

Eetu Karimo

JATKUVA PARANTAMINEN PÄÄURAKOINNISSA

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Kimmo Keskiniva
3/2023

TIIVISTELMÄ

Eetu Karimo: Jatkuva parantaminen pääurakoinnissa (Continuous improvement in main contracting)

Kandidaatintyö

Tampereen yliopisto

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Maaliskuu 2023

Lean-rakentaminen on ajankohtainen uudistus rakennusalalle. Lean-rakentamisen tuomien menetelmien avulla rakentamisessa voidaan minimoida hukkaa ja parantaa yrityksen kehitystä pitkällä aikavälillä. Keskeinen tekijä lean-rakentamisen onnistumisessa on jatkuva parantaminen, jonka rooli näkyy kaikessa lean-rakentamisen toiminnassa. Jatkuvan parantamisen filosofian ja menetelmien avulla pyritään parantamaan niin yrityksen, kuin rakennushankkeen kaikkea toimintaa. Jatkuvan parantamisen sisällyttäminen pääurakoitsijan toimintaan ei ole kuitenkaan helppoa, vaan se sisältää myös edellytyksiä ja haasteita.

Tutkimus on tehty kirjallisuuskatsauksena. Tämän työn tavoitteena on selvittää, miten jatkuva parantaminen näkyy pääurakoinnissa, rajaten aiheen lean-rakentamiseen ja rakennustuotantoon. Tutkimuksessa käsitellään lean-ajattelun historiaa. Määritellään jatkuva parantaminen ja tutkitaan jatkuvaa parantamista rakennusprojektin tuotantovaiheessa. Tutkitun kirjallisuuden mukaan jatkuvan parantamisen edellyttää resursseja, standardisointia ja kaikkien osapuolten osallistumista jatkuvan parantamisen eri aktiviteetteihin. Jatkuvan parantamisen käyttöönotto tuo toisaalta myös haasteita. Suurimmat haasteet ovat rakentamisen projektiluonteiseen ympäristöön liittyvät ongelmat, kuten suuret määrät eri osapuolia ja se, että rakentaminen nähdään uniikkina projektina, eikä standardisoituna toimintana.

Jatkuva parantaminen näkyy pääurakoinnissa ihmisten ja prosessien kehittämisenä säännöllisyyden sekä prosessien sisäisten toimenpiteiden kautta. Tutkimus osoittaa, että jatkuvan parantamisen hyödyntäminen rakennusprojektissa on tehokasta, kun käytetään lean-rakentamisen menetelmiä, tehdään tiivistä yhteistyötä eri rakennusprojektin osapuolten välillä ja pidetään säännöllisiä tapaamisia. Jatkuvan parantamisen tehokas hyödyntäminen edellyttää kaikkien ihmisten eli johdon ja suorittavan työn tekevien sisällyttämistä jatkuvan parantamisen aktiviteetteihin. Haasteina voidaan nähdä kaikki rakennusprojektia monimutkaistavat asiat, erityisesti tiedonkulun vaikeus, yhteistyöhön vaikuttavat tekijät, sekä aliurakoinnin ja tavarantoimittajien kasvava määrä.

Avainsanat: jatkuva parantaminen, lean-rakentaminen, pääurakoitsija, rakennusprojekti

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. LEANIN MÄÄRITELMÄ.....	3
2.1 Toyota Production System	4
2.2 Leanin peruseriaatteet	6
3. JATKUVA PARANTAMINEN.....	9
3.1 Jatkuvan parantamisen määritelmä.....	9
3.2 PDCA.....	10
3.3 Standardisointi lean-rakentamisessa.....	11
4. JATKUVA PARANTAMINEN RAKENNUSTUOTANNOSSA	13
4.1 Jatkuva parantaminen lean-rakentamisessa	15
4.1.1 Jatkuvaa parantamista tukevia menetelmiä.....	15
4.1.2 Jatkuvaa parantamista sisältäviä menetelmiä	17
4.2 Edellytykset.....	20
4.3 Haasteet	25
5. YHTEENVETO.....	28
LÄHTEET	30

1. JOHDANTO

Rakentamisen määrä tulee lisääntymään tulevaisuudessa ihmisten kasvavien tarpeiden mukana. Rakentaminen on jatkuvasti kehittyvä ala, joka tarvitsee uusia kehittäviä toimenpiteitä ja -tapoja. Yritysten kilpailukyky on vahvasti riippuvainen yrityksen kehityksestä ja kehityksen tuomista mahdollisuuksista markkinoilla. Lean on johtamisfilosofia, joka perustuu Toyotan tuotantosysteemin luomaan jatkuvan kehittämisen ajattelutapaan (Womack et al. 2007). Lean-ajattelu on 1990-luvun aikana tullut tunnetuksi tuotannon aloilla, ja rakennusalalla sitä kutsutaan termillä *lean construction* eli lean-rakentaminen. Lean-rakentamisessa kaizen eli jatkuva parantaminen, onkin tärkeä filosofinen ajattelutapa tuottavuuden, laadun ja hukan poistamisen maksimointiin (Bae & Kim 2008).

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mitä on lean ja miten jatkuva parantaminen näkyy pääurakoinnissa. Tutkimuksessa tuodaan esille leanin sekä jatkuvan parantamisen peruseräkkeet, mitä pääurakoitsija tarvitsee jatkuvan parantamisen implementoinnissa työolosuhteisiin ja mitä haasteita jatkuvan parantamisen filosofian integrointi työympäristöön tuo pääurakoitsijalle. Jotta saavutetaan tutkimuksen tavoite, täytyy vastata seuraavaan päätutkimuskysymykseen:

- Miten jatkuva parantaminen näkyy lean-rakentamisessa?

Tutkimuskysymys jaetaan seuraaviin alakysymyksiin:

- Mitä jatkuvan parantamisen toimintamalleja pääurakoitsija voi hyödyntää?
- Mitä haasteita jatkuvan parantamisen filosofian käyttöönotto työympäristöön tuo?
- Mitä pääurakoitsijalta edellytetään, jotta voidaan hyödyntää jatkuvaa parantamista työmaalla?

Työ toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Tietolähteenä on lähinnä raportteja ja tutkimuksia lean-toiminnasta ja jatkuvasta parantamisesta sekä lean-ajatteluun

että lean-rakentamiseen pohjautuvia tieteellisiä artikkeleita. Tutkittavien artikkeleiden julkaisuikää ei ole rajattu. Käsitteenä lean sai tunnettuutta vasta 1990-luvulla Womackin ja Jonesin kirjassa *The machine that changed the world*. Suurin osa saatavilla olevista artikkeleista ja tietolähteistä on haettu Andor-järjestelmästä tai Google Scholarista. Tieto on etsitty pääosin hauilla, jotka sisältävät seuraavia termejä: kaizen, continuous improvement, construction project ja lean construction.

Kandidaatintyössä käsitellään aluksi lean-tuotannon nousua tunnetuksi johtamisfilosofiaksi ja jatkuvan parantamisen merkitystä Toyota Production Systemille ja lean-ajattelulle. Kolmannessa luvussa määritellään jatkuva parantaminen lean-rakentamisessa ja sen laajuus työn kannalta. Neljännessä luvussa tutkitaan jatkuvan parantamisen edellytyksiä, haasteita ja näkymistä lean-rakennusprojektissa. Koska jatkuvan parantamisen menetelmiä on useita, työssä tutkitaan jatkuvan parantamisen esiintymistä pääurakoinnissa muutaman menetelmän kautta ilman, että menetelmien käyttöön syvennyttään. Työssä edellytykset tarkoittaa samaa kuin avaintekijät, koska kaikki edellytykset eivät ole välttämättömiä, vaan tällöin edellytykset voidaan nähdä jatkuvan parantamisen käytön eduksi. Haasteet tarkoittavat hidasteita ja esteitä jatkuvalla parantamiselle. Jatkuvan parantamisen haasteita tutkitaan yleisesti rakentamisen projektiluonteisuuden kautta. Koska jatkuva parantaminen on käsitteenä laaja ja sitä esiintyy lean-rakentamisen periaatteiden mukaisesti jokaisessa osassa rakentamista, kandidaatintyössä esitellään jatkuvan parantamisen esimerkkejä lean-rakennusprojektin yhteydessä.

2. LEANIN MÄÄRITELMÄ

Lean on johtamisfilosofia ja ajattelutapa, joka pyrkii tuottamaan asiakkaalle parasta mahdollista arvoa tuottajan tarpeet huomioiden. Suomennettuna lean tarkoittaa hoikkaa, joka tarkoittaa vähemmän kaikkea. Johtamisfilosofiana ja tuotannon välineenä lean-ajattelun avulla pyritään ratkomaan ongelmia, hyödyntämään jatkuvaa parantamista ja tiimityöskentelyä, sekä päätavoitteena poistamaan ylimääräisen hukan tuotannosta. (Poppendieck 2011; Thangarajoo & Smith 2015)

Womack et al. (2007) kuvailee lean-tuotannon olevan käsityö- ja massatuotannon yhdistelmä. Käsityötuotannossa valmistetaan laadukkaita ja asiakkaalle tilaustyönä tehtyjä tuotteita hyödyntäen ammattitaitoisia työntekijöitä. Massatuotannossa taas valmistetaan standardisoiduin menetelmin samaa tuotetta erittäin korkealla volyyymilla, ilman samankaltaista korkeatasoista tuotantotyöntekijöiden osaamista kuin käsityötuotannossa (Womack et al. 2007). Lean-tuotanto siis hyödyntää käsityö- ja massatuotannon hyviä puolia, jolloin tuotannossa saavutetaan korkea laatu ja sivutetaan käsityötuotannon korkeat kustannukset, sekä vältetään massatuotannon jäykkyys muutoksen ja laajan tuotevalikoiman suhteen.

Lean-tuotantoa voidaan siis kuvailla tehokkaana ja joustavana, sekä kykeneväisenä tapana tuottamaan korkealaatuisia tuotteita suuren volyymin ohella. Lean-ajattelu toimii vielä tänäkin päivänä hyvänä tapana lisätä työn tuottavuutta ongelmanratkaisun, jatkuvan parantamisen ja arvoa tuottamattoman toiminnan poistamisen kautta.

