastaava työnjohtaja, sisäimestari, työmaainsinööri, aliurakoitsijoiden työnjohto ja nokkamiehet sekä omat nokkamiehet ja väliseinämies. Petäjaniemi muistuttaa, että paras lopputulos varmistetaan kuitenkin sillä, että jokainen osallistuisi tahtituotannon tekoprosessiin.

Seuraavalla kysymyksellä tiedustellaan, mitkä asiakirjat tai dokumentit toimivat lähtöaineistona tahtituotannolle. Ryhmähaastattelussa vastauksena oli yleisaikataulu, josta kaikki tarvittava tieto on otettu. Tämä johtuu siitä, että tahtiaikataulu on tehty myöhäisessä vaiheessa ja yleisaikataulu on ollut jo valmis, kun tahtituotantoa on alettu tekemään. Petäjaniemi vastasi puolestaan, että lähtöaineistona voi toimia monet eri dokumentit ja asiakirjat. Niistä hän mainitsi kuitenkin urakkaohjelmat, työselostukset, suunnitelmat,

vanhojen kohteiden toteumatiedot, kokemus, työmenekit, yleisaikataulu sekä sakolliset välitavoitteet.

Ei-tahdissa tehtäviä töitä ei kolmikon mielestä huomioda tahtituotannossa juurikaan. Sellaiset työt ovat heidän mielestään niin mitättömiä, ettei niillä ole vaikutusta tahtien virtaukseen. Lisäksi ne ovat ennalta-arvaamattomia, joten niitä ei edes voisi varsinaisesti huomioda tahtituotantoa tehdessä. Petäjäniemi oli asiassa samoilla linjoilla, mutta totesi, että kaikki tehtävät pyritään virtauttamaan. Lisäksi hän mainitsi, että jos jokin hidas tehtävä ei ole tahdistettu, se pyritään tahdistamaan resursseja tai välitahteja lisäämällä.

Tekoprosessiosuuden viimeinen kysymys kuuluu; ”Miten aliurakoitsijat otetaan huomioon tahtituotantoa tehdessä?” Tähän Petäjäniemi vastaa, että aikataulut ja tahtituotannon kokonaisuus pyritään luomaan aliurakoitsijoiden kanssa yhdessä. Heidän tulisi päästä itse vaikuttamaan ja esittämään omat näkemyksensä aikataulusta. Lisäksi hän huomauttaa, että resurssit on huomioitava, että ne ovat riittäviä ja riittävällä tasolla. Ryhmähaastattelussa vastaus oli se, että tahtituotanto tulisi tehdä yhdessä väliseinäurakoitsijan ja talotekniikan työnjohdon kanssa. Heidän kanssaan tulisi katsoa yhden kerroksen työjärjestys ikään kuin mallityönä. Muiden aliurakoitsijoiden läsnäolo ei ole heidän mielestään pakollista. Heille tulee kuitenkin tehdä ilmoitukset työstä, sen laadusta ja työnopeudesta ja lisäksi ne on kirjattava sopimukseen.

Seuraava ja samalla viimeinen yhteinen haastatteluosuus käsittelee valvontaa tahtituotannossa. Ensimmäisenä kysytäänkin valvonnan merkityksestä. Ryhmähaastattelussa painotettiin viikoittaisen urakoitsijapalaverin roolia sekä työmaalla tapahtuvaa valvontaa. Petäjäniemi sanoi, että valvonta on välttämätöntä ja ilman sitä kaikki aikataulut ovat lähes mitättömiä. Toisena kysymyksenä mietitään Last Planner-menetelmän hyötyjä valvonnessa. Ryhmähaastattelun lopputulos oli se, että heillä käytössä oleva vinjetti pitää sisällään mm. Last Planner- menetelmästä tutut tehtävien toteutumisprosentit (TTP). Petäjäniemi puolestaan toteaa, että TTP määrittää, onko annettu työsaavutus liian tiukka, jos aikataulut venyvät. Lisäksi TTP kertoo, paljonko ollaan myöhässä tai ajoissa. 5 kertaa miksi- raportit ovat hänen mielestään hyviä työkaluja seuraaviin kohteisiin, mutta ne eivät palvele enää samaa kohdetta. Kysyttäessä, miten tahtituotanto hyödyttää hankkeen tai työmaan

edistymistä Petäjäniemi toteaa, että tahtituotantoa tehdessä työmaan kireystaso selventyy. Lisäksi hän sanoo, että tahtituotanto mahdollistaa sopimuksen mukaisen luovutuksen aikaistamisen.

Haastatteluiden viimeinen yhteinen kysymys liittyy kehitteillä olevaan puhelinsovellukseen. Tahtituotanto on erinomainen työkalu sen yksinkertaisuuden vuoksi, mutta käyttökokemukset ovat silti vähäiset. Tahtituotannosta kehitellään työmaakäyttöön tarkoitettua puhelinsovellusta valvonnan tehostamiseen. Viimeisessä kysymyksessä kysytäänkin, mitä ominaisuuksia kyseisessä puhelinsovelluksessa tulisi olla. Ryhmähaastattelussa esille nousivat tarkkuus, häiriösytyt, datan keräys sekä lähtökohtana konkreettisuus. Petäjäniemellä nousi mieleen samoja asioita, mutta lisäksi työvaiheiden ilmoittaminen valmiiksi sekä selkeys ja yksinkertaisuus.

