



Navid Noori

Tahtituotannon toteuttaminen ja onnistumisen edellytykset Kivistön asuinhankeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka ja yhdyskuntatekniikka

Insinöörityö

02.01.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Navid Noori
Otsikko:	Tahtituotannon toteuttaminen ja onnistumisen edellytykset Kivistön asuinhankeessa
Sivumäärä:	38 sivua + 1 liite
Aika:	02.01.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Rakentamisen Projektinhallinta
Ohjaajat:	Lehtori Anne Aalto Toimitusjohtaja (SSA Rakennus) Tommi Heikkilä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja analysoida tahtituotannon toteuttamista ja onnistumisen edellytyksiä Kivistön asuinhankeessa. Tutkimuksessa tarkasteltiin, miten tahtituotantoa voidaan soveltaa Kivistön kaltaisessa monimuotoisessa rakennusprojektissa ja mitkä tekijät vaikuttavat sen onnistumiseen. Opinnäytetyö toteutettiin SSA Rakennus Oy:n toimeksiantona.

Tutkimusmenetelminä käytettiin puolistrukturoitua teemahaastattelua ja kirjallisuustutkimusta. Aineisto perustuu kirjallisuudesta saatuihin teoreettisiin periaatteisiin sekä käytännön kokemuksiin. Haastattelujen vastauksien avulla pyrittiin selvittämään, mitä menestyksellinen toteutus edellyttää.

Tulosten perusteella tahtituotanto soveltuu Kivistön kaltaiseen asuinhankeeseen, mutta se toi esiin myös omia haasteitaan. Tutkimuksen perusteella tulevaisuudessa suositellaan lisäämään tahtituotannon koulutusta.

Avainsanat: tahtituotanto, Kivistö, Lean

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Navid Noori
Title: Implementation of Takt Production and Prerequisites for Success in Kivistö Residential Project
Number of Pages: 38 pages + 1 appendices
Date: 02 Jan 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Professional Major: Project management of construction
Supervisors: Anne Aalto, Principal Lecturer
Tommi Heikkilä, CEO (SSA Rakennus)

The purpose of this engineering thesis was to examine and analyze the implementation and success factors of takt production in the Kivistö residential project. The study examined how takt production can be applied in a complex construction project like Kivistö and which factors influence its success. The thesis was commissioned by SSA Rakennus Oy.

The research methods included semi-structured thematic interviews and a literature review. The data is based on theoretical principles from the literature as well as practical experiences. The interviews aimed to identify the requirements for successful implementation.

The results indicate that takt production is suitable for residential projects like Kivistö, but it also brought its own challenges. Based on the findings, it is recommended to increase education in Takt Production in the future.

Keywords: Takt production, Lean, Kivistö

Sisällys

Käsitteet

1	Johdanto	1
2	Teoreettinen viitekehys	3
2.1	Tahtituotanto	3
2.2	Tahtituotannon suunnittelu	3
2.3	Tahtituotannon hyödyt ja haasteet	5
2.4	Tahtituotannon onnistumisen edellytykset	7
3	Lean ja tahtituotanto	8
3.1	Lean-ajattelun periaatteet	8
3.2	Tahtituotanto ja LBMS, yhtäläisyydet ja erot	11
3.3	Laatu	12
3.4	Lean-johtaminen	15
4	Kivistön Asuinhanke	17
4.1	Hankkeen esittely	17
4.2	Projektin aikataulu	19
4.3	Osapuolet	19
5	Haastattelututkimus	21
5.1	Haastatteluun vastanneiden profiili	21
5.2	Haastattelujen suunnittelu ja toteutus	22
5.3	Aineiston tulkinta	22
5.3.1	Tahtituotannon määritelmä ja nykytila	23
5.3.2	Hyödyt ja haasteet	23
5.3.3	Suunnittelun erityispiirteet	24
5.3.4	Tahtituotannon tulevaisuus	24
6	Haastattelutulokset	26
6.1	Tahtituotannon käytön nykytilanne ja kokemukset	26
6.2	Keskeiset löydökset ja näkemykset	26
6.3	Yhteenvedo tuloksista	27

7	Tahtituotannon toteuttaminen Kivistön Asuinhankeessa	29
7.1	Käytännön toteutus	29
7.1.1	Projektinhallinta ja suunnittelu	29
7.1.2	Kommunikaatio ja yhteistyö	30
7.2	Onnistumisen edellytykset	31
7.2.1	Keskeiset tekijät	31
7.2.2	Riskit ja niiden hallinta	32
8	Johtopäätökset ja suositukset	33
8.1	Keskeiset johtopäätökset	33
8.2	Suosituksia tahtituotannon kehittämiseksi	34
8.3	Tulevaisuuden tutkimusaiheet	35
9	Pohdinta	37
	Lähteet	38
	Liitteet	
	Liite 1: Haastattelukysymykset	

Käsitteet

Hukka: Ei tuota arvoa palvelulle tai tuotteelle

Junavaunu: Rakennustöiden jäsentely työpaketeiksi. Vaunuilla eli työpaketeilla on määritelty tarkat tavoitteet ja aikataulut.

LBMS: Location Based Management System

Lean: Johtamisfilosofia, joka perustuu hukan vähentämiseen ja jatkuvaan parantamiseen.

Mesta: Työalue.

Toyota-talo: Leanin soveltamista Toyotan näkemyksen mukaan.

1 Johdanto

Rakennusalan prosessit ovat monimutkaisia ja täynnä haasteita. Jokainen projekti on erilainen ja projektit sisältävät erilaisia haasteita, kuten laadunvarmistus, resurssien hallinta ja aikataulut. Toimintamalli, joka pyrkii vastamaan näihin haasteisiin, on tahtituotanto. Tahtituotanto ja Lean-ajattelu malli kulkevat käsi kädessä. Tahtituotannossa pyritään tehostamaan tuotantoprosessia siten, että resurssien käyttö ja aikataulut tapahtuisivat tehokkaasti ja tasaisesti. Tahtituotanto on rakennusallalla edelleen suhteellisen uutta, vaikkakin se on hyvin suosittu toimintamalli esimerkiksi teollisessa tuotannossa.

Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää, miten toteutetaan onnistuneesti Kivistön asuinrakkeen tahtiaikataulu ja ohjaus. Kivistö on kasvava asuinalue, jossa on käynnissä ja tulossa laajat rakennushankkeet. Asuinrakennukset sisältävät paljon toistuvia työkohteita ja tämän takia tahtituotanto on hyvin tehokas toimintamalli tässä tapauksessa. Kuten kaikissa projekteissa, myös tahtituotannossa on omat haasteensa. Tässä opinnäytetyössä pyritään myös tarttumaan haasteisiin ja niiden ratkaisemiseen. Isoissa rakennushankkeissa on yleensä mukana monia toimijoita ja alihankkijoita, joten tahtituotannon onnistuminen edellyttää täydellistä yhteistyötä eri sidosryhmien välillä. Olennaista on myös tutkia kriittiset tekijät, joilla on vaikutusta tahtituotannon onnistumiseen.

Opinnäytetyön perustana on erilaiset tutkimusmenetelmät. Tieto kerätään analysoimalla verkkojulkaisuja ja kirjallisia lähteitä. Tässä opinnäytetyössä haastattelut ovat myös yksi tutkimusmenetelmistä. Haastattelut kohdistuvat rakennusalan ammattilaisiin, joilla on kokemusta ja tietoa tahtituotannosta. Tutkimustulokset analysoidaan ja hyödynnetään tehokkaasti. Näitä tuloksia voidaan hyödyntää Kivistön hankkeen kehityksessä ja saada arvokasta tietoa, jonka avulla voidaan löytää ratkaisevia tekijöitä onnistumiselle.

Opinnäytetyö toteutetaan SSA Rakennus Oy:lle. SSA Rakennus on perustettu vuonna 2015. SSA:lle rakentaminen on intohimo. Heidän tavoitteena on

suunnitella ja rakentaa koteja, jossa ihmiset viihtyvät ja heillä on hyvä olla. SSA
Rakennuksen tärkeimmät arvot ovat avoimuus, rohkeus ja välittäminen. [1.]

2 Teoreettinen viitekehys

2.1 Tahtituotanto

Tahti eli Takt tulee saksan kielestä ja tarkoittaa rytmiä tai sykettä, mikä kuvastaa tuotantoprosessin järjestelmällistä ja rytmistä ajoittamista rakentamisessa. Tahtituotanto on oleellinen osa Lean-ajattelun projektin hallintaa ja suunnittelua. Sen tavoitteena on saada aikaan ennakoitavuutta, sujuvuutta ja vakautta optimoimalla eri prosessit ja työvaiheet. Ajatus tahtituotannon taustalla on luoda sellainen järjestelmä, jossa rakennusvaiheet suoritetaan synkronoidusti ja tahdissa läpi koko projektin. Tahtituotannossa tahti määritetään tietyn pituiseksi ajanjaksoksi, kuten viikoiksi tai päiviksi. Olennaista on, että tietty määrä tehtäviä on suoritettava ajanjakson kuluessa. Tällä tavalla vältetään niin sanottuna pulonkaulatilanne, mikä hidastaisi prosessin kulkua. [2.]

Tahtiaika on rytmin perusyksikkö. Tahti-ajalla tarkoitetaan aikaa, jonka kuluessa tehtävä on suoritettava siihen tarkoitettussa tahtialueessa. Esimerkiksi työt, mitkä on suoritettava viiden päivän jaksoissa, tahtiaika on viisi päivää. Tahtialueella tarkoitetaan aluetta, jossa työvaihe suoritetaan. Tahtiaikataulun kenties tärkein termi on tahtisuunnittelu. Kyseessä on visuaalinen suunnitelma, minkä avulla voidaan havainnollistaa projektin työvaiheet sijainnin ja ajan perusteella. Tahtisuunnittelun avulla varmistetaan, että kaikki osapuolet ovat mukana projektissa. Tahtijunalla tarkoitetaan työvaiheiden sarjaa, jotka etenevät tahtisuunnitelmassa ja määrättyssä järjestyksessä. Tahtivaunulla tarkoitetaan sellaista työvaihetta, joka mahdollisesti sisältää laajempaan kokonaisuuteen liittyviä työpaketteja, kuten esimerkiksi sähköasennuksia tai putkistoasennuksia. [2.]