2.1 Toyota Production System

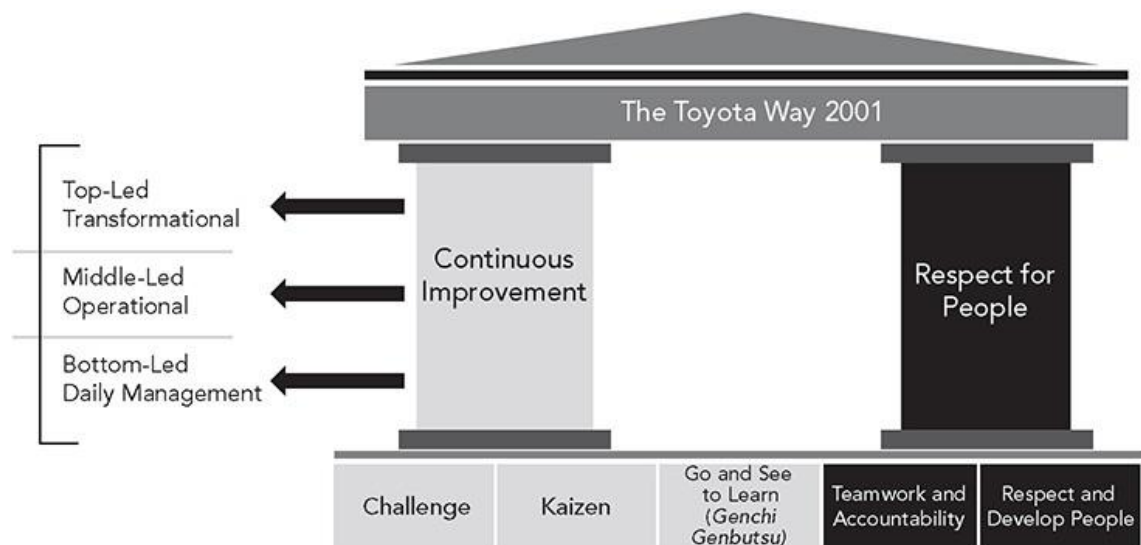
Toyota Production System eli TPS on Taiichi Ohnon kehittämä Toyotan tuotantostrategia toisen maailmansodan jälkeisenä aikana. Toisesta maailmansodasta johtuvan taantuman takia Toyotassa otettiin käyttöön Kiichiro Toyodan jo vuonna 1938 kehittämä *just-in-time* -strategia eli JIT (Liker 2020). JIT:n tavoitteena oli tuotanto, jossa vaaditut osat saadaan samanaikaisesti eri tuotantolinjoilta juuri oikeaan aikaan (Ohno 1988).

Toyota nimesi tuotantostrategiansa Toyota Production Systemiksi vasta 1970-luvulla. TPS toimi Toyotan päätöksien ja tavoitteiden lähtökohtana. Toyotan suurin tavoite olikin tuottavuuden parantaminen ja arvoa tuottamattoman toiminnan poistaminen ja se korostui JIT:n avulla. Koska JIT:n käyttöönotto kaikkien prosessien tuotantosuunnitelmaan osoittautui hyvin haastavaksi, Toyota kehitti *kanban* -systeemin, jonka rooli oli merkittävä TPS:n onnistumisessa (Ohno 1988). Kanban on paperinen kortti, jonka tehtävä on viedä tietoa tuotantoketjun eri osapuolille. Kanban sisältää kaikki tiedot tuotteen tuottamiseen tarvittavista osista, osien määrästä, sekä yksityiskohdat tuotteen valmistamisesta (Sendil 2007).

TPS perustui JIT:n ohella myös *jidokaan*, joka on englannin kielellä ”automation with a human touch” ja suomennettuna ”automaatiota ihmiskosketuksella”. Jidoka on TPS:n toiminnan peruspilari, jonka tarkoituksena on estää viallisten tuotteiden valmistus ja parantaa tuotannon laatua. (Soliman 2020) Tehokas keino käyttää jidokaa on ollut ”kysy viisi kertaa miksi”, jonka tarkoituksena on etsiä ongelman juurisyy ja ehkäistä ongelman toistuminen. Osana jatkuvaa parantamista, jidoka on osoittautunut tehokkaaksi tavaksi estää viallisten tuotteiden valmistus. (Falak et al. 2020)

Toyota Production System voidaan myös ajatella kuvan 1 mukaisesti. Kuvassa 1 The Toyota Way jakautuu peruspilareihin "Continuous Improvement" eli jatkuvaan parantamiseen ja "Respect for People" eli ihmisten kunnioittamiseen. Ihmisten kunnioittaminen tarkoittaa Toyotan Wayn kontekstissa työntekijöiden halua tehdä parhaita ja laadukkaita tuotteita muille ihmisille, yrityksille ja markkinoille (Liker 2020). Peruspilarit jakautuvat viiteen niitä kannattelevaan perustuslaattaan, jotka ovat:

- Challenge
- Kaizen
- Genchi Genbutsu eli Go and See to Learn
- Teamwork and accountability
- Respect and Develop People. (Liker 2020)



Kuva 1. The Toyota Way -talo. (Liker 2020)

Jatkuvaan parantamiseen pyritään siis itsensä haastamisella sekä haasteita ratkomalla (Challenge), inkrementaalisilla parannuksilla (Kaizen) ja ongelmien ratkomisen sen jälkeen, kun on nähty ongelma käytännössä (Genchi Genbutsu). Ihmisten kunnioittaminen on tiimityöskentelyä ja vastuuta omasta työpanoksesta oman työtiimin ja yrityksen eduksi (Teamwork and accountability). Likerin (2020) mukaan olennaisin periaate näistä on "Respect and Develop People", jonka

mukaan Toyotalla haluttiin panostaa yksilölliseen- ja tiimin kehitykseen sekä luoda työntekijöistä hyviä ongelmanratkaisijoita.

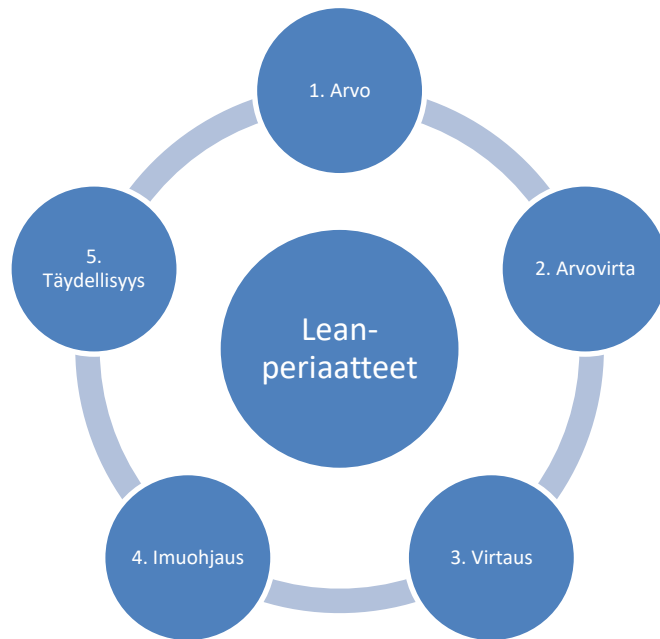
TPS osoittautuikin varsin menestyksekkääksi johtamisjärjestelmäksi sen tehokkuuden ansiosta verrattuna vuoden 1970-luvun jälkeiseen Fordin massatuotantoon, jota esiintyi erityisen paljon Amerikassa ja Euroopassa (Womack et al. 2007). Ohno (1988) toteaa, että TPS:n kehityskulku arvoa tuottamattoman hukkan poistamisen kautta siihen mitä se on nyt, ei olisi onnistunut ilman Japanin toisen maailmansodan jälkeistä taantumaa, jonka takia Toyotan oli käytännössä pakko kehittää tehokas tuotantostrategia. Toyotan menestystä ja TPS:ää on myöhemmin käsitelty useissa kirjoissa ja vuonna 1988 John Krafcik nimesi Toyota Production Systemin kirjassaan ”Triumph of the lean production” lean productioniksi eli suomennettuna lean-tuotannoksi.

2.2 Leanin peruseriaatteet

Toyota Production System on lean-ajattelun esikuva. Lean on käsitteenä hyvin laaja, mutta Liker (2020) määrittelee sen seuraavasti: Lean-tuotanto perustuu arvoa tuottamattoman toiminnan poistamiseen, asiakkaan haluaman tuotteen/palvelun arvon tuottamiseen mahdollisimman pienillä kustannuksilla, sekä yrityksen toiminnan jatkuvaan parantamiseen.

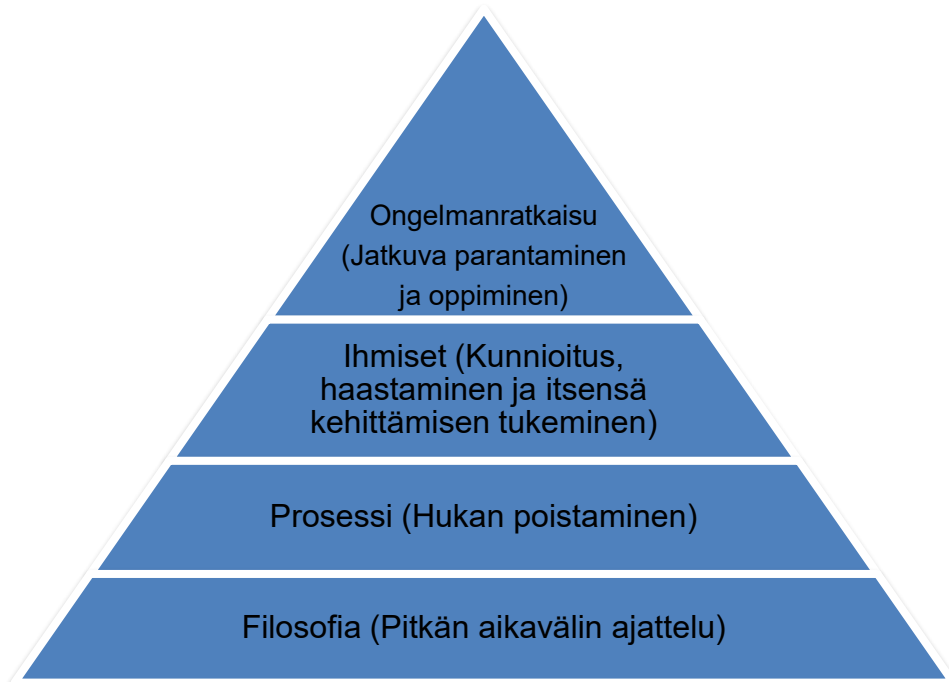
Womack & Jones (1997) mukaan lean-tuotanto noudattaa viittä peruseriaatetta. Kuvan 2 periaatteet voidaan määritellä seuraavasti:

1. Asiakkaalle tuotetun arvon määrittäminen (Arvo)
2. Identifioidaan kaikki vaaditut asiat, jotta projekti onnistuu (Arvovirta)
3. Hukkien poiston jälkeen tehdään työnkulkuprosessista sujuva ja suora-
viivainen (Virtaus)
4. Varaston ylläpito: Varastossa ei saa olla liikaa tavaraa, eikä tuotannossa tarvittavia tavaroita saa puuttua. Tuotetaan siis asiakkaalle tarpeen mukaan. (Imuohjaus)
5. Täydellisyyteen pyrkiminen jatkuvalla parantamisella (Täydellisyys).