Ryhmähaastattelussa läpikäyty viimeinen osio kattaa kolme kysymystä As Oy Helsingin Knottiin liittyen. Ensimmäisellä kysymyksellä tiedustellaan, mitä ei-tahdissa tehtäviä töitä kyseisessä rakennuksessa on. Vastauksena ulkopuolen työt, parvekkeet sekä yksittäiset ennakoimattomat työt. Ennakoimattomat työt eivät ole yleensä tärkeitä, ja ne voidaan hoitaa monesti muutaman tunnin sisällä. Tällaisista töistä esimerkkinä läpiviennit. Toinen kysymys kuuluu; ”Miten ne toteutetaan vaarantamatta tahtien virtausta?” Vastaus kysymykseen on se, etteivät ne liity toisiinsa. Esimerkiksi parveketyöt eivät vaikuta sisäpuolen töihin. Muut ennakoimattomat ei-tahdissa olevat työt ovat lähes poikkeuksetta niin pieniä, ettei ne voi vaarantaa tahtien virtausta. Viimeisenä kysymyksenä kysyttiin, tullaanko tahtituotantoa käyttämään kohteen sisävalmistusvaiheen valvonnassa. Vastaus oli yksimielinen ja ytimekäs; tullaan käyttämään ja käytetään, sillä tahtituotannon hyöty olisi olematon, mikäli näin ei tapahtuisi.

7 Tahtituotantoaikataulun tekeminen

Tahtituotanto tehdään hankkeesta riippuen joko yhden, kaksi tai kolme kertaa. Sujuvuuden varmistamisen kannalta se olisi hyvä tehdä hankkeeseen ainakin kahteen kertaan.

Tarjousvaiheeseen tehtävä tahtituotanto ei ole kovin tarkka, ja sen tekeminen perustuu lähinnä laskennallisiin työmenekkeihin. Jos tahtituotanto tehdään aliurakoitsijoiden työnjohdon kanssa, saadaan mukaan kokemusta, joka voi parhaimmillaan olla hyvinkin tarkkaa tietoa. Riskinä on kuitenkin se, että jokainen kohde on lähtökohtaisesti erilainen, joten uusia riskejä voi aina syntyä. Pitkään alalla ollut osaa kuitenkin huomioida jo suurimaan osan riskeistä ja tunnistaa sekä poistaa niitä. Kolmantena ja tarkimpana tehty tahtituotanto tehtäisiin työntekijöiden kanssa. Tämä on kuitenkin harvinaista, sillä aliurakoitsijoiden työnjohdon kanssa tehty tahtituotanto on jo niin tarkka, ettei siitä syntyvät marginaaliset erot ole enää merkittäviä hankkeen läpimenon kannalta. Yleisintä kaikista on tehdä se yhden kerran, aliurakoitsijoiden työnjohdon kanssa. Mukaan olisi kuitenkin hyvä ottaa esimerkiksi väliseinämies sekä nokkamiehiä. (Petäjäniemi, henkilökohtainen tiedonanto, 6.5.2022)

Seuraavissa kohdissa käydään läpi tahtituotannon tekemisen prosessia. Lopputuloksena saadaan yleispätevä tahtituotannon runko, jota on avattu luvussa 7.7 Tahtituotannon runko asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheeseen. Huomioitavaa on se, että kaikki tahdit on asetettu kestäämään yhtä kauan, eikä esimerkissä ole tuplatahteja, joita nähdään suurella todennäköisyydellä lähes jokaisessa tahtituotannossa. Syy tuplatahteihin on resurssit, sekä se, ettei kaikki työvaiheet kestä yhtä kauaa. Tuplatahteilla lopputuloksesta saadaan huomattavasti tarkempi.

7.1 Lähtöaineisto ja tekoprosessin aloitus

Tahtituotannon lähtöaineisto riippuu hyvin paljon kohteesta. Joissain kohteissa tahtituotanto voidaan tehdä yleisaikataulun ja kokemuksen pohjalta. Jos alustava tahtituotanto on tehty jo hankkeen tarjousvaiheeseen, on tällöin aineistona työmenekit, kokemus, edellisten kohteiden toteumatiedot sekä monet eri suunnitelmat. Urakkaohjelmat, työselostukset ja suunnitelmat toimivat myös lähtöaineistona työmaapäällikkö Petäjäniemen (haastattelu 6.5.2022) mukaan.

Tahtituotantoaikataulun tekeminen lähtee liikkeelle lohkojaoista ja tahtien määrittämisestä. Tahti on työvaihe tai pieni kokonaisuus muutamasta työvaiheesta. Kaikki tahdit ovat yhtä pitkiä. Jokaiselle tahdille määritetään kyseisen työn tekijä. Siksi tahti tulee määrittää siten,

että se pitää sisällään vain yhden aliurakoitsijan tai työntekijän. Määritetyt tahdit asetetaan alkamaan edellisen tahdin päätyttyä. Näin saadaan vähennettyä hukkaa, joka on tuttu Leaniin liittyvästä ”The 8 wastes of Lean manufacturing” -ajattelutavasta. (Skhmot, 2017)

Tässä esimerkissä lähtötiedot ovat keksittyjä. Kohde on kuusikerroksinen asuinkerrostalo, jossa on yksi rappu. Jokaisessa kerroksessa on viisi asuntoa. Yhteensä asuntoja on siis 30. Kohteen lämmitysmuotona on lattialämmitys ja kevyet väliseinät rakennetaan metallirunkoa ja kipsilevyä käyttäen. Asuintiloihin asennetaan parketti, kylpyhuoneisiin laatoitus ja saunaan panelointi. Muut pinnat tasoitetaan ja maalataan.