2.2 Tahtituotannon suunnittelu

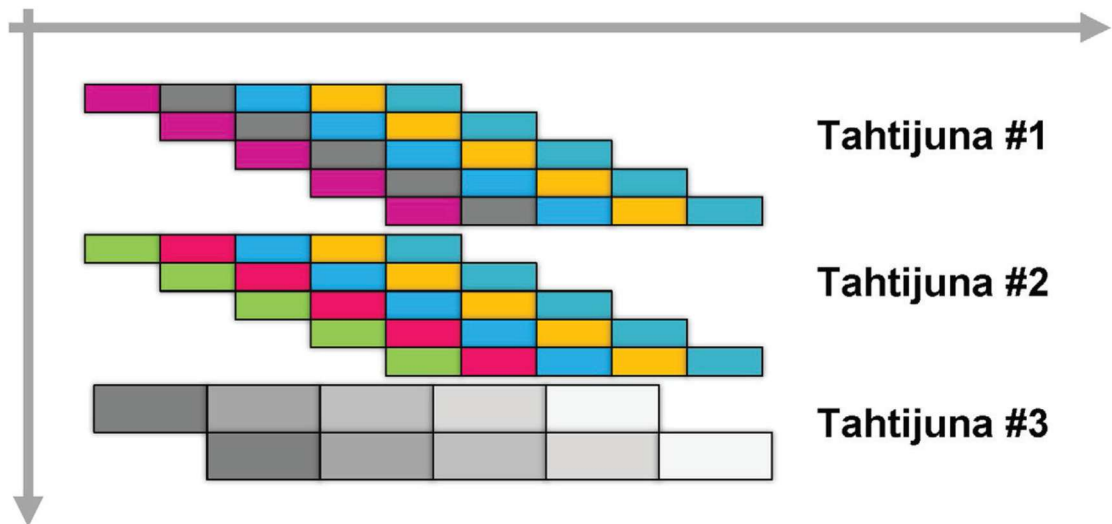
Tahtituotanto on johtamismenetelmä ja sen ydin on tuotannon rytmittäminen ja virtaavuuden optimointi. Tämän menetelmän hyötyjen maksimoiminen vaatii erittäin tarkkaa suunnittelua, jotta voidaan minimoida haasteet ja maksimoida hyödyt. [3] Ytimekkäästi voidaan todeta, että tahtiaikataulu on työkalu, jonka

avulla tuotannon ohjausta ja suunnittelua parannetaan. Tuotannon sujuvan kulun kannalta tahtituotanto yhdistää työn, ajan ja paikan. [4, s. 35.] Strateginen ja operatiivinen suunnittelu muodostavat tahtituotannon kaksi päävaihetta. Onnistumisen kannalta molemmat ovat hyvin ratkaisevia. [5, s. 24.]

Prosessin ensimmäinen vaihe on strateginen tahtisuunnittelu. Tässä vaiheessa tuotantostrategia ja ylätasoon tavoitteet yhdistetään tahtituotannon periaatteisiin. Päätös tahtituotannon käyttöönottamisesta koko hankkeessa tai tietyissä osissa tehdään tämän vaiheen aikana. Tässä vaiheessa määritellään myös karkean tason aikataulu, jossa on muun muassa tahtialuejako, tahtiaika, tavoitemääräajat sekä työvaiheet, joihin käytetään tahtituotantoa. Strateginen tahtisuunnittelu on hyvä perusta operatiiviselle tahtisuunnittelulle, jossa suunnitelmaa ja aikataulua kehitetään ja tarkennetaan. [5, s. 25.]

Operatiivinen tahtisuunnittelu on yhteistoiminallinen ja iteratiivinen prosessi, joka kehitetään aktiivisesti eri hankeosapuolien yhteistyöllä. Hankeosapuolia ovat muun muassa suunnittelijat, materiaalitoimittajat ja urakoitsijat. Operatiivisen vaiheen aikana suunnitelmien tarkkuustason kasvaessa ja uusien hankeosapuolien tulon mukaan tarkennetaan tahtisuunnitelmaa jatkuvasti. Työmaan onnistumisen kannalta on erittäin tärkeää varmistaa, että materiaalitoimitusten aikataulut ja toteutus suunnittelu on yhteensovitettu tahtiaikataulun kanssa. [5, s. 27.]

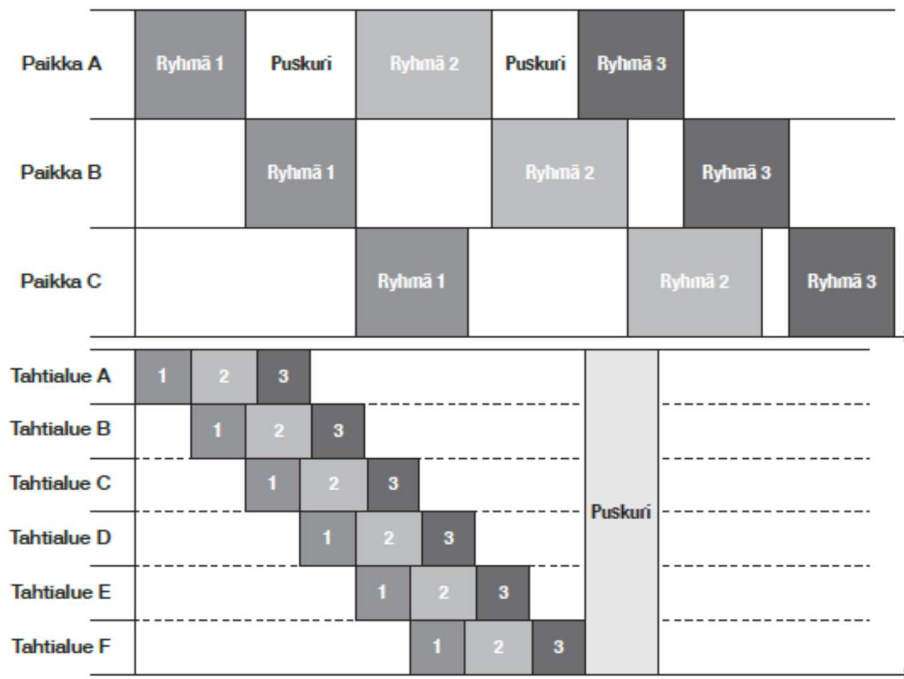
Mikä on operatiivisen suunnittelun tavoitteena? ”Operatiivisen tahtisuunnittelun ensisijainen tavoite on luoda edellytykset tasaiselle ja ennakoitavalle tuotannon etenemiselle, samalla tunnistaa hukkaa ja potentiaalisia riskin paikkoja, vähentäen ja ennalta ehkäisten niitä.” [5, s. 26.] Tiivistetysti tavoitteena on minimoida hukkaa ja ehkäistä riskejä. Tähän tavoitteeseen päästään esimerkiksi varmistamalla, että työryhmän työkuorma jää jonkin verran alle tahtiajan saavuttamiseen vaaditun ajan. Ajan, joka jää yli voidaan hyödyntää laadunvarmistukseen tai seuraavan tahdin valmisteluun. Jotta operatiivinen suunnittelu onnistuisi, tulee kokeilla erilaisia yhdistelmiä, esimerkiksi tahtivaunujen sisällön pilkkomista (Kuva 1) tai säätämällä resursointia. [5, s. 28.]



Kuva 1. Tahtiaikataulun pilkkominen tahtijuniin

2.3 Tahtituotannon hyödyt ja haasteet

Tahtituotannon käyttö rakennusalalla lisääntyy koko ajan, erityisesti Euroopassa. Tahtituotannon hyödyt ovat kiistattomat, vaikkakin sen käyttöönottoon liittyy myös haasteita. [6.] Tahtituotannon suurin etu on se, että sen avulla voidaan lyhentää tuotannon läpimenoaikaa (Kuva 2) merkittävästi. Tahtituotanto vähentää huomattavasti odotusaikoja, ylimääräisiä varastoja ja keskeneräisiä töitä, mitkä luokitellaan hukaksi. [4, s. 37.]



Kuva 2. Tahtituotannon hyöty

Läpimenon lyhentymisen ei tarkoita, että työt tehtäisiin hohumalla, päinvastoin. Hankkeiden keston lyheneminen tahtituotannossa perustuu parantuneeseen työnsuorukseen. Tehtävien väliset turhat vaiheet poistetaan, että voidaan keskittyä entistä tiiviimmin varsinaiseen tehtävään. Olennaista on kuitenkin, että kokonaisaika lyhenee laadukkaasti työn seurauksena, joten on tärkeää varata tehtäville riittävästi aikaa, jotta ne voisi suorittaa kerralla oikein. [5, s. 12.]

Rakennusalalla logistiikalla on hyvin suuri merkitys. Tahtituotannon suunnittelun olennainen etu on, että pystytään luomaan toimiva logistiikka- ja työvirta. Tahtituotannolla yksittäisen prosessin virtausta voidaan parantaa huomattavasti sillä, että mesta eli työalue luovutetaan kerrallaan yhdelle ammattikunnalle. Tällä menetelmällä vähennetään keskeneräisiä töitä, mikä parantaa työn laatua ja lopputuloksena on vähemmän sekaannuksia ja uudelleentyöstöjä. Näin vältetään projektin mahdolliset aikatauluviiveet ja lisäkustannukset. [6.]

On kuitenkin tärkeää huomioida, että edellä mainituista eduista hyötyäkseen kaikkien osapuolten tulee sitoutua tahtituotannon vaatimien toimintatapojen

omaksumiseen. Ensimmäisissä tahtituotantoprojekteissa kaikkien osapuolten tulee varata tavallista enemmän resursseja. [5, s. 12.] Esimerkiksi tahtituotanto vaatii mahdollisesti enemmän työnjohtajia, mutta hyödyt näkyvät vasta projektin loppuvaiheessa ajallisesti ja taloudellisesti.

Kuten kaikki muutkin menetelmät, tahtituotanto ei ole haasteeton. Joidenkin tutkimuksien mukaan tiukat aikataulut voivat lisätä työntekijöiden stressiä. Tästä työntekijät voivat kokea aikapaineita ja voivat joutua tekemään ylitöitä. [6] Hyvällä suunnittelulla on suuri merkitys ja sen avulla voidaan valmistua mahdollisiin tuleviin haasteisiin. Haasteena voi olla myös kaikkien osapuolten sitoutuminen urakkaan erinäisistä syistä. Tiukkoina hetkinä urakoitsija voi palata niin sanottuihin vanhoihin tapoihin tahtituotantoon kyllästymisen takia. Olennaista on myös varmistaa, että kaikki osapuolet ovat oikeassa tahdissa. [5, s. 22.]

2.4 Tahtituotannon onnistumisen edellytykset

Toimintatavasta riippumatta on erityisen tärkeää luoda projektille edellytykset onnistumiselle. Tämä korostuu entistään enemmän tahtituotannossa. Onnistuminen tahtituotannossa edellyttää muun muassa tarkkaa suunnitelmaa ja sen ohjausta koko projektin ajan, materiaalien ja logistiikan suunnittelua, laatuseurantaa sekä kaikkien osapuolten täydellistä sitoutumista projektiin. [4, s. 40.] Eri osapuolten integrointi tahtisuunnitteluprosessiin alusta alkaen on avain onnistumiseen, mikä mahdollistaa nopean reagoinnin haasteisiin ja muutoksiin [5, s. 43].