Kuva 2. Leanin viisi peruseriaatetta (Womack & Jones, 1997)

Edellä mainitut lean-tuotannon viisi peruseriaatetta ovat lean-tuotantoon pyrkivien yritysten ajattelun kulmakiviä. Koska neljää ensimmäistä periaatetta ei voi parantaa ilman jatkuvaa parantamista, viidettä periaatetta eli täydellisyyttä pidetään kulmakivistä tärkeimpänä ja pohjana lean-ajattelulle (Liker 2004).



Kuva 3. Likerin (2004) 14 tiivistämää tuotantoperiaatetta neljään The Toyota Wayhyn perustuvaa osa-alueetta.

Liker (2004) määrittelee kirjassaan ”Toyota Way - 14 Management Principles of World’s Greatest Manufacturer” lean-filosofian 14 periaatetta, jotka voidaan tiivistää neljään osa-alueeseen kuvan 3 mukaisesti. *Filosofiaa* pidetään lean-ajattelun kannalta tärkeimpänä. Se perustuu pitkän aikavälin ajatteluun, ja lean-ajattelun integrointiin työkuultuuriin, jossa ongelmanratkaisu ja kehittäminen ovat keskeisessä osassa. *Prosessilla* tarkoitetaan hukkien poistamista tuotannosta, mutta myös prosessien kehittämistä ja työntekijöiden dynaamista lähestymistapaa työhön. Kuvan 3 pyramidin toiseksi ylin periaate on *ihmiset*. Lean-ajattelussa johtajien velvollisuutena pidetään ihmisten haastamista itsensä kehittämiseen. *Ongelmanratkaisu* keskittyy ongelmien juurisyiden ratkaisuun ja näiden selvittämiseen, sekä tulevaisuuden ongelmien ehkäisemiseen. Ohnon (1988) mukaan lean-tuotannon arvoa tuottamaton toiminta eli hukat voidaan jakaa vielä seitsemään eri kategoriaan:

- Ylituotanto
- Odottaminen
- Ylimääräiset kuljetukset
- Yliprosessointi
- Varastointi
- Siirtyminen
- Virheet.

3. JATKUVA PARANTAMINEN

Käsitteenä jatkuva parantaminen voidaan nähdä hyvin abstraktina, jos sillä ei ole mitään erityistä kontekstia. Jatkuva parantaminen voidaan määritellä monilla eri tavoilla. Jatkuva parantaminen on loputonta pyrkimistä täydellisyyteen kaikessa mitä tekee. Jatkuva parantaminen on tärkeä työkalu kilpailukyvyyn parantamiseen organisaatiossa (Singh & Singh 2015).

3.1 Jatkuvan parantamisen määritelmä

Lean-ajattelussa jatkuva parantaminen perustuu standardisoitujen prosessien parantamiseen, ongelmanratkaisuun ja jatkuvan parantamisen kulttuurin luomiseen yritykseen ja sen toimintaan (Liker 2020). Salem et al. (2005) toteavat, että yleisesti lean-rakentaminen voidaan määritellä jatkuvaksi prosessiksi, jossa poistetaan hukka, saavutetaan tai ylitetään asiakkaan vaatimukset, keskitytään koko projektin arvovirtakuvaukseen ja täydellisyyden tavoitteluun projektin toteuttamisessa. Jatkuvalla parantamisella ja lean-rakentamisella on siis toisiaan sivuavia määritelmiä (Salem et al. 2006). Lean-rakentamisessa menetelmät perustuvat standardisointiin ja siihen, että jokaisen tekniikan prosessia voidaan tutkia, standardisoida, parantaa ja toistaa tätä esimerkiksi myöhemmän alaluvun kuvan 4 mukaisen Demingin jatkuvan parantamisen laatusyklin mukaisesti. Jatkuva parantaminen on siis sisäänrakennettu lean-rakentamisessa esiintyvään toimintaan. (Salem et al. 2006)

Jatkuva parantaminen ei kuitenkaan rajaudu vain lean-filosofian näkökulmaan, vaan sillä on yhtäläisyyksiä muidenkin määritelmien kanssa. Esimerkiksi Salomäen (2003) mukaan jatkuva parantaminen on systemaattista ja ennalta vaikuttavaa toimintaa virheiden tunnistamista, niiden rakentavaa käsittelyä ja virheistä oppimista varten. Toisaalta Deming (1986) kuvailee jatkuvaa parantamista ”parannusaloitteiksi, jotka lisäävät onnistumisia ja vähentävät epäonnistumisia” (Juergensen 2000). Bessant et al. (1994) antavat jatkuvalla parantamiselle yhden eniten lainatuimmista määritelmistä: ”yrityksenlaajuinen prosessi tavoitteellista ja jatkuvaa inkrementaalista (vähittäin kasvavaa) innovaatiota”.

Imai (1986) kertoo standardisoinnin olevan jatkuvan parantamisen ehto. Voidaan siis ajatella jatkuvan parantamisen perustuvan siihen, että tutkitaan parannettavia muuttujia sisältävää standardisoitua prosessia, jonka muuttujia voidaan parantaa standardisoiduin menetelmin. Esimerkiksi standardisoidun prosessin parantaminen jollakin syklisellä menetelmällä.

3.2 PDCA

Tässä luvussa esitellään jatkuvan parantamisen menetelmänä **PDCA** eli Plan-Do-Check-Act. PDCA on laatusykli, jolla pyritään loputtomaan parantamiseen (Deming & Shewhart 1986). Deming ja Shewhart (1986) kuvailevat PDCA:n vaiheet kuvan 4 mukaisesti:

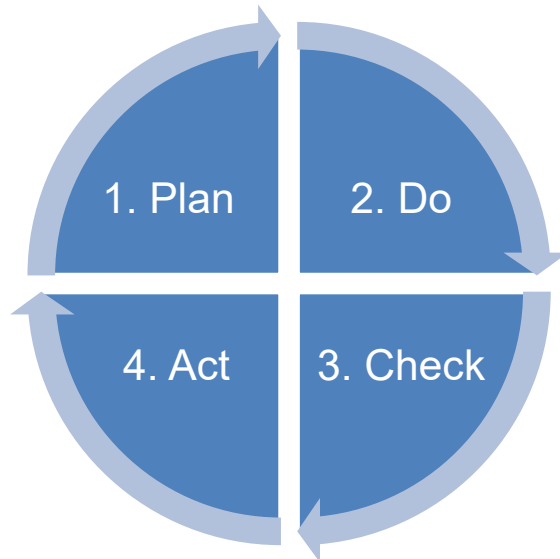
Plan: Tutki nykyistä tilannetta ja kehitä parannussuunnitelma

Do: Kokeelliset toimenpiteet ja tulosten mittaus

Check: Tutki muutosten vaikutus

Act: Standardisoi uusi menetelmä.

Kun uusi menetelmä on standardisoitu (Act), aloitetaan sykli alusta.



Kuva 4. Demingin laatusykli, jonka tehtävänä on toimia jatkuvan parantamisen työkaluna (Shewhart & Deming 1986).

Jatkuvan parantamisen apuna käytetään useita eri menetelmiä (Vääätäjä 2016). Eri menetelmät voivat olla peräisin esimerkiksi TQM:stä (Total Quality Management) tai leanista. Käytetyistä menetelmistä riippumatta jatkuvan parantamisen prosessin tulee kuitenkin noudattaa PDCA:n kaltaista toistuvaa sykliä (Jha et al. 1996; Vääätäjä 2016). Jatkuva parantaminen on siis prosessi inkrementaalista parantamista.

PDCA on myös yleisesti osoittautunut hyödylliseksi rakennusalalla ja tuottanut positiivisia tuloksia henkilöstöhallinnossa, uudelleen tekemisen vähentämisessä, hukkien poistamisessa ja projektien aikojen lyhentämisessä. Lean-rakentamisessa PDCA:ta voidaan hyödyntää esimerkiksi menetelmien yhteydessä. Esimerkiksi myöhemmän alaluvun 4 kuvan 7 mukaisessa Last Plannerin learning-vaiheessa, jossa LPS hyödyntää jatkuvaa tarkastelua tavoitteiden, suunnitelmien ja tulosten kautta näin mahdollistaen jatkuvan parantamisen (Ahmed et al. 2021).