7.2 Lohkojako ja aikayksiköt

Kun lähtöaineisto on kasattu, voidaan alkaa työstämään itse tahtituotantoaikataulua. Aikataulun voi tehdä johonkin valmiiseen aikatauluohjelmaan. Tämä esimerkki on tehty Exceliin, ja se onkin monen yrityksen käytössä aikataulusuunnittelussa. Aikataulun tekeminen aloitetaan lohkojaolla ja aikayksiköiden merkkauksella. Vasempaan laitaan merkataan lohkojako. Tässä esimerkissä kerroksia on kuusi ja jokaisessa kerroksessa on viisi asuntoa. Yhteensä asuntoja on 30 ja ne ovat yhdessä rapussa, joten rappua ei tarvitse mainita aikataulussa. Aikataulun yläreunassa kulkee aika. Aikayksikön määrittäminen on tärkeää. Pienissä asuinkerrostaloissa, kuten tässä esimerkissä, aikayksikkönä voisi käyttää päivää. Esimerkki lohkojaosta ja aikayksiköistä näkyvät kuvassa 4. Tässä esimerkissä lohkojako on helppo tehdä asunnoittain, mutta jakoa kannattaa miettiä tarkoin, eteenkin, jos asuntojen välillä on merkittäviä kokoeroja. Lohkojen tulisi olla samankokoisia, jotta lohkoissa tehtävä työ olisi tasapainoissa, eikä työt jää junnaamaan isompien lohkojen kohdilla.

Kuva 4. Tahtituotannon lohkojako ja aikayksiköt

Lohkojako		Aika, pv/½vk/vk→														
Kerros	Asunto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	30															
	29															
	28															
	27															
	26															
5	25															
	24															
	23															
	22															
	21															
4	20															
	19															
	18															
	17															
	16															
3	15															
	14															
	13															
	12															
	11															
2	10															
	9															
	8															
	7															
	6															
1	5															
	4															
	3															
	2															
	1															

As Oy Helsingin Knotissa on 13 kerrosta, kolme porrasta, 97 asuntoa ja yleiset tilat, joten siellä aikayksikkönä päivä on suhteellisen lyhyt. Heillä onkin käytössä puolikas viikko aikayksikkönä eli tahdin pituus on kaksi ja puoli päivää. Isoissa sairaalahankkeissa voisi käyttää viikkoa, mutta sitä pidempää yksikköä ei suositella, sillä aikataulusta tulee epätarkka ja lyhytkestoisille tehtäville jäisi liikaa aikaa. Aikayksikkö ei myöskään saisi olla liian lyhyt, sillä se tekee tahtituotannosta epäselvän ja epätarkan. Helppolukuisuus on kuitenkin säilytettävä, jotta kaikki kykenevät käyttämään sitä. (Karrala, Niemeläinen & Pulkkinen, ryhmähaastattelu 5.5.2022)

7.3 Tahdit, työjärjestys ja työjonot

Kun lähtöaineisto on saatu selvitettyä, lohkot jaettua ja aikayksikkö on päätetty, aletaan miettimään tahteja, työjärjestystä ja työjonoja. Tahdit ovat työvaihe tai muutaman

Lohkojako		Aika, pv/½vk/vk→																				
Kerros	Asunto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	5																					
	4																					

Kuva 5. Tahtituotannon tahdit, työjärjestys ja työjonot

työvaiheen kokonaisuus. Tähän esimerkkiin on koottu 21 eri tahtia. Suurin osa tahdeista pitää sisällään vain tahdin nimessä olevan työvaiheen, mutta esimerkiksi lattialämmitys pitää sisällään myös lattian raudoituksen. Tämä johtuu siitä, että raudoitus on tehtävä ennen lattialämmitysputkien asentamista. Lattialämmityksen jälkeen tulevaan tahtiin, lattiavaluihin, lukeutuu itse valun lisäksi mm. stoppareiden teko sekä betonoinnin jälkityöt. Töiden järjestys on kuitenkin hyvin samankaltainen jokaisessa kohteessa. Tässä esimerkissä työt aloitetaan etuputsista ja ne päättyvät listoitukseen. Etuputsi on elementtiasennuksen betonipintojen viimeistelyä. Kuvassa 5 on esitettyä kaikki esimerkkikohteen tahdistettavat työt. Ne on laitettu töiden aloitusjärjestykseen.

Jos tahtituotannon käsittelyä sekä työmaalla tapahtuvaa valvontaa sekä organisointia halutaan yksinkertaistaa, voidaan tahdeista muodostaa työjonoja. Työjonot ovat muutaman tahdin hallittu kokonaisuus. Yleensä työt ovat liitoksissa toisiinsa ja niiden tulee olla peräkkäin aikataulussa. Tässä esimerkissä työjonoja olisi 6. Ensimmäinen työjono alkaa etuputsista ja päättyy putkirunkoihin, pitäen sisällään myös edellä mainituiden tahtien välissä olevan tahdin, eli iv-kanavat. Toisessa työjonossa mukana on vs- runko & levy, PEX, rasiat sekä tuplaus & alakatot. Seuraava jono pitää sisällään vain kaksi tahtia; lattialämmitys ja lattiavalut. Neljäs työjono on tahtien määrältään suurin, sillä siihen kuuluvat tasoitus, maalaus, laattapohja, laatoitus ja paneeli. Viides työjono sisältää keittiökalustuksen, parketin, elfan ja märkätilakalusteet. Viimeiseen jonoon jäljelle jäävät ovet, putkikalustus sekä listoitus. Syy muodostaa työjonoja on se, että työjonoja voidaan käsitellä helpommin, eivätkä yhden työjonon muutokset pääse yhtä helposti vaikuttamaan toisessa työjonossa oleviin työvaiheisiin.

