

Aalto-yliopisto  
Insinöörیتieteiden korkeakoulu  
Maanmittaustieteiden laitos  
Kiinteistötalouden tutkinto-ohjelma

## **Lean-rakentamisen käyttöönotolla saavutettavat hyödyt rakentamisen toimialalla**

Kandidaatintyö

28.9.2011

**Antti Säynätkari**

AALTO-YLIOPISTO TEKNILLINEN KORKEAKOULU PL 11000, 00076 AALTO http://www.aalto.fi	KANDIDAATINTYÖN TIIVISTELMÄ	
Tekijä: Antti Pekka Ilari Säynätkari		
Työn nimi: Lean-rakentamisen käyttöönotolla saavutettavat hyödyt rakentamisen toimialalla		
Tutkinto-ohjelma: Kiinteistötalous		
Pääaine: Kiinteistöjohtaminen	Pääaineen koodi: M3003	
Vastuupettaja: Professori Arvo Vitikainen  Ohjaaja: Tutkija Tuuli Luoma		
<p>Japanissa ennen toista maailmansotaa päivänvalon nähnyt lean-oppi on edesauttanut kehittäjänsä Toyotan nousua maailman suurimmaksi autonvalmistajaksi. Autonvalmistuksessa ja muussa perinteisessä tehdastuotannossa käyttökelpoisuutensa osoittanut lean-ajattelu on levinnyt viime vuosikymmeninä lukuisille muillekin toimialoille, mukaan lukien esimerkiksi ohjelmistokehityksen ja terveydenhoidon. 90-luvun alussa tutkija Lauri Koskela lanseerasi termin <i>lean-rakentaminen</i> (engl. <i>lean construction</i>) ja antoi täten alkusysäyksen lean-opin soveltamiselle rakennusalalla. Kahden viimeisen vuosikymmenen aikana lean-rakentaminen on kehittynyt ja laajentunut kattamaan lähes tulkoon kaikki rakentamiseen liittyvät toiminnot.</p> <p>Pyrin tässä paperissa kirjallisuustutkimuksen keinoin osoittamaan lean-rakentamisen mukanaan tuomat hyödyt rakennustuotannossa, työturvallisuudessa ja työskentelykulttuurissa. Valitsin edellä mainitut kolme aihepiiriä, koska niistä löytyy sekä akateemista tutkimusta että Skanska Oy:n konkreettisia sovelluksia, jotka tuovat käytännönläheisempää perspektiiviä teoreettisen pohdiskelun rinnalle.</p> <p>Tutkimuksessa havaittiin, että erityisesti rakennustuotannon suunnitteluun kehitetty <i>Last Planner System</i> on erinomainen työkalu työmaan tehokkuuden ja luotettavuuden parantamiseen. Työmaiden työturvallisuutta voidaan parantaa lean-opin mukaisilla toimenpiteillä; esimerkiksi Skanskan Suomen työmaiden tapaturmataajuus laski viidessä vuodessa noin 85 prosenttia. Myös tutkimukseni kolmatta aihepiiriä eli työskentelykulttuuria voidaan kehittää lean-rakentamisen avulla. Rakennusalalla on tyypillisesti muodostettu eri alojen asiantuntijoista koostuvia projektitiimejä, ja juuri sellaisessa ympäristössä lean-opin osallistava luonne tehostaa toimintaa ja kannustaa jatkuvaan parantamiseen. Tutkimukseni kykeni siis osoittamaan lean-rakentamisen hyödyllisyyden ainakin näillä kolmella sovellusalueella.</p>		
Päivämäärä: 28.9.2011	Kieli: Suomi	Sivumäärä: 23
Avainsanat: lean-rakentaminen, hyödyt, rakennustuotanto, työturvallisuus, työskentelykulttuuri		



# Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	1
1.1	Tausta .....	1
1.2	Tavoite .....	2
1.3	Menetelmä .....	2
1.4	Rakenne .....	3
2	Rakennustuotanto .....	4
2.1	Last Planner System.....	4
2.1.1	Last Planner System työkaluna .....	5
2.1.2	Last Planner Systemin havaitut hyödyt .....	6
2.2	Last Planner System Skanskan työmailla .....	7
2.2.1	Last Planner System työkaluna Skanskassa .....	8
2.2.2	Last Planner Systemin havaitut hyödyt Skanskassa .....	9
3	Työturvallisuus.....	12
3.1	5S-järjestelmä .....	12
3.2	Työturvallisuus Skanskassa .....	13
4	Työskentelykulttuuri .....	16
4.1	Toimeenpano organisaatiossa .....	16
4.2	Jatkuva parantaminen .....	16
4.3	Lean-kulttuuri Skanskassa .....	17
5	Johtopäätökset ja yhteenveto.....	19
5.1	Tutkimuksessa havaitut hyödyt .....	19
5.2	Tutkimuksen arviointi.....	19
	Lähteet .....	21

# 1 Johdanto

Tässä luvussa käyn lyhyesti lävitse lean-rakentamisen tausta-ajatuksia ja historiaa. Esitän myös tutkimukseni tavoitteen asettamalla tutkimuskysymyksen ja rajaamalla tutkimusalueen.

## 1.1 Tausta

Tehokkuuden parantaminen on tavoite, johon kaikki voittoa tavoitteleva tuotanto tähtää. Viime vuosisadan alussa tehokkuuden parantaminen tarkoitti käytännössä pienimmän mahdollisen yksikköhinnan tavoittelua, mikä johti massatuotannon suosimiseen teollisuudessa. Ajan henki oli hyvin tayloristinen ja tuotantolinjat valmistivat tehokkaasti uusia tuotteita. Japanissa kuitenkin huomattiin, että tämä tehokkuus oli usein vain näennäistä, vaikka tosiasiaa ylituotanto kätki sisäänsä huomattavan paljon hukkaa. Tähän ongelmakohtaan Toyotan insinöörit tarttuivat toista maailmansotaa edeltävässä Japanissa.

Toyota siirtyi 1930-luvulla tekstiiliteollisuudesta autoteollisuuteen, ja se toi mukanaan uusia haasteita. Kiichiro Toyoda oli kehittänyt Toyotalle oman, perinteisistä tuotantolinjoja koskevista opeista jalostetun tuotantojärjestelmän. Sen keskiössä oli jatkuvan parantamisen (jap. *kaizen*) kulttuuri, jota pidettiin yllä niin kutsuttujen laatupiirien avulla. Toyotalla nähtiin jokaisessa työvaiheessa epätehokkuutta, hukkaa (jap. *muda*). Tuolloin tunnistettiin ja nimettiin seitsemän hukan perustyyppiä: siirtäminen, välivarastot, siirtyminen, odottaminen, ylituotanto, ylijalostaminen ja virheet. (Liker 2004.)

Toisen maailmansodan jälkeen Toyota otti mallia yhdysvaltalaisista ruokakaupoista, jotka toimivat imuohjauksella (engl. *pull*) perinteisen työntöohjauksen (engl. *push*) sijaan. Tehdastuotannossa tämä tarkoittaa sitä, että osia ei valmisteta ennen kuin seuraava työvaihe niitä tarvitsee. Täten muun muassa vältetään tarve välivarastointiin, joka kuluttaa resursseja ja vie arvokasta tilaa. Toyotan insinööri Taiichi Ohno kehitti tuotantoa edelleen ja valoi perustukset koko organisaation kattavalle toimintajärjestelmälle, joka ottaa huomioon tuotannon lisäksi työkuultuuriin liittyvät seikat. Tämä järjestelmä nimettiin *Toyota Production Systemiksi* (TPS) (Ohno 1988). TPS voidaan nähdä lean-ajattelun ensimmäisenä konkreettisenä sovelluksena, johon kaikki nykyaikaiset leanin sovellusalueet jollain tasolla pohjautuvat. (Liker 2004.)

Yksinkertaistetusti voidaan sanoa, että lean-oppi tavoittelee hyvän laadun, halvan hinnan ja pitävän aikataulun yleisesti mahdollisena pidettyä kolminaisuutta. Erityisesti rakennusalalla on havaittavissa hinnan ja laadun välillä vallitseva vaihtokauppatilanne – ja edellä mainituista tekijöistä riippumatta aikataulusta lipsutaan hyvin usein. Lean-oppi vaikuttaisi siis täydelliseltä keinolta parantaa rakennusalan alati hupenevia katteita. Rakennusalalla vallitsi kuitenkin – ja vallitsee osittain edelleen – erikoinen harhaluulo siitä, että tehtaiden tehokkuuden parantamiseen kehitettyä lean-oppia ei voi soveltaa rakentamiseen, koska tehtaiden massatuotannossa valmistetaan jatkuvasti valtava määrä samankaltaisia osia, kun taas kertaluontoinen rakennusprojekti on aina enemmän tai vähemmän ainutlaatuinen tapaus (Howell 1999).

Syvemmillä tarkastelulla yhtäläisyyksiä näiden kahden kovin erilaisen alan välillä kuitenkin löytyy. Toyotan alkuperäinen lean-perustainen tuotantojärjestelmä Toyota Production System (Ohno 1988) pyrkii vähentämään materiaalien tarpeetonta siirtelyä

ja karsimaan turhia työvaiheita; samaa voidaan tavoitella rakennustyömaallakin. Rakennustarvikkeiden väliavarastointi kuluttaa resursseja, ja huonosti suunniteltu työvaihe voi aiheuttaa vakavia aikataulullisia, kustannuksellisia tai laadullisia ongelmia. Myös työn jaksottaminen on olennaisessa osassa sekä tehdas- että rakennustuotannossa; edeltävän työvaiheen lopputuotteella – oli se sitten auton ovi tai betonivalu – on valtava merkitys seuraavan työvaiheen onnistumisen kannalta. Jos ovi on väärä tai betonivalu ei valmistu ajallaan, on seuraavan vaiheen suorittaminen mahdotonta. Tästä valossa näyttää selvältä, että tehdastuotannossa (mm. Detty & Yingling 2000) ja sen lisäksi esimerkiksi ohjelmistokehityksessä (mm. Middleton 2002) hyödyllisyytensä osoittanut lean-ajattelu voisi parantaa myös rakennusprojektien toimivuutta.