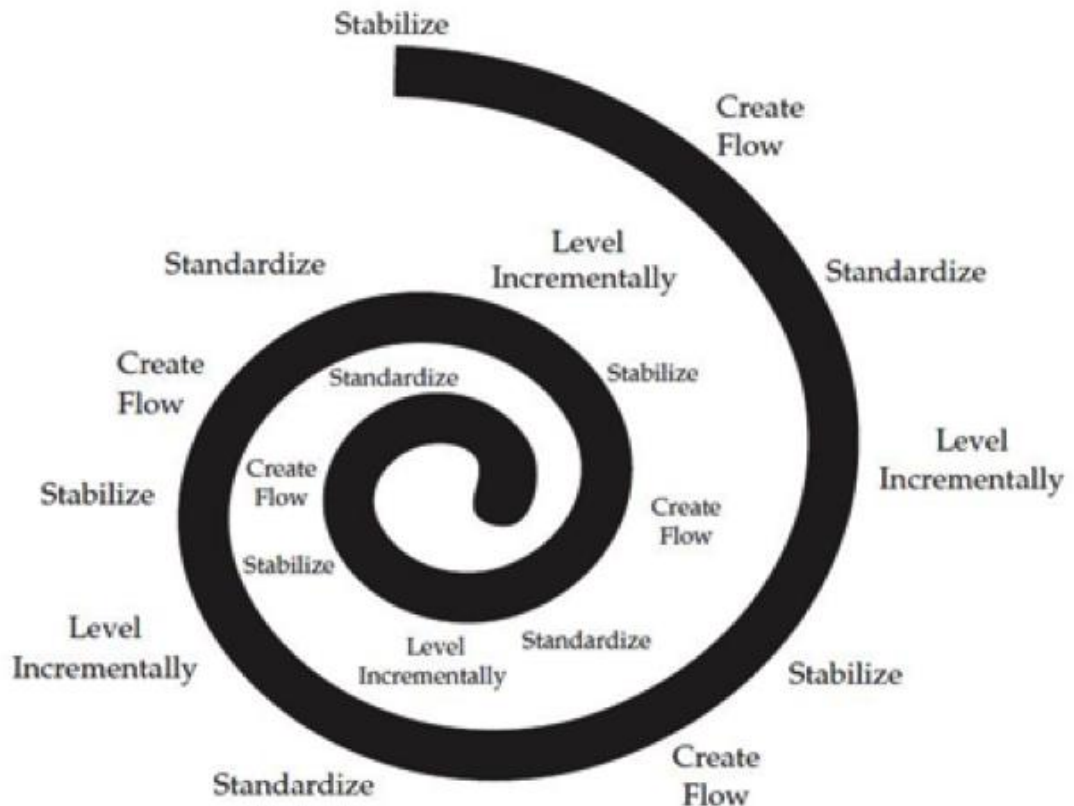
3.3 Standardisointi lean-rakentamisessa

Standardisointi on yhteisesti sovittu tapa suorittaa jokin prosessi. Standardisointi on jatkuvan parantamisen ehto (Imai 1986). Gibbin ja Isackin (2001) mukaan standardisointi tarkoittaa sarjaa prosessien toteutusta ja jokaisen prosessin parantamista. Standardisoitu työ on välttämätöntä lean-johtamisfilosofian toimimisen kannalta (Ohno 1988).

Standardisointia on hyödynnetty jo pitkään teollisuustuotannossa, mutta sen käyttö rakentamisessa on kuitenkin osoittautunut haastavaksi (Aapaoja & Haapasalo 2014). Projekteja pitäisi kohdella toistettavina prosesseina, sillä ”standardisointi on riippuvainen siitä, miten projektit suoritetaan standardisoituun tahtiin ja standardisoiduilla prosesseilla” (Stehn & Höök 2008). Lean-rakentamisessa pyritään siis käyttämään standardisoituja prosesseja sisältäviä menetelmiä. Tällainen on esimerkiksi työn tehokkuuteen vaikuttava tahtituotanto eli rakentamista, jossa limitetään rakennusvaiheet aikatauluun tehokkaasti.

Kuvassa 5 on jatkuvan parantamisen spiraali. Spiraalin mukaan ensin stabilisoidaan (Stabilize) jokin prosessi ja sitten luodaan virtaus prosessille (Create Flow). Kolmanneksi standardisoidaan (Standardize) ja lopuksi

parannetaan prosessia asteittain (Level Incrementally) ja toistetaan koko prosessi uudestaan.



Kuva 5. Jatkuvan parantamisen spiraali (Liker & Meier 2006)

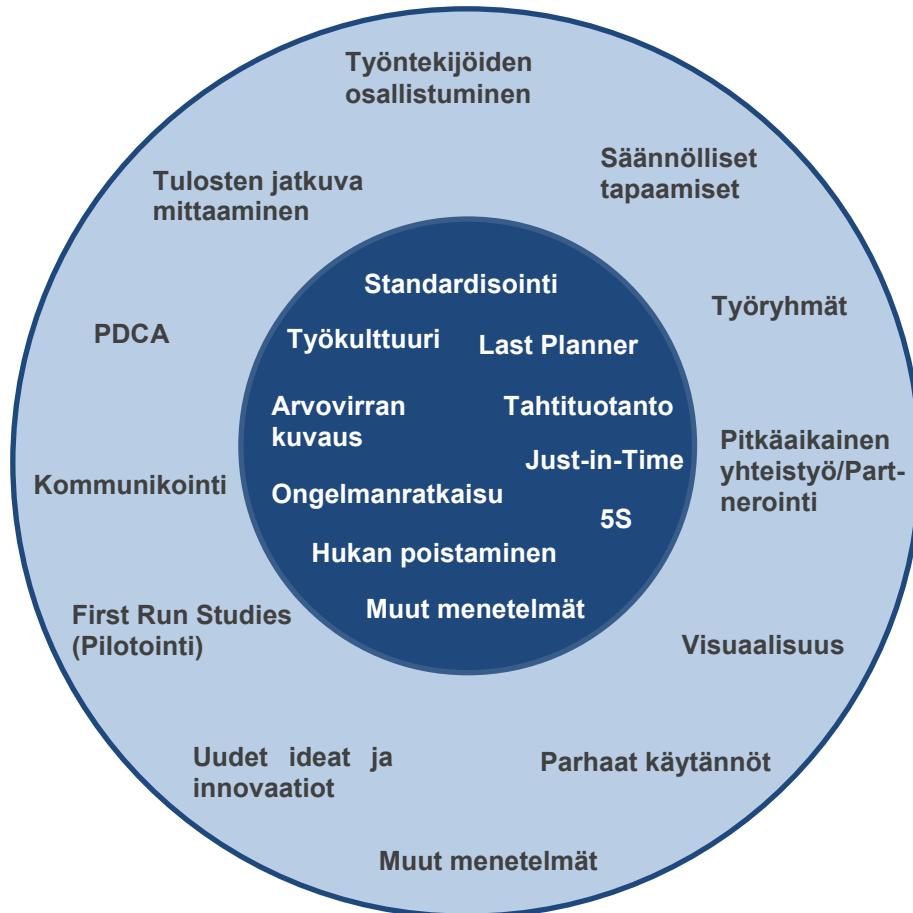
Standardisointi on Eganin (1998) raportin mukaan keskeinen osa myös parhaita käytäntöjä (Murray 2008). Toisin sanoen, standardisoinnin avulla pyritään luomaan paras käytäntö ja kehittämään sitä esimerkiksi kuvan 5 mukaisesti. Kuvan 5 mukaan voidaan myös kehittää jo valmiiksi todettuja parhaita käytäntöjä.

Standardisoinnilla on useita hyötyjä lean-rakentamisessa. Gibbin ja Isackin (2001) mukaan standardisoinnilla on positiivinen vaikutus hintaan, prosessien tehokkuuteen, laatuun ja suunnitteluun. Standardisointi mahdollistaa myös projektin eri osapuolten ymmärtää, mitä tarvitaan, milloin ja keneltä. Lisäksi operationaalisia etuja saadaan esimerkiksi, kun standardisoinnin avulla aikaa kuluu vähemmän ihmisten uudelleenkouluttamiseen uusien tuotteiden ja koneiden käyttöön. (Gibb & Isack 2001)

4. JATKUVA PARANTAMINEN RAKENNUSTUOTANNOSSA

Rakentaminen on projektiluontoinen ala. Koska aiemmin todettiin, että jatkuvan parantamisen ehto on standardisointi, niin lean-rakentamisessa projektien sisältämien prosessien toistuvuus tuo pohjan jatkuvan parantamisen hyödyntämiselle. Koska lean-ajattelu on alun perin kehitetty tuotantoyritykselle, sen implementointi rakentamisen prosesseihin on haastavampaa, tai vähintäänkin erilaista (Koskela, 1992). Lean-rakentaminen poikkeaa sen takia teollisuustuotannon lean-ajattelusta, mutta jatkuvan parantamisen periaatteet pysyvät samoina. Lean-rakentamisessa jatkuvan parantamisen ydinperiaate on reflektio nykyisten prosessien toiminnasta PDCA-mallin hyödyntämisen ohella (Heigermoser et al. 2019). Salem et al. (2005) mukaan jatkuvan parantamisen tavoitteena on löytää tapoja parantaa toimintaa ei vain organisaation sisällä, vaan myös muiden rakennusprojektin osapuolten kanssa, joilla on vaikutus projektin suorituskykyyn.

Luvut käsittelevät jatkuvaa parantamista lean-rakentamiselle olennaisten jatkuvan parantamisen tapojen kautta, hyödyntäen esimerkkeinä eri lean-rakentamisen keskeisiä menetelmiä. Luku 4 on tiivistetty kuvassa 6, jossa sisempi ympyrä kuvastaa selkeästi lean-rakentamiseen ja jatkuvaan parantamiseen yhdistettävät asiat. Ulompi ympyrä kuvastaa jatkuvan parantamisen menetelmiä, jotka voidaan yhdistää lean- ja perinteiseen rakentamiseen.



Kuva 6. Jatkuvaa parantamista tukevat lean-rakentamisen keskeiset menetelmät ja tavat. Mukailten (Salem et al. 2005, Hiwale et al. 2018, Ballard 2000, Li et al. 2019, Tommelein & Amdanat 2022)

4.1 Jatkuva parantaminen lean-rakentamisessa

Jatkuva parantaminen näkyy lean-rakentamisessa kaikessa tekemisessä eri menetelmien ja tapojen kautta. Lean-rakentamisen menetelmien kautta pääurakoitsija pyrkii poistamaan kaiken arvoa tuottamattoman toiminnan jatkuvan parantamisen ja ongelmanratkaisun avulla. Lean-rakentamisessa kaikki käytetyt menetelmät sekä sisältävät, että tukevat jatkuvaa parantamista. (Salem & Zimmer 2005)

4.1.1 Jatkovaa parantamista tukevia menetelmiä

Työmaalla yritetään parantaa toimintaa erilaisin tavoin. Lean-rakentamisessa käytettäviä jatkuvaa parantamista edistäviä menetelmiä on useita. Tässä luvussa esitellään, miten jatkuva parantaminen näkyy tuotannossa jatkuvaa parantamista tukevien menetelmien kautta. Tukevat menetelmät ovat työkaluja tai säännöllisiä tapahtumia, joissa pyritään edistämään tuotantoa.

Paranneltu visualisointi ja kommunikointi näkyy erilaisina tietomalleina ja kuvina työmaalla, esimerkiksi turvallisuuteen, laadullisiin vaatimuksiin tai aikatauluun liittyviä kuvia. Näin työvoima saa selkeämmän kuvan työmaan tavoitteista ja työnkulusta (Salem et al. 2005). Visualisointi on osa prosessinhallintaan liittyvää jatkuvaa parantamista (Salem et al. 2005). Visuaalinen viestintä yleensä lisää työntekijöiden osallistumista jatkuvaan parantamiseen, koska se mahdollistaa ongelmien nopean ymmärtämisen ja reagoinnin (Sacks et al. 2009). Svalestuen et al. (2017) mukaan visualisointi tehostaa myös kommunikointia, joka puolestaan edistää tiedonkulkua eri osapuolten välillä rakennusprojektissa.