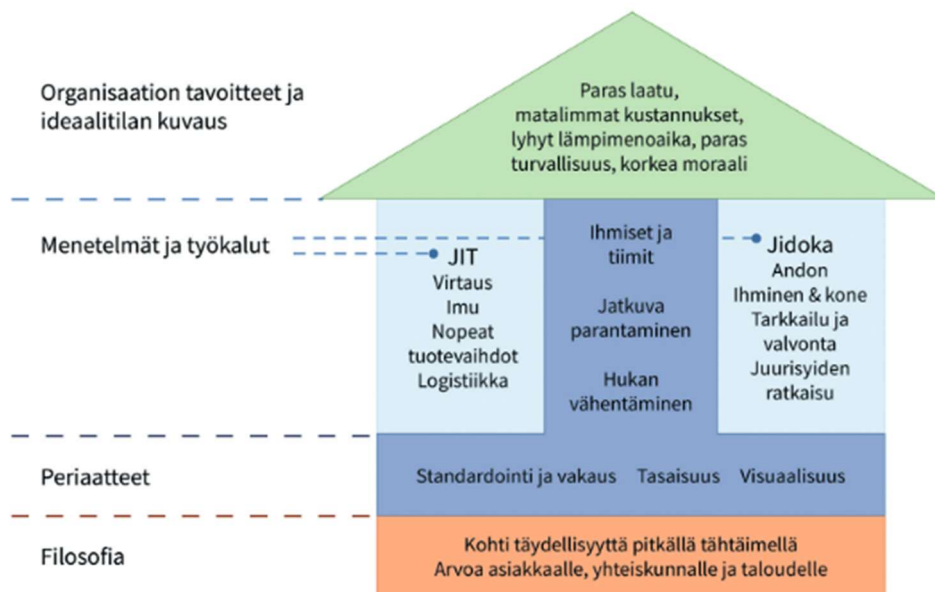
Projektin johtamisessa työnjohdon merkitys korostuu suuresti. On tärkeää, että kaikki mahdolliset poikkeamat käsitellään viipymättä ja johtaminen tapahtuu ajantasaisesti. Työntekijöiden ja johdon välinen viestintä on erityisen olennainen projektin onnistumisen kannalta. Johtamisessa tulee olla selkeät rutiinit. [7.]

3 Lean ja tahtituotanto

3.1 Lean-ajattelun periaatteet

Lean-valmistuksen juuret ulottuvat Japaniin. Toisen maailmansodan jälkeisenä aikana autovalmistaja Toyotalla oli haasteita, jonka seurauksena kuvaan astui tuotantoinsinööri Taiichi Ohno. Ohnolle annettiin päävastuu tuotannon kehittämistä. Hänen tehtävänsä oli parantaa tuottavuutta käyttäen mahdollisimman vähäisiä resursseja, sillä Toyotalla oli tuolloin vanhentunut konekanta ja lähes olematon pääoma. [8.]

Lean-ajattelua havainnollistaa usein Likerin esittelemä Toyota-talo (Kuva 3), jossa Lean-filosofia toimii perustana, ja yrityksen tavoitetila muodostaa talon katon. Tämä tavoitetila, eli organisaation päämäärä, on jatkuvan kehittämisen kohde, jota tukevat talon pilarit ja runko, Lean-toiminnan periaatteet ja menetelmät.



Kuva 3. Toyota-talo

Toyotan strategia perustuu tehokkaaseen ja joustavan toimitusprosessiin, joka on sekä kilpailuetu että keino luoda arvoa asiakkaille, yhteiskunnalle ja yhtiölle. Toyotan mukaan Lean-toiminnan ihannetilä tarkoittaa korkeinta laatua, alhaisimpia kustannuksia, lyhyimpiä läpimenoaikoja, parasta turvallisuutta ja korkeaa moraalialia. Nämä elementit muodostavat kokonaisvaltaisen tavoitteiston, jossa yhdistyvät tehokkuus ja vastuullisuus. [9, s. 18.]

Lean-toiminnan päämääränä on saavuttaa maailman paras suorituskyky tuotannon keskeisillä mittareilla, kuten laadulla ja kustannuksilla. Keskeinen osa tätä on läpimenoajan lyhentäminen ilman, että tingitään ihmisten hyvinvoinnista ja turvallisuudesta. Lisäksi kaikkien organisaation toimijoiden on sitouduttava toimimaan moraalisesti oikein, kuten Lean-filosofian perustat edellyttävät. [9, s. 18.]

Näitä tavoitteita voidaan soveltaa laajasti kaikkiin Lean-ajatteluun pyrkiviin organisaatioihin, myös rakennusalalle. Ne kuuluvat osaksi yleistä Lean-viitekehystä, mutta organisaation on mahdollista asettaa myös muita tavoitteita toimintaympäristön erityispiirteiden mukaan. Tärkeintä on strateginen pohdinta siitä, mitä arvon luonti tarkoittaa kussakin kontekstissa, sekä tämän viestiminen selkeästi kaikille osallisille. Näin saavutetaan yhteinen ymmärrys siitä, mihin toiminnalla pyritään. [9, s. 18.]

Lean-ajattelun periaatteet (Kuva 4) keskittyvät siihen, miten hukka eliminoidaan yritysten tuotannossa ja samalla luodaan arvoa asiakkaalle.



Kuva 4. Lean-ajattelun periaatteet [10]

Arvon määrittely on ensimmäinen periaate. Se perustuu siihen, että yrityksen täytyy tarkastella palveluitaan ja tuotteitaan asiakkaan näkökulmasta. Se, mistä asiakas on valmis maksamaan ja mitä hän todella arvostaa, kutsutaan arvoksi. Arvon määrittelyn jälkeen tulee tunnistaa kaikki vaiheet, jotka ovat osa arvon tuottamista asiakkaalle. Tätä kutsutaan arvovirran kartoitukseksi, missä poistetaan sellaiset toimenpiteet, jotka eivät tuota arvoa. Esimerkkejä tällaisista toimenpiteistä ovat ylimääräiset työvaiheet tai turhat odotusajat. Kolmas periaate on virran luominen, missä keskitytään arvoa tuottavien vaiheiden järjestämistä loogiseen ja tiiviiseen järjestykseen. Tämän vaiheen tavoitteena on tuotannon sujuvuus ilman keskeytyksiä. Neljäs periaate on imu. Sen tehtävänä on varmistaa tuotannon toimivuus asiakkaan kysynnän perusteella. Tässä mallissa varastointikustannuksia ja ylituotantoa estetään siten, että uutta työtä tehdään, kun siihen on tarve. Viimeisessä periaatteessa pyritään täydellisyyteen, jossa jatkuvan parantamisen merkitys korostuu. Täydellisyys saavutetaan vasta, kun kaikki hukkavaiheet on poistettu. [10.]

3.2 Tahtituotanto ja LBMS, yhtäläisyydet ja erot

Kun vertaillaan tahtituotantoa ja Leaniä keskenään, huomataan, ettei nämä kaksi ole kilpailevia konsepteja, vaan täydentävät toisiaan. Tahtituotanto on Lean-filosofian työkalu. Tahtituotanto perustuu jatkuvaan parantamiseen, Lean-filosofiassa termi tunnetaan nimellä Kaizen. [11.] Lean ja tahtituotanto pyrkivät luomaan tasaisen ja jatkuvan työvirran, mikä parantaa työn sujuvuutta ja vähentää huomattavasti keskeytyksiä. Projektin kannalta tämä tarkoittaa vähemmän hukkaa ja lisää tuottavuutta. [12, s. 10.]

LBMS (Location Based Management System) on työkalu, joka perustuu Lean-periaatteisiin. LBMS keskittyy työnkulun prosessien suunnitteluun, analysointiin ja ohjaukseen, kun työt etenevät määritellyissä sijainneissa. LBMS:n tavoitteena on tuotannon tehokkuuden parantamisen lisäksi minimoida samalla eri työryhmien aiheuttamat keskeytykset. [13.]

Tahtituotannossa ja LBMS-menetelmässä on enemmän yhtäläisyyksiä kuin eroja. Jatkuva työvirran tärkeys ja optimaalinen resurssien käyttö korostuu molemmissa menetelmissä. Tasapainoinen tuotantoaikataulu, jossa työt etenevät ilman häiriöitä ovat molempien menetelmien pyrkimys. Molemmat pyrkivät myös välttämään päällekkäisyyksiä ajallisesti ja tilallisesti työvaiheissa. Suunnittelussa tilojen huomioonottamisen merkitys on merkittävä yhtäläisyys molemmissa menetelmissä. [12, s. 3.]

Molemmat menetelmät tavoittelevat tehokasta tuotantoa ja jatkuvaa työvirtaa, mutta niillä on eroavaisuuksia erityisesti aikataulutuksessa ja resurssien käytössä. Tahtituotannossa tahtiaika määrittelee työvaiheen keston tietyssä alueessa, kun taas LBMS-menetelmässä aikatauluttaminen tehdään paikan tai alueen mukaan. Toiminta suunnitellaan kunkin paikan erityispiirteiden mukaisesti. [12.]

Merkittävin ero on menetelmien puskurien käytössä ja ohjauksessa. Suunnitelua tehtäessä käytetään neljää puskuria, joita ovat: (1) aika-, (2) kapasiteetti-, (3) tila- ja (4) suunnitelmapuskurit. LBMS-menetelmässä hyödynnetään 1-, 3- ja

4-tyyppisiä puskureita. Tilapuskurit ovat erityisesti silloin käytössä, kun työalueet ovat suurempia kuin miehistön työskentelyalueen tarve. Tahtituotantomenetelmässä käytetään 2-, 3- ja 4-tyyppisiä puskureita. Kustannustehokkain puskuri tässä yhteydessä on kapasiteettipuskuri. Se saavutetaan alikuormittamalla työvoimaa. [12, s. 10.]

Nämä menetelmät vaihtelevat aikataulun valvonnan mukaan. LBMS-menetelmässä tuotantoinsinööri johtaa suunnitteluprosessia, pitää silmällä edistymistä, tekee ennusteen ja huomauttaa mahdollisista ongelmista. Kun taas tahtituotannossa aikataulu esitetään visuaalisesti, joka on selvästi kaikkien nähtävissä, ja jokainen osapuoli voi seurata töiden suorittamista. Tällä lähestymistavalla pyritään saamaan koko henkilöstö mukaan tuotannon hallintaan työmaalla. Resurssien kohdentamisessa on myös eroja menetelmien välillä. LBMS-menetelmässä resurssit käytetään täysimääräisesti, eli miehistö on jatkuvasti työtehtävissä. Tahtituotannossa taas miehistön työkuorma pidetään noin 70–80 prosentissa, jotta voidaan huomioida myös muut tehtävät ja ylläpitää tasaista tahtia. [12.]