Lean-ajattelun soveltamista rakennusalalle ryhdyttiin pohtimaan 1990-luvun alussa. Lean-rakentamisen (engl. *lean construction*) suurimpana pioneerina voidaan pitää Lauri Koskela, joka arvokkaan tutkimustyönsä lisäksi oli perustamassa *International Group for Lean Construction* -järjestöä (IGLC) ja organisoimaan kyseessä olevan ryhmän ensimmäisen konferenssin vuonna 1993. Merkittävää osaa on näytellyt myös Glenn Ballard, joka muun muassa kehitti lean-rakentamisen laajimmalle levinneen työkalun, *Last Planner Systemin*. Viimeisen kahdeksantoista vuoden aikana lean-rakentaminen on kehittynyt ja laajentunut käsittämään lähestulkoon kaikki rakennusalan toiminnot suunnittelun koordinoinnista työmaakulttuuriin. Erityisen vahvasti lean-rakentaminen vaikuttaa muun muassa USA:ssa, Isossa-Britanniassa, Australiassa, Perussa, Brasiliassa, Chilessä, Suomessa ja Tanskassa. Koska – kuten tutkimuksessani aion osoittaa – lean-rakentaminen tuo huomattavaa hyötyä rakennusalan yrityksille, se on jatkuvasti kasvattanut suosiotaan myös edellä mainittujen maiden ulkopuolella (ks. esim. Alsehaimi ym. 2009).

## 1.2 Tavoite

Tässä tutkimuksessa pyrin kartoittamaan muutamia lean-rakentamisen nykyisistä sovelluskohteista ja analysoimaan näiden toimintatapojen tuottamaa hyötyä. Koska tavoitteena on tarkastella hyötyjä, jätän lean-rakentamisen mahdolliset heikkoudet enimmäkseen huomioimatta. Tutkimuskysymykseni on:

### **Mitä hyötyjä lean-rakentamisen avulla voidaan saavuttaa?**

Yllä oleva kysymys mahdollistaa laajuudeltaan jopa diplomityötä vastaavan tutkimuksen, joten olen kandidaatintyölle asetetuissa puitteissa pysyäkseen pakotettu rajaamaan aihealuetta. Tutkimuskysymykseni ei käsittele kaikkia lean-rakentamisen osa-alueita, vaan valitsin vaihtoehtojen laajasta kirjosta kolme aihepiiriä: *tuotanto*, *työturvallisuus* ja *työskentelykulttuuri*. Kutakin osa-aluetta käsittelevässä luvussa esittelen aiheen, sekä nykytutkimuksen että Skanska Oy:n näkökulmasta, ja analysoin mahdolliset hyödyt. Päädyin yllä mainittuun rajaukseen, koska kustakin aihepiiristä oli saatavilla kattavasti tutkimustietoa. Skanskassa on myös sovellettu kaikkia kolmea aihepiiriä, joten sain kuhunkin lukuun konkreettisemmän näkökulman teoreettisen osuuden rinnalle.

## 1.3 Menetelmä

Tutkimukseni perustuu pääasiallisesti elektroniseen, vapaasti saatavilla olevaan lähdemateriaaliin, kuten esimerkiksi International Group for Lean Constructionin (IGLC) konferenssipapereihin. Kirjoitetun akateemisen sanan lisäksi käytän hyväkseni Skanska Oy:n käyttöön räätälöimää tulkintaa lean-rakentamisesta. Skanskan toimintatapojen

analysointi antaa teoreettisen pohdiskelun rinnalle konkreettisen esimerkin siitä, miten suuri rakennusyritys voi omaksua lean-ajattelun ja hyötyä siitä. Aineiston valinnassa on preferoitu tuoreinta mahdollista materiaalia. Luotettavuuden kannalta on kuitenkin oleellista, että papereissa esiintyvät teoriat ovat vakiintuneita ja muidenkin tutkijoiden hyväksymiä. Tästä – ja tutkimukseni rajallisesta laajuudesta – johtuen olen käyttänyt lähteinä myös paljon vanhaa aineistoa, koska esimerkiksi Glenn Ballardin varhaisemmat tekstit antavat riittävän kattavan kuvan lean-rakentamisesta keskittymättä liikaa nyansseihin.

## **1.4 Rakenne**

Olen jakanut varsinaisen tutkimukseni neljään lukuun. Luvuissa 2–4 tarkastelen lean-rakentamisen soveltamiskohteita kolmen eri aihepiirin näkökulmasta; kullekin on omistettu oma lukunsa. Jokainen luku on puolestaan jaettu mielestäni tarkoituksenmukaisiin kappaleisiin ja edelleen mahdollisimman johdonmukaisiin alaosiin. Edellä mainittujen lisäksi esittelen tekemäni johtopäätökset ja vedän tutkimuksen lyhyesti yhteen luvussa 5.

## 2 Rakennustuotanto

Tässä luvussa esittelen lean-rakentamisen soveltamista rakennustuotannossa ja työmaan toiminnassa yleisemmin. Tämän lisäksi nostan esille työturvallisuuskulman, jota eittämättä pidetään nyky maailmassa korkeassa arvossa. Esittelen kummastakin aihepiiristä yhden laajassa käytössä olevan työkalun ja arvioin niiden tuottamia hyötyjä. Saadakseni hieman konkreettisempaa perspektiiviä aihealueeseen, esitän alan tutkimukseen pohjautuvan tekstin tueksi Skanska Oy:n tulkinnan lean-rakentamisesta.

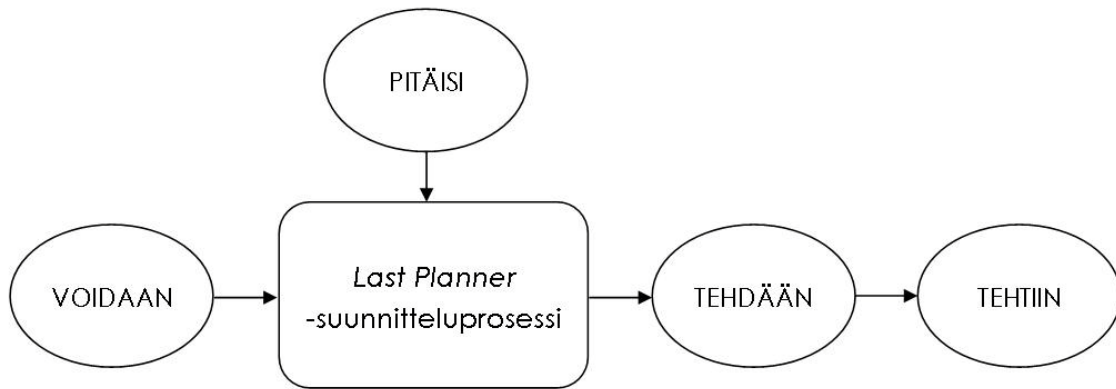
Lean-rakentamisen käyttöönoton ensimmäinen vaihe on tyypillisesti ollut sen soveltaminen ydintoimintaan eli rakentamiseen. Työmaajohtamisen kehittäminen on luonnollinen vaihtoehto, ja sen vaikutukset näkyvät nopeasti (ks. esim. Alarcón ym. 2005). Työmaiden tehokkuutta ja luotettavuutta voidaan parantaa verrattain yksinkertaisillakin lean-rakentamisen mukaisilla työkaluilla, mutta täydellisen lean-ajattelun omaksuminen vaatii kokonaisvaltaisempaa lähestymistapaa. Tässä luvussa keskityn konkreettisiin toimenpiteisiin, ja luvussa 5 paneudun tarkemmin lean-rakentamisen sosiaaliseen puoleen.

### 2.1 Last Planner System

Työn suunnittelulla on luonnollisesti valtavan suuri merkitys laadun, kustannusten sekä aikataulun kannalta. Rakennusprojekteissa suuret ja pitkällä aikavälillä merkittävät päätökset tehdään rakennuttaja- ja suunnittelijatasolla, mutta käytännön ratkaisuista päättää kuitenkin useimmiten työmaajohto. Heidän päätöksensä ovat lyhyen ajanjakson, usein enimmillään viikon tai kaksi, kattavia konkreettisia määräyksiä, joissa esitetään vastaukset kysymyksiin kuka, mitä, missä ja milloin. Näiden detaljitason määräysten antajia kutsutaan *last plannereiksi*. (Ballard 1994.)

Glenn Ballardin kehittämä *Last Planner System* (LPS) keskittyy työn suunnittelun ja ohjaamisen parantamiseen. Sen tärkein oivallus on saada tuotannosta viime kädessä päättävät työnjohtajat mukaan suunnitteluprosessiin. Näin ollen heidän tietotaitoansa voidaan hyödyntää koko suunnitteluprosessin ajan ja reaaliaikaisen informaation kulku paranee. Lean-opin mukaisesti LPS:n tavoitteena on myös parantaa projektin *virtausta* (engl. *flow*), jolla tässä kontekstissa tarkoitetaan eri työvaiheiden sujuvaa yhteensovittamista, ja esimerkiksi materiaalitoimitusten myöhästymisestä johtuvan hukan vähentämistä (Koskela 1992, s. 38). Kuten kuvasta 1 nähdään, yksinkertaisimmillaan LPS:n idea voidaan tiivistää seuraavasti: *pitäisi-voidaan-tehdään-tehtiin* (engl. *should-can-will-did*) (Ballard 2000a, s. 3-1). Toisin sanoen: tiedämme mitä *pitäisi* tehdä, selvitämme mitä *voimme* tehdä, *teemme* soveliaat tehtävät ja lopuksi analysoimme työt, jotka *teimme*. (Ballard 1994.)





Kuva 1 – Last Planner Systemin toimintaidea yksinkertaistettuna (mukailtu: Ballard 1994, s. 3)

### 2.1.1 Last Planner System työkaluna

Lean-ajattelussa korostetaan hukan poistamista, ja yksi tie siihen on työvaiheiden saumaton yhteensovittaminen. Jotta se olisi mahdollista, tarvitaan limittyviä ja joustavia suunnitelmia. LPS:n perinteiseen malliin kuuluu kolme suunnittelutasoa: (1) vaihe-, (2) ennakko- ja (3) viikkosuunnittelu (engl. *phase*, *lookahead* ja *weekly planning*). Tämän lisäksi joustava yleissuunnitelma (engl. *master plan*) helpottaa alempien suunnitelmien toteuttamista. Kaikki edellä mainitut tasot ovat osittain päällekkäisiä, ja lean-rakentamisen oppien mukaisesti suunnitelmien tekemiseen osallistuvat kaikki asiaan kuuluvat henkilöt, jotta mahdollisimman paljon tarpeellista tietoa saadaan käyttöön heti suunnitteluprosessin alkumetreillä. Positiivisena sivuvaikutuksena suunnitteluprosessiin osallistuminen sitouttaa kaikki osapuolet paremmin; tämä vaikutus voidaan nähdä miltei välittömästi LPS:n käyttöönoton jälkeen – jopa maissa, joissa lean-rakentaminen on kokonaan uusi käsite (ks. esim. Alsehami ym. 2009, s. 2 ja 8). (Ballard 1994; 2000a.)