Desain & Shelatin (2014) mukaan avain rakentamisvaiheen kehittämiseen työmaalla on materiaali-, resurssi- ja informaatiovirtauksen hallinnassa. **Arvovirtakuvauksen** avulla voidaan helpottaa näiden hallintaa. Arvovirtakuvaus määritellään yleisesti iteratiiviseksi menetelmäksi arvovirtojen kartoittamiseen ja analysointiin (Desai ja Shelat 2014). Zahraee et al. (2021) toteavat, että

arvovirtakuvaus auttaa tiedon siirtymisen ja tuotannon vaiheiden tutkimisessa, näin mahdollistaen esimerkiksi pullonkaulojen määrittämisen ja poistamisen. Parhaimpana arvovirtakuvauksen hyötynä he pitävät sitä, että sen avulla voidaan määrittää tulevaisuuden parannusnäkökulmat. Arvovirtakuvaus helpottaa hukkien ja niiden juurisyiden tunnistamista. Lasa et al. (2008) mukaan selkeyden ja visuaalisuuden tuomat edut tekevät arvovirtakuvauksesta hyvän. Arvovirtakuvauksen avulla on myös helpompi ottaa huomioon muutoksien vaikutukset arvovirran eri vaiheissa, näin vähentäen virheellisten muutosten tekemisen mahdollisuutta (Lasa et al. 2008). Desain ja Shelatin (2014) mukaan arvovirtakuvaus auttaa rakennusprojektin johtoa tunnistamaan ja mittaamaan tehokkaasti hukkien lähteitä. Sen avulla johtohenkilöt näkevät paremmin parannusmahdollisuuksia ja voivat ehdottaa konkreettisia suunnitelmia parannusmahdollisuuksien toteuttamiseksi. (Desai & Shelat 2014)

Säännöllisillä tiimitapaamisilla pyritään avoimeen keskusteluun työntekijöiden ja esimiesten välillä. Osana jatkuvaa parantamista, tapaamisten tarkoituksena on saada tietoa työntekijöiltä eri prosessien vaiheista ja mahdollisista esteistä prosesseille (Schwaber 2002). Päivittäiset tapaamiset ovat erityisen tärkeitä esimerkiksi LPS:n käytölle, sillä tapaamisten avulla saadaan informaatiota PPC:n mittaamiseen, joka puolestaan edistää jatkuvaa parantamista (Ballard 2000). PPC on osa tulosten mittausta, joka on osa jatkuvan parantamisen toimintaa.

Yhteistyö ja partnerointi on tärkeää lean-rakentamisessa (Eriksson et al. 2009). Viimeisen 20 vuoden aikana aliurakoinnin määrä on lisääntynyt suuresti (Maturana et al. 2007). Latham (1994) mukaan jo lähtökohtaisesti jatkuva parantaminen on välttämätöntä yhteistyön ja partneroinnin onnistumiselle. Yhteistyö pää- ja aliurakoitsijoiden välillä edistää jatkuvaa parantamista erityisesti kriittisissä asioissa (Maturana et al. 2007). Maturanan et al. (2007) mukaan mahdollisimman monen rakennusprojektiin osallistuvan olisi hyvä olla osallisena suunnittelukokouksissa. Maturana et al. (2007) toteaa myös, että suunnitelmien epäonnistumisten ratkaisemiseksi on hyvä tutkia epäonnistumisen juurisyys jokaisen viikon lopussa, jotta voidaan välttää saman ongelman toistuminen. Juurisyyn selvittämiseen voidaan käyttää esimerkiksi 5 why's -menetelmää, jossa kysytään viisi kertaa miksi. Voidaan siis todeta, että tiivis, säännöllinen ja

pitkäaikainen yhteistyö mahdollistaa yhteisten ongelmien ratkomisen, näin edistäen rakennusprosessin jatkuvaa parantamista.

First Run Studies eli pilotoinnilla pyritään varmistamaan jonkin asian toimivuus ennen käyttöä, näin välttämällä laatuun vaikuttavia virheitä. Ballardin (2000) mukaan pilotointi on laajaa tulevien toimenpiteiden suunnittelua, jonka tekee yleensä erikseen määritetty monitoimiteimi, joka sisältää eri osapuolia. Koeajoja voidaan toteuttaa käyttämällä kuvan 4. mukaista Demingin PDCA -sykliä (Salem et al. 2005; Ballard 2000). Salem et al. (2005) mukaan pilotoinnin hyödyntäminen eräällä työmaalla nosti tuottavuutta 9 prosenttiyksikköä.

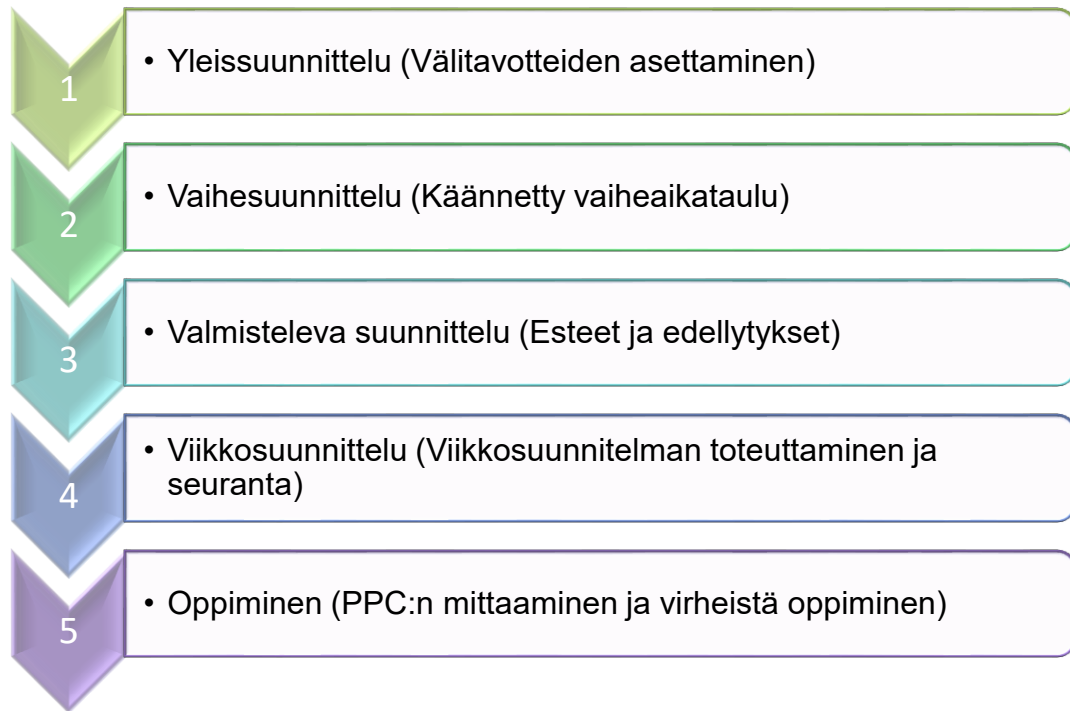
Virheet ja laadulliset puutteet ovat yleisiä rakentamisessa. Salem et al. (2005) mukaan laatuun ja turvallisuuteen voidaan vaikuttaa mittaamalla laatuun ja turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Työmaan konkreettisina esimerkkeinä laadun mittaukseen voidaan Congridia ja turvallisuusmittauksiin TR-mittausta.

4.1.2 Jatkuvaa parantamista sisältäviä menetelmiä

Jatkuvaa parantamista esiintyy myös lean-rakentamisen keskeisissä menetelmissä. Tässä luvussa esitellään lyhyesti Last Planner, tahtituotanto ja 5S. Esitetyt menetelmät sisältävät jatkuvan parantamisen elementtejä (Ballard 2000; Tommelein & Emdanat 2022; Hiwale et al. 2018).

Rakennusprojekteissa Last Planner lisää tehokkuutta ja vähentää hukkaa (Salem et al. 2005). **Last Planner** toimii rakennusprojektin tuotannon ajallisen hallinnan työkaluna, jonka tarkoitus on varmistaa sulava työnkulku. Ballardin (2000) mukaan Last Planner perustuu projektin eri vaiheiden ajalliseen ja tehokkaan työnkulun suunnitteluun, esimerkiksi projektin-, kuuden viikon- ja viikon mittaisiin ajanjaksoihin, joiden jälkeen voidaan oppia virheistä. Kuvan 7 mukaisesti voidaan hyvällä eri vaiheisiin jaetulla suunnitelmalla toteuttaa rakennusprojekti aikataulun mukaisesti hyödyntäen jatkuvaa parantamista eli oppimisvaihetta. Käänteisen vaiheaikataulun (Vaihesuunnittelu) avulla pyritään yhdessä urakan eri osapuolten kanssa suunnittelemaan rakennusprojektin eri työvaiheet. Valmistelevalla suunnittelulla etsitään projektiin vaikuttavat mahdolliset esteet ja edellytykset. Viikkosuunnitelma perustuu sovittujen asioiden tekemiseen, jotta pysytään aikataulussa. Lopulta oppiminen tapahtuu sekä Percent Plan Completen eli

PPC:n avulla, jolla mitataan suoritettujen aktiviteettien määrää, että tutkimalla epäonnistumisen syitä (Ballard 2000). Huomataan myös, että jatkuvan parantamisen filosofiaa noudattaen, Last Planneriin osallistuu lähtökohtaisesti kaikki urakkaan osallistuvat osapuolet, jolloin korostuu myös urakanlaajuinen yhdessä tekeminen.



Kuva 7. Menetelmäkuva Last Plannerista. Mukailten (Fulton 2021)

Tahtituotanto on lean-rakentamisessa keskeinen menetelmä, joka on esitelty tahtiaikataulun muodossa kuvassa 8. Tommelein & Emdanatin (2022) mukaan tahtituotanto edustaa lean-rakentamisen periaatteita ja mahdollistaa jatkuvan parantamisen, hukkien poistamisen ja standardisoinnin. Tahtituotannon syklinen luonne, standardisointi, keskittyminen eri vaiheiden hyvään suunnitteluun ja työntekijöiden tietoisuus seuraavasta työkohteestaan luo erityisen hyvän pohjan prosessin kehittämiseksi (Kozlovská & Klosova 2022). Tahtituotannossa jatkuvaa parantamista tukee esimerkiksi ennen tuotantovaihetta tehtävä analyysi eri vaiheiden sisältämästä työstä, jonka avulla pyritään poistamaan arvoa tuottamattomat tekijät. Analyysiä pyritään tekemään jatkuvasti tuotantovaiheen aikana. Analyysin tukena voidaan käyttää jatkuvalle parantamiselle ominaisia menetelmiä, esimerkiksi PDCA:ta (Tommelein & Amdanat 2022). Eli jatkuvan

parantamisen näkökulmasta, tahtituotanto noudattaa standardisointia ja pyrkii tasaiseen tuotantoon, jossa tarkoitus on ehkäistä virheiden toistumista siten, että virheet voidaan korjata mahdollisimman ajoissa, ennen kuin seuraava työvaihe aloitetaan.