7.4 Välitahtit

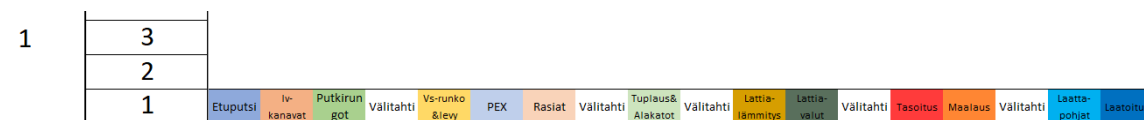
Välitahtien avulla tahtituotantoa voidaan hallita helposti. Kireystaso muuttuu huomattavasti rennommaksi välitahteja lisäämällä. Kaikessa yksinkertaisuudessaan välitahti on ”häiriöpuskuri”, kuten ryhmähaastattelussa mainittiin. Vaativien ja riskialttiiden tehtävien jälkeen kannattaa asettaa välitahti. Se kannattaa asettaa myös ennen isoja tai tärkeitä päiviä. Tällaisilla päivillä tarkoitetaan esimerkiksi voimakkaasti tahdistavia töitä tai sellaisia töitä, joiden aloitus on lyöty lukkoon jo hankkeen varhaisessa vaiheessa. Näin ennaltaehkäistään

viivästyksiä, sillä tahdistavat työt voivat viivästyessään moninkertaistaa viivästyksen.

(Karrala, Niemeläinen & Pulkkinen, haastattelu, 5.5.2022)

Inhimillisyyden vuoksi on kuitenkin pidettävä huoli siitä, että vaativien tai heikosti ennakoitavien töiden jälkeen asetetaan välitahti. Välitahtien aikana hoidetaan ilmenneet ongelmat ja ennaltaehkäistään niiden syntymistä jatkossa. Ongelmille tulisi laatia toimintastrategia, jolla ennaltaehkäisy varmistetaan. Lisäksi, jos jokin tahti on pitkittynyt, se viimeistellään välitahdin aikana. Toinen vaihtoehto on tehdä 5 syytä miksi -raportti, joka on tuttu Last Planner menetelmästä. (Merikallio, 2015)

Kuva 6. Tahtituotannon välitahdit



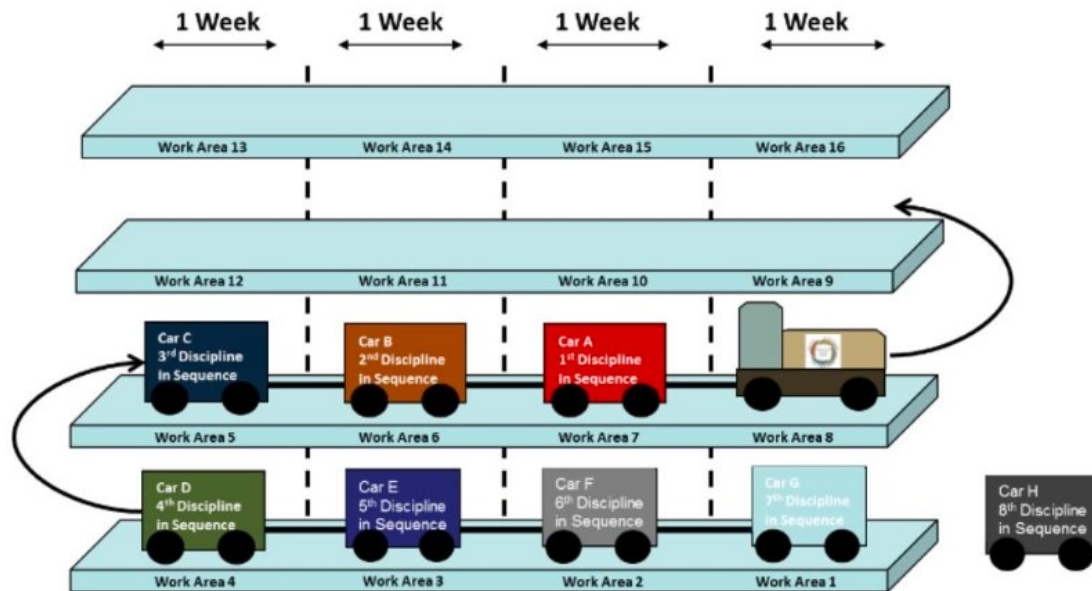
Välitahti on hyvä asettaa myös työjonojen väliin, jotta niiden alkamispäivän varmuus säilytetään. Näin työjonojen alkupäiviä voidaan lyödä lukkoon, eikä viivästyksiä tapahdu niin herkästi. Lisäksi, jos työjonon aikana huomataan jokin virhe, puute tai vika, voidaan se korjata jonojen välissä olevan välitahdin aikana. Myös työjonojen sisällä voidaan pitää välitahteja. Välitahtien lisäämisessä kannattaa kuitenkin muistaa, että jokainen tahti pidentää läpimenoaikaa, joten liikaa niitä ei kannata asettaa, jotta tahtituotannosta saadaan sen paras hyöty irti.

7.5 Tahdistaminen

Tahtituotannon tahdistamista voisi verrata junan etenemiseen. Junan yksi vaunu on yhdessä asunnossa tai mestassa yhden aikayksikön ajan. Sen jälkeen juna liikkuu seuraavaan mestaan vetäen perässään kaikkia työvaiheita eli tahteja. Juna käy läpi jokaisen asunnon ja jokaisessa asunnossa se viettää aikaa yhden aikayksikön verran aikaa tehden työn samalla.

Lopputuloksena työt tehdään sujuvammin ja hankkeen läpimenoaika lyhenee kokonaisuudessaan jopa 50 prosenttia. Kuva 7 havainnollistaa junan kulun. (Mölsä, 2019)

Kuva 7. Tahtijuna



Tahtiakataulussa tahdistaminen on havainnollistettu kuvaan 8. Käytännössä kaikki ensimmäisen lohkon työt kopioidaan seuraavaan lohkoon. Aloitus kopioitaville töille tapahtuu yhden tahdin myöhemmin verrattuna ensimmäisen lohkon tahteihin. Kopiointi toistetaan jokaiseen lohkoon.