Lean-rakentamisessa yleissuunnitelman tavoitteena on asettaa karkeat raamit työmaan koko toiminta-ajalle sekä sijoittaa välitavoitteita prosessin varrelle. Välitavoitteet toimivat eräänlaisina virstanpylväinä, jotka ohjaavat alempien tasojen suunnitelmia. Yleissuunnitelma itsessään ei ole uusi konsepti, mutta sen merkitys LPS:n onnistumisen kannalta on suuri. Yksi ero perinteisen ja lean-rakentamisen mukaisen suunnitelman välillä on se, että LPS:n yleissuunnitteluun osallistuu useimmiten työmaan ylimmän johdon lisäksi myös rakennuttaja ja suunnittelijoiden edustaja. Tämän lisäksi LPS-yleissuunnittelu hyväksyy sen tosiasian, että aikataulut tulevat väistämättä muuttumaan rakennusprosessin edetessä, ja välttää siksi liiallista tarkkuutta. Yleissuunnitelma ei siis ole staattinen tai ehdoton aikataulu, vaan sen asettamia välitavoitteita voi ja pitää arvioida uudelleen reaaliaikaisen informaation valossa. (Ballard 2000a.)

Vaihesuunnittelu toimii linkkinä yleissuunnitelman ja detaljitason suunnitelmien välillä. Yksi ”vaihe” on yleissuunnitelmassa selkeästi määritelty osa-alue, esimerkiksi työmaan valmistelu tai seinäelementtien asentaminen. Suunnittelun lähtökohtana on kaikkien asiaan kuuluvien tahojen, myös aliurakoitsijoiden, osallistuminen prosessiin. Tyypillisesti vaihesuunnittelu aloitetaan yleissuunnittelussa määrittelystä välitavoitteesta, josta kukin osapuoli lähtee arvioimaan työvaiheidensa ajoittumista ja kestoja nykyhetkeä kohti. Vaihesuunnittelu tehdään siis ”takaperin”. On ensiarvoisen tärkeää, että vaihesuunnittelussa pääsevät vaikuttamaan kaikki työmaalla työskentelevät tahot, jotta töiden päällekkäisyyksistä aiheutuvat haitat voidaan tunnistaa varhaisessa vaiheessa. Työt

sommitellaan siten, että työmaan virtaus on mahdollisimman estotonta. Ylijäävä aika voidaan allokoida puskureiksi vaikeille työvaiheille, joista saattaa muodostua pullonkauloja. (Ballard 2000b.)

LPS:n keskeisenä tavoitteena on myös tunnistaa rakentamisprosessia koskevat realiteetit. Ennakkosuunnittelu toimii vaihesuunnittelun ohella työkaluna, jolla voidaan muuntaa koko projektia koskevan yleisaikataulun tavoitteet lyhyemmän aikavälin tavoitteiksi (Ballard 1997). Varsinkin isoissa ja monimutkaisissa projekteissa aikataulu elää koko ajan uuden informaation myötä, joten on tärkeää pystyä säätämään aikataulua uusia realiteetteja vastaavaksi. Käytännössä ennakkosuunnittelussa siis verrataan ylempänä mainitun nelikon kohtia *pitäisi* ja *voidaan*. Jos työ ei ole sille suunniteltuna ajankohtana toteutuskelpoinen, sen aloittamista lykätään kunnes rajoitteet sallivat toteuttamisen. Tieto tehtävien toteutuskelpoisuudesta saadaan käyttämällä viikkosuunnittelua, jossa käydään yksityiskohtaisesti läpi kunkin lähiaikoina toteuttamisvuorossa olevan tehtävän edellytykset (Ballard & Howell 1997). Viikkosuunnittelussa tarkastellaan tehtävän aloittamisen edellytyksiä, kuten materiaalien ja työvoiman saatavuutta sekä edeltävien työvaiheiden tilannetta. Jos tehtävää ei pystytä syystä tai toisesta aloittamaan, sitä pitää lykätä tai työnjohtajan tulee järjestää tehtävän edellytykset kuntoon. Viikkosuunnittelun tarkoituksena on muuntaa vanhanaikainen *mitä tällä viikolla pitäisi tehdä* -suunnittelu *mitä tällä viikolla tullaan tekemään* -suunnitteluksi (Ballard 1994).

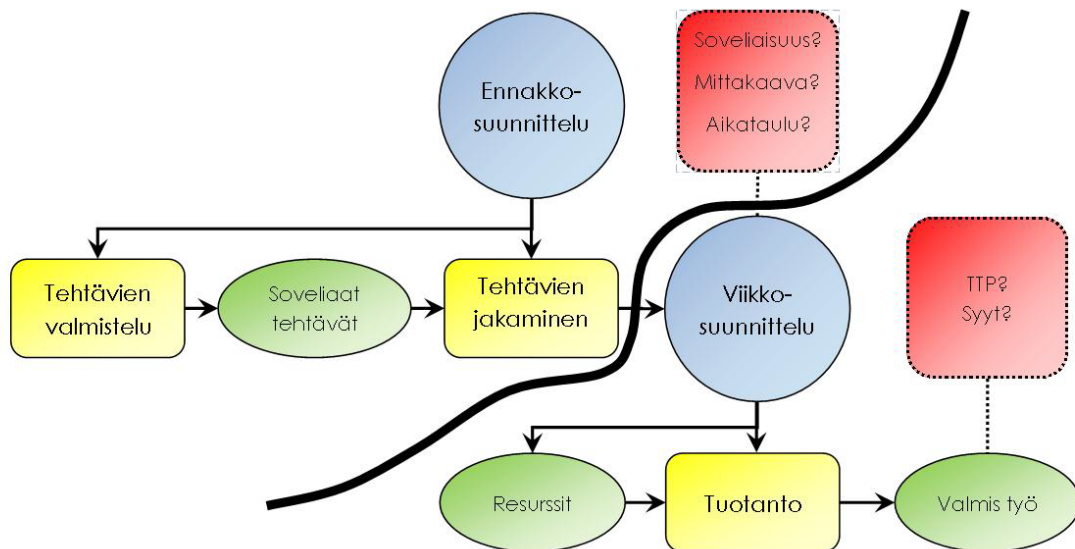
### 2.1.2 Last Planner Systemin havaitut hyödyt

Yleisesti ottaen rakennusalalla on keskitytty esimerkiksi vähentämään kohonneita kustannuksia, ja kustannuksien kohoamiseen johtavat syyt on jätetty täysin huomioitta. Lean-opin mukaisesti pitäisi pyrkiä jatkuvaan parantamiseen, mutta edellä mainittu toimintatapa ei tue organisaation oppimista. Siinä missä kustannuksia verrataan usein vanhoihin projekteihin, kustannusten alkuperäisyyden löytämisellä ja korjaamisella olisi mahdollisuus vaikuttaa positiivisesti tuleviin projekteihin eli kehittää organisaation toimintaa. (Ballard 1994.)

Koska LPS antaa työkaluja tuotannon luotettavuuden seuraamiseen, sen avulla voidaan tunnistaa ongelmakohtia ja täten mahdollistaa niiden korjaaminen. Yksi tällainen työkalu on Ballardin (1994) lanseeraama *Percent Plan Complete* (PPC). Se tarkoittaa, nimensä mukaisesti, toteutuneiden suunnitelmien suhdetta suunnitelmien kokonaislukumäärään. Pelkästään tämän luvun tarkkailu ei riitä, vaan lean-opin mukaisesti PPC:n avulla pitää pyrkiä löytämään syyt epäonnistuneiden työtehtävien takana. 90-luvulla PPC-arvot olivat rakennusalalla tyypillisesti 30 ja 60 prosentin välillä (Ballard 1999, s. 2). Yli 70 prosentin lukemiin päästään Ballardin ja Howellin (1997, s. 10) mukaan jo yksinkertaisella *suojaamisella* (engl. *shielding*), eli tällä hetkellä toteutuskelvottomien suunnitelmien lykkäämisellä tai muokkaamisella.

Kuvassa 2 nähdään suojaamisprosessi pelkistettynä. Suojaaminen on siis käytännössä työnjohtajien suorittamaa viikkokohtaista suunnittelua, jossa jokainen tulevalle viikolle määrätty työtehtävä arvioidaan perusteellisesti. Työnjohtaja tutkii keräämänsä ja saamansa tiedon perusteella onko työ toteuttamiskelpoinen, kuinka tärkeä se on verrattuna muihin samaan aikaan toteutettaviin töihin ja kuinka paljon työvoimaa on käytettävissä. Analyysin jälkeen työnjohtaja jakaa tehtävät työntekijöilleen ja arvioi jääkö töitä tekemättä vai työvoimaa käyttämättä. Viimeisessä vaiheessa työnjohtaja hyväksyy suunnitelmansa esimiehellään ja aloittaa sen toteuttamisen sekä valvomisen. Suojaaminen

tukeutuu suurelta osin ylempänä esiteltyihin ennakkosuunnitteluun ja viikkosuunnitteluun. Näiden kahden yksinkertaisen työkalun avulla kyetään useimmiten tunnistamaan työvaiheet, jotka saattavat muodostua pullonkauloiksi. Ongelmakohtien tunnistaminen antaa mahdollisuuden muuttaa suunnitelmia eli *suojata* muuta tuotantoa ongelmallisten työvaiheiden aiheuttamilta viivästyksiltä ja laatuvirheiltiltä. (Ballard & Howell 1997, s. 6–7.)

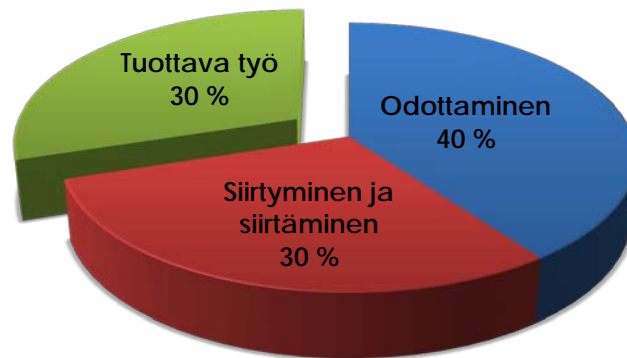


**Kuva 2** – Tuotannon suojaaminen toteutuskelvottomilta töiltä (mukailltu: Ballard & Howell 1997, s. 6)

Yksinkertaisimmillaan LPS voi olla paperille käsin kirjoitettu viikkosuunnitelma, monimutkaisimmillaan puolestaan havainnollisia, graafisia tulosteita tuottava ohjelmisto. Tällainen joustavuus osaltaan on mahdollistanut sen nopean leviämisen rakennusalan ammattilaisten keskuudessa. LPS:n käyttöönotto ei ole myöskään riippuvainen projektin koosta tai tyypistä, sillä järjestelmän toimivuus on todistettu niin pienissä (mm. Junior ym. 1998), suurissa (mm. Johansen & Porter 2003) kuin monimutkaisissakin (mm. Leal & Alarcón 2010) rakennusprojekteissa.