3.3 Laatu

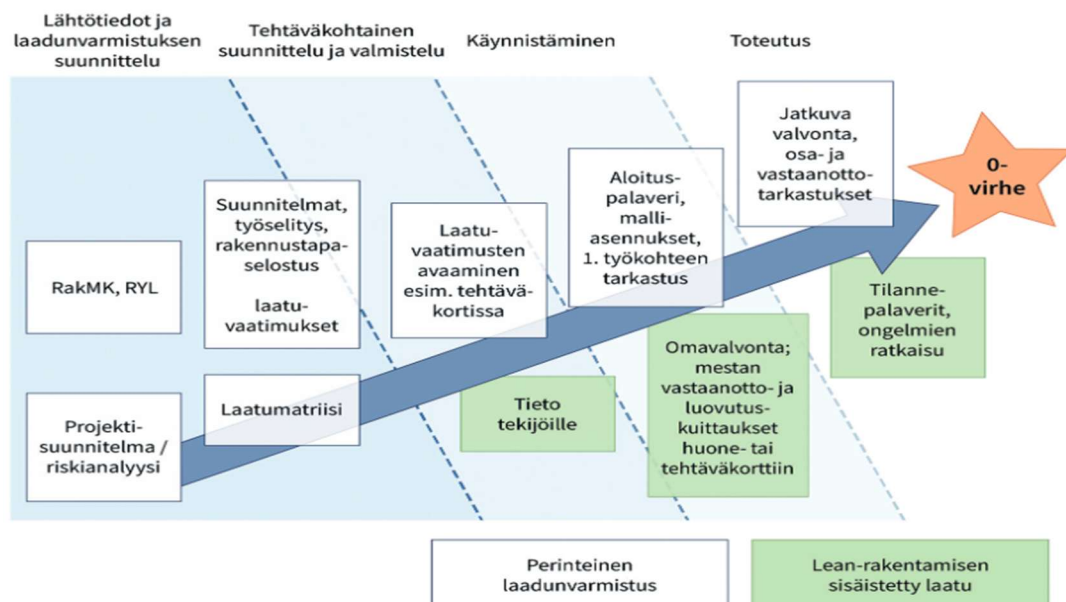
Rakennusalalla laatu on yksi niistä ”ikuisuusongelmista”, joissa riittää aina kehitettävää, aivan kuten turvallisuudessa ja tuottavuudessa. Ajoittain huomio kiinnittyy erityisesti johonkin osa-alueeseen, usein ulkopuolisen palautteen herättämänä. Tällöin käynnistetään kehitysohjelmia ja viestitään asian tärkeydestä. Vaikka parannuksia saadaankin aikaan, palautuu asia ennen pitkään osaksi arjen toimintaa, eikä ongelmaa koskaan ratkaista täysin. [9, s. 120.]

Ensimmäinen merkittävä herätys laadun parantamiseksi Suomessa tapahtui 1990-luvulla, kun kansainvälinen laatuajattelu saavutti myös rakennusalan. Tuolloin laatu nousi useiden vuosien ajaksi keskeiseksi teemaksi yliopistoissa, järjestöissä ja yrityksissä. Aiheesta toteutettiin kehitysprojekteja ja lukuisia opinnäytetöitä. [9, s. 120.]

1990-luvulla rakennusalan laadunvarmistuksen perusjärjestelmä otettiin käyttöön, ja se on säilynyt lähes muuttumattomana tähän päivään asti. Tämän systematiikan ytimessä olivat laatumatriisien avulla määritetyt laatutoimenpiteet ja tehtäväkohtaisten laadunvarmistuksen suunnittelu. Uutena asiana laadunvarmistus ulotettiin toteutuksen eri vaiheisiin, kuin aiemmin keskityttiin lähinnä valmiin työn tarkastamiseen ja virheiden korjaamiseen. [9, s. 120.]

Lean-rakentamisessa hyödynnettävä sisäistetty laatu menetelmä perustuu alan hyväksi havaittuihin laadunvarmistuskäytäntöihin. Noudattamalla näitä menetelmiä voidaan tunnistaa laatuvirheet ja poistaa esteet, jotka haittaavat vaaditun laadun saavuttamista. [9, s. 122.]

Laadunvarmistus suunnitellaan tehtäväkohtaisesti laatumatriisin avulla (Kuva 5), jossa otetaan huomioon tehtävän vaatimus- ja riskitaso. Tärkeintä ei ole dokumenttien ja suunnitelmien muotoilu, vaan se, että ne on laadittu käytäntöä tukevalla tavalla. Olennaista on tunnistaa laatuvaatimusten ja työn tuloksen kannalta kriittiset vaiheet ja varmistaa, että työryhmä ymmärtää ja hallitsee ne. [9, s. 122.]



Kuva 5. Laadunvarmistamisen prosessi

Rakennustyömailla tieto kulkee useiden käsien kautta, mikä voi aiheuttaa katkoja tiedonkulussa. Ei voida olettaa, että kaikki työryhmän jäsenet hallitsevat automaattisesti laadukkaan työn edellyttämät tiedot ja taidot. Tämän vuoksi käytetään työmallia. Työmalli tarkoittaa ensimmäisen työkohteen tarkastusta. Työmallilla varmistetaan, että työryhmällä on kaikki tarvittavat tiedot ja edellytykset virheettömän laadun saavuttamiseen. [9, s. 122.]

Leanin periaatteisiin kuuluva sisäänrakennettu laatu tarkoittaa, että virheet tunnistetaan systemaattisesti, ja niiden korjaamiseen sekä ongelmien ratkaisemiseen on luotu selkeät prosessit. Teknisten laitteiden, kuten autojen, kohdalla tämä toteutetaan esimerkiksi antureiden ja ilmaisimien avulla. Rakentamisessa tilanne on erilainen, sillä työ tapahtuu pitkälti ihmisten toimesta. Tämän vuoksi Lean-ajattelun mukainen laadunvarmistus nojaa teknisten järjestelmien sijasta asian syvään sisäistämiseen. Lean-rakentamisessa sisäistetty laatu korostaa, että laadun varmistaminen on oltava osa työntekijöiden päivittäistä toimintaa, ei vain tekninen prosessi. [9, s. 122.]

Laadunvarmistus on syytä ulottaa työntekijöiden tasolle hyödyntäen Toyotan mallia, jossa työntekijä toimii laadunvalvojana. Työntekijä vastaa oman työnsä laadusta ja hyväksyy työnsä laatukriteerien mukaisesti, jotka on käyty yhdessä läpi ensimmäisen työkohteen tarkastuksessa. Kuittaukset voidaan tallentaa tehtäväkohtaisiin tehtäväkortteihin, joissa kirjataan saman tehtävän kaikkien kohteiden hyväksynyt. Modernimpi ratkaisu on käyttää mobiilisovellusta, jonka avulla tiedot ovat välittömästi myös työnjohdon käytettävissä. [9, s. 124.]

Laatutarkastukset voidaan kirjata joko yhtenä kokonaisuutena tai erillisinä laatuvaatimuksina paperiseen tai digitaaliseen tehtäväkorttiin. Tavoitteena on löytää tasapaino tarkastusten tarpeellisuuden ja kuittausten välillä. Virheen ilmetessä se luokitellaan kiireellisyyden ja vaikutuksen perusteella. Korjaustoimet toteutetaan määritellyssä aikataulussa, ja asiaan liittyvät henkilöt pidetään ajan tasalla ilman syyllistämistä. Virheitä ei nähdä ongelmina, niin kauan kuin laatuprosessi toimii. Vaikka tämä toimintatapa lisää työnjohtajien tehtäviä alkuvaiheessa, se

auttaa pitkällä aikavälillä vähentämään ongelmia estämällä virheiden toistumisen. [9, s. 124.]

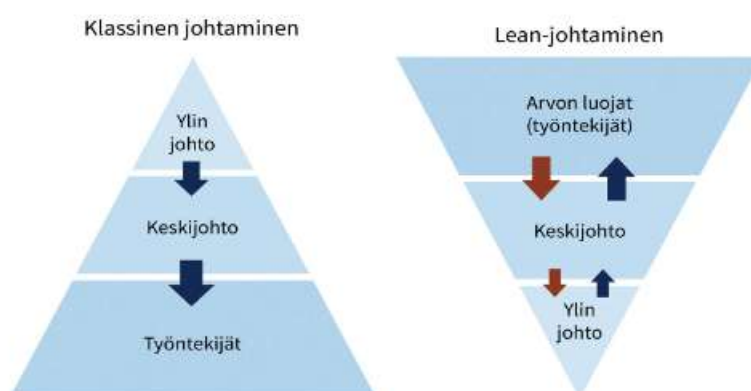
3.4 Lean-johtaminen

Lean-ajattelun ytimessä on tavoite tuottaa mahdollisimman paljon arvoa asiakkaalle vähentämällä samalla hukkaa kaikissa työvaiheissa. Usein Leanin käytännön toteutuksessa keskitytään työkaluihin ja periaatteisiin, joiden avulla saavutetaan nopeita tuloksia. Kuitenkin organisaation muuttuminen aidosti Lean-ajatteluun pohjautuvaksi toimintaympäristöksi vaatii syvällisemmän muutoksen; johtamisen uudistamisen siten, että ihmisten potentiaali otetaan kokonaisvaltaisesti käyttöön. [9.]

Toyotan Lean-filosofian mukaan johtaminen muodostaa perustan, jonka varaan kaikki menetelmät ja työkalut rakentuvat. Nämä työkalut ovat apuvälineitä ongelmien ratkaisemiseen ja toiminnan tehostamiseen, ja niitä voidaan kehittää sekä soveltaa tarpeen mukaan. Kuitenkin vain omaksumalla Lean-johtamisen periaatteet organisaatio voi kehittyä pitkäjänteisesti ja saavuttaa pysyvää kilpailukykyä. Johtamisen tehtävänä on varmistaa, että jatkuva parantaminen ja sopeutuminen uusiin haasteisiin ovat sisäänrakennettuja toiminnan osia. [9, s. 198.]

Lean ei ole pelkästään tekninen tai tuotantopainotteinen lähestymistapa, vaan kokonaisvaltainen johtamismalli, joka perustuu ihmisten arvostukseen. Tässä mallissa työntekijät eivät ole ainoastaan tehtävien suorittajia, vaan aktiivisia toimijoita, joiden osaamista ja luovuutta hyödynnetään organisaation kehittämiseksi. Leanin vahvuus on sen kyvyssä yhdistää tekniset työkalut ja ihmislähtöinen johtaminen yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Työntekijät eivät ainoastaan vastaa omien tehtäviensä suorittamista, vaan myös niiden laadun varmistamisesta ja parantamisesta. Käyttämätön kyvykkyys ja osaaminen nähdään hukkana, joka tulee minimoida aivan kuten mikä tahansa muu tehottomuus. Tämä ajattelutapaa edellyttää organisaatiokulttuuria, jossa jokainen yksilö on vastuussa paitsi omasta työstään, myös organisaation laajemmasta kehittämisestä.

Lean-johtamisen periaatteet haastavat perinteisen hierarkkisen organisaatiomallin, jossa päätökset tehdään ylhäältä ja työntekijöiltä odotetaan vain suorittavaa työtä. Lean-mallissa tämä ajattelu käännetään pääläelleen. Työntekijät, jotka tuottavat suoraan asiakkaalle arvoa, ovat organisaation tärkein taso. Johtajien rooli on tukea heitä tarjoamalla tarvittavat resurssit, työvälineet ja olosuhteet, jotka mahdollistavat heidän työnsä sujuvuuden ja tehokkuuden. Käänteisessä organisaatiopyramidissa (Kuva 6) työntekijät ovat huipulla ja johtajat toimivat heidän tukipilareinaan. [9, s. 198.]



Kuva 6. Organisaatiopyramidit

Lean-johtamisen voima perustuu sen kykyyn tehdä organisaatiosta itseohjautuva ja joustava. Kun ihmiset saavat työskennellä optimaalisissa olosuhteissa ja heidän ideansa otetaan huomioon, syntyy kulttuuri, jossa jatkuva kehitys on itsestäänselvyys. Tämä ei ainoastaan paranna työn tehokkuutta ja laatua, vaan myös lisää työntekijöiden tyytyväisyyttä ja sitoutumista. Lean-filosofia yhdistää ihmislähtöiset periaatteet ja tekniset ratkaisut tavalla, joka mahdollistaa pysyvän kilpailukykyä ja kestävä kehityksen. [9, s. 198.]