		21 Päivää						
		Vaiheet						
Kerrokset	Alueet	1	2	3	4	5	6	7
Kerros 1	Alue 1	1	2	3	4			
	Alue 2		1	2	3	4		
Kerros 2	Alue 1			1	2	3	4	
	Alue 2				1	2	3	4

Kuva 8. Yksinkertaistettu esimerkki tahtituotannossa käytettävästä tahtiaikataulusta. Mukailten (Tommelein & Emdanat 2022).

Työmaalla voidaan käyttää myös **5S-prosessia**, jonka tarkoituksena on pitää työmaa-alue siistinä. Menetelmä perustuu nimensä mukaisesti viiteen vaiheeseen:

1. Sort (Lajittele)
2. Set (Systematisoi)
3. Shine (Siivoa)
4. Standardize (Standardisoi)
5. Sustain (Ylläpito).

5S-Prosessin tarkoitus on pitää työmaa organisoituna. Ensimmäisessä vaiheessa eritellään työmaalla tarvittavat ja ylimääräiset asiat. Toisessa

vaiheessa tehdään tavaroiden ja asioiden järjestelyä niin, että jatkossa näitä on helpompi ottaa käyttöön. Kolmas vaihe on systemaattista siivoamista ja arviointia työolosuhteiden parantamiseksi. Neljäs vaihe eli standardisointi tarkoittaa kolmen ensimmäisen vaiheen jatkuvaa toteuttamista niin, että kolmea ensimmäistä vaihetta voidaan toteuttaa tehokkaasti samalla tavalla. Viides vaihe eli ylläpito tarkoittaa menetelmän prosessien seuranta ja suunnitelmaa jatkuvalla parantamiselle. (Hiwale et al. 2018)

5S on uusi lean-menetelmä rakennusalalla. Menetelmän eri vaiheet tuovat erilaisia hyötyjä työmaalle. Työmaalla tehtyjen tutkimusten perusteella 5S lisää työn tehokkuutta (Hiwale et al. 2018). Hiwalen et al. (2018) mukaan 5S hyödyttää rakennustyömaalla ainakin seuraavilla tavoilla: Työkalut eivät häviä, varastot pienenevät, työtehokkuus ja -turvallisuus sekä työmaan esteettömyys paranee, sekä laitteiden huoltaminen ja paikkojen siistinä pitäminen helpottuu.

4.2 Edellytykset

Yrityksillä on luonnollisesti tavoitteena parantaa yritystoimintaansa. Jatkuvan parantamisen filosofian ja tekniikoiden integroiminen rakennusyrityksen ja -projektin toimintaan ei ole kuitenkaan helppoa, sillä rakentamisen projektiluontoisuus poikkeaa tuotantoyritysten prosessikeskeisyydestä (Koskela, 1992). Bhasin & Burcherin (2006) mukaan lean-filosofian täytyy olla selkeästi ymmärretty yrityksen sisällä, jotta voidaan käyttää optimaalisesti lean-työkaluja. Salem et al. (2005) toteaa, että ylimmän johdon sitoutuminen lean-rakentamisen menetelmien käyttöönottoon on osoittautunut tärkeimmäksi tekijäksi lean-rakentamisen onnistumiselle. Koska aiemmin todettiin, että jatkuva parantaminen on koko yrityksen laajuista toiminnan kehittämistä, on erityisen tärkeää, että jokainen työntekijä on valmis osallistumaan toiminnan kehittämiseen.

Rakennusprojekteissa on suuri määrä työntekijöitä ja eri osapuolia. Jotta jatkuvaa parantamista voidaan tehdä, täytyy sen aktiviteeteille olla aikaa ja tilaa, esimerkiksi päivittäisen tapaamisen tai viikoittaisen ongelmantunnistus ja -ratkaisutilaisuuden avulla (Shang & Pheng 2013). Tillmann et al. (2014) toteaa, että rakennusprojektille on erityisen tärkeää kaikkien osapuolten osallistuminen, jossa ylin johto, keskijohto ja työmaan työnjohtajat kollektiivisesti pyrkivät jatkuvan parantamisen toimiin: ongelmien havainnointi, juurisyiden

ymmärtäminen, brainstorming (ideapalaverit), ratkaisujen kehittäminen ja tärkeimpänä yhdessä työskentely ongelmien ratkaisemiseen. Tillmann et al. (2014) mukaan tämä voidaan toteuttaa, jos on toimiva viestintäkanava, konsensuspäätökset mahdollistava päätöksentekojärjestelmä ja jatkuvaan parantamiseen keskittyvä tiimi. Lisäksi Ballard et al. (2003) sekä Pheng ja Fang (2005) toteavat, että jatkuvan parantamisen mahdollistamiseksi, työntekijöille on annettava mahdollisuus esittää työmaan ongelmiin ratkaisuja ja ideoita prosessien ja toiminnan edistämiseksi. Rakennusprojektissa on siis mahdollistettava avoin kommunikointi eri osapuolten välillä, jotta voidaan varmistaa jatkuvan parantamisen onnistuminen.

Smyth & Edkins (2007), Smyth & Pryke (2008) tekemien tutkimusten perusteella on tehtävä huomattavia muutoksia ja parannuksia organisaatiolaajuiseen käyttäytymiseen ja yritysten välisiin suhteisiin, jotta voidaan vaihtaa projekteille luontaisesta reaktiivisesta resurssien ohjauksesta proaktiiviseen resurssien käyttöön. Bessant et al. (2001) mukaan edellytykset jatkuvan parantamisen systemaattiselle käytölle yrityksessä on pääsääntöisesti riippuvainen yrityksen johtamiskulttuurista ja työntekijöistä. Bessant et al. (2001) jakaa lean-rakentamisen ulkopuolelta yleisesti jatkuvan parantamisen edellytykset kahdeksaan avaintekijään ja käyttäytymismalliin taulukon 1. mukaisesti.

Taulukko 1. Bessant et al. (2001) mukaiset jatkuvan parantamisen avaintekijät yrityksessä.

Avaintekijät	Miten avaintekijä näkyy yrityksessä?
<i>1. Ymmärtäminen</i>	Työntekijät ymmärtävät jatkuvan parantamisen eteen tehdyn työn arvon
	Etsitään syitä eikä syyllisiä
	Ihmiset käyttävät kaavamaisista ongelmanratkaisusykliä
<i>2. Yrityksen tapa</i>	Ihmiset käyttävät jatkuvan parantamisen työkaluja
	Ihmiset käyttävät mittareita kehitysprosessia varten
	Ihmiset suorittavat jatkuvan parantamisen aktiviteetteja
	Syntyneisiin ideoihin vastataan määritellyillä tavoilla
<i>3. Fokusointi</i>	Yksilöt ja ryhmät priorisoivat parannuskohteita yrityksen tavoitteiden mukaisesti
	Verrataan ehdotettuja muutoksia yrityksen tavoitteisiin nähden
	Yksilöt ja ryhmät mittaavat saamiaan tuloksia ja tutkitaan niiden vaikutusta yrityksen/osaston tavoitteisiin
	Jatkuva parantaminen ovat osa yksilön tai ryhmän työtä, eikä erillinen osa-alue
<i>4. Suunnan näyttäminen</i>	Johtajat tukevat jatkuvaa parantamista allokoimalla siihen aikaa, rahaa, mahdollisuuksia ja muita resursseja
	Johtajat huomioivat työntekijöiden osallistumisen jatkuvaan parantamiseen
	Johtajat johtavat esimerkillä ja ovat aktiivisesti osallisena jatkuvan parantamisen integroimisessa yritykseen
	Johtajat tukevat kokeiluja rohkaisemalla virheistä oppimisella, ei rankaisemalla niistä

Taulukko 1. Jatkuu

Avaintekijät	Miten avaintekijä näkyy yrityksessä?
5. Yhteensopivittaminen	Jatkuvalla arvioinnilla varmistetaan yrityksen toimintastrategian ja jatkuvan parantamisen yhteensopivuus
	Jatkuva parantaminen suunnitellaan vastaamaan yrityksen liiketoimintainfrastruktuuria
	Prosesseista ja järjestelmistä vastuussa olevat yksilöt varmistavat jatkuvan parantamisen mahdollistamisen
	Varmistetaan jatkuvan parantamisen ja päätösten yhteensopivuus
6. Yhteistyö ongelmanratkaisussa	Ihmiset tekevät yhteistyötä jatkuvan parantamisen eteen myös yrityksen sisäisten osastojen välillä
	Ihmiset ymmärtävät ja jakavat kokonaisvaltaisen näkemyksen jatkuvasta parantamisesta
	Ihmiset ovat asiakaslähtöisiä jatkuvan parantamisen toiminnassa
	Jatkuvaan parantamiseen ovat osallisena myös yrityksen partnerit
	Oleellisissa jatkuvan parantamisen aktiviteeteissa on osallisena kaikkien organisaatiotasojen edustajia
7. Jatkuvan parantamisen kehittäminen	Jatkuvan parantamisen kehitystä parannetaan ja mitataan jatkuvasti
	Jatkuvaa parantamista arvioidaan säännöllisesti syklisellä prosessilla
	Mitataan jatkuvaa parantamista säännöllisesti organisaatiotasolla
	Ylempi johto allokoii resursseja jatkuvan parantamisen kehittämiseen
8. Oppiva organisaatio	Ihmiset oppivat negatiivisista ja positiivisista kokemuksista
	Yksilöt etsivät mahdollisuuksia oppimiseen ja itsensä kehittämiseen
	Yksilöt ja ryhmät jakavat oppimaansa kaikilla työntekijätasoilla
	Yritys edesauttaa yksilöiden ja ryhmien oppimista
	Johtajat toimivat niin, että oppiminen on mahdollista
	Ihmisten oppimia asioita voidaan hyödyntää myös muualla yrityksessä
	Osoitetut henkilöt käyttävät yrityksessä organisatorisia mekanismeja hyödyntääkseen opittuja asioita muualla yrityksessä

4.3 Haasteet

Jatkuvasta parantamisesta on tehty vähemmän kirjallista tutkimusta projektipainotteisilla aloilla (Shang & Pheng 2013). Gieskes ja André (2000) luettelevat kolme jatkuvaa parantamista vaikeuttavaa haastetta projektipainotteisilla aloilla:

1. Projektien ainutlaatuinen ja väliaikainen luonne
2. Projektien tapahtuminen työmaalla
3. Kulttuuri, jossa ollaan kiinnostuneita teknisestä näkökulmasta, eikä jatkuvasta parantamisesta.