## 2.2 Last Planner System Skanskan työmailla

Skanska oli tietävästi ensimmäinen suomalainen rakennusyriety, joka lähti aktiivisesti ajamaan sisään lean-rakentamisen mukaista toimintajärjestelmää. Kehitysprosessin aloitti Jan Elfving, joka suoritti tohtorintutkintonsa maineikkaan Glenn Ballardin ohjauksessa Berkeleyn yliopistossa Kaliforniassa. Astuttuaan Skanskan palvelukseen vuonna 2004, Elfving analysoi ensi töikseen Skanskan työmaiden nykytilan. Parannettavaa oli huikeasti, sillä tutkimuksen mukaan vain noin kolmannes työntekijän ajasta oli tuottavaa työtä (kuva 3). Toinen kolmannes kului siirtymiseen tai siirtämiseen ja loput ajasta odotteluun. Tällaista hukkaa pystytään lean-ajattelun avulla karsimaan, joten Elfving päätti aloittaa työn suunnittelun perusteellisen uudistamisen. (ks. esim. Skanska Worldwide 2007, s. 26–27.)



**Kuva 3** – Rakennustyömiehen ajankäyttö Skanskan työmailla vuonna 2005 (mukailtu: Skanska OPPIVA 2011)

Kuusi vuotta myöhemmin lähestulkoon kaikki Skanskan työmaat Suomessa noudattavat Elfvingin ryhmän kehitystyön tulosta eli *luotettavan tuotannon toimintatapaa* (LTT). Lean-rakentamisen peruseriaatteet ovat säilyneet ennallaan, mutta käsitteille ja termeille on annettu suomenkieliset vastineet. Esimerkiksi tuotannon luotettavuutta mittaava PPC on käännetty *toteutuneiden töiden prosentiksi* (TTP).

### 2.2.1 Last Planner System työkaluna Skanskassa

LTT edellyttää työmailta neljän eri tason suunnitelmia. Näiden yläpuolella on vielä yleissuunnitelma, jota en esittele tässä kappaleessa, koska Skanska ei ole muokannut sitä käytännössä ollenkaan.

Ensimmäisenä, hieman erillisenä, osana suunnittelujärjestelmässä on *käännetty vaiheaikataulu*, jonka suunnittelu noudattaa peruseriaatteiltaan kappaleessa 3.1.1 esiteltyä vaihesuunnittelua. Skanska on halunnut pitää käännetyn vaiheaikataulun suunnittelu-prosessin mahdollisimman helppona, jotta sitä voidaan toteuttaa pienimmillään työmailla. Toteutustapa on yksinkertainen, ja ehkä juuri siksi toimiva: kunkin työryhmän edustaja kirjoittaa post-it-lapulle kyseessä olevan työvaiheen aikana suoritusvuorossa olevat työt ja niiden arvioidut kestot. Tämän jälkeen alkaa varsinainen suunnittelu: jokainen työ tulee sijoittaa kahdesta akselistä – vaakatasossa aika ja pystytasossa työskentelylohko – koostuvalle taululle. Täten nähdään välittömästi, ovatko jotkin työt sijainniltaan tai ajankohdaltaan päällekkäisiä. Jokaisella työryhmällä on oman värisensä laput, jotta kokonaisuuden hahmottaminen helpottuu. Jos jonkin työryhmän aikataulu näyttää huomattavan väljältä, ylimääräistä aikaa voidaan allokoida pullonkaulaprosessin puskureiksi, jotta häiriöiden sattuessa vältetään dominoefektiltä. Suunnittelukokouksia järjestetään tarpeen mukaan; kuitenkin vähintään jokaisen työvaiheen alussa. Skanskan vaatimuksena on, että kaikki aliurakoitsijat ovat mukana suunnittelussa.

6–4 viikon päästä alkavia töitä hallinnoidaan *valmistelevalle viikkosuunnitelmalla*, jonka laatiminen kuuluu vastaavan työnjohtajan tehtäviin. Hän analysoi kunkin viikon työtehtävät ja tarkistaa alustavasti, että edellytykset kuten työturvallisuus, materiaalit, paikka ja edeltävät työvaiheet töiden onnistuneeseen suorittamiseen ovat olemassa.

Alemmista tasoista poiketen, vastaavan työnjohtajan tulee suunnitelmaa laatiessaan kiinnittää huomiota myös kustannuksellisiin seikkoihin. Hän on viime kädessä vastuussa työmaansa rahankäytöstä, joten onnistuneella, lean-oppia noudattavalla suunnittelulla voidaan saavuttaa merkittäviä rahallisia hyötyjä.

Seuraava taso on työnjohtajien laatima viikkoja 3–2 koskeva *viikkosuunnitelma*, joka kattaa kahden ja kolmen viikon päästä aloitettavat työt. Kukin työnjohtaja suunnittelee hänelle valmisteleavassa viikkosuunnitelmassa määrätyt tehtävät. Suunnittelu on selkeästi tarkempaa; esimerkiksi tehtävää suorittavan työryhmän vahvuus määritellään. Työnjohtaja arvioi palavereissa ja työmaakerroksilla keräämänsä tiedon perusteella, onko tehtävän toteuttaminen mahdollista. Jos edellytykset eivät ole kunnossa, tehtävän aloittamista lykätään. Lean-rakentamisen etabloidun teorian (mm. Ballard 1994; 1997; 2000a) näkökulmasta kaksi edellä mainittua suunnitelmatasoa voidaan rinnastaa kappaleessa 3.1.1 esiteltyihin ennakkosuunnitelmiin.

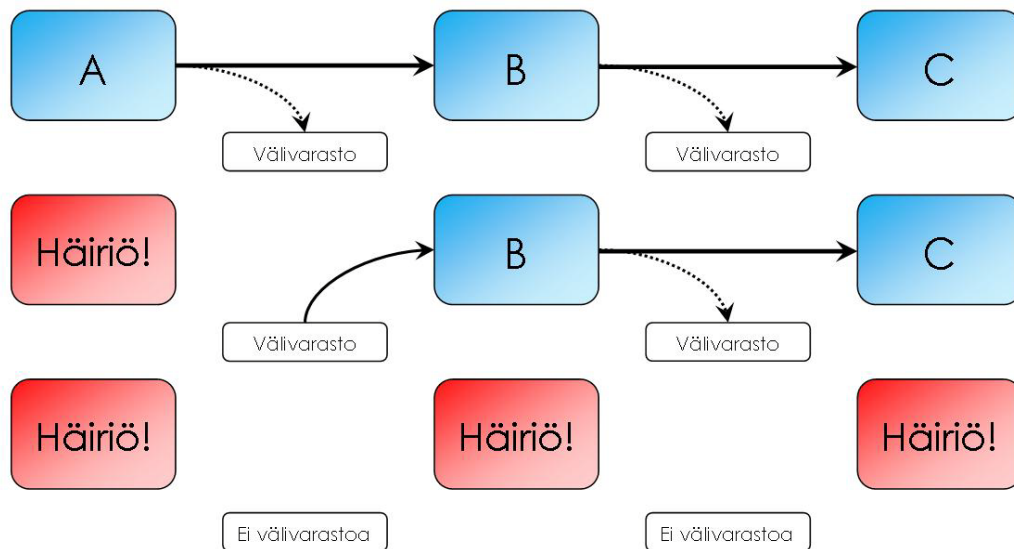
Viimeinen ja tärkein taso on konkreettinen *viikkosuunnitelma*, jossa työtehtävät määritellään detaljitasolla ja aikataulutetaan puolen työpäivän tarkkuudella. On ensisijaisen tärkeää, että viikkosuunnitelma tehdään yhteistyössä kaikkien työmaalla työskentelevien ryhmien kanssa, jotta vältetään päällekkäisyyksiltä ja varmistetaan esimerkiksi kaluston riittävyys.

Viikkosuunnitelman tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluu tuotannon luotettavuuden seuraaminen TTP:n avulla. Skanskan tavoitteena on vähentää erityisesti pieniä, jatkuvia tuotantohäiriöitä, ja siihen tarkoitukseen TTP on erinomainen työkalu. Työnjohtaja merkitsee viikkosuunnitelmaan toteutuneet ja epäonnistuneet työt. Jälkimmäisten kohdalla hänen tulee suorittaa *Viisi miksi?* -analyysi (5M; engl. *5 Whys*), jonka tavoitteena on oppia tehdyistä virheistä. 5M-analyysin tarkoituksena on kysyä häiriötilanteessa ”miksi?” riittävän monta kertaa, kunnes päästään alkuperäisen syyn lähteille. Pelkän oireen eli tuotantohäiriön korjaaminen ei poista todellista hukkaa eli alkuperäisyyttä, joka voi löytyä hyvinkin pitkän ketjun päässä. Skanskassa virheistä oppimiseen kannustetaan positiivisella ja ei-syyllistävällä ilmapiirillä, jossa avoimuutta arvostetaan. Lean-filosofiaan olennaisesti kuuluva jatkuva parantaminen voidaan saavuttaa vain virheistä oppimalla ja vanhoja toimintatapoja pintaraapaisua syvällisemmin tarkastelemalla.

### **2.2.2 Last Planner Systemin havaitut hyödyt Skanskassa**

Tyypillisesti työmaan TTP-arvot ovat kasvaneet LTT:n käyttöönoton jälkeen rajusti, pysähtyen yli 90 prosentin arvoihin. Tämä taso ei kuitenkaan ole pitkällä tähtäimellä hyvä, sillä se saattaa kätkeä taakseen esimerkiksi liian väljän aikataulun. Tällaisissa tilanteissa työnjohtajia kehoitetaan kiristämään tahtia, jotta mahdolliset häiriöalittiit työtehtävät saadaan tunnistettua. Myös välivarastot kehoitetaan minimoimaan, jotta niiden luomat puskurit eivät piilottele tehottomia prosesseja. Välivarastojen karsiminen pakottaa työntekijät selvittämään syyn, koska muuten koko tuotantoketju seisoo (ks. kuva 4). Tämän lisäksi välivarastoihin sitoutuu rahaa ja ennen kaikkea tilaa, joka on työmaalla korvaamattoman arvokasta. Kun TTP saavuttaa noin 80 prosentin tason, kriittisimmän kokoluokan häiriöt tulevat parhaiten esiin ja niiden alkuperäisyys voidaan löytää 5M-analyysin avulla. Kriittisin kokoluokka tarkoittaa häiriöitä, jotka eivät ole pienimuotoisia (esim. aikataulusta myöhästyminen kymmenellä minuutilla) eivätkä toisaalta niin selkeitä, että ne huomattaisiin ilman TTP-seurantaakin (esim. torninosturin jumiintuminen). Keskipokoiset häiriöt ovat haitallisimpia, koska sellaiset on totuttu

rakennusallalla sivuuttamaan *tällaista tämä rakentaminen on* -mentaliiteetilla tai keksimällä väliaikainen patenttiratkaisu, jonka johdosta tieto häiriöstä ei välttämättä kantaudu työnjohtajien korviin. Alkuperäisyyt tunnistamalla ja ratkaisemalla varmistetaan, että häiriö ei koskaan toistu. Kuvassa 4 esitellään eräs Skanskan käyttämistä toimintatavoista, jolla pyritään jatkuvaan parantamiseen. Kun välivarastot poistetaan, koko tuotantoprosessi seisahtuu edeltävän työvaiheen häiriön johdosta, ja täten koko työmaalle syntyy yhteinen intressi todellisen syyn löytämiselle. Pakottamalla työntekijät etsimään alkuperäisyyt päästään lean-opin painottaman jatkuvan parantamisen äärelle.