4 Kivistön Asuinhanke

4.1 Hankkeen esittely

Kivistö Colosseum-asuintorni (Kuva 7) on merkittävä asuinrakennushanke, joka sisältää monikerroksisen asuinrakennuksen, liiketilakerroksia ja kellarikerroksen. Tämä monikäyttöinen torni yhdistää erilaisia asumis- ja palveluratkaisuja luoden modernin ja tehokkaan asumiskokonaisuuden.



Kuva 7. Kivistön hanke

Liiketilat sijaitsevat kerroksissa 1 ja 2. Rakennuksessa on myös kellarikerros.

Rakennuksen rakenne on seuraavanlainen:

- Kellari. Tässä kerroksessa sijaitsee väestönsuoja, asukkaiden irtaimistovarastoja ja teknisiä tiloja.
- 1.kerros. Ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevat asuintornin lastenvaunuvarastot, jätetilat sekä osa ulkoiluvälinevarastoista.

- 2.kerros. Tässä kerroksessa sijaitsee kerrosten 7–11 asukkaiden pesulat ja kuivaushuoneet.
- Asuintorni
 - Kolmannessa kerroksessa sijaitsee hotellityyppisiä huoneistoja.
 - Hoivahuoneistoille on varattu kerrokset 4–6.
 - Asunto Oy Vantaan Urhon ja Aso-asunnot sijaitsevat kerroksissa seitsemän ja kahdeksan.
 - Kerrokset 9–11 ja ullakko sisältää yksityisiä grynderiasuntoja (Kuva 8). Ullakolla sijaitsee asukkaiden yhteiset sauna- ja asukas-tilat ja ulkoiluvälinevarastoja.



Kuva 8. Grynderiasuntoja

Rakennuksessa on kolme hissiä. Yksi näistä hisseistä on palomieshissi, toinen asukkaille ja kolmas hissi on hoiva- ja huoltohissi, joka on erityisesti tarkoitettu

hoivahuoneistoille. Rakennuksessa sijaitsee viisi porrashuonetta. Näistä kaksi on pääporrashuonetta ja kolme varatiepörrasta. Rakennuksessa käytetään moderneja rakentamistekniikoita ja se on suunniteltu kestämään Suomen sääolosuhteita. Rakennuksen julkisivu on näyttävä ja se koostuu muun muassa graafisesta betonista, mutta pääosin maalatuista sandwichelementeistä. Alumiinikomposiittilevyt ja lasilankut muodostavat näyttävän julkisivun ullakkokerroksissa.

Rakennuksessa on 217 erilaista asuntoa, jotka jakautuvat seuraavasti:

- 26 hotellityyppisiä asuntoja
- 93 hoivahuoneistoja
- 38 Ason vuokra-asuntoa, joista osa on Vantaan Urhon omistuksessa.
- 60 yksityisomisteista gryndi-asuntoa.

4.2 Projektin aikataulu

- Markkinointi ja myynti: 2. tammikuuta 2024
- Rakennuslupa: 16. helmikuuta 2024
- Visualisoinnit: 1. helmikuuta 2024
- Projekti: 26. kesäkuuta 2024
- Elementtisuunnittelu: 23. syyskuuta 2024

4.3 Osapuolet

- Rakennuttaja
- Arkkitehtisuunnittelu

- Rakennesuunnittelu
- Pihasuunnittelu
- LVI- ja sähkösuunnittelu
- Pohjatutkimus
- Akustiikkasuunnittelu.

5 Haastattelututkimus

5.1 Haastatteluun vastanneiden profiili

Tutkimukseen valittiin kolme asiantuntijaa, joilla on laaja-alainen ja monipuolinen kokemus rakennusalalta. Haastateltavien valinta perustui heidän rooleihinsa ja osaamiseensa rakennusalalla. Heidän kokemukseräinen tietoonsa tahtituotannosta olivat myös tärkeässä roolissa.

Tommi Heikkilä. Heikkilä toimii toimitusjohtajana rakennusliikkeen SSA Rakennus Oy:ssä. Heikkilän tausta on projektijohtamisessa ja tuotannonhallinnassa. Hänellä on laaja kokemus rakennusprojekteista eri mittakaavoissa. Heikkilä on ollut mukana kehitysprojekteissa, joissa on pilotoitu ja otettu käyttöön tahtituotannon menetelmiä. Hänen asiantuntemuksensa ja kokemuksensa mahdollistavat syvällisen analyysiin siitä, mitkä ovat tahtituotannon suurimmat hyödyt ja haasteet ja miten tahtituotantoa voidaan soveltaa käytännössä.

Tero Rastas. Rastas toimii projektipäällikkönä rakennusliikkeen SSA Rakennus Oy:ssä. Hän on työskennellyt rakennusalalla asuntotuotannon parissa. Hänellä on hyvä näkemys tahtituotannon käytännön toteutuksesta, sillä hänellä on kokemusta työmaatoiminnasta ja käytännön tuotantohallinnasta. Rastas toi esiin haastattelussa hyviä esimerkkejä tahtituotannon vaikutuksia projektin sujuvuuden kannalta, mutta myös haasteista tahtituotannon häiriöherkkyydestä.

Mika Lindholm. Lindholm toimii yliopettajana Metropolia Ammattikorkeakoulussa. Hän toimii myös tiimi- ja tutkintovastaavana. Lindholmilla on pitkä kokemusta rakennusalan koulutuksesta, ja hän on ollut seuraamassa alan kehitystä läheltä. Akateemisesta näkökulmasta katsottuna Lindholmin vastaukset täydentävät aineistoa. Esimerkiksi hän toi esiin, että tahtituotannon peruseriaatteet eivät ole täysin uusia, samanlaisia menetelmiä on sovellettu eri muodoissa vuosikymmenten ajan. Haastatteluiden kannalta Lindholmin haastattelu tuo tahtituotannon teoreettista syvyyttä ja koulutuksellista perspektiiviä.

Työhön valittiin nämä kolme henkilöä haastatteluihin, sillä heidän profiilinsa täydentävät toisiaan ja tarjoavat tahtituotannon kannalta monipuolisia näkökulmia. Yhdessä nämä kolme henkilöä muodostavat asiantuntijaryhmän, joiden näkemykset auttavat ymmärtämään tahtituotannon potentiaalia rakennusalalla ja sen monimuotoisuutta.

5.2 Haastattelujen suunnittelu ja toteutus

Haastattelut ovat toteutettu puolistrukturoidulla teemahaastattelumenetelmällä. Puolistrukturoidussa haastattelussa kaikille haastateltaville esitetään samat kysymykset. Puolistrukturoidussa haastattelussa kysymykset ovat valmistettu tarkasti ja niiden avulla halutaan tietoa tietyistä asioista. [14.] Haastattelujen pääteemana oli tahtituotannon soveltaminen rakennusalalla.

Haastattelu sisälsi 22 kysymystä. Kysymykset suunniteltiin siten, että tuloksien vertailu ja analysointi olisi sujuvaa ja helppoa. Kysymyksissä on otettu keskeiset teemat huomioon, kuten tahtituotannon erot perinteisiin tuotantotapoihin, tahtituotannon määritelmä, suunnittelun erityispiirteet, haasteet, onnistumistekijät ja käytännön toteutus. Haastattelut tehtiin henkilökohtaisina haastatteluina. Haastattelut litteroitiin nauhoituksen avulla. Haastattelut sujuivat suunnitellusti ja haastateltavat saivat tuoda omia näkemyksiään ja kokemuksiaan tahtituotannon soveltamisesta ja kehittämisestä rakennusalalla.

5.3 Aineiston tulkinta

Haastatteluista nousi esiin monia keskeisiä havaintoja tahtituotannon soveltamisesta rakennusprojekteissa. Haastattelujen aineisto on monipuolinen, mikä tarjosi hyvän mahdollisuuden tarkastella tahtituotantoa eri näkökulmista, sillä haastateltavat asiantuntijat edustivat erilaisia näkökulmia ja kokemustaustaa. Aineiston analyysissä nousi esiin muutamia keskeisiä teemoja, kuten tahtituotannon määritelmä ja nykytila, menetelmän hyödyt ja haasteet, suunnittelun erityispiirteet sekä tahtituotannon tulevaisuudennäkymät.

5.3.1 Tahtituotannon määritelmä ja nykytila

Haastatteluissa kävi ilmi, että vasta viime vuosikymmenen aikana tahtituotannon käsitteen ymmärrys on vakiintunut, vaikka tahtituotannon peruseräotteita on käytetty eri muodoissa jo aiemmin. Heikkilä ja Rastas korostivat, että aikataulujen tarkka optimointi ja hukan vähentäminen työvaiheiden välillä on menetelmän ydin. Lindholm puolestaan toi esiin historiallisen näkökulman ja totesi, että tahtituotannon käsitteistön kehittyminen on ollut osa laajempaa rakennusalan kehitystä, jossa pyritään parantamaan tehokkuutta ja tuottavuutta.

5.3.2 Hyödyt ja haasteet

Kaikki kolme haastateltavat olivat samaa mieltä siitä, että sisätoissa tahtituotannon hyödyt nousevat selkeästi esille. Sisätyövaiheessa tarkka aikataulutus ja työvaiheiden toistuvuus ovat avainasemassa. Aineiston mukaan tahtituotannon tärkein etu on hukan poistaminen ja aikataulun lyhentäminen. Heikkilä nosti esiin, missä aikataulua saatiin lyhennettyä huomattavasti verrattuna perinteiseen tuotantotapaan. Tämä osoittaa tahtituotannon potentiaalinen vähentää projektin kokonaiskustannuksia ja parantaa tehokkuutta. Rastas nosti esille tahtituotannon tuomia säästöjä ja sen kykyä parantaa työn hallittavuutta ja ennakoitavuutta.

Haasteet nousivat myös esiin haastatteluissa. Erityisesti Rastas ja Lindholm korostivat, että tahtituotannon suurin haaste on häiriöherkkyys. Häiriöillä on vaikutuksia aikataulun pitävyyteen ja projektin etenemiseen. Esimerkiksi materiaaliivivästykset tai sairastumiset voivat aiheuttaa haasteita projektin kannalta. Heikkilä painotti, että yksi tapa hallita tätä ongelmaa on sisällyttää aikatauluihin pieniä pelivaroja ja varasuunnitelmia. Tavoitteena olisi, ettei työmaa seisoisi odottamattomien viivästysten takia. Heikkilän mukaan haasteet liittyvät asenteiden muuttamiseen ja muutosjohtamiseen. Aluksi saattaa olla epäilyksiä siitä, miten tiivis aikataulu vaikuttaa työhön, mutta ihmisten luottamus kasvaa sen mukaan, kun he näkevät mallin toimivuuden käytännössä.

5.3.3 Suunnittelun erityispiirteet

Tahtituotannon suunnittelun erityispiirteet nousivat aineiston yhdeksi tärkeimmäksi teemaksi. Kaikki haastateltavat korostivat, että tahtituotannon toteutuksen kannalta onnistunut suunnittelu on keskeinen tekijä. Lindholm nosti ”junavaunu”-mallin esille, jossa työvaiheet etenevät järjestelmällisesti kuin junavaunut, jossa jokainen työryhmä suorittaa oman tehtävänsä aikataulussa. Heikkilän mukaan tahtituotannon suunnittelussa mennään paljon yksityiskohtaisemmalle tasolle. On ehdottoman tärkeää, että työssä on kaikki aloitusedellytykset kunnossa, ja kaikki osapuolet sitoutuvat aikatauluun.