Ensimmäiseen ja toiseen kohtaan liittyvät esimerkiksi asiat kuten partnerointi ja pitkäaikaiset sopimukset yli projektien. Esimerkiksi, jatkuva parantaminen edellyttää pitkäaikaista ja tiivistä yhteistyötä ja avointa kommunikaatiota. Maturana et al. (2007) mukaan aliurakoinnin suuri suosio aiheuttaa tuotantoketjun pirstoutumista ja tekee siitä monimutkaisemman. Rakennusprojekteissa suurin osa yrityksistä ovat töissä lyhytkestoisilla sopimuksilla, joka on haitaksi jatkuvalle parantamiselle (Josephson & Saukkoriipi 2007). Lessing et al. (2015) mukaan pitkäaikainen partnerointi konsulttien, aliurakoitsijoiden ja toimittajien kanssa on eduksi jatkuvalle parantamiselle. Loogisesti myös yhteistyö pääurakoitsijan omien työntekijöiden välillä on tiiviimpää kuin pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan välillä. Aliurakoinnin lisääntyminen ja tuotantoketjun monimutkaistuminen on haaste tiiviille yhteistyölle, eli myös jatkuvalle parantamiselle.

Haasteena voidaan nähdä myös asiakkaan toivemuutokset projektiin, joka voi pahimmassa tapauksessa muuttaa koko suunnitelmaa ja pidentää projektin valmistumisaikaa. Rakentamisessa muuttuvat myös työolosuhteet projektien välillä. Rakennusprojekteissa vaihtuvat yritykset, ihmiset, kohde, tavoitteet, ratkaisut, riskit. Tällöin standardisointi on haastavampaa lean-rakentamisen mukaisen jatkuvan parantamisen noudattamisessa.

Kohtaan kaksi liittyen, jatkuvan parantamisen haasteita esiintyy esimerkiksi työmaalla työskentelevien keskuudessa. Esimerkiksi Erikssonin (2010) mukaan työntekijöiden osallistuminen kehittämiseen jatkuvan parantamisen kautta on vajaata. Toisaalta Riley ja Clare-Brown (2001) toteavat, että työntekijöille ei

anneta tarpeeksi mahdollisuuksia esittää mielipiteitään. Lisäksi, Dulaimi ja Tanamas (2001) toteavat, että esimerkiksi työntekijöiden koulutus on haaste esimerkiksi tiedonvälittämiseksi, Last Plannerin käytölle ja arvovirtakuvauksen ymmärtämiseksi. Puute kieli- ja lukutaidossa näkyy haasteena ohjeiden antamisessa ja erilaisten taitojen siirtämisessä. Ilman tehokasta ja onnistuvaa kommunikointia on vaikeaa ottaa vastaan esimerkiksi kehitysehdotuksia työntekijöiltä. Last Plannerin kehittämiseksi kommunikaatio on välttämätöntä esimerkiksi PPC:n mittaamisessa (Dulaimi & Tanamas 2001). Ulkomaalaisten työntekijöiden rajallisen koulutuksen ja taidon puutteen takia heillä ei ole valmiuksia tunnistaa esimerkiksi arvovirtakuvaa (Dulaimi & Tanamas 2001). Smythin (2009) mukaan haasteena on myös hiljaisen tiedon siirtyminen työmaalta toiselle, jossa työntekijä kantaa mukanaan omaa tietoaan, jolloin tieto ei päädy suoraan pääurakoitsijalle.

Väätäjän (2016) mukaan kohtaan kolme liittyy esimerkiksi se, että palvelun toimittajat valitaan projektikohtaisesti alimman tarjoushinnan perusteella. Tällöin korostuu lyhyelle aikavälille tavoiteltu kate, mikä ei ohjaa kehitystä eteenpäin. Lisäksi, jatkuvalla parantamisella hyvä suunnittelu on välttämätöntä, joten haasteena on erityisesti rakentamisessa se, miten suunnitelmat tarkentuvat ja tietämys kasvaa projektin edetessä. (Väätäjä 2016)

Standardisointi on tärkeää lean-rakentamisen mukaiselle kehittämiselle. Prosessien standardisoinnin haaste on siinä, että ei ymmärretä suunnittelun tärkeyttä ja työmaalla tehtäviä aktiviteetteja (Aapaoja & Haapasalo 2014). Lisäksi, rakentamisessa standardisointia vaikeuttaa erityisesti se, että rakennusprojekteja ja ratkaisuja pidetään ainutlaatuisina, suunnittelijat eivät ymmärrä standardisoinnin tuomia etuja, sekä suunnitteluprosessit eivät tue standardisoituja tuotteita. (Aapaoja & Haapasalo 2014) Standardisoinnin ja jatkuvan parantamisen eduksi on myös luotettava tiedonkeruu työmaalta. Grenzfurtnerin ja Gronaltin (2021) mukaan tuottavuuden ja laadun arviointi on osoittautunut haastavaksi tilanteissa, jossa työmaalla on ollut käytössä epäsoivia tiedonkeruumenetelmiä.

Lean-rakentamisessa pääurakoitsijalle keskeinen haaste on myös esimerkiksi Last Plannerin ja tahtituotannon käyttöönotto, jolloin rakentamisen rakenne muuttuu. Käyttöönotto vaikuttaa esimerkiksi sopimusten noudattamiseen,

yhteistyöhön, informaation kulkuun, tuotannosuunnitteluun ja valvontaan. Toisaalta Viana et al. (2010) sekä Lindhard ja Wandahl (2013) mukaan moni urakoitsija ottaa käyttöön vain valikoituja osia esimerkiksi Last Plannerista. Osittain käytetty Last Planner voi olla keskeinen este paremmalle tuottavuudelle (Lindhard & Wandahl 2013). Vain osittain käytetyt menetelmät siis vaikeuttavat niin jatkuvan parantamisen menetelmien käyttöä, kuin myös itse lean-rakentamisen käyttöönottoa.

5. YHTEENVETO

Rakennusprojektissa pääurakoitsijan tehtävänä on viedä työmaa alusta loppuun hallitusti. Jatkuvan parantamisen merkitys onkin tärkeässä osassa rakennusprojektia, jotta voidaan korjata ja ehkäistä rakentamisen aikana tapahtuvia virheitä, parantaa laatua, sekä varmistaa tulevien projektien onnistuminen. Hyvin toteutetulla jatkuvalla parantamisella voidaan varmistaa parempi tuottavuus.

Jatkuvan parantamisen toteuttamisessa on kuitenkin vielä ongelmia. Suurimpia haasteita ovat rakentamisen muuttuvat olosuhteet projektiluonteisessa ympäristössä, kulttuurillinen vastus muutokselle ja haluttomuus osallistua aktiivisesti jatkuvan parantamisen aktiviteetteihin. Haasteet ovat siis hyvinkin perusluonteisia. Toisaalta haasteita ovat myös aliurakoinnin lisääntyminen, työntekijöiden puutteellinen koulutus ja heikko tiedonvälitys. Haasteita esiintyy siis esimerkiksi tilanteissa, joissa pää- ja aliurakoitsija ei pääse yhteisymmärrykseen sopimuksellisissa tai aikataulullisissa asioissa. Haasteet ovat siis lähtökohtaisesti sellaisia, jotka ovat yleisiä rakennusalalla jo valmiiksi.

Jatkuvan parantamisen filosofian integrointi pääurakointiin ei ole helppoa, vaan se vaatii resursseja. Jatkuvan parantamisen toimimiseksi, on jokaisen projektin osapuolen osallistuttava jatkuvan parantamisen toimintaan. Onnistunut jatkuva parantaminen edellyttää tiivistä, jatkuvaa ja säännöllistä yhteistyötä ja kommunikointia eri osapuolten välillä. Lean-rakentamisessa työntekijät ja eri rakennusprojektin osapuolet on perehdytettävä lean-menetelmien käyttöön ja tarkoitukseen, jotta työntekijöillä olisi käsitys siitä, mikä on jatkuvan parantamisen merkitys pääurakoinnissa.

Tutkitun aineiston perusteella parhaimmiksi tavoiksi jatkuvan parantamisen filosofian hyödyntämiseksi pääurakoinnissa osoittautui kolme keinoa. 1) Eri lean-menetelmien tehokas käyttäminen, sillä menetelmät tukevat jatkuvaa parantamista ja näin automaattisesti helpottaa jatkuvan parantamisen kulttuurin tuomista työympäristöön. 2) Tiivis yhteistyö pää- ja aliurakoitsijan välillä. Aliurakoinnin lisääntyminen monimutkaistaa projektinhallintaa, näin tuoden lisää haasteita esimerkiksi tehokkaalle yhteistyölle. 3) Ihmisten välinen kunnioitus ja

avoin kommunikointi. Tämä mahdollistaa sujuvan tiedonvaihdon osapuolten välillä ja antaa työntekijöille edellytyksen tehdä kehitysehdotuksia.

Jatkuvan parantamisen voidaan siis todeta jakautuvan kahteen osaan: työkuultuuriin ja ihmisiin eli johdon, työntekijöiden ja yksilön kehitykseen, sekä tuotantoon eli standardisoiuihin prosesseihin ja niiden kehittämiseen. Johdon ja työntekijöiden on ymmärrettävä jatkuvan parantamisen merkitys yrityksessä ja tunnettava työmaalla käytettävät lean-rakentamisen menetelmät. Jatkuvan parantamisen toimimisen varmistamiseksi, sitä on tapahduttava jokaisella tasolla niin yksilöillä, ryhmissä, kuin myös rakennusprojektin eri standardisoiduissa prosesseissa.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin jatkuvan parantamisen näkymistä pääurakoinnissa tuotannon ja lean-rakentamisen näkökulmasta. Koska tutkimuksessa ei otettu huomioon hankkeen suuruutta tai urakkamuotoja, voisi jatkotutkimuksia kohdistaa erisuuruisiin hankkeisiin tai tiettyyn urakkamuotoon, esimerkiksi allianssimalliin. Mielenkiintoisia näkökulmia jatkuvan parantamisen tutkimiseen voisi löytyä sen ongelmista, esimerkiksi aliurakoitsijan tärkeästä roolista jatkuvan parantamisen toteuttamisessa hankkeessa.