**Kuva 4** – Välivarastojen vaikutus häiriöiden tunnistamisessa (mukailtu: Skanska OPPIVA 2011)

Luotettavan tuotannon toimintatavan peruspilareiksi ovat muodostuneet johdonmukaisuus ja rutiininomaisuus. Johdonmukaisuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä esimerkiksi kaikkien työtehtävien standardoimista, jonka avulla päästään eroon rakennusalaan vaivaavasta junailusta ja patenttiratkaisujen kehittelystä. Kun jokaiseen työvaiheeseen on tarjolla valmis ratkaisumalli ja sen edellytykset ovat kunnossa, työntekijä voi keskittyä pelkästään tuottavaan työhön. Työtehtävien standardoinnilla on havaittu olevan positiivinen vaikutus myös työturvallisuuteen, josta kerron lisää kappaleessa 3.3.

Skanskalla lean-rakentaminen on rutinoitu osaksi kokonaisprosessia, ja sen takia suunnittelua ei laiminlyödä missään vaiheessa. Skanskan suositusten mukaan jokaisella työmaalla pitää olla selkeä viikkorutiini, jossa palaverit ovat aina tiettyinä päivinä tiettyyn aikaan. Tyypillisesti työviikko aloitetaan maanantaina viikkopalaverilla tai työmaakierroksella, jossa käydään erittäin nopeasti läpi viikon aikana suoritettavat työt ja niiden edellytykset. Torstaina tiedetään jo useimmiten riittävästi käynnissä olevien töiden etenemisestä, jotta seuraavaa viikkosuunnitelmaa hahmotteleva valmistelevalle tuotantopalaveri voidaan järjestää. Valmistelun on oltava laadukasta, sillä perjantaina järjestettävään varsinaiseen tuotantopalaveriin osallistuvat myös aliurakoitsijoiden työnjohtajat, jotka voivat narkästyä huonon valmistelun takia venyvistä palaverista.

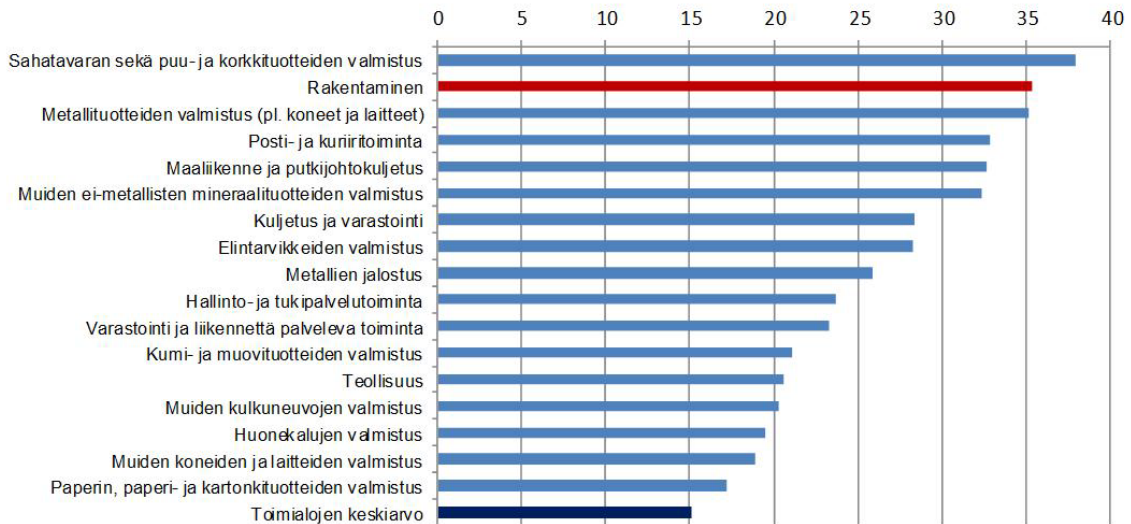
Skanskassa LTT:n on havaittu tuottavan hyötyjä kolmella aikavälillä: lyhyt (nykyinen työmaa), keskipitkä (1–2 seuraavaa työmaata) sekä pitkä (3< seuraavaa työmaata). Lyhyellä aikavälillä suurin hyöty on toistuvien häiriöiden väheneminen, mihin päästään 5M-analyysin kautta löydettyjen alkuperäisyyden kitkemisellä. Seurauksena yli- ja

korjaustyöt, riitely virheen tekijästä sekä hukka ylipäättään vähenevät. Tämän lisäksi LTT:n vaikutus laatuun, työturvallisuuteen ja luotettavuuteen näkyy parhaimmillaan jo muutaman viikon jälkeen. Keskipitkällä aikavälillä selkeimpänä hyötynä on suhteiden paraneminen aliurakoitsijoiden kanssa, mikä johtaa suoriin rahallisiin säästöihin. Toimiva ja luotettava työmaa on aliurakoitsijallekin mieluinen paikka työskennellä. Seuraavalle työmaalle aliurakoitsija saattaa alentaa tarjoustaan, koska hän tietää, että Skanskan työmaalla toimintaedellytykset ovat kaikilla osa-alueilla kunnossa. Luotettava tuotanto on myös perusta kaiken tukitoiminnan kehittämiseksi; esimerkiksi logistiikkaa on vaikea parantaa, jos sen kohteena oleva työmaa toimii epäsäännöllisesti ja arvaamattomasti. Pitkällä aikavälillä LTT harjaannuttaa työmaajohtoa ja tuottaa täten kyvykkäitä suunnittelijoita. Kun johdon arviointi- ja suunnitteluvalmiudet kasvavat, he voivat jakaa omaksumaansa tietotaitoa eteenpäin ja täten mahdollistaa jatkuvan oppimisen koko organisaatiossa. Parempi suunnittelu johtaa turhien puskureiden karsimiseen ja pelivarojen niukentamiseen, mikä näkyy kustannusten laskuna ja rakennusajan lyhentymisenä.

(Skanska OPPIVA 2011, henkilökohtainen tiedonanto.)

### 3 Työturvallisuus

Rakennusala on pidetty yhtenä vaarallisimmista toimialoista, eikä syyttä. Tilastokeskuksen (2008) katsauksessa rakentaminen on sahatavaran sekä puu- ja korkkituotteiden valmistamisen jälkeen tapaturmataajuudeltaan vaarallisin toimiala (kuva 5). Erityisesti talonrakennustyö nostetaan katsauksessa esille poikkeuksellisen vaarallisena ammattina; sen tapaturmasuhde on yli nelinkertainen keskiarvoon verrattuna. Tapaturmien määrä on kuitenkin viime vuosina laskenut, ja erityisesti kuolemaan johtaneet onnettomuudet ovat vähentyneet.



**Kuva 5** – Eri toimialojen tapaturmataajuus Suomessa, tapaturmia per miljoonaa miestyötuntia (mukailtu: Tilastokeskus 2008)

Tapaturmien vähentymisestä huolimatta parannettavaa on vielä huomattavasti. Mitropoulos ym. (2007) esittivät, että lean-rakentamisen oppien noudattaminen voi parantaa työturvallisuutta. Heidän tutkimuksessaan havaittiin, että epävarmuuden, häiriöiden ja korjaavien töiden väheneminen vaikutti positiivisesti työturvallisuuteen. Lean-rakentamisen periaatteisiin kuuluu nimenomaan kolmen edellä mainitun hukan vähentäminen, joten positiivinen korrelaatio on selkeä.

Työmailla vallitsee yleisesti jonkinasteinen välinpitämättömyys työturvallisuutta kohtaan. Kokeneet rakennus- ja ammattimiehet eivät näe tarvetta esimerkiksi henkilökohtaisten suojausten käytölle, koska he kokevat välttyneensä tähänkin asti vakavilta tapaturmilta, vaikka työskentelevät ilman kypärää tai suojalaseja. Henkilökohtaisen turvallisuuden laiminlyöminen vahvistavat myös Ng ym. (2010, s. 4) tutkimuksessaan, jonka kohteena olleella työmaalla havaituista työturvallisuusrikkeistä miltei kaksi kolmasosaa johtui henkilökohtaisten suojausten puutteellisuudesta. Putoamissuojaus oli suurin yksittäinen ongelma-alue, mikä on erittäin huolestuttavaa; onhan putoamisonnettomuus verrattain vaarallinen tapaturma.

#### 3.1 5S-järjestelmä

Eräs yleisimmistä lean-opin mukaisista työturvallisuutta kohentavista toimintatavoista on nimeltään 5S. Sen juuret juontavat tehdastuotantoon ja Japaniin, jossa 5S kehitettiin nykyiseen muotoonsa. Yksinkertaistettuna 5S:n tavoitteena on standardoida ja organi-



soida työmaa mahdollisimman tehokkaaksi ja turvalliseksi kokonaisuudeksi. Lienee itsestään selvää, että siisti ja esteettömän työskentelyn mahdollistava työmaa on turvallisempi kuin sotkuinen ja epäjärjestyksestä kärsivä työmaa.

Lyhenne 5S tulee viidestä japanin kielen s-kirjaimella alkavasta sanasta, jotka on käännetty myös englanniksi:

- I *Seiri* (sort)
- II *Seiton* (set in order)
- III *Seiso* (shine)
- IV *Seiketsu* (standardize)
- V *Shitsuke* (sustain)

Ensimmäinen taso tarkoittaa työkalujen ja materiaalien lajittelua tarpeellisiin ja tarpeettomiin. Jälkimmäiset tulee varastoida tai heittää pois, jotta ensin mainittujen löytäminen ja käyttäminen helpottuu. Toisella tasolla huolehditaan siitä, että jokaisella työkalulla, koneella ja rakennustarvikkeella on oma, merkitty säilytyspaikkansa. Työkalujen ynnä muiden sijoitteluun tulee kiinnittää huomiota, jotta tarvittavat esineet ovat mahdollisimman lähellä kohdetta, jossa niitä tulla käyttämään. Täten työntekijän tehokkuus paranee, koska häneltä kuluu vähemmän aikaa oikean välineen etsimiseen ja siirtämiseen. Kolmas taso pyrkii ohjaamaan työntekijöitä jatkuvaan, säännölliseen työmaan siistimiseen. Työpäivän päätyttyä oma työskentelyalue tulisi jättää siistiin kuntoon ja työkalut palauttaa niille kuuluville paikoille. Neljännen tason tavoitteena on standardoida jokainen työpiste ja siihen liittyvä työvaihe, jotta työntekijältä ei kulu aikaa uuden paikan ominaispiirteiden opetteluun. Onnistuminen tällä tasolla vaatii sen, että kolme ensimmäistä tasoa toimivat. Viimeisellä tasolla tavoitellaan jatkuvuutta, eli neljän edeltävän tason toimenpiteiden valvontaa ja ylläpitoa. Tarkoituksena ei kuitenkaan ole jämähtää paikalleen, vaan huonosti toimivia sääntöjä voidaan parantaa, ja onnistuneita muutoksia kehitetään edelleen. (Hirano 1995.)