Rastas puolestaan nosti esiin urakoitsijoiden sitouttamisen merkityksen jo projektin alkuvaiheessa. Hänen mukaansa tahtituotannossa urakoitsijoiden täytyy olla mukana suunnittelussa alusta asti, kun taas perinteisessä muodossa heidät valitaan myöhemmin. Tämä varhainen sitoutuminen varmistaa, että kaikki osapuolet ymmärtävät aikataulun ja ovat valmiita noudattamaan sitä. Lindholm puolestaan nosti perehdytyksen ja koulutuksen tärkeyden, sillä tahtituotannon onnistunut käyttö edellyttää tahtituotannon syvällistä ymmärrystä ja käytännön soveltamista.

Suunnittelussa on käytetty monenlaisia työkaluja. Rastas nosti esiin lappumallit ja valkotaulut, mitkä ovat tehokkaita myös työmaan seurannassa. Lindholm puolestaan totesi, että monet yritykset ovat kehittäneet ohjelmistoja tahtituotannon suunnitteluun. Tärkeintä Lindholmin mukaan on, että suunnittelun työkalut tukevat tahtituotannon periaatteita ja mahdollistavat selkeän aikataulutuksen. Heikkilä on tehnyt suurimman osan suunnitteluista Excelillä, mutta hän on käyttänyt myös SiteDrive-ohjelmistoa.

5.3.4 Tahtituotannon tulevaisuus

Haastatteluissa keskusteltiin myös tahtituotannon tulevaisuudesta. Kaikki haastateltavat uskovat, että tahtituotanto tulee edelleen kehittymään ja yleistymään rakennusalalla. Heikkilän mukaan tahtituotanto on osoittanut toimivuutensa

suurissa rakennusprojekteissa ja uskoo, että suosio jatkaa kasvuaan. Rastas painotti, että vaikka tahtituotanto on tehokas, sen käyttöönotto vaatii kuitenkin jatkuvaa kehittämistä. Lindholm puolestaan toi esiin mielenkiintoisen näkökulman. Hänen mukaansa rakennusalalla on taipumusta omaksua uusia menetelmiä ikään kuin ”taikakeinoina”, jotka ratkaisevat rakennusalan kaikki ongelmat. Hän korostaa, että tahtituotanto on yksi työkalu tuottavuuden parantamiseksi. Lindholmin mukaan tahtituotanto voi kehittyä tulevaisuudessa edelleen tai saada uuden nimen, mutta perusperiaatteet pysyvät samanlaisena.

6 Haastattelutulokset

6.1 Tahtituotannon käytön nykytilanne ja kokemukset

Tahtituotanto on nostanut suosioitaan viime vuosina rakennusalalla. Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että tahtituotanto on saavuttanut kiinnostusta ja erityisesti rakennusprojektien tuottavuuden parantaminen on vauhdittanut sen käyttöönottoa. Heikkilä ja Rastas korostivat, että tahtituotanto on ollut erityisen onnistunutta projekteissa, jossa on suuri määrä toistuvia työvaiheita ja selkeä aikataulupaine. Heikkilä toi esiin esimerkin, missä sisätöiden läpimenoaika saatiin lyhennettyä kuudesta kuukaudesta kahteen ja puoleen kuukauteen käyttämällä tahtituotantoa.

Rastaksen mukaan tahtituotannon käytön nykytilanne työmailla on yleisesti positiivinen. Rastas otti kuitenkin esiin tahtituotannon häiriöherkkyyden, joka aiheuttaa edelleen haasteita. Lindholm korosti, että onnistunut tahtituotanto edellyttää perusteellista koulutusta sekä työntekijöiden että johdon tasolla. Kaikki haastateltavat olivat samaa mieltä siitä, että tahtituotanto tarjoaa merkittäviä hyötyjä tuotannon tehostamisessa, mutta sen onnistuminen vaatii vahvaa johtamista ja hyvää suunnittelua.

6.2 Keskeiset löydökset ja näkemykset

Haastattelujen perusteella tahtituotannon soveltamisesta rakennusalalla nousi esiin tärkeitä löydöksiä ja näkemyksiä. Heikkilän, Rastaa ja Lindholmin vastaukset tarjoavat monipuolisen kuvan tahtituotannon nykytilanteesta ja tulevaisuudennäkymistä. Keskeinen asia, josta kaikki haastateltavat olivat samaa mieltä, on projektin läpimenoajan lyhentäminen, mikä näkyy suoraan projektien kustannussäästöinä. Rastaa näkemys oli, että tahtituotanto pakottaa projektitiimin miettimään työvaiheet etukäteen tarkasti ja huolellisesti, mikä parantaa kokonaisuuden hallintaa ja vähentää yllätyksiä.

Tahtituotannon ero perinteisestä tuotantotavasta oli aihe, joka myös nousi esiin haastatteluissa. Kaikki haastateltavilla oli samanlaiset näkemykset eroista. Suurin ero on siinä, että tahtituotannossa aikataulu mietitään alusta alkaen tarkasti, ja kaikki osapuolet sitoutuvat siihen. Rastas ja Lindholm tarkensivat, että tahtituotannossa jokainen työvaihe valmistuu ennen seuraavan alkamista. Rastas korosti, että perinteisessä tuotannossa aikataulut laaditaan usein siten, että niissä on varoaikaa mahdollisten viivästysten varalle. Tämä taas voi johtaa siihen, että työmaalla syntyy seisokkeja.

Haastattelujen perusteella yhteistyö ja kommunikaatio eri osapuolten välillä on hyvin keskeinen teema. Rastas korosti, että onnistuneen tahtituotannon kannalta jatkuvaa kommunikaatio ja aktiivinen vuorovaikutus on erittäin tärkeää. Työnjohtajat ovat aktiivisesti läsnä työmaalla ja keskustelevat suoraan työntekijöiden kanssa. Tämä auttaa havaitsemaan mahdolliset ongelmat nopeasti ja reagoimaan niihin ennen kuin ne kasvavat suuremmaksi. Lindholm puolestaan painotti kommunikaation ja yhteistyön merkityksen formulavarikkopysähdyksen esimerkillä: jos jokainen osapuoli on perehtynyt tehtäväänsä ja hoitaa ne hyvin, lopputulos on hyvä. Tahtituotanto toimi samalla periaatteella. Kaikki osapuolet ovat sitoutuneet projektiin ja onnistumisen kannalta sooloiluun ei ole varaa. Heikkilän mukaan onnistunut tahtituotanto vaatii paljon yhteistyötä ja vuoropuhelua. Heikkilä mainitsi, että heillä on ollut käytössä iso, seinälle tulostettu aikataulu, mistä kaikki osapuolet näkivät kyseisen päivän tilanteen.

6.3 Yhteenveto tuloksista

Haastattelujen analyysi osoittaa, että tahtituotanto on saanut jalansijan rakennusalalla, ja sen käyttö yleistyy erityisesti projekteissa, jossa tavoitteena on maksimoida tuottavuutta ja vähentää hukkaa. Tahtituotanto nähdään ennen kaikkea tehokkuutta parantavana menetelmänä, jonka perustana on tarkka aikataulutusta ja työvaiheiden systemaattisuus.

Haastattelut osoittavat, että tahtituotannossa työ voi olla laadukasta ja samalla tehokasta. Heikkilän mukaan tahtituotanto jopa parantaa laatua, sillä

työvaiheiden sujuvuus vähentää tyhjäkäyntiä ja ylimääräistä siirtymistä. Se vähentää riskiä pintojen vaurioitumisesta, kun turhat siirtymät minimoidaan. Rastas puolestaan painotti, että työn laatu paranee, kun jokainen urakoitsija pääsee aloittamaan työt puhtaalla ja valmiilla työpisteellä. Lindholmin mukaan tahtituotanto vähentää materiaalihukkaa laadun parantamisen lisäksi, mikä parantaa projektin sujuvuutta.

Haastattelut osoittavat, että tahtituotannolla on lupaava tulevaisuus, mutta menetelmän menestys riippuu siitä, miten hyvin sen haasteet ratkaistaan. Heikkilän mukaan tahtituotannon kehitys ja sen yhdistäminen digitaalisiin työkaluihin, kuten aikatauluohjelmistoihin, voivat tarjota uusia mahdollisuuksia. Hän uskoo, että tahtituotannon käyttö tulee yleistymään entisestään rakennusprojekteissa. Lindholm puolestaan korostaa koulutuksen merkitystä. Hän uskoo, että menetelmä voidaan kehittää edelleen koulutuksen ja perehdytyksen avulla. Kaiken kaikkiaan tahtituotanto kuvastaa alan muutosta kohti tehokkaampia tuotantomenetelmiä. Haastateltavat näkivät menetelmän potentiaalin, mutta myös sen kehityskohteet ja haasteet. Tulevaisuudessa tahtituotannon kehitys voi tarjota rakennusalalle uusia mahdollisuuksia parantaa tuottavuutta ja laatua entisestään.

7 Tahtituotannon toteuttaminen Kivistön Asuinhankeessa

7.1 Käytännön toteutus

Kivistön Colosseum-asuintornissa on useita erillisiä, mutta keskenään riippuvaisia työvaiheita. Tahtituotannon avulla projektin eteneminen voidaan suunnitella ja hallita niin, että aikataulut, resurssit ja laatu pysyvät hallinnassa. Kivistön asuinhanke on monikerroksinen kokonaisuus. Se sisältää 11-kerroksisen asuintornin, kaksi kerrosta liiketiloja sekä kellarikerroksen varastotiloille ja teknisille tiloille. Asuintorniin kuuluu useita erilaisia asumismuotoja, kuten hotellihuoneistot, hoivahuoneistot, vuokra-asunnot ja yksityisomisteiset grynderiasunnot. Tämä monimuotoisuus asettaa haasteita ja vaatii tahtituotannon täydellistä onnistumista projektin lopputuloksen kannalta. Tahtituotannon avulla voidaan hallita resurssien käyttöä ja jakaa projekti sopiviin vaiheisiin.

7.1.1 Projektinhallinta ja suunnittelu

Tahtituotannon keskiössä on projektinhallinta ja suunnittelu. Kivistön hankkeessa projektin vaiheistaminen alkaa siten, että rakennustyömaa jaetaan selkeisiin tahtialueisiin. Esimerkiksi kellarikerroksen teknisten tilojen rakentaminen, asuinkerrosten vaiheistus. Nämä etenevät omassa rytmissään, mutta ovat erillisiä työvaiheita. Työn hallinnan kannalta vaiheistuksella on keskeinen rooli. Se mahdollistaa eri työvaiheiden toteuttamisen rinnakkain ilman, että ne häiritsevät toisiaan. Asuinkerrokset ovat osakokonaisuuksia, joiden rakentaminen voidaan aikatauluttaa niin, että kunkin vaiheen valmistuminen tukee seuraavan vaiheen aloitusta.