Kuva 8. Tahtituotannon tahdistaminen

Lohkojako		Aika, pv/%svk/vk→														
Kerros	Asunto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	10															
	9															
	8															
	7															
	6															
1	5															
	4															
	3															
	2															
	1	Etuputsi	Is-kunavat	Pukinungot	Välähti	Yö-munko öng	PEX	Rastat	Välähti	Toplausti Alakatos	Välähti	Lattia-lämmitys	Lattia-valut	Välähti	Tasotus	

7.6 Haasteena kulmakerroin

Tahtituotannon tekemisessä on haasteita. Yksi suurimmista haasteista on kuitenkin saada jokaiselle työvaiheelle sama kulmakerroin. Kulmakertoimella tarkoitetaan työsuorituksen nopeutta. Eri tehtävät samassa mestassa eivät kestä välttämättä yhtä kauaa. Kulmakerroin viittaa siihen, kuinka kauan yhdessä mestassa tehtävä työ kestää. Esimerkkinä voidaan pitää tasoitus- ja maalaustöitä. Oletetaan, että tasoitustyö kestää yhdessä asunnossa yhdeltä työntekijältä yhden päivän. Maalaustyö kestää puolestaan viisi päivää. Maalaustyötä nopeutetaan ottamalla toinen työntekijä, jolloin aika puolittuu ja yhden asunnon maalaus kestääkin 2 ja puoli päivää. Jos tämä lopputulos merkataan tahtituotantoon, näyttäisi se kahden kerroksen osalta samalta kuin kuvassa 9.

Kuva 10. Tahtituotanto, kulmakerroin 1/3

Lohkojako		Aika, pv/½vk/vk→											
Kerros	Asunto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	10										Tasoitus	Maalaus	Maalaus
	9									Tasoitus	Maalaus	Maalaus	Maalaus
	8							Tasoitus	Maalaus	Maalaus			
	7						Tasoitus	Maalaus	Maalaus				
	6					Tasoitus	Maalaus	Maalaus					
1	5				Tasoitus	Maalaus	Maalaus						
	4			Tasoitus	Maalaus	Maalaus							
	3		Tasoitus	Maalaus	Maalaus								
	2		Tasoitus	Maalaus	Maalaus								
	1	Tasoitus	Maalaus	Maalaus	Maalaus								

Kuva 9. Tahtituotanto, kulmakerroin 2/3

Lohkojako		Aika, pv/½vk/vk→											
Kerros	Asunto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	10										Tasoitus	Maalaus	Maalaus
	9									Tasoitus	Maalaus	Maalaus	Maalaus
	8							Tasoitus	Maalaus	Maalaus	Välitahti		
	7						Tasoitus	Maalaus	Maalaus	Maalaus			
	6					Tasoitus	Maalaus	Maalaus	Välitahti				
1	5				Tasoitus	Maalaus	Maalaus	Maalaus					
	4			Tasoitus	Maalaus	Maalaus	Välitahti						
	3		Tasoitus	Maalaus	Maalaus	Maalaus							
	2		Tasoitus	Maalaus	Maalaus	Välitahti							
	1	Tasoitus	Maalaus	Maalaus	Maalaus								

Seuraava työvaihe on vaikea tahdittaa, jos maalaustyön lopputulos on edellisen kuvan näköinen. Tästä syystä aikataulu virtautetaan välitahtien avulla uudestaan. Sen voi tehdä joko asettamalla joka toiseen asuntoon yhden välitahdin, kuten kuvassa 10, tai joka toiseen asuntoon yksi välitahti ja joka toiseen kaksi välitahtia, kuten kuvassa 11. Tässä tapauksessa

sovellettaisiin luultavasti kuvan 11 mukaisesti, sillä maalin on hyvä antaa kuivua rauhassa. Tarpeeksi pitkä kuivumisaika varmistetaan lisäämällä välitahti.

7.7 Tahtituotannon runko asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheeseen

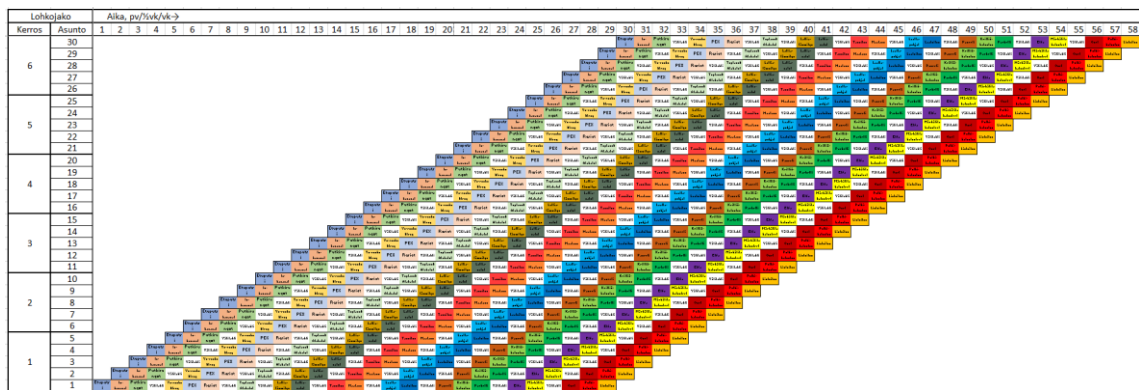
Edellisiä vaihteita soveltaen päädytään lopputulokseen, jonka ulkonäkö muistuttaa kuvan 12 tahtiaikataulua. Muuttuvia tekijöitä on kuitenkin paljon, ja jokainen aikataulu on