Ng ym. (2010) tutkivat 5S-järjestelmän käyttöönoton vaikutuksia 14 miljoonan dollarin rakennusprojektissa, jossa noudatettiin lean-rakentamisen peruseriaatteita. Tyypillinen 5S-malli ei anna tarkkoja ohjeita esimerkiksi suorituskyvyn seuraamiseen, joten projektiimi kehitti seurantaan ja raportointiin oman järjestelmänsä. Raportointivälineitä jaettiin kaikille työntekijöille. Viikoittaiset tulokset julkistettiin ruokalan seinällä, jossa ne olivat kaikkien nähtävillä. 5S-järjestelmä integroitiin osaksi yleistä toimintajärjestelmää sisällyttämällä se viikoittaiseen työmaarutiiniin. Kukin tärkeimmistä sidosryhmistä arvioi kerran viikossa 5S-järjestelmän toimivuutta saamiensa raporttien perusteella. Tämä on ensimmäinen selkeä hyöty: työturvallisuus koettiin erottamattomana osana työmaan jokaviikkoista toimintaa. Ng ym. (2010) osoittavat tutkimuksessaan, että 5S:llä on – yhdessä muiden työturvallisuutta edistävien toimenpiteiden kanssa – positiivinen vaikutus työmaan turvallisuuteen.

### **3.2 Työturvallisuus Skanskassa**

Skanska on profiloitunut työturvallisuutta painottavana työnantajana. Vilkaaisu yrityksen internetsivuilla vahvistaa tämän oletuksen:

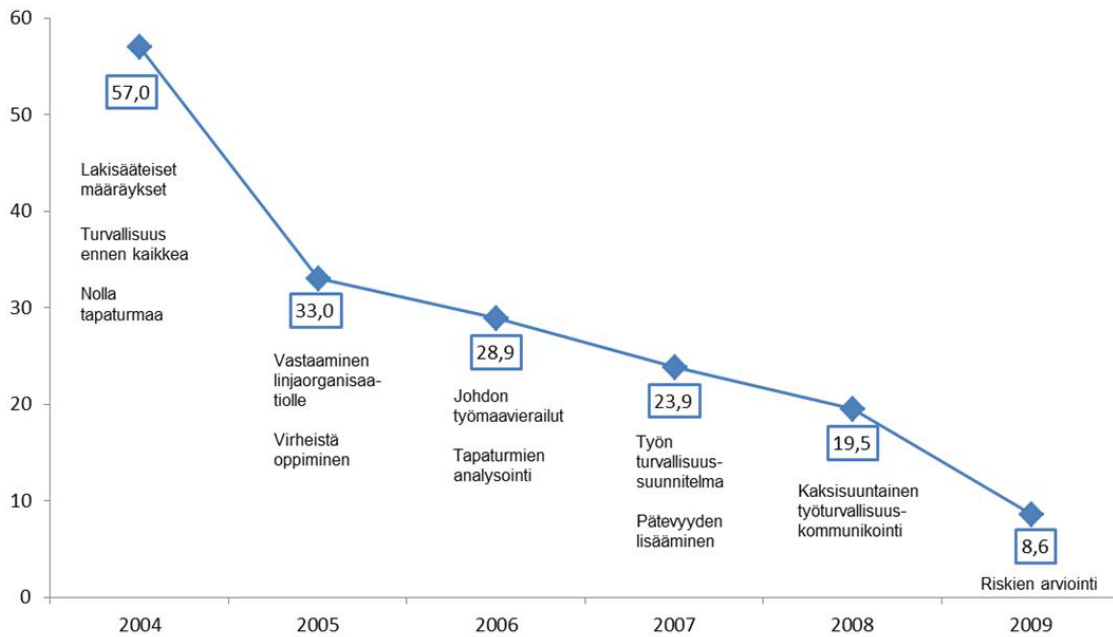
*Rakennustyömaalla työskentelyyn liittyy aina riskejä. Tämän vuoksi työturvallisuus on nostettu Skanskassa ykkösasiaksi, joka menee kaiken muun edelle. Toimintaamme ohjaa*

*nolla tapaturmaa -tavoite.* (Skanska 2011.)

Skanskan Suomen yksikkö aloitti lean-ajattelun toimeenpanon vuonna 2005. Yritystä vaivasi korkea tapaturmataajuus, jota Skanska-konsernin uusi *nolla tapaturmaa* -visio ei hyväksynyt. Työturvallisuuskulttuuri Skanska Suomessa oli kuitenkin alkutekijöissään. Uuden kehityssuunnitelman ensimmäisessä vaiheessa työturvallisuuden merkitystä korostettiin muun muassa liittämällä bonuksia tapaturmataajuuteen ja vaatimalla työturvallisuuden käsittelyä jokaisessa työmaapalaverissa. Muutokset kohtasivat vastarintaa, koska työturvallisuuden koettiin kasvattavan kustannuksia. Skanska-konsernin tuolloinen toimitusjohtaja Stuart Graham vastasi seuraavasti: ”Hyvin suunnitellut työmaat ovat tuottavampia ja turvallisempia. Kun joku kuolee tai loukkaantuu vakavasti, tuottavuus putoaa nolnaan. Tämä todella tuhoaa katteet ja murentaa työntekijöiden moraalin”. Graham ymmärsi, että työturvallisuutta on mahdollista parantaa, jos työmaiden suunnittelu ei ole laadukasta. Lean-rakentaminen on siis ehdoton edellytys työturvallisuuden kehittämiseksi. (Leino ym. 2010.)

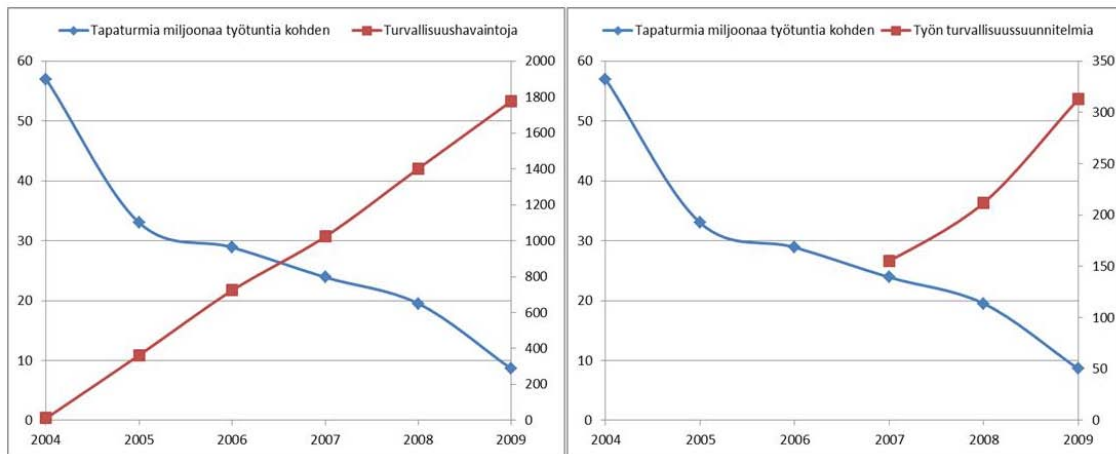
Työturvallisuuden kehitysprosessin edetessä Skanska siirtyi reaktiivisesta proaktiiviseen toimintaan. Työturvallisuutta edistettiin muun muassa johdon työmaavierailuille, joilla osoitettiin työturvallisuuden koskettavan kaikkia organisaation jäseniä. Tapahtuneet tapaturmat analysoitiin, jotta niistä voitaisiin ottaa oppia tulevaisuuden varalle. Myös toimintatapoja kehitettiin yhdenmukaisempaan suuntaan, havaittuja ongelmakohtia erityisesti silmälläpitäen. Molemmat edellä mainitut toimenpiteet ovat lean-filosofian mukaisia ja tiukasti kytköksissä samaan aikaan räätälöitävänä olleeseen Skanskan Last Planner Systemiin. Vuonna 2009 työturvallisuusmenetelmät yhdistettiin kiinteäksi osaksi työmaan johtamisjärjestelmiä. (Leino ym. 2010.)

Jatkuvan parantamisen tueksi Skanskassa kehitettiin erilaisia mittareita, joilla pystyttiin seuraamaan työturvallisuustilanteen kehittymistä. Työn turvallisuussuunnitelma (engl. *Safe Job Analysis*) on selvitys, jossa arvioidaan vaaralliseksi luokitellun tehtävän mahdolliset riskit ja esitetään turvallisit suoritus tapa. Turvallisuushavainto (engl. *Safety Observation*) on kenen tahansa työntekijän kirjoittama ilmoitus, jossa kerrotaan havaittu työturvallisuusriike; esimerkiksi puuttuvat suojalasit. Näiden kahden toimenpiteen määriä (engl. *rate*) seurataan mittareilla SJAR ja SOR. Leino ym. (2010) osoittavat, että tällaisilla lean-rakentamisen periaatteisiin nojaavaan tuotantojärjestelmään integroiduilla toimintatavoilla voidaan parantaa työturvallisuutta huomattavasti. Skanskan kohdalla tulokset puhuvat puolestaan: tapaturmataajuus laski viidessä vuodessa 57:stä yhdeksään (kuva 6), ja työn turvallisuussuunnitelmilla sekä turvallisuushavainnoilla oli tässä kehityksessä merkittävä rooli (kuva 7).



**Kuva 6** – Tapaturmataajuuden kehitys ja työturvallisuutta edistäneet toimenpiteet Skanska Suomessa (mukailtu: Leino ym. 2010, s. 3)

Myös työntekijöiden tyytyväisyys parani kaikilla mittareilla mitattuna viiden vuoden ajanjaksolla. Alla olevassa taulukossa esitellyt kyselytulokset eivät liity pelkästään työturvallisuuteen vaan lean-ajatteluun kokonaisuutena, mutta osa kehityksestä voitaneen laittaa myös turvallisuuskulttuurin parantumisen ansioksi. (Leino ym. 2010.)