LÄHTEET

Aapaoja, A. & Haapasalo, H., 2014, June. The challenges of standardization of products and processes in construction. In *Proceedings of the 22nd Annual Conference of the International Group for Lean* (pp. 983-993).

Ahmed, S., Hossain, M.M. and Haq, I. (2021), "Implementation of lean construction in the construction industry in Bangladesh: awareness, benefits and challenges", *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, Vol. 39 No. 2, pp. 368-406.

Bae, J.W. and Kim, Y.W., 2008. Sustainable value on construction projects and lean construction. *Journal of green building*, 3(1), pp.156-167.

Ballard, Herman Glenn (2000). The last planner system of production control. University of Birmingham. Ph.D.

Bessant, J., Caffyn, S. & Gallagher, M., 2001. An evolutionary model of continuous improvement behaviour. *Technovation*, 21(2), s. 67–77.

Bessant, J., Caffyn, S., Harding, R. & Webb, S., 1994. Rediscovering continuous improvement. *Technovation*, 14 (1), s. 17-29

Desai, A.E. and Shelat, M.J., 2014. Value stream mapping as a lean construction tool—a case study. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, ISSN, pp.2278-0181.

Dulaimi, M.F. and Tanamas, C., 2001. The principles and applications of lean construction in Singapore. *9th International Group for Lean Construction*.

Eriksson, P. (2010), "Improving construction supply chain collaboration and performance: a lean construction pilot project", *Supply Chain Management*, Vol. 15 No. 5, pp. 394-403. <https://doi.org/10.1108/13598541011068323>

Eriksson, P.E., 2009. A case study of partnering in lean construction. In *Nordic Conference on Construction Economics and Organisation: 10/06/2009-12/06/2009* (Vol. 1). University of Reykjavik.

Falak, J., Kunjan, M., Nagaraju, D. and Narayanan, S., 2020. Evaluation of continuous improvement techniques using hybrid MCDM technique under fuzzy environment. *Materials Today: Proceedings*, 22, pp.1295-1305.

Fulton, A. (2021). *What is the Last Planner System*. Saatavissa (viitattu 10.01.2023): <https://leandesignconstructionblog.com/what-is-the-last-planner-system/>

- Gibb, A.G.F and Isack, F. (2001), "Client drivers for construction projects: implications for standardization", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 8 No. 1, pp. 46-58. <https://doi.org/10.1108/eb021169>
- Gieskes, J.F.B. & André, M., 2000. Infrastructure under construction: continuous improvement and learning in projects. *Integrated Manufacturing Systems*, 11 (3), s. 188– 198.
- Grenzfurter, W. & Gronalt, M. (2021), "Continuous improvement of the industrialised housebuilding order fulfilment process", *Construction Innovation*, Vol. 21 No. 1, pp. 22-39. <https://doi.org/10.1108/CI-10-2019-0115>
- H, Smyth (2010) Construction industry performance improvement programmes: the UK case of demonstration projects in the 'Continuous Improvement' programme, *Construction Management and Economics*, 28:3, 255-270, DOI: 10.1080/01446190903505948
- D. Heigermoser, B.G. de Soto, E.L.S. Abbott and D.K.H. Chua
Construction, 104 (2019), pp. 246-254
- Hiwale, A., Wagh, A., Waghmare, V., Khairnar, D., Champanerkar, S. and Mane, P., 2018. Effectiveness of 5s implementation in lean construction (commercial building construction project). *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 6(6), pp.62-65.
- Imai, M. (1986) *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill Education, New York.
- Jha, S., Noori, H. & Michela, J., 1996. The dynamics of continuous improvement. *International Journal of Quality Science*, 1 (1), s. 19–47.
- Josephson, P., & Saukkoriipi, L. (2007). Waste in construction projects: call for a new approach.
- Juergensen, T. (2000), *Continuous Improvement: Mindsets, Capability, Process, Tools and Results*, The Juergensen Consulting Group, Inc., Indianapolis, IN.
- Kalsaas, B. T. , Gundersen, M. & Berge, T. O. 2014, 'To Measure Workflow and Waste. A Concept for Continuous Improvement ' In: Kalsaas, B. T., Koskela, L. & Saurin, T. A., *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Oslo, Norway, 25-27 Jun 2014. pp 835-846
- Koskela, L., 1992. *Application of the new production philosophy to construction* (Vol. 72). Stanford: Stanford university.
- Lasa, I. & Laburu, C. & Vila, R. (2008). An evaluation of the value stream mapping tool. *Business Process Management Journal*. 14. 39-52. [10.1108/14637150810849391](https://doi.org/10.1108/14637150810849391).
- Latham, S.M., 1994. *Constructing the team*.

Lessing, J. (2006), Industrialised house-building: Concept and Processes, Licentiate Thesis, Lund University.

Liker, J. K., and David Meier. 2006. *Toyota Way Fieldbook*. 1st ed. New York: McGraw-Hill Education.

Liker, J. K. (2004) *The Toyota way : 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill.

Liker, J. K. (2020) *The Toyota Way, Second Edition: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer, 2nd Edition*. McGraw-Hill.

Lindhard, S.M. and Wandahl, S., 2013. Improving onsite scheduling: Looking into the limits of the last planner system. *The Built & Human Environment Review*, 6, pp.46-60.

Li, S. , Fan, M. & Wu, X. 2019, 'Lean Construction Techniques and Individual Performance' In:, *Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*. Dublin, Ireland, 3-5 Jul 2019. pp 1469-1478

Maturana, S., Alarcón, L.F., Gazmuri, P. and Vrsalovic, M., 2007. On-site subcontractor evaluation method based on lean principles and partnering practices. *Journal of Management in Engineering*, 23(2), pp.67-74.

M. Kozlovská and D. Klosova 2022 *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* **1252** 012044

Murray, M., 2008. Rethinking construction: the egan report (1998). *Construction reports 1944*, 98, pp.178-195.

Ōno, T. (1988) *Toyota production system: beyond large-scale production*. 1st edition. Cambridge, Mass: Productivity Press.

Pheng, L & Fang, T. (2005). Modern-day lean construction principles: Some questions on their origin and similarities with Sun Tzu's Art of War. *Management Decision*. 43. 523-541. 10.1108/00251740510593530.

Poppendieck, M., 2011. Principles of lean thinking. *IT Management Select*, 18(2011), pp.1-7.

Riley, M.J. & Clare-Brown, D.. (2001). Comparison of Cultures in Construction and Manufacturing Industries. *Journal of Management in Engineering - JMANAGE ENG*. 17. 10.1061/(ASCE)0742-597X(2001)17:3(149).

Sacks, R., Treckmann, M. and Rozenfeld, O., 2009. Visualization of work flow to support lean construction. *Journal of construction engineering and management*, 135(12), pp.1307-1315.

Salem, O. & Solomon, J. & Genaidy, A. & Luegring, M. (2005). Site implementation and assessment of lean construction techniques. *Lean Construction Journal*. 2.

Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A. and Minkarah, I., 2006. Lean construction: From theory to implementation. *Journal of management in engineering*, 22(4), pp.168-176.

Salem, O & Zimmer, E 2005, 'Application of lean manufacturing principles to construction', *Lean Construction Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 51-54.

Salomäki, R. 2003. Hyödynnä SPC. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Schwaber, K. (2002). *Agile Software Development with Scrum*. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.

Sendil Kumar, C., Panneerselvam. (2007) R. Literature review of JIT-KANBAN system. *IntJ Adv Manuf Technol* 32, 393-408.

Shang, G. & Pheng, L. (2013). Understanding the application of Kaizen methods in construction firms in China. *Journal of Technology Management in China*. 8. 10.1108/JTMC-03-2013-0018.

Shewhart, W.A. and Deming, W.E., 1986. *Statistical method from the viewpoint of quality control*. Courier Corporation.

Singh, J. and Singh, H. (2015). "Continuous improvement philosophy – literature review and directions", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 22 No. 1, pp. 75-119. <https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2012-0038>

Smyth, H.J. and Edkins, A.J. 2007. Relationship management in the management of PFI/PPP projects in the UK. *International Journal of Project Management*, 25(3): 232–40.

Smyth, H.J. and Pryke, S.D. 2008. *Collaborative Relationships in Construction: Developing Frameworks and Networks*, Oxford: Wiley-Blackwell.

Soliman, M., 2020. Jidoka: The Toyota Principle of Building Quality into the Process. *Book, ISBN-13*, pp.979-8697749449.

Stehn, L. and Höök, M., 2008. Lean principles in industrialized housing production: the need for a cultural change. *Lean Construction Journal*, pp.20-33.

Svalestuen, F., Knotten, V., Lædre, O., Drevland, F. and Lohne, J., 2017. Using building information model (BIM) devices to improve information flow and collaboration on construction sites.

Thangarajoo, Y. and Smith, A., 2015. Lean thinking: An overview. *Industrial Engineering & Management*, 4(2), pp.2169-0316.

Tillmann, P., Ballard, G. and Tommelein, I., 2014, June. A mentoring approach to implement lean construction. In *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC* (pp. 1283-1293).

Tommelein, I. D. & Emdanat, S. 2022, 'Takt Planning: An Enabler for Lean Construction' In:., *Proc. 30th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*. Edmonton, Canada, 27-29 Jul 2022. pp 866-877

Viana, Daniela & Mota, Bruno & Formoso, Carlos & Echeveste, Marcia & Peixoto, Marjana & Rodrigues, Caroline. (2010). A survey on the last planner system: Impacts and difficulties for implementation in brazilian companies.

Väätäjä, V., 2016. Jatkuva parantaminen suomalaisissa rakennusalan yrityksissä. *Diplomityö. Oulun yliopisto*.

Womack, J., & Jones, D. (1997). Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*

Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. (2007) *The machine that changed the world : how lean production revolutionized the global car wars*. New ed. London: Simon & Schuster.

Zahraee, S.M., Esrafilian, R., Kardan, R., Shiwakoti, N. and Stasinopoulos, P., 2021. Lean construction analysis of concrete pouring process using value stream mapping and Arena based simulation model. *Materials Today: Proceedings*, 42, pp.1279-1286.