Kuva 11. Tahtituotanto, kulmakerroin 3/3

Lohkojako		Aika, pv/½vk/vk→											
Kerros	Asunto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	10										Tasointus	Maalaus	Maalaus
	9									Tasointus	Maalaus	Maalaus	Maalaus
	8							Tasointus	Maalaus	Maalaus	Maalaus	Välitahti	Välitahti
	7						Tasointus	Maalaus	Maalaus	Välitahti	Välitahti		
1	6					Tasointus	Maalaus	Maalaus	Välitahti	Välitahti			
	5				Tasointus	Maalaus	Maalaus	Maalaus	Välitahti				
	4			Tasointus	Maalaus	Maalaus	Maalaus	Välitahti					
	3		Tasointus	Maalaus	Maalaus	Maalaus	Välitahti						
	2		Tasointus	Maalaus	Maalaus	Välitahti	Välitahti						
	1	Tasointus	Maalaus	Maalaus	Maalaus	Välitahti							

erinäköinen, elleivät kohteet ole identtisiä. Tärkeintä tahtiaikataulun tekemisessä on kuitenkin se, että tahdit määritetään sopivan mittaisiksi ja välitahteja asetetaan tarpeeksi, kuitenkin säilyttäen tehokkaan läpiviennin. Lohkojaon tulee myös olla tasapainossa, eikä lohkojen välillä saa olla isoja eroja. Asuinkerrostalossa harvoin toimii asuntokohtainen lohkojako, sillä asuntojen koot vaihtelevat huomattavasti. Kerrosjako on toimiva, mikäli kerrosala on pieni suhteessa kerrosten määrään. Toinen tapa on jakaa kerros pariin tai muutamaan lohkoon pinta-alan mukaan. Näin voidaan yhdistää esimerkiksi kaksi pienempää asuntoa samaan lohkoon ja yksi isompi asunto voisi olla omana lohkonaan.

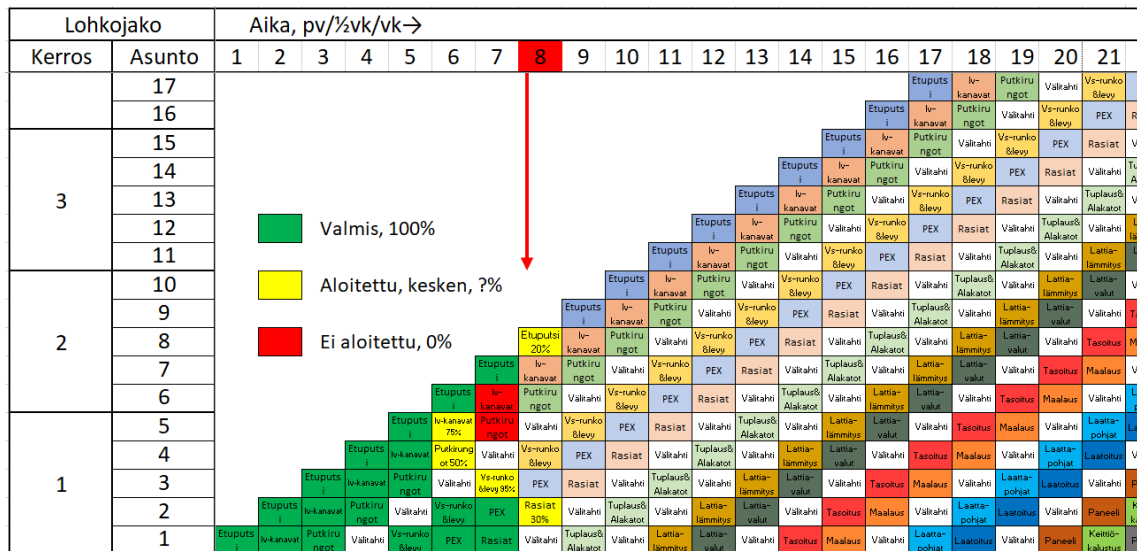
Kuva 12. Tahtituotannon runko asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheeseen



7.8 Työkalut valvontaan

Tahtituotanto toimii loistavana valvonnan työkaluna. Last Planner -menetelmää hyödyntäen saadaan nopealla vilkaisulla kattava ja ymmärrettävä tietopaketti koko työmaan tilanteesta. Tehtävien toteutumisprosentit merkataan jokaisen tahdin kohdalle kuten kuvassa 13 on esitetty. Lisäksi nähdään, onko välitahtien aikana syytä tehdä korjaavia toimenpiteitä. Tässä esimerkissä huomataan, että asunnoissa 3–6 on myöhässä olevia tehtäviä, kun edetään kahdeksatta aikayksikköä. Asunto 3 on pian valmis, joten huomio kannattaa keskittää asuntojen 4–6 tehtäviin. Siellä IV-kanavat ja putkirungot ovat myöhässä, joten kyseisten tehtävien myöhästymisen syyt on selvitettävä ja pyrittävä ennaltaehkäisemään samoja ongelmia. Tehtävien myöhästymisistä voi tehdä erillisen 5 syytä miksi -raportin.

Kuva 13. Tahtituotannon työkalut valvontaan



8 Pohdinta

Yhteenvedona tahtituotannon tekoprosessin voisi jakaa karkeasti neljään vaiheeseen.

Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään lähtöaineisto ja luodaan otolliset olosuhteet tahtituotannolle. Tämä tarkoittaa lohkojakoja ja aikayksiköiden määrittämistä. Toisessa vaiheessa tahdistettavat työt merkataan järjestykseen ja lisätään tarvittava määrä välitahteja. Tämän jälkeen työt tahdistetaan ja tarkastetaan, että tahtien väliin ei jää suuria aukkoja, eli ns. kulmakertoimet on muokattu kohteeseen sopivaksi esimerkiksi työryhmien kokoja säätelemällä. Viimeisessä tahtituotannon tekoprosessin vaiheessa puntaroidaan valvonnan merkitystä ja valmistaudutaan aloittamaan hankkeen tuotantovaihe tahdissa.