**Kuva 7** – Turvallisuushavaintojen ja työn turvallisuus-suunnitelmien vaikutus tapaturmataajuuteen Skanska Suomessa (mukailtu: Leino ym. 2010, s. 7)

## 4 Työskentelykulttuuri

Tässä luvussa tutkin lean-rakentamisen syvempää olemusta eli työmaan konkreettista toimintaa aineettomampaa tulkintaa lean-ajattelusta. Oppikirjan mukainen lean-organisaatio voidaan saavuttaa vain molempien puolien huomioinnilla.

Lean-rakentamisen ajatellaan toisinaan rajoittuvan pelkästään työmaalla tapahtuvaan toimintaan, mutta se ei pidä paikkaansa. LPS:n käyttöönotto työmaalla ei automaattisesti tarkoita, että sen käyttö jatkuu ikuisesti. Leigard ja Pesonen (2010, s. 7) huomasivat kattavassa tutkimuksessaan, että ilman esimiesten jatkuvaa motivointia ja kannustusta LPS:n käyttö vähenee alkuinnostuksen jälkeen. Tämä tukee vahvasti sitä väitettä, että lean-ajattelun tulee kattaa koko organisaatio, eikä pelkästään tuotannosta vastaava osaa. Edellisissä luvuissa olen osoittanut lean-rakentamisen tuomat hyödyt, joten yrityksen intresseissä on edistää näistä hyödyistä nauttimista varmistamalla lean-ajattelun jatkuvuus organisaatiossa.

### 4.1 Toimeenpano organisaatiossa

Lukuisat tutkimukset ovat käsitelleet lean-rakentamisen, ja erityisesti Last Planner Systemin, soveltamista työmailla, mutta koko organisaation tason toimeenpanoa ei kuitenkaan ole tutkittu kovinkaan laajalti. Osasyyn tähän on luonnollisesti se, että lean-rakentaminen on vielä verrattain nuori toimintatapa. Luontevin tapa aloittaa omaksuminen on tietenkin konkreettisten, työmaata koskevien muutosten kokeilu. Tällä saralla ollaankin jo melko vakiintuneessa tilassa, mutta lean-opin laajemman toimeenpanon tutkiminen on vasta nostamassa päätään.

Rakennusalan projektiluontoisuus antaa loistavan mahdollisuuden lean-rakentamisen portaittaiseen omaksumiseen koko organisaatiota. Esimerkiksi pilottiprojekteilla on hyvä tunnustella oman organisaation reaktioita. Tasainen siirtyminen kohti lean-organisaatiota on kannattavampaa kuin kertarysäyksellä suoritettava toimeenpano (Arbulu & Zabelle 2006, 5–6). Hidas eteneminen vähentää vastarintaa ja mahdollistaa lean-rakentamisen muokkaamisen yritykselle sopivampaan muotoon. Pavez ja Alarcón (2008) puolestaan korostavat lean-ajattelun yhdistämistä yrityksen liiketaloudelliseen visioon sekä tarvittavien teknisten ja sosiaalisten pätevyyksien kehittämistä samanaikaisesti leanin toimeenpanon kanssa. Tässä valossa on selvää, että kokonaisvaltainen lähestymistapa on edellytyksenä lean-rakentamisen omaksumiselle.

### 4.2 Jatkuva parantaminen

Rakennusalalla suunnitteluun ja toteutukseen osallistuu henkilöitä lukuisista eri ammattiryhmistä. Rakennesuunnittelijan, vastaavan työnjohtajan ja rakennuttajapäällikön välille on vaikea löytää yhteistä kieltä, koska jokaisen tausta ja tulokulma ovat merkittävästi erilaisia. Rakennusalalla on tyypillisesti jaoteltu organisaatio tarkasti eri osamisalueiden perusteella, joten nämä rakenteelliset rajat vaikeuttavat osaajienvälistä (engl. *interdisciplinary*) kommunikaatiota entisestään. Rakennusprojektin aikana tapahtunut mahdollinen oppiminen katoaa usein projektin valmistuttua, koska projektiryhmä on koostunut monen eri yrityksen edustajista. Tällaiset väliaikaiset sosiaaliset verkostot hajoavat projektin jälkeen, eikä jatkuvaa osaajienvälistä oppimista pääse tapahtumaan (Bresnen ym. 2004). Koska lean-rakentamisen perusoletuksena on kaikkien sidosryhmien osallistuminen suunnitteluun, sen avulla voidaan kehittää yhteistoimintaa ja osaa-

jienvälistä oppimista. (Christensen & Christensen 2010.)

Christensen ja Christensen (2010) esittävät tutkimuksessaan vahvoja viitteitä siitä, että lean-rakentaminen voi olla eräänlainen rajaobjekti (Carlile 2004) eri ammattien ja osaamisalueiden välillä. *Last Planner Systemiin* erottamattomasti kuuluvat viikkopalaverit ovat erinomainen esimerkki lean-rakentamisen potentiaalista tällä saralla. Työmaapalaverissa jokainen on virallisesta asemastaan tai osaamisalueestaan riippumatta tasavertainen. Palaverin aiheena ovat konkreettiset työmaan toimenpiteet, mikä vähentää käytännönläheisten henkilöiden vastarintaa. Jokaisella ryhmällä on omat tarkoitusperät ja tavoitteet, mutta LPS:n mukaisen viikkosuunnitelman muodostaminen toi kaikki osallistujat samalle viivalle. Kun kaikki tietävät mistä puhutaan, jokainen suunniteltava työ saa välittömästi palautetta monelta eri osajalta. Täten mahdolliset ongelma-kohtat realisoituvat jo tässä vaiheessa, eivätkä vasta tuotannossa. Kasvokkain tapahtuva keskustelu on myös hyvä tapa jakaa tietotaitoa ja oppia muiden onnistuneista ratkaisuisista. Jos jokainen ryhmä suunnittelisi oman osuutensa eristyksissä muista toimijoista, osajienvälistä oppimista ei tapahtuisi.

### 4.3 Lean-kulttuuri Skanskassa

Kuten kappaleesta 2.2 käy ilmi, Skanskassa lean-rakentaminen on keskittynyt LPS:n kehittämiseen ja jalkauttamiseen. Jotta siinä onnistutaan, työmaa tarvitsee tuekseen vahvaa ohjausta ja kannustusta organisaation ylemmiltä tasoilta. Alsehaimi ym. (2009, s. 8) listaavat ylimmän johdon tuen yhtenä tärkeimmistä edellytyksistä LPS:n onnistuneelle käyttöönotolle. On siis selvää, että lean-rakentamisen tulee kattaa koko organisaatio, ja tähän Skanskassa onkin pyritty määrätietoisesti vuodesta 2006 saakka. (Leigard & Pesonen 2010.)

Tutkimuksessaan Leigard ja Pesonen (2010) haastattelivat vuosina 2008–2010 lukuisia Skanskassa työskenteleviä lean-asiantuntijoita tavoitteenaan hahmottaa lean-rakentamisen toimeenpanon onnistumisen kannalta olennaiset tekijät. Asiantuntijoilla oli kokemusta yhteensä yli 60 työmaalta, joissa lean-rakentamisen periaatteita oli käytetty. Tutkimuksessa kävi ilmi, että Skanskassa toimeenpano lähti liikkeelle muutosagenttien toimesta. Eräs tällainen on jo aiemmin mainittu Jan Elfving, joka toi lean-ajattelun Skanskaan vuonna 2004 (ks. kappale 3.2). Muutosagentit levittivät sanaa organisaation sisällä tavoitteenaan luoda innostusta uutta toimintatapaa kohtaan. Kun alkusysäyksen saattamana aloitetut pilottiprojektit saatiin käyntiin, muutosagentit toimivat eräänlaisina mentoreina toteuttaville henkilöille. Positiivisten tulosten seurauksena lean-rakentamista kokeiltiin yhä useammassa kohteissa, mutta tässä vaiheessa muutosagenttien toimintakyvyn rajat tulivat vastaan. Työmaiden määrän kasvaessa muutosagentit eivät enää ehtineet antaa riittävästi tukea jokaiselle projektille, joten heidän piti säilyttää vastuu keskijohdolle – eli Skanskan tapauksessa työpäälliköille. Keskijohdon toiminta on melko itsenäistä, joten sen kontrollointiin tarvitaan myös ylimmän johdon sitoutumista lean-rakentamisen periaatteisiin. Ylimmän johdon tehtävänä on kouluttaa alaisiaan jatkuvasti sekä virallisesti että epävirallisissa yhteyksissä (Leigard & Pesonen 2010, 2. 5).

Johdon kannustus ja motivointi ovat elintärkeässä osassa toimeenpanon onnistumisen kannalta (Leigard & Pesonen 2010, s. 7), mutta erityisen hyvin motivointi toimii vertaisten kesken. Kun esimerkiksi työpäällikkö keskustelee toisen työpäällikön kanssa, tilanteessa ei ole latautunutta esimiehen ja alaisen välistä suhdetta, vaan molemmat voivat

avoimin mielin ottaa oppia toisiltaan. Myös keskustelu itsessään helpottuu, kun molemmat henkilöt puhuvat samoilla termeillä ja ymmärtävät tilanteet pääsääntöisesti samalla tavalla. Skanskassa on nyt tilanne, jossa sillä on palveluksessaan runsaasti lean-rakentamisen asiantuntijoita. Heidän kauttaan lean-ajattelu on integroitunut lähtemättömästi Skanskan toimintaan, joten toimeenpanoprosessin voidaan sanoa olleen onnistunut. (Leigard & Pesonen 2010)

## 5 Johtopäätökset ja yhteenveto

Lean-rakentamista on tutkittu kattavasti viimeisen vajaan parinkymmenen vuoden aikana, ja monissa tutkimuksissa on havaittu sen kiistaton hyödyllisyys rakennusprojekteissa. Keskityin omassa kirjallisuustutkimussani vain murto-osaan lean-rakentamisen sovelluskohteista, mutta löysin kustakin aihepiiristä selkeitä hyötyjä.

### 5.1 Tutkimuksessa havaitut hyödyt

Tuotantoa, joka on tyypillisin lean-rakentamisen sovellusalue, pystytään kehittämään monilla työkaluilla. Niistä suosituimman, *Last Planner Systemin*, käyttöönotto edistää työtehtävien suunnittelua. Parantunut työmaasuunnittelu vähentää hukkaa, mikä näkyy suoraan rakennusyrityksen katteissa. LPS velvoittaa työnjohtajat suunnittelemaan omilla aivoillaan, mikä harjaannuttaa heidän arviointikykyään. Pidemmällä tähtäimellä tämä suunnittelukykyyn kehitys näkyy paremmin paikkansa pitävinä aikatauluina ja laadukkaampana työnä. Suorien vaikutusten lisäksi tuotannon kehittäminen johtaa epäsuoriin hyötyihin; esimerkiksi suunnittelun parantuminen nostaa työmaan luotettavuutta, joka on ehdoton edellytys tukitoiminnan (logistiikka, esivalmistus ja niin edelleen) kehittämiseksi.