Tahtituotannon toteuttamisen kannalta aikataulun hallinta on hyvin kriittinen osa. Kivistön hankkeessa tarkan aikataulun tärkeys korostuu, koska rakennuksen monimutkainen rakenne ja lentokenttäalueelle sijoittuminen asettavat projektille erityisiä vaatimuksia. Hankkeessa on monia kriittisiä kohteita, jotka vaativat erityistä huomiota aikatauluttamisessa, esimerkiksi kolmannen kerroksen piha-

Tahtituotannon käytännön toteutuksen kannalta resurssien hallinta on myös tärkeässä asemassa. Kivistön hankkeessa työmaan tehokas organisointi korostuu entisestään, koska rakennuksessa on useita eri käyttötarkoituksia palvelevia tiloja, jotka vaativat erilaisia materiaaleja ja asiantuntemusta. Esimerkiksi grynderiasuntojen rakentaminen edellyttää erilaista lähestymistapaa kuin hoivahuoneistojen toteutus. Tahtituotannon avulla voidaan kohdentaa resurssit oikeaan aikaan ja paikkaan siten, ettei tuhlataisi resursseja ja samalla pystytään välttämään päällekkäisyyksiä.

7.1.2 Kommunikaatio ja yhteistyö

Kivistön kaltaisessa hankkeessa kommunikaatio ja yhteistyö ovat keskeisessä roolissa. Rakennuttaja, toimii hankkeen koordinoijana ja varmistaa, että kaikki osapuolet ovat tietoisia projektin aikataulusta ja tavoitteista. Suunnittelijat tekevät yhteistyötä, jota suunnitelmat tukevat tahtituotannon tarpeita. Esimerkiksi mahdolliset suunnitelmien muutokset edellyttävät tehokasta ja nopeaa kommunikointia osapuolten kesken.

Nykyaikaiset projektinhallintatyökalut tukevat yhteistyön sujuvuutta. Työkalut mahdollistavat reaaliaikaisen tiedon jakamisen ja aikataulun päivityksen. Kivistön hankkeessa voitaisiin käyttää digitaalisia työkaluja, joiden avulla suunnittelijat, rakennuttaja ja urakoitsijat voivat jakaa tietoa ja ratkaista mahdollisia haasteita nopeasti. Tämän lisäksi säännölliset työmaakokoukset tarjoavat hyvät mahdollisuudet keskustelulle. Jatkuva kommunikointi vähentää riskiä siitä, että työvaiheiden ajoituksen ongelmat johtaisivat lisäkustannuksiin tai viiveisiin.

Tahtituotannon onnistuminen Kivistön hankkeessa edellyttää kaikkien osapuolten sitoutumista yhteisiin tavoitteisiin. Kivistön hankkeessa onnistumisen kannalta keskeiset asiat ovat aikataulussa pysyminen, kustannustehokkuus ja laadukas lopputulos. Tahtituotanto varmistaa projektin tehokkuuden parantamisen lisäksi sen, että Colosseum-asuintorni valmistuu korkealaatuisena ja aikataulussa.

7.2 Onnistumisen edellytykset

Tahtituotannon onnistumisen kannalta on hyvin tärkeää, että kaikki osapuolet osaavat toimia yhdessä ja sitoutuvat yhteisiin tavoitteisiin. Tämän lisäksi onnistuminen edellyttää, että hankkeen haasteet ja kriittiset tekijät tunnistetaan ja hallitaan systemaattisesti.

7.2.1 Keskeiset tekijät

Tarkka ja realistinen suunnittelu on tahtituotannon perusta. Kivistön hankkeessa tämä tarkoittaa töiden vaiheistamista. Esimerkiksi kolmannen kerroksen pihakansi, joka toimii alustana asuinkerrosten rakentamiselle, on kriittinen osa projektin kokonaisuutta. Pihakannen valmistuminen ajoissa mahdollistaa seuraavien työvaiheiden käynnistämisen ilman viivytyksiä. Vastaavasti ullakon yhteistilat vaativat tarkkaa aikataulutusta, jotta vältetään pullonkaulat.

Kivistön asuintornissa on useita eri tarkoituksiin suunniteltuja tiloja, kuten hoiva-huoneistot, grynderiasunnot ja hotellihuoneistot, mikä asettaa erilaisia vaatimuksia projektille. Logistiikan onnistuminen vaatii erityistä suunnittelua niin, että liiketilojen asiakkaille ei aiheudu tarpeetonta häiriöitä. Lisäksi erikoismateriaalien, kuten alumiinipaneelien, saatavuus tulee varmistaa hyvissä ajoin jo hankkeen alkuvaiheessa.

Rakennusprojektin onnistumisen kannalta osaavan ja motivoituneen työvoiman merkitystä ei voi liikaa korostaa. On tärkeää, että jokainen työntekijä ymmärtää oman tehtävänsä. Kivistön hankkeen kaltaisessa laajassa projektissa tämä korostuu entisestään, sillä erityiset työvaiheet vaativat tarkkuutta ja ymmärtämistä. Työn laadun kannalta on myös tärkeää, että työntekijät ovat motivoituneita ja hyvin koulutettuja tehtävään. Tahtituotannon onnistumisen kannalta toimiva yhteistyö on hyvin keskeisessä asemassa.

Laadunvalvonta on tärkeä tekijä tahtituotannon onnistumisessa. Jokaisen työvaiheen laadun tarkastaminen ennen seuraavan vaiheeseen siirtymistä

vähentää jälkityön tarvetta ja ehkäisee viivästyksiä. Esimerkiksi ullakon lasirakenteet ovat sellaisia kohteita, joissa pienikin virhe voi aiheuttaa suuren ongelman, jos sitä ei havaita ajoissa. Jatkuva laadunvalvonta takaa hyvän ja onnistuneen lopputuloksen.

7.2.2 Riskit ja niiden hallinta

Kivistön Colosseum asuintorni -hankkeen kaltaisessa monimutkaisessa projektissa riskienhallinta on keskeinen osa tahtituotantoa. Kuten kirjallisuus ja haastattelututkimus ovat osoittaneet, suurin riski on aikataulujen viivästyminen. Kivistön hankkeessa tämä tarkoittaa, että viive yhdessä vaiheessa voi helposti vaikuttaa seuraaviin vaiheisiin ja aiheuttaa niin sanotun lumipalloeffectin. Tämä riski on kuitenkin hallittavissa realistisella aikataululla ja huolellisella suunnittelulla siten, että kriittisiin työvaiheisiin varataan riittävästi aikaa. Riskiä voidaan vähentää myös ennakoivilla toimenpiteillä, esimerkiksi ylimääräisen työvoiman varausmahdollisuuksien ongelmatilanteisiin.

Toinen merkittävä riski on resurssien saatavuus. Työvoiman puute tai rakennusmateriaalien toimituskatkokset voivat aiheuttaa viivästyksiä ja lisätä kustannuksia. Rakennusmateriaalien kannalta riski on suurempi erikoismateriaalien kohdalla, sillä niiden saatavuus voi riippua toimittajien tuotantokapasiteetista. Erikoismateriaaleja voivat olla esimerkiksi alumiinipaneelit tai graafiset betonit. Tarkalla hankintasuunnittelulla ja luotettavilla yhteistyökumppaneilla voidaan hallita tätä riskiä. Kivistön hanke sijaitsee lentoestealueella, mikä tarkoittaa rajoituksia esimerkiksi nostureiden käytölle. On tärkeää hoitaa tarvittavat luvat ja järjestelyt ajoissa.

Tahtituotannolle erityisen haastavia ovat suunnitelmien muutokset kesken hankkeen, koska niillä on suuri vaikutus aikatauluihin ja resurssien kohdentamiseen. Kivistön hankkeessa tämän riskin minimoiseksi on tärkeää pitää kaikki osapuolet ajan tasalla muutoksista. On myös tärkeää dokumentoida ja integroida muutokset osaksi projektin suunnitelmia.

8 Johtopäätökset ja suositukset

8.1 Keskeiset johtopäätökset

Tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella tahtituotannon soveltamista käytännössä Kivistön asuinhankeessa ja tunnistaa ne tekijät, jotka edistävät sen onnistumista. Tutkimuksen aineisto koostui kirjallisuudesta ja alan asiantuntijoiden kanssa käydyistä haastatteluista. Tahtituotanto tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia parantaa rakennusprojektien resurssienhallinta, aikataulutusta ja kokonaisvaltaista tehokkuutta. Tutkimuksessa tuli esiin myös menetelmän haasteita, jotka on huomioitava. Tämä osio käsittelee tahtituotannon soveltamista ja onnistumisen edellytyksiä Kivistön hankeessa hyödyntäen tutkimusaineistoa.

Tahtituotannon perusidea pohjautuu Lean-rakentamisen periaatteisiin. Näissä periaatteissa korostuu hukkan minimointi, jatkuva virtaus ja tasapainotettu tuotanto. Nämä luovat rakennusprojektiin selkeän rytmin, jossa työvaiheet etenevät ennalta määrätyssä järjestyksessä. Kivistön projektin analyysi kuitenkin osoitti, että onnistuneen tahtituotannon toteuttaminen ei ole ainoastaan tekninen harjoitus. Menestyksellä toteuttaminen vaatii syvällistä muutosta organisaation toimintakulttuurissa, kuten huolellista suunnittelua, kyky mukautua muutoksiin ja jatkuvaa yhteistyötä.

Kivistön hanke on erityisen monimutkainen, sillä asuintorni on monikäyttöinen ja sisältää infrastruktuuriratkaisuja, kuten viheralueita. Tämä asettaa tahtituotannolle tiettyjä haasteita. Hankkeessa on kuitenkin paljon tahtituotannon rytmittämiseen sopivia työvaiheita, kuten elementtiasennuksia ja sisätilojen työvaiheita. Hankkeen sijainti mahdollistaa tahtituotannon hyödyntämistä logistiikan ja materiaalihallinnan osalta.

Erytisen tärkeäksi tahtituotannon onnistumisessa nousee kommunikaatio ja yhteistyö. Tutkimuksen perusteella tahtituotannon toteutus edellyttää, että kaikilla osapuolilla on yhtenäinen käsitys projektin aikataulusta ja tavoitteista. Lisäksi tutkimuksessa nousi esiin digitaaliset työkalut, joita voi hyödyntää osapuolten välisiin viestintään ja tiedonhallintaan.

Tahtituotannon onnistumisen kannalta suunnitteluvaiheen laatu on kriittinen tekijä. Jokaisen työvaiheen ja siihen liittyvien materiaalitoimitusten tulee olla tarkasti ajoitettu ja määritelty. Ennakoimattomat muutokset voivat mahdollisesti rikkoa tuotannon rytmin ja johtaa ylimääräisiin kustannuksiin. Tämän takia ennakkoiva suunnittelu ja varasuunnitelmat ovat avainasemassa tahtituotannon käyttöönotossa.

Johdon rooli on luonnollisesti hyvin keskeinen tahtituotannon onnistumisen takaamisessa. Johtajien sitoutuminen menetelmään luo projektin muille osapuolille luottamusta ja varmuutta siitä, että tahtituotannon tavoitteet ovat saavutettavissa ja realistisia. Ongelmatilanteissa johdon rooli korostuu entisestään, sillä ratkaisemalla ongelman mahdollisimman sujuvasti ja nopeasti on mahdollista pysyä aikataulussa ilman viivästyksiä.