Työmaalla muistettavia asioita ovat tahtituotannon päivittäminen, jatkuva valvonta, hukan minimointi ja 5-miksi raporttien tekeminen ongelmia kohdatessa. Tahtituotannon päivittäminen johtaa reaaliaikaisempaan työkaluun. Sitä seuraamalla työnjohdolla ja hankkeessa mukana olevilla aliurakoitsijoilla pysyy parempi käsitys työmaan kokonaistilanteesta ja viestinnän taso pysyy korkealla. Jatkuva valvonta heijastaa suoraan parempaan laatuun, mutta liiallinen valvonta voi olla pahitteeksi. Hukan minimoimisella

tehdään puolestaan selvää säästöä, sillä asioita ei tarvitse tehdä useaan kertaan ja kaikki ylimääräinen on myös kustannuksissa ylimääräistä. 5-miksi raportit ovat puolestaan

Opinnäytetyötä voi kehittää huomattavasti, viemällä tuotetun rungon johonkin aikatauluohjelmaan. Siellä runkoa olisi helppo muokata jokaiseen kohteeseen sopivaksi. Kohteet ovat kuitenkin aina erilaisia ja tahtien kestot sekä lohkojen määrät vaihtelevat rakennusten ja asuntojen kokoerojen vuoksi. Niiden muokkaaminen yksitellen Excelissä on erittäin työlästä, joten siihen jokin digitaalinen sovellus voisi toimia ratkaisuna. Digitaalinen aikatauluohjelma on erinomainen vaihtoehto, sillä ohjelmasta saa tehtyä helposti myös mobiiliversion. Näin työmaalla tapahtuva valvonta helpottuu ja siitä tulee reaaliaikainen. Pienistäkin muutoksista työmaalla voidaan raportoida välittömästi. Viivästyksiltä välttyttäisiin helpommin ja laatutaso nousisi huomattavasti. Mobiiliversion kehittämisessä ei ole myöskään rajoja, vaan sen kehitystyö tulisi olemaan jatkuvaa, mutta silti aina ajankohtaista. Yhtä tahtia klikkaamalla avautuisi näkymä, jossa on selkeästi merkattuna kyseisen tahdin toteutumisprosentti sekä sijainti. Jos tahti on myöhässä, sen syyn voisi kirjoittaa selvityksen jälkeen. Näin saadaan selvitettyä helposti viivästyksien juurisyys, ja sitä kautta ehkäistä niiden syntymistä uudestaan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata tahtituotannon tekemisen prosessia. Lisäksi haluttiin yleispätevä runko, joka voisi toimia pohjana asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheeseen tehtävässä tahtituotantoaikataulussa. Haastatteluiden tavoite oli puolestaan selvittää tahtituotannon potentiaalia, sekä selvittää tekoprosessia konkreettisella tasolla. Mielestäni tavoitteisiin päästiin, sillä vaiheet on käyty läpi, jonka lopputuloksena syntyi yleispätevä runko. Lisäksi haastatteluissa selvisi sekä potentiaali, että muutamia konkreettisia asioita tahtituotannon tekoprosessista. Potentiaalia tahtituotannossa on, sillä tahtituotannon avulla voidaan lyhentää hankkeiden läpimenoaikoja. Rinnalleen se kuitenkin vaatii toimivan seurannan ja valvonnan, jota Last Planner- ja Lean- menetelmät puolestaan edesauttavat. Haastatteluissa selvinneitä konkreettisia huomioita tahtituotannon tekoprosessissa olivat muun muassa välitahtien sijoittaminen sekä osapuolten ja lähtöaineiston selvittäminen.

Opinnäytetyö oli prosessina pitkä ja haastava, mutta hyvin opettava ja antoisa. Lisäksi opinnäytetyö on avartanut omaa ajattelua ja laajentanut aikataulusuunnittelua ja

rakennusalan kokonaiskuva. Opittuina asioina ovat muun muassa yhteistyön merkitys tahtituotannossa sekä opinnäytetyössä sovellettujen, minulle uusien menetelmien hyödyntäminen ja niiden toimintaperiaatteet. Olen tyytyväinen opinnäytetyön lopputulokseen, sillä koen sen olevan hyödyllinen tilaajalle ja yleisesti rakennusosalalle. En ole työskennellyt rakennusosalalla ennen alan opintoja. Eteenkin kokemattomille tämä opinnäytetyö toimii hyvänä perehdytyksenä aiheeseen. Oma kokemukseni tahtituotannosta ennen opinnäytetyön kirjoittamista oli lähes olematon.

Opinnäytetyötä hyödynnetään tilaajan toimesta siten, että siitä tehdään verkkokurssi. Verkkokurssi toimii teoreettisena perehdytyksenä tahtituotantoon ja opinnäytetyössä tuotetun rungon hyödyntämiseen. Opinnäytetyön hyödyntäminen luo uudenlaista potentiaalia rakennusalan aikataulusuunnitteluun lisäten tehokkuutta ja suunnitelmallisuutta. Tulevaisuudessa opinnäytetyön tuotosta voidaan laajentaa asuinkerrostalohankkeiden lisäksi esimerkiksi hotellien tai sairaaloiden aikataulusuunnitteluun.