Välivarastointi, yksi hukan seitsemästä perustyyppistä, saattaa luoda vaikutelman, että työmaa toimii tehokkaasti. Itse asiassa tilanne on useimmiten päinvastainen: välivarastot peittelevät epätehokkaita tuotantoprosesseja ja mahdollistavat häiriöiden sivuuttamisen olankohautuksella. Lean-opin tinkimätön ajattelutapa nimenomaan haluaa tuoda häiriöt esille, jotta niistä voidaan oppia. Vähäpätöistenkin häiriöiden alkuperäisyyden selvittäminen saattaa johdattaa isompien, perustavanlaatuisien ongelmien äärelle. Niiden korjaaminen voi tuottaa huomattavan määrän hyötyä koko tuotantoprosessille.

Lean-opin perustyökaluihin kuuluva 5S-menetelmä pyrkii parantamaan työmaan järjestystä ja rutiinia, joilla molemmilla on suuri merkitys työturvallisuuden kannalta. Siisti, hyvin organisoitu työmaa on turvallisempi paikka työskennellä kuin sotkuinen työmaa, jossa tehtävien suorittamistavalle ei ole asetettu selkeitä raameja. Lean-ajattelun tehokkuutta tällä saralla alleviivaa Skanska Suomen erinomainen suoritus: yrityksen tapaturmataajuus laski – pitkälti lean-opin mukaisten työturvallisuusuudistusten ansiosta – viidessä vuodessa 57:stä yhdeksään.

Edellä mainitut uudistukset toimeenpantiin Skanskassa paitsi tekemällä konkreettisia työskentelykäytäntöjä koskevia muutoksia, myös edistämällä työturvallisuutta korostavan organisaatiokulttuurin leviämistä. Tämänkaltaisella kokonaisvaltaisella lähestymistavalla lean-ajattelun positiivinen vaikutus on helpompi saada pysyväksi osaksi koko organisaation toimintaa. Lean-opin ominaispiirteisiin kuuluu myös vahva osallistamisen ja yhdessä tekemisen henki. Kouriintuntuvaksi hyödyksi tämä piirre realisoituu siinä vaiheessa, kun monien eri alojen osaajista koostuvassa tiimissä pohditaan yhdessä ratkaisuja ongelmiin, ja huomaamatta opitaan paljon uutta muiden osaajien toimintatavoista. Tällainen oppimisen ja jatkuvan parantamisen henki hyödyttää paitsi yksittäisiä projekteja, myös organisaatiota kokonaisuutena.

### 5.2 Tutkimuksen arviointi

Kokonaisuutena tutkimus onnistui selvittämään lukuisia lean-rakentamisen kautta saa-

vutettavia hyötyjä, mutta kandidaatintyön rajallinen laajuus väistämättä typisti tutkimusalueen verrattain kapeaksi. Rajauksen ulkopuolelle jäivät muun muassa informaatioteknologian hyödyntäminen lean-rakentamisessa, rakennusmateriaalien esivalmistus sekä tuotantoketjujen hallinta. Erityisesti rakennusten mallintaminen tietokoneiden avulla (BIM; engl. *Building Information Model*) on kehittyvä lean-rakentamisen haara, jonka hyödyllisyys suunnittelutehtävissä vaikuttaa ilmeiseltä. Tutkittavaa löytyy siis vielä huomattavan monesta aihepiiristä ja tutkimuksessa nyt käsitellyjä aiheita voisi analysoida perusteellisemminkin. Yhteenvetona voitaneen sanoa, että tämä tutkimus on pelkkä kapea-alainen pintaraapaisu lean-rakentamisen laajassa ja syvässä kentässä. Lean-rakentamisen hyödyt pystyttiin kuitenkin osoittamaan, joten tutkimus vastasi – kandidaatintyölle riittävässä laajuudessa – sille asetettuun tutkimuskysymykseen kohtuullisesti.



## Lähteet

- ALARCÓN, L., DIETHELM, S., ROJO, O., & CALDERON, R. (2005) *Assessing the Impacts of Implementing Lean Construction*. Proceedings of International Group of Lean Construction conference #13, s. 387–393, Sydney, Australia.
- ALSEHAIMI, A., TZORTZOPOULOS, P. & KOSKELA, L. (2009) *Last Planner System: Experiences from Pilot Implementation in the Middle East*. Proceedings of International Group of Lean Construction conference #17, s. 53–66, Taipei, Taiwan.
- ARBULU, R. & ZABELLE, T. (2006) *Implementing Lean in Construction: How to Succeed*. Proceedings of International Group of Lean Construction conference #14, s. 553–565, Santiago, Chile.
- BALLARD, G. (1994) *The Last Planner*. Proceedings of Northern California Construction Institute Spring Conference, Monterey, USA.
- BALLARD, G. (1997) *Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control*. Proceedings of International Group of Lean Construction conference #5, s. 13–26, Gold Coast, Australia.
- BALLARD, G. (1999) *Improving Work Flow Reliability*. Proceedings of International Group of Lean Construction conference #7, s. 275–286, Berkeley, USA.
- BALLARD, G. (2000a) *The Last Planner System of Production Control*. PhD Thesis, Faculty of Engineering, University of Birmingham, UK.
- BALLARD, G. (2000b) *Phase Scheduling*. Lean Construction Institute White Paper #7, “Readings” osoitteesta: <http://www.leanconstruction.org/>.
- BALLARD, G. & HOWELL, G. (1997) *Shielding Production: An Essential Step in Production Control*. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, USA.
- BRESNEN, M., EDELMAN, L., NEWEL, S., SCARBROUGH, H. & SWAN, J. (2004) *The Impact of Social Capital on Project-based Learning*. Kokoelmateos: Huysman, M. & Wulf, V. (2004) *Social Capital and Information Technology*. s. 231–268, SNP Best-set Typesetter Ltd., Hong Kong. ISBN: 0-262-08331-0.
- CARLILE, P. (2004) *Transferring, Translating, and Transforming: An Integrative Framework for Managing Knowledge Across Boundaries*. Organization Science, Vol. 15, Nro. 5, s. 555–568. ISSN: 1047-7039.
- CHRISTENSEN, R. & CHRISTENSEN, T. (2010) *Lean Construction Facilitates Learning on All Organisational Levels?* Proceedings of International Group of Lean Construction conference #18, s. 406–414, Haifa, Israel.
- DETTY, R. & YINGLING, C. (2000) *Quantifying Benefits of Conversion to Lean Manufacturing with Discrete Event Simulation: A Case Study*. International Journal of Production Research, Vol. 38, Nro. 2, s. 429–445.

- HIRANO, H. (1995) *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation*. Käännös: Productivity Press, Portland, USA. ISBN: 1-56327-047-1. Alkuperäisteos: Hirano, H. (1990) *5S Shido Manyuaru*. Nikkan Kogyo Shimbun, Tokio, Japani.
- HOWELL, G. (1999) *What Is Lean Construction?* Proceedings of International Group of Lean Construction conference #7, s. 1–10, Berkeley, USA.
- JOHANSEN, E. & PORTER, G. (2003) *An Experience of Introducing Last Planner into a UK Construction Project*. Proceedings of International Group of Lean Construction conference #11, s. 622–631, Blacksburg, USA.
- JUNIOR, J., SCOLA, A. & CONTE, A. (1998) *Last Planner as a Site Operations Tool*. Proceedings of International Group for Lean Construction conference #6, Guarujá, Brasilia.
- KOSKELA, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. CIFE Technical Report #72, Stanford University, USA.
- LEAL, M. & ALARCÓN, L. (2010) *Quantifying Impacts of Last Planner Implementation in Industrial Mining Projects*. Proceedings of International Group of Lean Construction conference #18, s. 518–527, Haifa, Israel.
- LEIGARD, A. & PESONEN, S. (2010) *Defining the Path: A Case Study of Large Scale Implementation of Last Planner*. Proceedings of International Group of Lean Construction conference #18, s. 396–405, Haifa, Israel.
- LEINO, A., ELFVING, J. & BALLARD, G. (2010) *Accident Rate Down from 57 to 9 in Five Years*. Proceedings of International Group of Lean Construction conference #18, s. 243–253, Haifa, Israel.
- LIKER, J. (2004) *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Professional, New York, USA. ISBN: 0071392319.
- MIDDLETON, P. (2002) *Lean Software Development: Two Case Studies*. Software Quality Journal, Vol. 9, s. 241–252, Kluwer Academic Publishers, Alankomaat.
- MITROPOULOS, P., CUPIDO, G. & NAMBOODIRI, M. (2007) *Safety as an Emergent Property of the Production System*. Proceedings of International Group of Lean Construction conference #15, s. 282–293, Michigan, USA.
- NG, K., LAURLUND, A., HOWELL, G. & LANCOS, G. (2010) *An Experiment with Leading Indicators for Safety*. Proceedings of International Group of Lean Construction conference #18, s. 253–262, Haifa, Israel.
- OHNO, T. (1988) *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*. Käännös: Productivity Press, Portland, USA. ISBN: 0-915299-14-3. Alkuperäisteos: Ohno, T. (1978) *Toyota Seisan Hoshiki*. Diamond Inc., Tokio, Japani.
- PAVEZ, I. & ALARCÓN, L. (2008) *Lean Construction Professional's Profile (LCPP): Implementation in Chilean Contractor Organizations*. Proceedings of Inter-

national Group of Lean Construction conference #16, s. 231–240, Manchester, Iso-Britannia.

SEPPÄNEN, O., BALLARD, G. & PESONEN, S. (2010) *The Combination of Last Planner System and Location-Based Management System*. Lean Construction Journal. 2010 Issue, s. 43–54. ISSN: 1555-1369.

SKANSKA (2011) *Sosiaalinen vastuu: Työturvallisuus*. Skanska Oy:n internetsivut. [Viitattu 6.4.2011] <http://skanska.fi/fi/Tietoa-Skanskasta/Vastuullista-toimintaa/Sosiaalinen-vastuu/Tyoturvallisuus/>

SKANSKA OPPIVA (2011) *OPPIVA6:n 3. valmennuspäivät*. 30.-31.3.2011, Skanskan Oy:n pääkonttori, Helsinki, Suomi.

SKANSKA WORLDWIDE (2007) *Leaning on Planning for Efficient Projects*. Skanska Worldwide 2007, No. 3. [Viitattu 2.4.2011] <http://www.mypaper.se/show/text.asp?pid=24545250824066&page=26>

TILASTOKESKUS (2008) *Palkansaajien työpaikkatapaturmat*. Työtaturmat 2008 [verkojulkaisu]. Suomen virallinen tilasto (SVT). ISSN: 1797-5999 [Viitattu 6.4.2011] [http://stat.fi/til/ttap/2008/ttap\\_2008\\_2010-11-30\\_kat\\_001\\_fi.html](http://stat.fi/til/ttap/2008/ttap_2008_2010-11-30_kat_001_fi.html)