Tutkimuksen perusteella tahtituotanto tarjoaa Kivistön projektille mahdollisuuksia parantaa työn sujuvuutta, resurssien käyttöä ja aikataulujen hallintaa. Tahtituotannon täysmittainen hyödyntäminen kuitenkin vaatii panostusta koulutukseen, suunnitteluun ja viestintään. Menetelmän potentiaali voidaan saavuttaa vasta, kun kaikki sidosryhmät ovat sitoutuneet yhteiseen tahtiin.

8.2 Suositukset tahtituotannon kehittämiseksi

Tahtituotannon kehittäminen on keskeinen osa rakennusalan tehokkuuden parantamista. Tahtituotannon toteutuksen ja suunnittelun kehittämisessä keskeinen suositus on panostaa koulutukseen ja sidosryhmien osaamisen kehitykseen. Rakennusalalla kaikki toimijat, kuten aliurakoitsijat ja työnjohtajat eivät aina tunne menetelmän käytännön soveltamista. Tämän vuoksi rakennusalan yritysten olisi hyödyllistä kehittää koulutusohjelmia, jotka kattavat tahtituotannon perusteet, käytännön sovellukset ja siihen liittyvät työkalut. Koulutuksen lisäksi suositellaan selkeiden toimintamallien ja ohjeistusten laatimista. Tällaisista dokumenteista olisi paljon hyötyä, kun tahtituotanto otetaan käyttöön ensimmäistä kertaa.

Toinen kehityskohde on digitaalisten työkalujen kehittäminen ja käyttöönotto. Tahtituotanto edellyttää reaaliaikaista tiedonhallintaa ja selkeää viestintää eri osapuolten välillä. Rakennusalalle tarvitaan ohjelmistoja, jotka eivät pelkästään seuraa työvaiheiden etenemistä, vaan myös tarjoavat esimerkiksi ennakoivia analyysejä, jotka tukevat päätöksentekoa. Yksi vaihtoehto voisi olla tekoälyn hyödyntäminen rakennusprojekteissa.

Logistiikan hallinta on myös tärkeä osa tahtituotannon kehittämistä. Kivistön kaltaisessa projektissa materiaalien oikea-aikainen toimitus on olennainen edellytys tuotannon rytmin säilyttämiselle. Tekoälypohjaisia työkaluja voidaan hyödyntää seurannassa ja suunnittelussa. Niiden avulla voidaan vähentää esimerkiksi materiaalihukkaa.

Työmaan johtamiskäytäntöjen kehittäminen on tärkein kehityskohde. Menetelmä vaatii johtajilta uudenlaista otetta, jossa korostuu kyky reagoida muuttuviin tilanteisiin, jatkuva viestintä ja nopea päätöksenteko. Työnjohtajille olisi hyödyllistä kehittää koulutuksia, jotka keskittyvät erityisesti tahtituotannon erityispiirteisiin. Tarvitaan myös uusia työkaluja, joiden avulla voidaan helpottaa työnjohtajien liiallista kuormitusta.

8.3 Tulevaisuuden tutkimusaiheet

Tulevaisuuden tutkimusaiheiksi tahtituotannon saralla nostetaan kolme teemaa. Ensinnäkin tarvitaan tutkimusta siitä, miten tahtituotanto soveltuu monimuotoisissa projekteissa, joissa kaikki työvaiheet eivät ole standardoitavissa. Tällaisia tilanteita esiintyy projekteissa, jossa yhdistyy useita erilaisia työmenetelmiä.

Toiseksi tutkimusaiheiksi nostetaan tahtituotannon vaikutus työhyvinvointiin ja työtyytyväisyyteen. Vaikka selkeä aikataulutus voi vähentää stressiä, työmaiden hektisyys ja aikapaineet voivat olla haastavia työntekijöille.

Kolmantena tutkimusaiheena nostetaan esiin tahtituotannon kestävä kehityksen vaikutuksen tarkastelu. Rakennusala on yksi suurimmista hiilijalanjäljen

aiheuttajista, ja tahtituotannon roolia ympäristöystävällisen rakentamisen kannalta ei ole tutkittu vielä riittävästi. Esimerkiksi energiatehokkuuden parantaminen ja materiaalihukan vähentäminen ovat alueita, joilla tahtituotannolla voisi olla suuri rooli kestävän kehityksen kannalta.

9 Pohdinta

Tutkimus osoittaa, että tahtituotanto ei ole pelkästään tekninen menetelmä, vaan se edellyttää kokonaisvaltaista muutosta rakennusprojektien toimintakulttuurissa. Menetelmän ydin perustuu Lean-ajatteluun periaatteisiin, kuten tuotannon tasapainottamiseen ja hukan minimointiin.

Pohdinnassa nostetaan myös tarve kehittää tahtituotannon käyttöä digitaalisten ja koulutuksen työkalujen avulla. Tahtituotanto on suhteellinen uusi menetelmä rakennusalalla, monet sidosryhmät kuten aliurakoitsijat ja työnjohtajat tarvitsevat lisäperehdytystä sen tehokkaaseen soveltamiseen. Digitaalisten työkalujen käyttöä tulisi lisätä, jotta reaaliaikainen tiedonkulku ja aikataulujen hallinta olisivat mahdollisimman sujuvia.

Vaikka tahtituotannon hyödyt ovat kiistattomat, on selvää, että menetelmä ei ole ratkaisu kaikkiin rakennusalan haasteisiin. Tahtituotanto toimii parhaiten projekteissa, joissa on selkeästi määriteltäviä tahtialueita. Monimutkaisemmissa hankkeissa, kuten Kivistön asuinhankeessa, onnistunut soveltaminen vaatii huolellista suunnittelua ja jatkuvaa oppimista.

Tahtituotannon tulevaisuus näyttää lupaavalta. Menetelmän mahdollisuudet parantaa laatua ja tehokkuutta tekevät siitä houkuttelevan vaihtoehdon rakennusalalla. Kaiken kaikkiaan tutkimus osoittaa, että tahtituotanto on tehokas tapa hallita rakennusprojekteja, mutta sen menestys vaatii huolellista suunnittelua ja sitoutumista kaikilta osapuolilta.

Lähteet

- [1] "Rakennusliike SSA - Ihmisen kokoinen rakennusliike", SSA. Viitattu: 28. elokuuta 2024. [Verkossa]. Saatavissa: <https://ssa.fi/yritys/>
- [2] "Introduction To Takt Planning". Viitattu: 12. syyskuuta 2024. [Verkossa]. Saatavissa: <https://leanconstructionblog.com/Introduction-To-Takt-Planning.html>
- [3] "Rakennusalan-digisanasto-RT". Viitattu: 4. syyskuuta 2024. [Verkossa]. Saatavissa: <https://rt.fi/wp-content/uploads/2024/04/Rakennusalan-digisanasto-RT.pdf>
- [4] A. Koskenvesa, ja S. Sahlstedt, "Aikataulukirja ratu 6036". Talorakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr.
- [5] J. Lehtovaara ja U. Hartikainen, "Tahtiopas: mitä, miksi ja miten". A-Insinöörit, 2024.
- [6] S. F. Merrill, J. P. Smith, C. B. Farnsworth, ja E. D. Bingham, "Takt Time Planning in Construction and Its Impact on the Work-Life Balance for Individuals and Families", esitetty tilaisuudessa 32nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 32), Auckland, New Zealand, heinä 2024, ss. 13–23. doi: 10.24928/2024/0154.
- [7] "Tahtituotannon normalisoiminen toimintakulttuuriksi jatkuu", Respect Project. Viitattu: 9. syyskuuta 2024. [Verkossa]. Saatavissa: <https://respectproject.fi/blogi/tahtituotannon-normalisoiminen-toimintakulttuuriksi-jatkuu/>
- [8] "Leanin historiaa", SixSigma. Viitattu: 9. syyskuuta 2024. [Verkossa]. Saatavissa: <https://sixsigma.fi/leanin-historia/>
- [9] J. Salminen, *Lean Rakentamisessa*, vsk. 2021. Hansaprint Oy: RIL ry.
- [10] P. Headquarters, "What is Lean - The Ultimate Lean Guide". Viitattu: 9. syyskuuta 2024. [Verkossa]. Saatavissa: <https://insights.btoes.com/what-is-lean>
- [11] M. Binninger, J. Dlouhy, M. Müller, M. Schattmann, ja S. Haghsheno, "Short Takt Time in Construction – a Practical Study", teoksessa *Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Chennai, India: International Group for Lean Construction, heinä 2018, ss. 1133–1143. doi: 10.24928/2018/0472.
- [12] A. G. Frandson, O. Seppänen, ja I. D. Tommelein, "COMPARISON BETWEEN LOCATION BASED MANAGEMENT AND TAKT TIME PLANNING".
- [13] M. Lepage, "Location Based Management System: Better Than CPM?", Plan Academy. Viitattu: 17. syyskuuta 2024. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.planacademy.com/location-based-management-system-vs-cpm/>
- [14] "KvaliMOTV - 6.3.3 Strukturoitu ja puolistrukturoitu haastattelu". Viitattu: 14. marraskuuta 2024. [Verkossa]. Saatavissa: https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_3.html

Haastattelukysymykset

Voisitko kertoa lyhyesti taustastasi?

Miten määrittelisit tahtituotannon omien kokemustesi perusteella?

Milloin ja miten tutustuit ensimmäisen kerran tahtituotantoon?

Miten tahtituotanto eroaa perinteisestä tuotantotavasta mielestäsi?

Mitkä ovat mielestäsi suurimmat edut tahtituotannon käyttämisessä rakennusprojekteissa?

Miten tahtituotannon suunnittelu eroaa tavanomaisesta projektisuunnittelusta?

Mitä vaiheita tahtituotannon käyttöönotto edellyttää projektin alkuvaiheessa?

Millaisia työkaluja ja menetelmiä olette käyttäneet tahtituotannon suunnittelussa?

Voisitko kuvailla prosessia, jolla tahtituotantoa toteutetaan päivittäisessä työssä?

Miten varmistatte, että kaikki osapuolet ovat tietoisia tahtituotannon tavoitteista ja prosesseista?

Miten kommunikaatio ja yhteistyö toimivat tahtituotannon aikana eri osapuolten välillä?

Mitkä tekijät ovat mielestäsi keskeisiä tahtituotannon onnistumisessa?

Mitkä ovat yleisimmät haasteet tahtituotannon toteuttamisessa ja miten olette ratkaisseet ne?

Miten seuraatte tahtituotannon etenemistä ja mitkä mittarit ovat tärkeimpiä?

Miten käsittelette mahdolliset poikkeamat aikataulusta tai tuotantosuunnitelmasta?

Miten arvioitte tahtituotannon vaikutusta projektin tehokkuuteen ja laatuun?

Miten tahtituotantoa voisi mielestäsi kehittää edelleen rakennusprojekteissa?

Mitä koulutusta tai resursseja mielestäsi tarvitaan, jotta tahtituotantoa voidaan soveltaa laajemmin?

Miten työryhmä ja muut osapuolet ovat suhtautuneet tahtituotantoon?

Oletko saanut palautetta tahtituotannon käytöstä ja jos kyllä, niin millaista?

Miten näet tahtituotannon tulevaisuuden rakennusalalla?

Mitkä ovat mielestäsi tärkeimmät askeleet, jotka täytyy ottaa, jotta tahtituotantoa voidaan menestyksekkäästi soveltaa tulevissa projekteissa?