Lähteet

LCI FIN. (2015) Lean Construction Institute Finland. Tahtituotanto uudistaa tuotannonohjauksen. <http://lci.fi/blog/menetelmakortti/tahtiaikatuotanto/>

LCI FIN. (n.d.) Lean Construction Institute Finland. Mitä on lean? <https://lci.fi/mita-on-lean-rakentaminen/>

Logistiikkamaailma. (n.d.) Lean -ajattelu. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/lean-ajattelu/>

Merikallio, L. (2015). Last Planner -menetelmä tuotannonohjaukseen. Blogijulkaisu 3.5.2015. <https://lci.fi/blog/menetelmakortti/last-planner-systeemi/>

Mölsä, S. (2019). Onko tahtituotanto työmaalle riski? – 25 mestarin kokemukset kertovat joustavuudesta ja laadun paranemisesta. *Rakennuslehti*. <https://www.rakennuslehti.fi/2019/11/onko-tahtituotanto-joustamaton-riskikokeilu-building-2030-testasi-asian-pilottiprojekteissa/>

Ratu KI-6031. (2017). Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Tarkentuva tuotannonohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/22792#page=1>

Salminen, J. (n.d.). Mitä uutta tahtituotanto tuo rakentamisen tuotannonohjaukseen? Salmicon. <https://www.salmicon.fi/artikkelit/mita-uutta-tahtituotanto-tuo-rakentamisen-tuotannonohjaukseen/>

Sitedrive (n.d.) Tahtituotanto. Rakentamisen tahtitaika. <https://sitedrive.com/fi/tahtituotanto/>

Sitedrive (2021a) Skanska ja Fira Smart yhteiskehittävät tahtituotantosovellusta. <https://www.youtube.com/watch?v=OCXYg3q20PA>

Sitedrive (2021b) Tahtituotanto ja Sitedrive.

<https://www.youtube.com/watch?v=Ym55s7xKSUM>

Skanska. (n.d.-a) Tietoa Skanskasta. Kansainvälinen Skanska. <https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/skanska-suomessa/kansainvalinen-skanska/>

Skanska. (n.d.-b) Skanska Suomessa. Skanska lyhyesti. <https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/skanska-suomessa/skanska-lyhyesti/>

Skanska Kodit Oy. (n.d.) Telakkaranta. Helsingin Knot. 3D-malli.

https://kodit.skanska.fi/taloyhtiot/helsinki/telakkaranta/helsingin-knot/?keyword=%2Bhelsingin%20%2Bknot&gclid=CjwKCAjwrqgSBhBbEiwAlQegGuTsHzig_N1Mx0cbEe_OHbL_ueMjTGwovUG8D0ISGkcm8ct9MngYhoCgu8QAvD_BwE

Skhmot, N. (2017). The 8 Wastes of Lean. Blogijulkaisu 5.8.2017.

<https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>

Toyota. (n.d.). Toyota production system. Company information, Vision and Philosophy.

<https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/>

Yksittäishaastattelu

Petäjäniemi, A. (2022) Työmaapääällikkö, Skanska Talonrakennus Oy. Haastattelu 6.5.2022

Ryhmähaastattelu

Karrala, R. (2022). Työmaapääällikkö, Skanska Talonrakennus Oy. Haastattelu 5.5.2022.

Niemeläinen, T. (2022). Vastaava työnjohtaja, Skanska Talonrakennus Oy. Haastattelu 5.5.2022.

Pulkinen, K. (2022). Tuotantoinsinööri, Skanska Talonrakennus Oy. Haastattelu 5.5.2022.

Liite 1: Haastattelukysymykset

Haastattelu opinnäytetyöhön

Haastattelija: Jopi Korkeakangas

Aihe: Tahtituotantoaikataulun tekeminen asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheesta

Opinnäytetyön tavoite: 1. Tuottaa yleispätevä runko 2. Selostaa tahtituotannon tekemisen prosessia

Haastattelun tavoite: 1. Tahtituotannon potentiaalin löytäminen 2. Saada selville konkreettisia asioita tekoprosessista

Tietoja ja taustoja haastateltavasta

1. Nimi?
2. Ikä?
3. Koulutus/Ammattinimike?
4. Tehtävänimike tällä hetkellä?
5. Kokemus tahtituotannosta?

Tahtituotanto yleisesti

1. Miksi valitsisit tahtituotannon asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheen aikataulumuodoksi?
2. Mitä haasteita tahtituotantoon liittyy?
3. Mikä on välitahtien merkitys tahtituotannossa?
4. Mitkä työvaiheet ovat mielestäsi eniten alttiita viivästyksille?
5. Näetkö tahtituotannossa potentiaalia tulevaisuuden aikataulusuunnittelussa ja valvonnassa? Miksi?

Tahtituotannon tekoprosessi

1. Tehdäänkö tahtituotanto useaan eri vaiheeseen? (esim. tarjous- ja rakentamisvaiheisiin)
2. Osapuolet tahtituotannon tekemisessä?
3. Mikä/mitkä dokumentit/asiakirjat toimivat lähtötietoina/-aineistona?
4. Miten ei tahdissa olevat työt otetaan huomioon tahtituotantoa tehdessä?
5. Miten aliurakoitsijat otetaan huomioon tahtituotantoa tehdessä?

Valvonta

1. Mikä on valvonnan merkitys tahtituotannossa?
2. Näetkö Last Planner- menetelmästä hyötyä tahtituotannon valvonnassa? (esim. tehtävien toteutumisprosentit, 5 kertaa miksi)
3. Miten näet tahtituotannon hyödyttävän hankkeen/työmaan edistymistä?
4. Jos tahtituotannosta tehtäisiin puhelinsovellus työkaluksi valvontaan, mitä ominaisuuksia siinä tulisi mielestäsi olla?

As Oy Helsingin Knot

1. Mitä ei- tahdissa tehtäviä töitä Knotissa on?
2. Miten ne toteutetaan vaarantamatta tahtien virtausta?
3. Tullaanko tahtituotantoa käyttämään myös sisävalmistusvaiheen seurannassa? Miten?